



**Inventario Nacional
de
Emisiones de Gases
de
Efecto Invernadero
1994 -1998**

**Instituto Nacional de Ecología
Secretaría de Medio Ambiente
y Recursos Naturales**

Dr. Víctor Lichtinger Waismar
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dr. Exequiel Ezcurra
Presidente del Instituto Nacional de Ecología

Dr. Adrián Fernández Bremauntz
*Director General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional
y Global*

Biól. Julia Martínez Fernández
Directora de Investigación sobre Cambio Climático

Fecha: Octubre, 2000.

Prefacio

El Instituto Nacional de Ecología de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en colaboración con otras dependencias del sector público y de institutos y centros de investigación del país ha preparado El Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, para el período 1994-1998 en el sector energía y para el año 1996 en el sector de cambio de uso de suelo y silvicultura.

En la elaboración del Inventario tomó en cuenta algunos aspectos de la decisión 3/CP.5 de la Conferencia de las Partes (CdP) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y las Guías para de la CMNUCC para informar sobre inventarios (FCCC/CP/1999/7). El seguimiento de éstas asegura que los inventarios nacionales están bien documentados, preparados de manera consistente, y tan exactos y completo como sea posible. La metodología utilizada en este informe se basó en las Guías revisadas de 1996 para inventarios nacionales de emisiones del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, PICC. Se siguieron recomendaciones del Informe del PICC sobre Guías de buenas prácticas y manejo de la incertidumbre en inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero.

La actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para los años de 1994, 1996 y 1998, contó como en el caso del Inventario Preliminar 1990, editado en 1995, con la colaboración de científicos y técnicos de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, en particular del Centro de Ciencias de la Atmósfera, del Instituto de Ecología y del Instituto de Ingeniería. Otras instituciones que han participado desde entonces son el Instituto Mexicano del Petróleo, el Instituto de Investigaciones Eléctricas y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.

El primer inventario, como puede observarse también en los inventarios de otros países Partes de la CMNUCC, presentó un desarrollo desigual entre sus componentes. En esta actualización se incluyen las emisiones de algunas fuentes no cubiertas en el inventario anterior; otras que por su cantidad resultaban despreciables, ahora adquieren relevancia. El detalle de la información para algunas fuentes se mejoró, gracias a una mayor disponibilidad de la misma.

Un aspecto notable del inventario consiste en que para todos los sectores, con excepción del sector de cambio de uso del suelo y silvicultura, para el cual no se contaba con información actualizada de 1998, este inventario presenta series de tiempos sobre emisiones. Para algunos sectores las emisiones de 1990 fueron recalculadas con las nuevas metodologías.

La utilización parcial, pero temprana, de las Buenas Prácticas del PICC se debe a que varios de los investigadores responsables de ciertas áreas del inventario participaron en la ronda de talleres organizados por el PICC sobre este tema.

A la fecha el INE/Semarnat cuenta ahora con un sistema para la administración de información relacionada con el cambio climático, cuenta también con un sistema para el archivo y cálculo del inventario, en una base de datos relacional, centralizada y a la cual se puede tener acceso por Internet, para consulta y edición.

Se puede concluir que México cuenta con muchos de los recursos necesarios para la elaboración de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero confiables y periódicos.

Para la actualización del inventario se contó con el apoyo financiero de la Agencia de Protección Ambiental de los EUA (USEPA). El desarrollo de sistema de cálculo del inventario, en la base de datos relacional, se desarrolló con recursos del Gobierno Mexicano.

Para el personal del Instituto Nacional de Ecología/Semarnat y de las instituciones de educación superior e investigación del país, que han contribuido con sus recursos humanos en la elaboración de este inventario, resulta muy satisfactorio el ofrecer al sector público, a la comunidad académica y a la sociedad civil este inventario, esperando que sirva como una de las herramientas necesarias para la construcción del desarrollo sustentable.

Ciudad de México a 24 de septiembre de 2001

Tabla de Contenido General

Prefacio	i
Tabla de Contenido General.....	iii
Fe de Erratas	iv
Resumen Ejecutivo	1
Parte 1; Energía: Fuentes fijas y de área	1-1
Parte 2; Energía: Transporte	2-1
Parte 3; Energía: Emisiones Fugitivas de Metano	3-1
Parte 4; Procesos Industriales	4-1
Parte 5; Agricultura	5-1
Parte 6; Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura	6-1
Parte 7; Desechos	7-1

Fe de Erratas

En la Parte 6; Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura, la tabla 5-4, 3 de 3 presenta un valor de 3214 kt C, debe ser 2173 kt C. El origen de este error no se pudo localizar, esto conduce a subestimar las emisiones de CO₂ del sector en 2.43% y el total de CO₂ en 0.2%. En términos de CO₂ equivalente este error afecta solo hasta la primera cifra significativa después del punto decimal la contribución del sector.

Resumen Ejecutivo



**Inventario Nacional
de
Emisiones de Gases
de
Efecto Invernadero
1994 -1998**

**Instituto Nacional de Ecología
Secretaría de Medio Ambiente
y Recursos Naturales**

Dr. Víctor Lichtinger Waismar
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dr. Exequiel Ezcurra
Presidente del Instituto Nacional de Ecología

Dr. Adrián Fernández Bremauntz
*Director General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional
y Global*

Biól. Julia Martínez Fernández
Directora de Investigación sobre Cambio Climático

Fecha: Octubre, 2000.

Resumen

Se presenta completo el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para 1996. Las emisiones bióxido de carbono de México en 1996 fueron de 514,048 Gg. Para todos los sectores, con excepción del forestal, se presentan bs estimados de emisiones para 1994 y 1998. Algunos sectores también informaron las emisiones para 1992 y estimaron de nuevo las de 1990, que fueron informadas en la Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Este inventario se estimó siguiendo la Metodología Revisada del Panel Intergubernamental de Cambio Climático, PICC y la Guía de Buenas Prácticas y Manejo de Incertidumbre del PICC, así como estándares ISO.

Palabras clave: Inventario, gases de efecto invernadero, México, INGEI

Lista de Participantes

Como responsables de cada una de los sectores o de diferentes actividades del inventario participaron:

Adrián Fernández	Coordinación General	Instituto Nacional de Ecología
Julia Martínez		
Luis Gerardo Ruiz Suárez	Coordinador Científico, Agricultura y Procesos Industriales	Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Claudia Sheinbaum	Combustión (fuentes fijas y de área)	Instituto de Ingeniería, UNAM
Dick Cuatecotzin	Emisiones fugitivas de metano de la industria del gas natural y petróleo	Instituto Mexicano del Petróleo
Jorge Gasca	Combustión transporte).	Instituto Mexicano del Petróleo
Rigoberto Longoria Ramírez	Procesos Industriales	Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Omar Masera Ceruti	Sector Forestal	Instituto de Ecología, UNAM
José Luis Arvízu	Emisiones por desechos sólidos urbanos y tratamiento de aguas urbanas e industriales	Instituto de Investigaciones Eléctricas

Tabla de Contenido

RESUMEN	II
PALABRAS CLAVE: INVENTARIO, GASES DE EFECTO INVERNADERO, MÉXICO, INGEI	II
LISTA DE PARTICIPANTES.....	III
TABLA DE CONTENIDO.....	IV
LISTA DE TABLAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	V
1.1. INTRODUCCIÓN	6
1.2. EL PANORAMA GENERAL	7
1.3. ENERGÍA.....	8
1.3.1 COMBUSTIÓN (FUENTES FIJAS Y DE ÁREA)	9
1.3.2 COMBUSTIÓN (TRANSPORTE).....	10
1.3.3 EMISIONES FUGITIVAS DE COMBUSTIBLES.....	12
1.4. PROCESOS INDUSTRIALES	14
1.5. AGRICULTURA	14
1.6. CAMBIO EN EL USO DEL SUELO	15
1.7. DESECHOS	17
<i>Reconocimientos.....</i>	<i>18</i>
APÉNDICE A	19
INFORMACIÓN DEL DOCUMENTO.....	23

Lista de Tablas

Tabla 1. Emisiones de dióxido de carbono asociadas al consumo de energía (Gg)-----	10
Tabla 2. Emisiones de Metano Fugitivo en el Sistema de Petróleo y Gas Natural en México (Gg CH ₄ /año)-----	13
Tabla 3 Emisiones de CO ₂ Equivalente en el Sistema de Petróleo y Gas Natural en México (Gg /año)-----	13

Lista de Figuras

Figura 1. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para 1996 en equivalentes de CO ₂ .-----	7
Figura 2. Distribución de emisiones por sectores en equivalentes de CO ₂ -----	8
Figura 3. Consumo de energía por combustible -----	10
Figura 4. Emisiones de CO ₂ (Gg) por el sector transporte -----	11
Figura 5. Distribución porcentual del consumo del sector transporte. -----	12
Figura 6. Emisiones netas de GEI provenientes del sector forestal (Gg)-----	16
Figura 7. Emisiones de Metano por desechos de 1990 a 1998-----	17

1.1. Introducción

El Instituto Nacional de Ecología, INE/Semarnat presenta la actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI), se da a conocer el inventario para el año de 1996, con todos los sectores definidos por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (PICC). Con excepción del forestal, en otros sectores fue posible estimar las emisiones para otros años, de 1994 a 1998. En algunos se logró también presentar los resultados para 1992 y volver a calcular las emisiones para 1990.

La metodología utilizada correspondió a la revisada por el PICC en 1996. Se siguió la Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de Incertidumbre del PICC, lo mismo que los estándares estándar ISO 5966, ISO 690 e ISO 10444 para la elaboración de informes, referencias y clasificación de documentos y partes del ISO 9004 para la prestación de servicios. Varios de los expertos nacionales que contribuyeron a la presente actualización tuvieron una participación activa en la serie de reuniones sobre metodologías, buenas prácticas e incertidumbre organizadas por el PICC y por el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (SBSTA, por sus siglas en inglés).

Con el desarrollo de la Internet y la modernización del sector público en México mucha de la información necesaria para la realización del actual inventario fue obtenida directamente de los portales de varias Secretarías de Estado y dependencias federales. Lo anterior representa un avance considerable, pues se ofrece a los interesados información valiosa sin restricciones. Este informe y la documentación asociada se publicará y ofrecerá por el mismo medio. De todas maneras, es necesario fortalecer la cooperación entre las oficinas de gobierno encargadas de elaborar estadísticas sobre la actividad productiva y el INE a quien corresponde la elaboración del INEGEI, pues existen todavía algunas carencias de información.

El presente trabajo, al igual que el INEGEI de 1990 es el resultado de la colaboración entre el sector público, el de investigación y el académico. el INE desarrolló un sistema informático que sistematiza mucha de la experiencia adquirida en la elaboración del mismo.

El Inventario se divide en siete partes: Energía-Combustión de fuentes fijas y de área, Energía-Transporte, Energía-Emissiones fugitivas, Procesos Industriales, Agricultura, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura y Desechos. Cada una de las partes va acompañada de las tablas estándar de reporte del IPCC, algunas de ellas en el idioma inglés, pues son copia de las tablas de salida del paquete de cómputo del PICC. Cada parte va también acompañada de su información de apoyo y de sus estimados de incertidumbre e información sobre el aseguramiento y control de calidad.

1.2. El panorama general

Las emisiones de GEI para 1996 en equivalentes de CO₂ a 100 años¹ fueron de 691,318Gg, considerando solo al bióxido de carbono, metano y óxido nítrico. De lo anterior, 514,048Gg (75%) corresponden a CO₂; 162,848 Gg (23%) a metano y 14,422 Gg (2%) a óxido nítrico (Figura 1).

Por sector, y todavía en equivalentes de CO₂ para poder comparar sectores con emisiones de gases diferentes (Figura 2), los procesos de combustión que no involucran a la combustión por motores de combustión interna para transporte emitieron 219,432 Gg en equivalentes de CO₂. Los procesos de combustión interna para transporte emitieron 100,159 Gg. La suma de estos dos, que comprenden las emisiones por producción y consumo de energía, equivale a 46.2% de las emisiones. Las emisiones fugitivas de metano en la industria del petróleo y gas natural fueron de 49,799 Gg (7.2%). Las emisiones por procesos industriales de esos tres gases fueron de 43,121 Gg (6.2%), La agricultura y la ganadería emitieron 55,674 Gg (8.1%). El sector forestal emitió 161,422 Gg equivalentes de CO₂ (23.4%), lo que lo coloca como la segunda fuente en importancia. El manejo de desechos urbanos e industriales contribuyó con 61,710 Gg (8.9%).

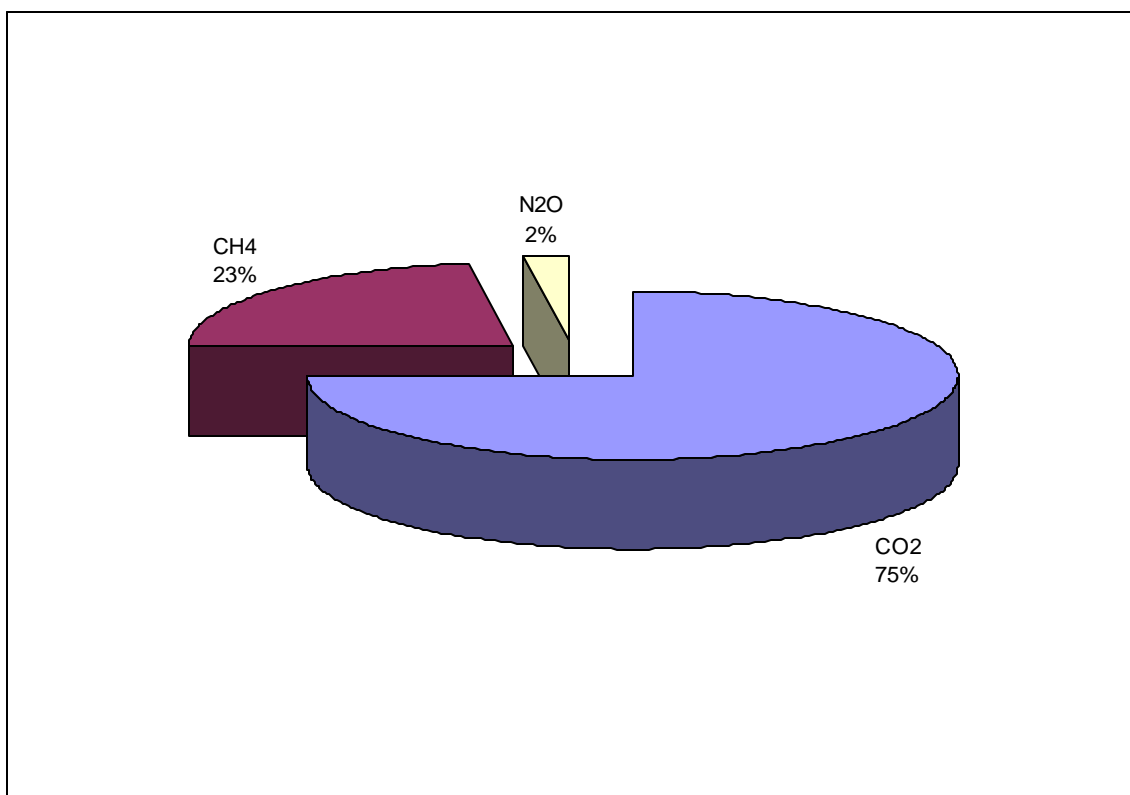


Figura 1. Distribución porcentual de las emisiones de GEI para 1996 en equivalentes de CO₂.

¹ Por su capacidad para retener radiación infrarroja, un gramo de metano equivale a 21 gramos de bióxido de carbono en una escala de tiempo de 100 años, tomando en cuenta sus propiedades moleculares y su tiempo de residencia en la atmósfera. Un gramo de óxido nítrico equivale a 310 gramos de bióxido de carbono. (PICC, 1996).

Los sectores de procesos industriales y desechos presentan un notable incremento, tanto en volumen como en participación porcentual. Esto se debe, en parte, a que algunas fuentes no se consideran en el inventario de 1990, y también a cambios en la metodología. Además, para el manejo de desechos hubo un notable aumento en el número de rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de aguas residuales, debido a la aplicación de regulaciones ambientales en el ámbito local.

Por otro lado, el sector agropecuario presenta un estancamiento en su participación. Posibles cambios estructurales en la economía pueden ser los responsables, así como la prolongada sequía de los años noventa, agravada por el efecto del severo evento de “El Niño” de 1998.

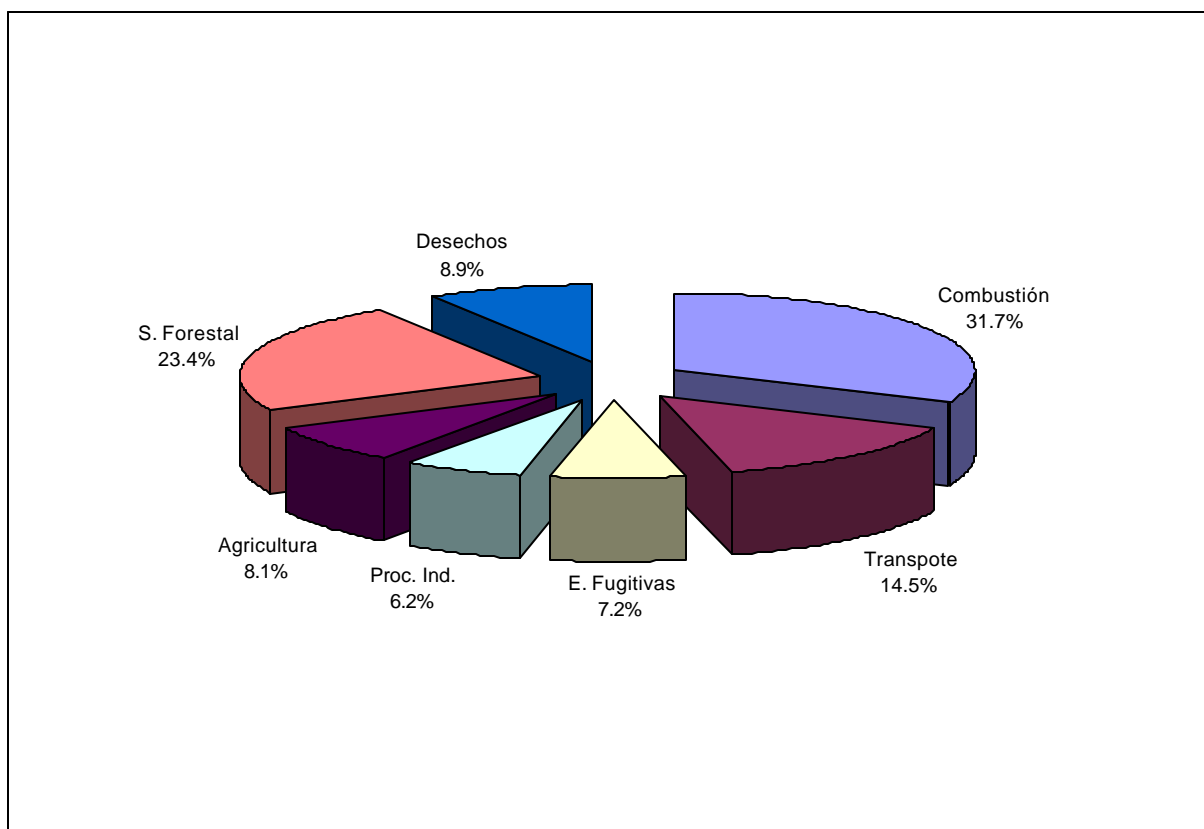


Figura 2. Distribución de emisiones por sectores en equivalentes de CO₂

1.3. Energía

En esta sección se presenta el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas con el consumo de energía en México (fuentes fijas, de área y de transporte, Balance Nacional de Energía 1998). En el inventario de 1990 las emisiones fueron de 297,010 Gg de CO₂. En 1994, las emisiones de dióxido de carbono asociada con este consumo alcanzaron un valor de 314,352 Gg de CO₂, en 1996, las emisiones fueron de 314,730Gg, un aumento marginal con respecto a 1990 y 1994 debido a la crisis económica de 1995. Sin embargo, en 1998 alcanzaron 350,380 Gg, 18% más que en 1990.

En relación con la metodología, de acuerdo con el PICC, la estimación de los inventarios puede dividirse en tres de acuerdo con el nivel de detalle. Por la información con la que se cuenta en este momento para México, los inventarios nacionales y regionales están constituidos con base en una metodología que está entre el Nivel 1 y el Nivel 2, ya que en muchos casos se detallan las tecnologías de combustión aún y cuando se siguen utilizando factores de emisión internacionales.

La economía y el consumo de energía del país están sustentados principalmente en el petróleo. En 1998, el país produjo cerca de 1120.7 millones de barriles de petróleo crudo (6562.9 PJ), de los cuales, 56% se destinó a exportación. El 55.6% de la energía primaria que consumió el país en 1998 provino de derivados del petróleo, el 27.7% de gas natural, el 4.5% de carbón, el 1.6 de energía nuclear, el 5.5% de biomasa, el 4.1% de energía hidráulica y el 1% de energía geotérmica.

En 1999 la producción de petróleo crudo fue de 6,266.618 Petajoules, de los cuales se exportó el 53%. La participación de hidrocarburos en la oferta bruta de energía fue de 80.0%, 4.4% de carbón, 8.8% de electricidad (incluyendo 5.9% de hidroenergía, 1.9% de núcleo energía y 1.0% de geoenergía), así como 5.9% de biomasa.

Como lo muestra la Figura 3, los combustibles que mayor crecimiento presentaron entre 1990 y 1998 fueron el gas natural y el combustóleo, cuyo crecimiento fue de 13.2% en cada caso, mientras los sectores de mayor consumo y crecimiento fueron el de generación eléctrica y transporte, que se analiza con más detalle en la sección titulada *Combustión (transporte)*. Es evidente el decremento que el consumo final de energía registró en el país en el año en 1995 con respecto a 1994, cuando se presentó una crisis económica que provocó una reducción de 6.2% del PIB². Sin embargo a partir de 1996, el crecimiento fue dinámico y estable, de tal forma que en todo el periodo el consumo de combustibles comerciales creció en 28%, pasando de 4,020.9 a 5,134.7 PJ.

1.3.1 Combustión (fuentes fijas y de área)

Como lo muestra la Tabla 1, en 1996, las emisiones de dióxido de carbono asociadas con el consumo de energía en México para las fuentes fijas y de área alcanzaron el valor de 217,537 Gg de CO₂, 16% más que en 1990. Y en 1998 alcanzaron 245,788 Gg, 31% más que en 1990.

² Datos del Sistema Nacional de Cuentas Nacionales de México, 1993-1994. INEGI, página electrónica : www.inegi.gob.mx/difusion/espanol/scnm/scnm.html.

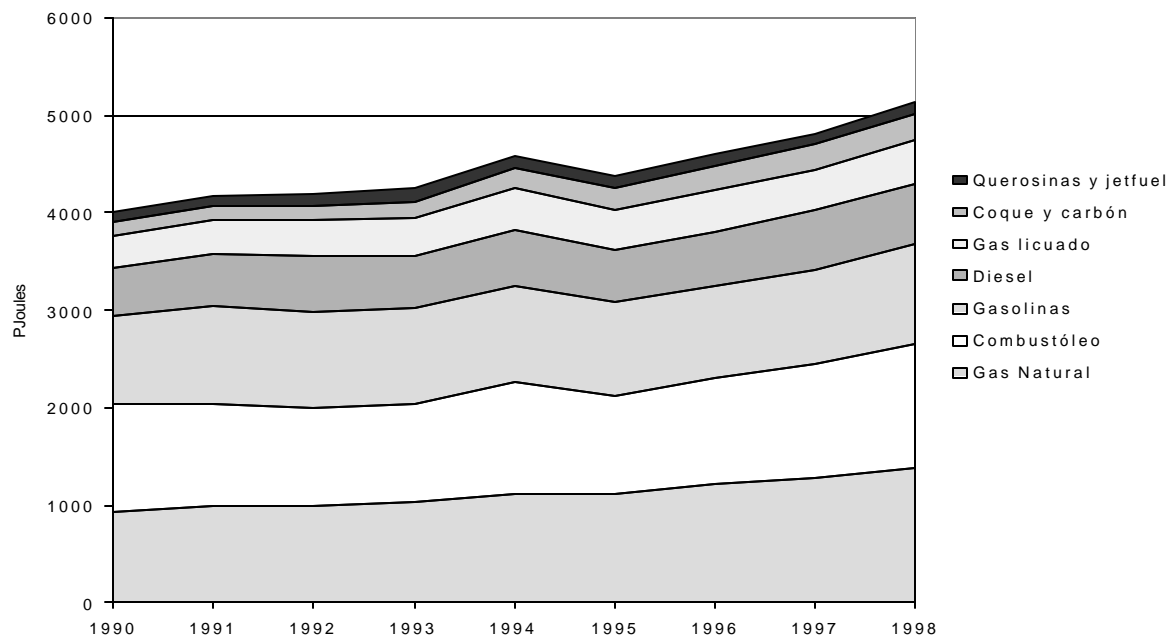


Figura 3. Consumo de energía por combustible

Tabla 1. Emisiones de dióxido de carbono asociadas al consumo de energía (Tg)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrial	55.769	55.345	55.757	56.149	59.926	61.070	62.083	60.935	62.408
Industrias energéticas	37.872	38.380	38.586	35.980	37.059	32.201	38.976	41.606	47.301
Residencial	18.784	19.490	20.114	20.676	21.608	21.985	22.361	22.471	22.580
Comercial	3.725	4.690	5.370	5.306	5.878	5.377	5.828	6.043	6.418
Agropecuario	4.984	5.138	5.169	5.204	4.927	5.072	5.421	5.797	5.738
Generación de electricidad	66.992	69.237	67.761	70.350	84.200	77.958	82.868	92.146	101.343
Total sin biomasa	188.126	192.279	192.757	193.663	213.597	203.662	217.537	228.998	245.788

1.3.2 Combustión (transporte)

El consumo de energía el sector transporte aumentó 19.24% en el periodo 1990-1998 (Figura 4). La tasa de crecimiento anual fue variable, con una caída en 1996, consecuencia de la crisis económica de 1995-1996. Entre 1990 y 1998, el mayor aumento a la aviación nacional (41.79%), en tanto que en el autotransporte el incremento fue del 18.67% y en la navegación marítima nacional ascendió a 26.28%. En el transporte por ferrocarril el consumo disminuyó 12.6%. Los combustibles que se consumieron fueron gasolinas y diesel para el autotransporte, queroseno para la aviación, diesel y combustóleo para la navegación marítima y diesel para el ferrocarril (Figura 5). Se estima que en 1998 el consumo de energía para el transporte internacional representó 1.6% del consumo total. Dentro del transporte internacional, el combustible que se utilizó mayoritariamente fue el queroseno para aviación.

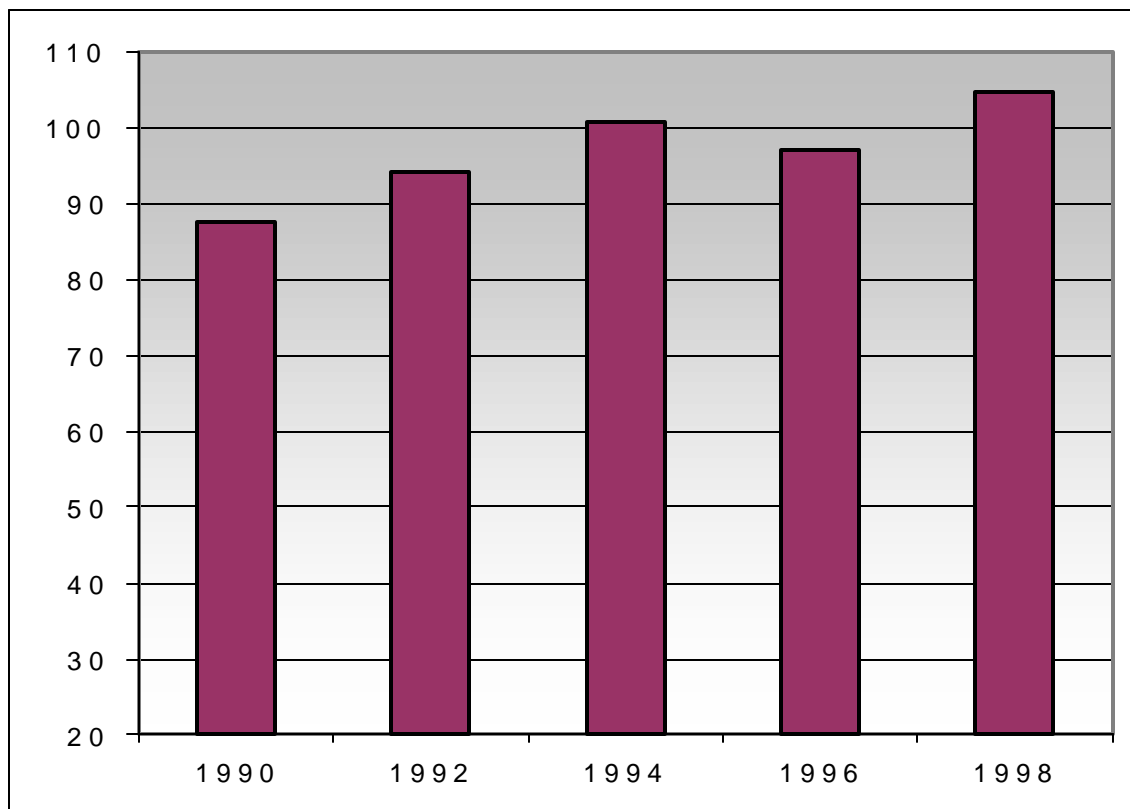


Figura 4. Emisiones de CO₂ (Tg) por el sector transporte

Las emisiones de bióxido de carbono se calcularon por el método sectorial para cada tipo de combustible consumido en el sector transporte, tanto para el caso del transporte nacional como para el internacional. Para el caso de las emisiones de gases diferentes al bióxido de carbono se utilizó la metodología de primer nivel para todos los sectores, a excepción de los sectores de la aviación y del autotransporte, para los cuales se utilizó una metodología de segundo nivel.

Se utilizó la hoja de cálculo del PICC para las estimaciones del nivel 1 para todos los gases, excepto para el caso del bióxido de azufre. También se usó para las emisiones de la aviación por el método de nivel 2. Debido a la diferencia en el contenido de azufre de los combustibles consumidos en México en el periodo 1990-1998 fue necesario desagregar el consumo del sector por tipo de combustible para estimar las emisiones de bióxido de azufre.

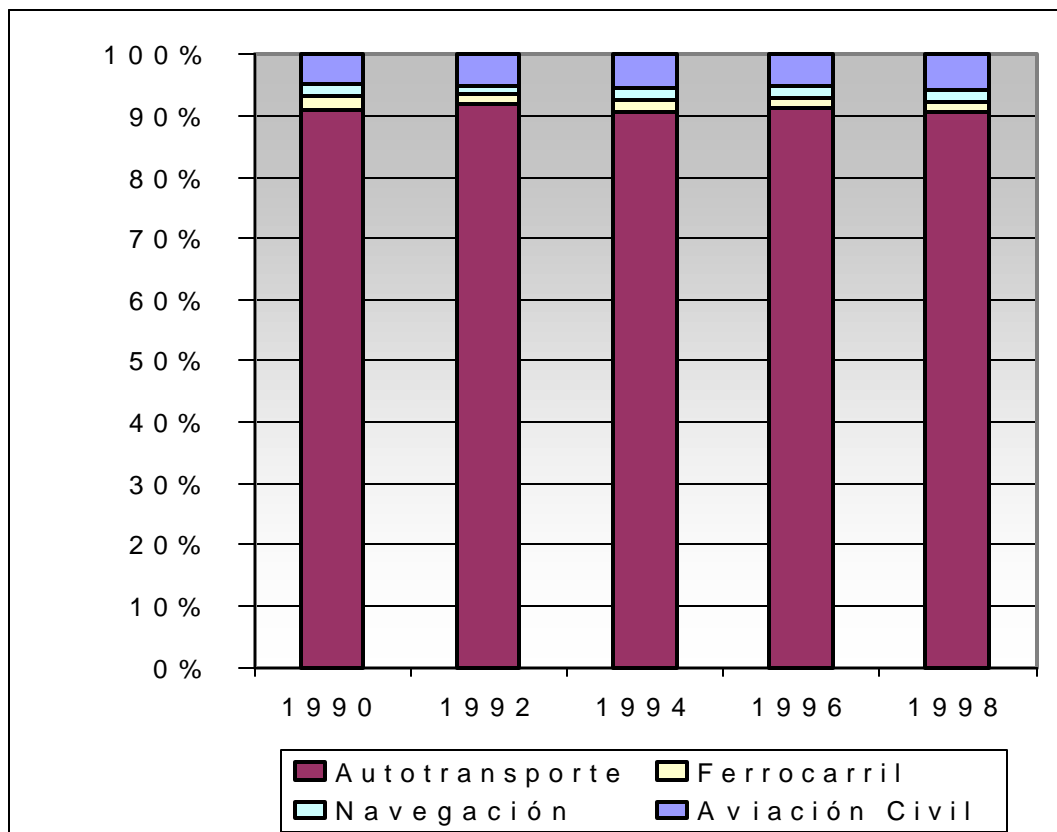


Figura 5. Distribución porcentual del consumo del sector transporte.

Para calcular las emisiones del autotransporte se estimó la proporción de los vehículos que cuentan con convertidores catalíticos y la proporción de éstos que no cuentan con este control. Posteriormente, se estimó el recorrido anual de los diferentes tipos de vehículos. Se utilizaron factores de emisión medidos en el Laboratorio de Investigación en Emisiones Vehiculares y Ensayo de Motores del Instituto Mexicano del Petróleo, tanto para una flotilla de vehículos sin convertidor como para una flotilla con convertidor. Para 1996, las emisiones totales de bióxido de carbono del sector transporte fueron de 97,193 Gg, lo que representó un aumento de 11% con respecto a 1990. En 1998 alcanzaron 104,592 Gg, 19% más que en 1990. Desde luego, este incremento está relacionado directamente con el aumento en el consumo de energía durante este periodo. Para este sector, las emisiones de metano en 1996 fueron de 28 Gg, lo que representó una reducción del 23% con respecto a 1990. Por su parte, las emisiones de óxido nítrico fueron de 7.7 Gg, un 385% superiores a las de 1990. Este aumento se relaciona con la introducción de convertidores catalíticos en los automóviles particulares a partir de 1991.

1.3.3 Emisiones fugitivas de combustibles

En esta parte del estudio se estimaron las emisiones de metano en la industria del petróleo y gas natural. Se utilizó la metodología del PICC, versión 1996. Se aplican los factores de emisión por defecto, específicos de la región donde se encuentra ubicado México, a los datos de actividad de producción, transporte, procesamiento y distribución, tanto de

petróleo como de gas natural asociado y no asociado. Este estudio constituye una actualización de la información que se obtuvo para el año base 1990, se usa la nueva versión de la metodología de cálculo y las estimaciones para los años 1992, 1994, 1996, y 1998. En la Tabla 2 se presentan las cifras para estos años, utilizando los valores alto y bajo por defecto de los factores de emisión, reportado para la región "Otros países productores de petróleo" donde se ubica México.

Tabla 2. Emisiones de Metano Fugitivo en el Sistema de Petróleo y Gas Natural en México (Gg CH₄/año)

AÑO	1990	1992	1994	1996	1998
FE* ALTO	2021.6	1938.4	2124.7	2371.4	2552.8
FE* BAJO	1482.9	1434.4	1573.5	1757.5	1891.4

*FE: Factores de emisión.

Los principales yacimientos de petróleo y gas natural en México se localizan en las regiones marina y del sudeste, donde el petróleo y el gas natural están presentes en las mismas formaciones subterráneas. Por esta razón, la principal fuente de gas natural es el gas asociado que se extrae simultáneamente con el petróleo. En años recientes se han encontrado importantes yacimientos de gas natural no asociado en la región norte, específicamente en la región de Burgos, por lo que se debe esperar un incremento significativo en la producción de gas natural en los próximos años.

Con base en la estructura descriptiva existente de los sistemas de petróleo y gas que se utilizan para estimar las emisiones fugitivas de metano y otros gases de efecto invernadero, se ha destinado grandes esfuerzos a identificar con detalle las múltiples fuentes de emisiones de metano y a obtener factores de emisión para esas fuentes en los sistemas de gas natural, en particular en los Estados Unidos de América y en Canadá; sin embargo, no ocurre lo mismo para los sistemas de petróleo, donde se recurre al uso de factores de emisión muy agregados para estimar las emisiones de metano. México no cuenta con un inventario detallado de fuentes de emisión de metano ni con factores de emisión propios en el sistema nacional de petróleo, por lo que es preciso dedicar recursos para realizar estas tareas que redundarán en una mejor cuantificación de las emisiones de metano que se fugan a la atmósfera y que contribuyen al efecto invernadero y al cambio climático.

Su equivalencia en millones de toneladas métricas en equivalente de bióxido de carbono aparecen en la Tabla 3, presentando una tasa promedio de crecimiento anual del 6.5%

Tabla 3 Emisiones de CO₂ Equivalente en el Sistema de Petróleo y Gas Natural en México (Gg /año)

AÑO	1990	1992	1994	1996	1998
FE ALTO	42453.6	40706.4	44618.7	49799.4	53608.8
E BAJO	31140.9	30122.4	33043.5	36907.5	39719.4

1.4. Procesos Industriales

En el inventario de 1990 las emisiones estimadas de este sector fueron de solo 11,621 Gg, se informó únicamente las emisiones de la industria del cemento. Sin embargo, de acuerdo con el inventario de 1998, esta industria ha incrementado sus emisiones de bióxido de carbono en un factor de 3.82 con respecto a 1990.

En esta actualización se cubrieron casi todos los rubros de los sectores de productos minerales, la producción de metales y la industria química. La producción combinada de CO₂ por estos procesos fue de 37,108 Gg en 1994 y creció hasta 44,346 Gg en 1998, lo que representa un aumento del 19.5% en ese período.

Las emisiones totales del sector en equivalentes de CO₂ a 100 años fueron de 37,904.52 Gg en 1994; 43,121.27 Gg en 1996 y 44,441 Gg en 1998. En este sector, la producción de metales y minerales ha contribuido con la mayor emisión de GEI en el periodo. Las emisiones de GEI por procesos industriales aumentan su importancia relativa en el inventario por dos razones, la primera porque ahora se incorporaron otros procesos al inventario, y la segunda, por su tasa de crecimiento.

En relación con el inventario de gases precursores de ozono, las emisiones en este sector de Compuestos Volátiles No Metano (NMVOC, por sus siglas en inglés) son las de mayor significado, llegando a ser de 262.1 Gg en 1996. Las emisiones de otros gases precursores de ozono como NO_x, CO y SO₂, son hasta dos órdenes de magnitud menores que las de los compuestos volátiles orgánicos no metano.

Las principales fuentes de información fueron el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y las cámaras de industria pero, en general, la calidad de la información para aplicar otros niveles de cálculos de las emisiones es baja. Por ello, es conveniente involucrar a las cámaras mencionadas como partes interesadas en el inventario por las posibles opciones de mitigación y por la necesidad de lograr un nivel más alto de confiabilidad en los datos.

1.5. Agricultura

Se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero para 1994, 1996 y 1998 para el sector que incluye la actividad agrícola y pecuaria del país. Se aplicó la metodología revisada por el PICC en 1996, usando factores de emisión por defecto para casi todas las fuentes. Se utilizaron factores de emisión ponderados por tipo de producción y masa para las emisiones de metano por ganado bovino.

En el inventario de 1990, las emisiones totales por agricultura y ganadería en México en equivalentes de CO₂ fueron de 38 863 Gg, de las cuales el 97 % correspondió a metano y 3% a óxido nitroso. En los inventarios de 1994, 1996 y 1998 las emisiones fueron de 57,110; 55,674 y 54,463 Gg en equivalentes de CO₂ respectivamente. La fracción correspondiente a metano fue de 82%, 82% y 79%, para cada uno de esos años, respectivamente. La fracción restante correspondió a óxido nitroso. La mayor participación del óxido nitroso se debe a cambios en la metodología usada. Debe notarse, sin embargo,

que entre 1994 y 1998 hay un decremento en las emisiones. Esta reducción se debe más a un estancamiento de la actividad ganadera que a un incremento en la eficiencia del sector.

En el inventario de 1990 se demostró cómo la aplicación del nivel 1 de la metodología y el uso de los factores de emisión por defecto para México para la fermentación entérica y la fermentación anaeróbica de los desechos del ganado bovino conducía a una considerable sobreestimación de las emisiones. Se dedicó un gran esfuerzo a obtener la información necesaria para analizar al hato nacional, de acuerdo con su distribución climática, función, forma de explotación y estrato de edad, lo que permitió mejorar considerablemente los datos de actividad y los factores de emisión. En los años posteriores a la presentación del inventario de 1990 y con financiamiento del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la Agencia Internacional de Desarrollo de los Estados Unidos de América, se realizaron varios estudios para determinar experimentalmente factores de emisión por manejo de desechos y para estimar el potencial de mitigación de emisiones en el sector. Se está construyendo una base de datos de factores de emisión directa por suelos agrícolas, pero el número de mediciones es todavía muy limitado para su uso en un inventario nacional.

Lamentablemente, el manejo de la información disponible sobre la actividad del sector no siguió el mismo desarrollo. Por un lado, la facilidad de acceso a la información pública disponible sobre el sector agropecuario ha mejorado considerablemente con el desarrollo de la Internet y su asimilación en el sector público. Por otro lado, los sistemas de estadísticas del sector parecen haber sufrido un serio retroceso en el detalle de la información recolectada o en el enfoque de la información. Por ejemplo, ahora es posible conocer cuánta carne en canal se produce por estado, pero no se logra saber cuántas cabezas de ganado de carne existen en cada estado por forma de explotación. Esta limitación nos obliga usar el nivel 1 de la metodología PICC revisada en 1996, aún sabiendo que esto implica sobreestimar las emisiones. Otra consecuencia de la pérdida de resolución del inventario es la limitación que sobre la selección de las estrategias de mitigación impone la falta de información sobre estructura del hato, función y forma de explotación. El posible cambio estructural en el sector debido a la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio (TLC) y la severa sequía sufrida por el país durante la década de los años 90, que culminó con el fenómeno natural “El Niño” de 1997-1998, impide una extrapolación simple de los datos anteriores.

1.6. Cambio en el uso del suelo

En este capítulo se estimaron de manera preliminar las emisiones del sector para el año 1996. A diferencia del inventario de 1990, en este trabajo se utilizó la metodología revisada por el PICC (1996), lo que plantea algunos cambios importantes con respecto a la metodología anterior, en particular en cuanto a las emisiones de los suelos.

Con respecto al inventario anterior, en este trabajo se logró mejorar la información de base sobre contenidos de carbono por tipo de vegetación, las superficies reforestadas y bajo distintas alternativas de manejo, así como las tasas de crecimiento de la biomasa. Los resultados son, empero, preliminares, pues no se contaba entonces con la información

actualizada de los patrones de cambio de uso del suelo en México, derivada del Inventario Nacional Forestal para el año 2000 (en revisión).

Las estimaciones para 1996 indican emisiones totales netas de 157,302 Gg de CO₂. Estas emisiones son resultado del balance entre las emisiones de 110,073 Gg derivadas de la combustión y la descomposición de biomasa aérea asociada a los procesos de conversión de bosques a otros usos, y las emisiones de 89,221 Gg de los suelos minerales y la fijación de 41,991 Gg en bosques manejados y tierras abandonadas (Figura 6).

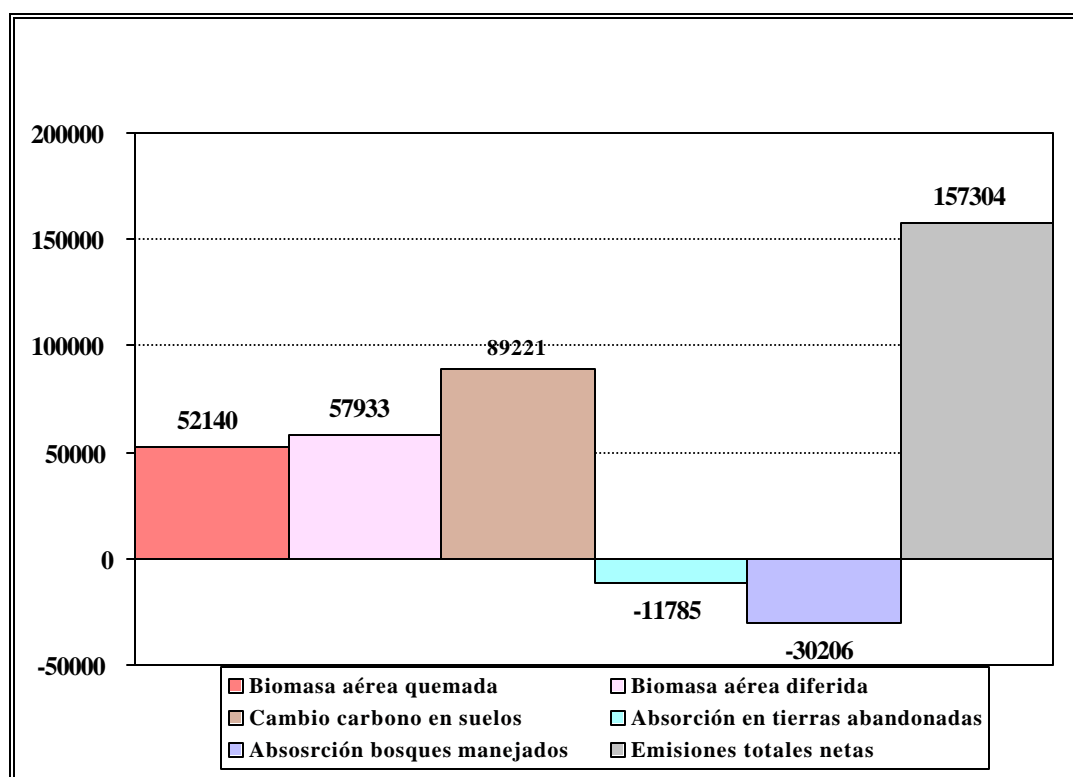


Figura 6. Emisiones netas de CO₂ provenientes del sector forestal (Gg)

Las emisiones netas totales obtenidas en este informe (157,302 Gg de CO₂) son substancialmente mayores que las obtenidas para el inventario de 1990 (111,784 Gg para CO₂ estimación alta). Este aumento se debe fundamentalmente a una estimación mayor de las emisiones de carbono derivadas de los suelos y a una estimación más conservadora de la absorción de carbono en bosques no manejados.

Es difícil cuantificar la incertidumbre asociada con las estimaciones de este estudio, pues se tiene todavía información muy fragmentada sobre parámetros críticos para determinar las emisiones del sector. Específicamente, siguen existiendo pocos datos sobre el contenido de carbono promedio en vegetación y suelos por tipo de vegetación, tendencias históricas de los patrones de deforestación, y otros parámetros biofísicos asociados con las emisiones por combustión y descomposición de la biomasa.

1.7. Desechos

Las emisiones de metano en este sector fueron de 526 Gg para 1990, de 2,155.1 Gg para 1992 y de 3,362.8 Gg para 1998. Estos saltos en los valores de las emisiones se deben en parte a cambios en la metodología del PICC empleada para su determinación en 1990, y la empleada para determinar las emisiones de 1992 y 1998; y en parte dada la nueva información no disponible para el primer caso. En equivalentes de CO₂ a 100 años, las emisiones de 1992 fueron de 45,257.1 y se incrementaron hasta 70,619 Gg en 1998, lo cual representa un incremento de 56%. En la Figura 7 se puede observar el comportamiento de las emisiones en cuestión, en total y por cada subsector que las emite.

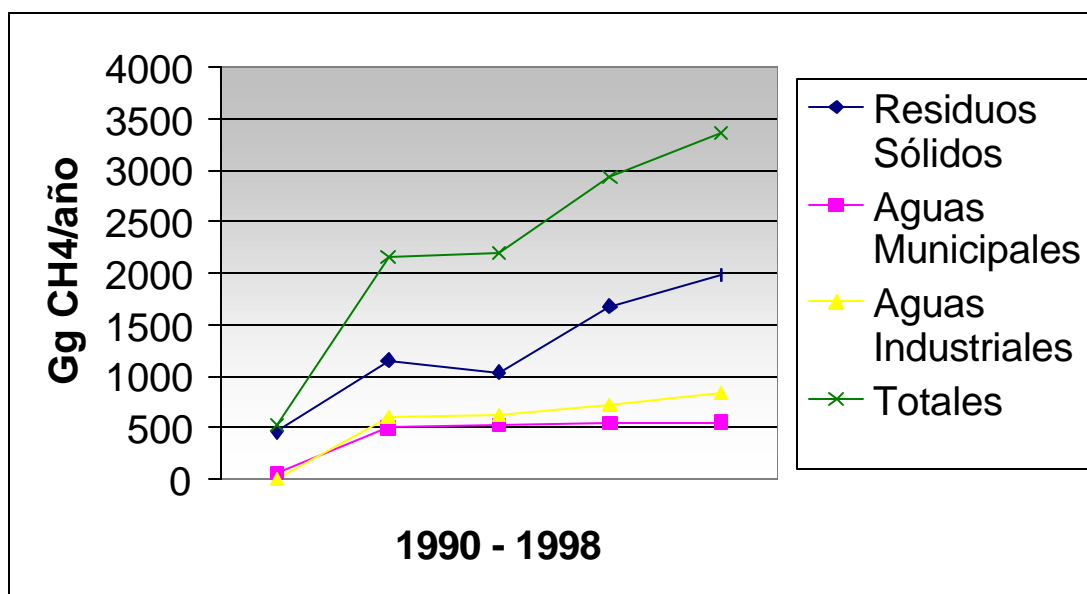


Figura 7. Emisiones de Metano por desechos de 1990 a 1998

El incremento en las emisiones de metano mostrado anteriormente es resultado de las medidas de protección ambiental incorporadas en la última década, como es el caso de los rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de aguas residuales, cuyo número se incrementó significativamente desde 1990. La tendencia para los próximos años sería la de continuar con estas medidas, por lo que la captura y aprovechamiento en la generación de energía debe promoverse e instrumentarse como medida de mitigación de estas emisiones por el sector, o de lo contrario las emisiones y su impacto en el medio ambiente continuarán creciendo.

La metodología revisada del PICC de 1996 incluye algunos aspectos de la metodología usada en 1990 desarrollada por el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE). En términos generales, esta metodología reduce la incertidumbre y facilita la realización de los inventarios, mediante una serie de recomendaciones propuestas en el *Manual de Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre*. En el caso específico de los residuos sólidos, esta metodología permite cuantificar la aportación de las emisiones de CH₄ de los residuos depositados a cielo abierto y establece las bases para elaborar un mejor diagnóstico de las

emisiones de aguas residuales municipales e industriales, así como las resultantes de la incineración de residuos.

Con el propósito de facilitar la elaboración de los inventarios y reducir la incertidumbre asociada con la información de la actividad, es necesario establecer convenios y compromisos con las instituciones encargadas de recopilar y generar esta información en los sectores de desarrollo social, medio ambiente, agua y energía, para la actualización de los inventarios futuros.

1.8. Otros gases

La información sobre otros gases, como son SF₆, PFC y HFC es muy escasa. El consumo de HFC (HFC-134 a, HFC-227 ea, HFC-152 a, HFC-23) en 1996 sumó solamente 2.385 Gg. Se asume que todos estos gases son emitidos. No se tiene información sobre la tecnología usada en la producción de aluminio para estimar la producción de CF₄. El HFC más consumido fue el tetrafluoroetano (HFC-134 a), con 2.369 Gg. Considerando el potencial de calentamiento global a 100 años de los diferentes gases, sus emisiones en equivalentes de CO₂ fueron de 3,132 Gg.

Reconocimientos

Los responsables de la actualización de los diferentes sectores del presente inventario agradecemos a Xochitl Cruz, Elvia Segura, María E. Grijalva y Luis Conde por la revisión de los manuscritos.

Luis Conde merece especial reconocimiento por su trabajo en el formato final del documento.

Apéndice A

Tablas de Resumen

1994								
SUMMARY REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES								
(Gg)								
Greenhouse gas source and sink categories	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂	HFCs
Total National Emissions and removals	351459.733	6594.860	43.813	1079.432	8260.442	1335.747	1073.743	1.166
I All Energy (Fuel Combustion + Fugitive)	314352.167	2213.721	8.658	1061.499	7974.329	895.335	1063.569	
A Fuel Combustion	314352.167	89.065	8.658	1061.499	7974.329	895.335	1063.569	
1 Transport	100755.253	31.874	6.521	621.262	6331.479	730.851	114.979	
2 Industry (ISIC)	59925.714	2.557	0.536	71.186	374.808	7.006	303.400	
3 Energy Industries	37058.645	1.073	0.102	53.819	9.245	2.806	71.805	
4 Electricity generation	84200.419	0.997	0.467	255.501	16.520	5.579	532.274	
5 Residential	21607.883	52.479	0.997	46.097	1240.221	148.591	9.248	
6 Commercial	5877.749	0.054	0.011	9.233	0.984	0.171	16.572	
7 Agriculture	4926.504	0.032	0.026	4.401	1.073	0.332	15.293	
B Fugitive Emissions from Fuels		2124.656						
1 Solid Fuels								
2 Oil and Natural Gas		2124.656						
2 Industrial Processes	37107.566	4.811	2.245	5.219	62.243	440.412	10.174	1.166
A Mineral Products	16533.025				0.001	424.127	9.478	
B Chemical Industry	3702.000	4.811	2.245	4.953	20.867	16.215	0.499	
C Metal Production	16872.541			0.266	41.375	0.070	0.197	
D Other Production				0.689	2.574	71.273	3.217	
3 Solvent and Other Product Use								
4 Agriculture		2233.721	32.910	12.715	223.870			
A Enteric Fermentation		2,166.37						
B Manure Management		45.278	0.023					
C Rice Cultivation		11.408						
D Agricultural Soils			32.558					
E Prescribed Burning of Savannas								
F Field Burning of Agricultural Residues		10.660	0.352	12.715	223.870			
5 Land Use Change & Forestry								
A Uptake from managed forests	n.d.							
B Uptake abandoned lands	n.d.							
C Direct Emissions from Land Clearing	n.d.							
D Delayed Emissions from Land Clearing	n.d.							
E Emissions from Soils	n.d.							
6 Waste		2142.607						
A Solid Waste Disposal on Land		1038.108						
B Wastewater Treatment (urban)		1104.499						
C Waste Incineration								
D Other Waste								
7 Other								

1996								
SUMMARY REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES								
(Gg)								
Greenhouse gas source and sink categories	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂	HFCs
Total National Emissions and removals	514048.055	7754.646	46.523	1123.467	8691.120	1070.758	1060.388	2.385
I All Energy (Fuel Combustion + Fugitive)	314730.258	2208.918	9.913	1057.494	6784.268	808.661	1051.289	
A Fuel Combustion	314730.258	85.133	9.913	1057.494	6784.268	808.661	1051.289	
1 Transport	97193.079	28.072	7.667	609.000	5091.683	644.173	68.506	
2 Industry (ISIC)	62082.504	2.731	0.604	75.107	430.661	7.598	340.414	
3 Energy Industries	38976.038	1.052	0.100	54.403	10.045	3.098	62.093	
4 Electricity generation	82868.256	0.966	0.511	258.528	15.916	5.452	538.181	
5 Residential	22361.465	52.219	0.992	46.510	1233.814	147.813	9.350	
6 Commercial	5827.704	0.055	0.010	9.107	0.968	0.162	15.902	
7 Agriculture	5421.211	0.038	0.028	4.838	1.181	0.365	16.842	
B Fugitive Emissions from Fuels		2371.400						
1 Solid Fuels								
2 Oil and Natural Gas		2371.400						
2 Industrial Processes	42015.581	4.606	3.255	7.466	70.448	262.097	9.099	2.385
A Mineral Products	16659.682				0.001	245.671	8.452	
B Chemical Industry	3806.203	4.606	3.255	7.144	20.828	16.341	0.409	
C Metal Production	21549.696			0.321	49.619	0.085	0.237	
D Other Production				0.486	1.815	88.385	2.269	
3 Solvent and Other Product Use								
4 Agriculture		2170.644	32.549	12.715	223.870			
A Enteric Fermentation		2,080.67						
B Manure Management		65.780	0.021					
C Rice Cultivation		13.534						
D Agricultural Soils			32.197					
E Prescribed Burning of Savannas								
F Field Burning of Agricultural Residues		10.660	0.352	12.715	223.870			
5 Land Use Change & Forestry	157302.216	184.290	0.806	45.793	1612.535			
A Uptake from managed forests	-30206.831							
B Uptake abandoned lands	-11784.385							
C Direct Emissions from Land Clearing	52139.573							
D Delayed Emissions from Land Clearing	57932.859							
E Emissions from Soils	89221.000							
6 Waste		2938.573						
A Solid Waste Disposal on Land		1677.605						
B Wastewater Treatment (urban)		1260.969						
C Waste Incineration								
D Other Waste								
7 Other								

1998								
SUMMARY REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES								
(Gg)								
Greenhouse gas source and sink categories	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂	HFCs
Total National Emissions and removals	394725.959	8060.645	47.452	1151.706	5928.195	999.275	1167.852	1.674
I All Energy (Fuel Combustion + Fugitive)	350380.378	2634.242	11.249	1133.101	5604.888	725.594	1157.849	
A Fuel Combustion	350380.378	81.482	11.249	1133.101	5604.888	725.594	1157.849	
1 Transport	104592.431	24.350	8.860	615.643	3864.700	560.062	51.420	
2 Industry (ISIC)	62407.609	2.863	0.659	76.093	482.369	7.871	364.019	
3 Energy Industries	47300.838	1.227	0.120	66.419	12.299	3.849	60.261	
4 Electricity generation	101343.080	1.200	0.585	313.483	19.883	6.727	638.244	
5 Residential	22579.848	51.765	0.982	46.383	1223.317	146.517	8.571	
6 Commercial	6418.168	0.059	0.011	9.943	1.072	0.183	17.514	
7 Agriculture	5738.403	0.017	0.031	5.138	1.248	0.386	17.819	
B Fugitive Emissions from Fuels		2552.761						
1 Solid Fuels								
2 Oil and Natural Gas		2552.761						
2 Industrial Processes	44345.580	4.516	0.002	5.384	90.529	273.680	10.004	1.674
A Mineral Products	18225.109				0.001	261.399	9.275	
B Chemical Industry	2721.000	4.516	0.002	5.040	15.529	12.191	0.426	
C Metal Production	23399.471			0.344	75.000	0.091	0.304	
D Other Production				0.495	1.849	70.616	2.311	
3 Solvent and Other Product Use								
4 Agriculture		2059.099	36.201	13.221	232.778			
A Enteric Fermentation		1,972.58						
B Manure Management		60.728	0.020					
C Rice Cultivation		14.710						
D Agricultural Soils			35.835					
E Prescribed Burning of Savannas								
F Field Burning of Agricultural Residues		11.085	0.366	13.221	232.778			
5 Land Use Change & Forestry								
A Uptake from managed forests	n.d							
B Uptake abandoned lands	n.d							
C Direct Emissions from Land Clearing	n.d							
D Delayed Emissions from Land Clearing	n.d							
E Emissions from Soils	n.d							
6 Waste		3362.788						
A Solid Waste Disposal on Land		1981.151						
B Wastewater Treatment (urban)		1381.637						
C Waste Incineration								
D Other Waste								
7 Other								

Información del Documento

Formato

MARC ,Campo, valor

008/11, País, mx

008/35-37, Idioma, spa

100, Autor Institucional, Instituto Nacional de Ecología/Semarnat.

110, Autor Institucional, Instituto Nacional de Ecología/Semarnat.

245, Título, Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: 1994-1998

740, Otro título, Resumen Ejecutivo

260, Lugar, editor y fecha, Cd. de México, Instituto Nacional de Ecología/Semarnat,

24/09/2001

300, Descripción física, 23 p

355, Seguridad, 0

400, Serie o colección, Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

520, Resumen, Se presenta completo el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para 1996. Las emisiones bióxido de car

650 Temas (palabras extraídas de un thesaurus, no se usa)

653, Palabras clave), Inventario, gases de efecto invernadero, México, INGEI

852, Ubicación, Dirección de Investigación en Cambio Climático, INE, Nivel 31.

856, Localización electrónica, Buscar en www.ine.gob.mx.

270, Dirección, Adrián Fernández, afernand@ine.gob.mx, tel (52) 5624-34-58, fax (52)

5624-35-84, Dir. G. Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global

INE, Av. Revolución 1425, Nivel 8, C.P. 01040. México D.F.

**Parte 1 ; Energía: fuentes fijas
y de área**



**Inventario Nacional
de
Emisiones de Gases
de
Efecto Invernadero
1994 -1998**

**Instituto Nacional de Ecología
Secretaría de Medio Ambiente
y Recursos Naturales**

Dr. Víctor Lichtinger Waismar
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dr. Exequiel Ezcurra
Presidente del Instituto Nacional de Ecología

Dr. Adrián Fernández Bremauntz
*Director General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional
y Global*

Biól. Julia Martínez Fernández
Directora de Investigación sobre Cambio Climático

Fecha: Octubre, 2000.

Resumen

En este reporte se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al consumo de energía en México para reporte para todos los sectores con excepción del transporte. En 1998, las emisiones de dióxido de carbono para fuentes fijas y de área alcanzaron un valor de 245.8 millones de toneladas de CO₂, 31% más que en 1990 (sin considerar biomasa). Para el mismo año las emisiones de los demás gases considerando biomasa y con excepción del transporte alcanzaron los siguientes valores: CO: 1,740,188 ton; NO_x: 517,458 ton; CH₄: 57,131 ton; COVDM: 165,533 ton y N₂O: 2,388 ton.

Tabla de Contenido

Resumen	ii
Tabla de Contenido	iii
Lista de Tablas	iv
Lista de Figuras	iv
1.1. <i>Introducción</i>.....	5
1.2. <i>Método</i>.....	5
1.3. <i>Consumo de energía y emisiones de GEI</i>.....	7
1.4. <i>Resultados</i>.....	9
1.4.1 Emisiones de dióxido de carbono	9
1.4.2 Emisiones de monóxido de carbono	13
1.4.3 Emisiones de óxidos de nitrógeno	14
1.4.4 Emisiones de metano	15
1.4.5 Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos al Metano.....	16
1.4.6 Emisiones de Oxido nitroso.....	17
1.4.7 Emisiones de Dióxido de Azufre	18
1.5. <i>Conclusiones</i>.....	19
Referencias	20
<i>Apéndice A</i>	21
<i>Apéndice B</i>	55
<i>Apéndice C</i>	57
Información del Documento	58

Lista de Tablas

Tabla 1. Consumo de energía por combustibles en fuentes fijas y de área.....	9
Tabla 2. Emisiones de dióxido de carbono asociadas al consumo de energía en fuentes fijas y de área	10
Tabla 3. Emisiones de dióxido de carbono por combustible en fuentes fijas y de área.....	10
Tabla 4. Emisión de monóxido de carbono por sector (sin biomasa)	13
Tabla 5. Emisión de monóxido de carbono por combustible	13
Tabla 6. Emisiones de NOx por combustible	14
Tabla 7. Emisiones de NOx por sector	14
Tabla 8. Emisión de CH ₄ por combustible	15
Tabla 9. Emisión de CH ₄ por sector	15
Tabla 10. Emisión de COVDM por combustible	16
Tabla 11. Emisión de COVDM por sector	16
Tabla 12. Emisión de N ₂ O por combustible	17
Tabla 13. Emisión de N ₂ O por sector	17
Tabla 14. Emisión de SO ₂ por combustible	18
Tabla 15. Emisión de SO ₂ por sector.....	18
Tabla 16. Contenido promedio de azufre en el combustible	19

Lista de Figuras

Figura 1. Consumo de energía por combustible en fuentes fijas y de área (Incluye consumo de combustibles para generación eléctrica y consumo de las industrias energéticas)	8
Figura 2. Consumo de combustibles por sector.....	8
Figura 3. Emisiones de dióxido de carbono por sector	11
Figura 4. Emisiones de dióxido de carbono por combustible para fuentes fijas y de área.....	11
Figura 5. Emisiones de dióxido de carbono asociadas al consumo de combustibles en el sector residencial	12
Figura 6. Emisiones de dióxido de carbono por rama industrial.....	12

1.1. Introducción

En este reporte se presenta el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (INEGEI) asociadas al consumo de energía de fuentes fijas y de área, es decir de los sectores residencial, comercial, agropecuario, industrial, de las industrias energéticas y generación de electricidad. Los principales resultados muestran que la emisión de dióxido de carbono asociada a este consumo alcanzó en el año de 1998 el valor de 245.8 millones de toneladas de CO₂, 31% más que en 1990.

Con relación a la metodología, de acuerdo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 1996) la estimación de los inventarios puede dividirse en tres de acuerdo con el nivel de detalle. Por la información con la que se cuenta en este momento para México, los inventarios nacionales y regionales están constituidos con base en una metodología que está entre el Nivel 1 y el Nivel 2, ya que en muchos casos se detallan las tecnologías de combustión aun y cuando se siguen utilizando factores de emisión internacionales.

Un mayor nivel de detalle es presentado para los sectores residencial e industrial. Para los gases diferentes al dióxido de carbono, los resultados se presentan para todos los sectores con excepción del transporte, ya que este último tiene un tratamiento especial en otro capítulo del inventario.

El reporte consta de cinco apartados. Después de la introducción se describe la metodología utilizada para el análisis. Posteriormente se hace una breve descripción del consumo de energía en México incluyendo todos los sectores y combustibles. En la sección de resultados se presentan las emisiones por combustible y sector de cada uno de los gases de efecto invernadero. Finalmente se presentan las conclusiones. En los anexos se presentan las emisiones con detalle para cada uno de los sectores y combustibles, así como una breve descripción de diferencias en los factores de emisión dependiendo de la fuente (IPCC, EPA-42a) y finalmente los poderes caloríficos de los combustibles mexicanos.

1.2. Método

De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 1996) la metodología para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) puede dividirse en tres de acuerdo con el nivel de detalle.

- El Nivel 1 se define como la metodología de los factores de emisión medios basados en la producción.
- El Nivel 2 es el llamado método de balance de masas y se diferencia con el Nivel 1 en que se desarrolla con mayor detalle el inventario de emisiones para los gases distintos del CO₂ pues se cuenta con información del tipo de tecnología de combustión o se conocen incluso los factores de emisión específicos del país.
- El Nivel 3 es el método de evaluaciones rigurosas de fuentes específicas.

Por la información con la que se cuenta en este momento para México, los inventarios nacionales y regionales están constituidos con base en una metodología que está entre el Nivel 1 y el Nivel 2, ya que en muchos casos se conocen las tecnologías de combustión aun y cuando se siguen utilizando factores de emisión internacionales.

En general, la metodología para el cálculo de emisiones del sector energético puede resumirse en la siguiente ecuación:

$$ET_i = \sum_j \sum_k A_{kjm} * C_{jikm}$$

Donde:

ET_i = Emisiones totales del GEI i

A_{jk} = Actividad energética del sector j utilizando la tecnología m para el combustible k

C_{jik} = Coeficiente de emisión del gas i asociada a la actividad j , la tecnología m y el combustible k

Las actividades pueden estar dadas en unidades energéticas (por ejemplo, consumo de GLP del sector residencial) y los coeficientes de emisión en unidades físicas por unidades energéticas (t / Joules). En su defecto, la actividad puede estar en unidades físicas (kilómetros totales recorridos por un modo de transporte) y los coeficientes de emisión también en unidades físicas (g / km). La utilización depende en cada caso de la disponibilidad de información y de la forma en que puede alcanzarse menor incertidumbre.

Para la elaboración de este inventario la actividad se presenta en unidades energéticas y los índices de emisión provienen del IPCC (ver referencias).

La fuente de datos de actividad proviene principalmente del Balance Nacional de Energía (BNE), publicado año con año por la Secretaría de Energía. En todos los casos, el consumo de energía está reportado en unidades energéticas. Los poderes caloríficos de los combustibles, para información, se presentan en el Apéndice C.

Además de los sectores que el BNE reconoce como de uso final (transporte, industria, residencial, comercial, público, y agropecuario), para efectos del Inventario Nacional, los conceptos referentes a centrales eléctricas y consumo propio del sector (se refiere al consumo de combustibles de las empresas energéticas), se contabilizan como usuarios finales, ya que son consumidores de combustibles, que generan emisiones.

Es preciso señalar además, que para efectos del inventario, se asume que en el BNE se incluyen todos los combustibles que utilizan las plantas de cogeneración, por lo que no es necesario contabilizarlas.

El BNE informa del consumo de energía para los seis sectores principales de consumo de energía: residencial, comercial, público (consumo de energía eléctrica para bombeo de agua potable e iluminación pública), transporte, agropecuario e industrial. A nivel más desagregado, el BNE también reporta el consumo de energía para cuatro modos de transporte (autotransporte, ferroviario, aéreo, marítimo y eléctrico) y para 15 subramas industriales.

Sin embargo, para efectos del inventario al Nivel metodológico 2, se requiere mayor detalle en la información, que la que presenta el BNE. Esto es particularmente necesario para el caso del sector transporte, donde los factores de emisión de los gases diferentes al CO₂ dependen críticamente de la tecnología de uso del combustible.

Para conocer el consumo de energía del sector residencial para los principales usos de consumo de combustibles (cocción de alimentos y calentamiento de agua) se utilizan dos fuentes de información. La primera es el equipamiento de las viviendas y el número total de viviendas rurales y urbanas, información que proviene de la Encuesta Nacional Ingreso Gasto de los Hogares que el INEGI realiza cada dos años. La segunda es el consumo unitario de los equipos, información que puede ser estimada a partir de diversas referencias nacionales e internacionales. Esta información es comparada con el BNE y la diferencia entre ambos es contabilizada como otros usos.

En el caso de la industria, los resultados se presentan desagregados para las 15 ramas industriales que presenta de manera desagregada el BNE. Para el sector comercial y los demás, el inventario se presenta de manera agregada.

El carbón almacenado para el cálculo de emisiones de dióxido de carbono se presenta de manera separada, ya que el uso de combustibles para materia prima se presenta de manera aislada en el Balance Nacional de Energía. El porcentaje de carbón oxidado se estima de acuerdo a lo presentado por el nivel 1 de la metodología del IPCC.

1.3. Consumo de energía y emisiones de GEI

La economía y consumo de energía del país¹ están sustentados principalmente en el petróleo. El país produjo en 1998 cerca de 1,120.7 millones de barriles de petróleo crudo (6,562.9 PJ), de los cuales, el 56% se destinó a exportación. El 53% de la energía primaria que consumió el país en 1998 provino de derivados del petróleo, el 30% de gas natural, el 4% de carbón, el 1.6 de energía nuclear, el 6% de biomasa, el 4% de energía hidráulica y el 1% de energía geotérmica.

La generación de energía eléctrica también proviene principalmente de la energía fósil. Para el mismo año, el 51% de la energía que suministraron las plantas termoeléctricas provino del combustible, el 14% de gas natural, el 14% de la hidroenergía, el 10% del carbón, el 6% de energía nuclear, el 3% de geoenergía, y menos del 1% de energía eólica. Esta dependencia de los recursos fósiles hace que México se encuentre entre los quince países de mayor cantidad de emisiones de GEI.

Como lo muestra la Figura 1, los combustibles que mayor crecimiento presentaron entre 1990 y 1998 fueron el gas natural y la gasolina, mientras los sectores de mayor consumo y crecimiento fueron el de generación eléctrica y transporte (Figura 2, no incluye transporte). En ambos gráficos es claro el decremento que el consumo final de energía registró en el país en el año de 1995 cuando se presentó una crisis económica que provocó una reducción de más del 7% del Producto Interno Bruto. Sin embargo a partir de 1996 el crecimiento fue dinámico y estable, de tal forma que en todo el periodo el consumo de combustibles comerciales creció en 28% pasando de 4,020.9 a 5,134.7 PJ. La Tabla 1 muestra por su parte el consumo de energía por combustibles sin incluir el sector transporte.

¹ Se advierte al lector que de acuerdo a la metodología del IPCC, todas las emisiones del sector energía se calculan y reportan en una sola sección, pero por el desarrollo del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero desde el inventario preliminar de 1990, y para aprovechar la capacidad de diferentes instituciones de investigación en México, tres diferentes equipos de trabajo se han hecho cargo de las emisiones del sector. Éstas se reportan en las tres primeras partes del presente inventario. Las emisiones por el sector transporte se presentan en la Parte 2, pero para realizar un análisis de tendencias en el consumo de energía éstas también se incluyen, en la discusión en este punto.

Figura 1. Consumo de energía por combustible en fuentes fijas y de área (Incluye consumo de combustibles para generación eléctrica y consumo de las industrias energéticas)

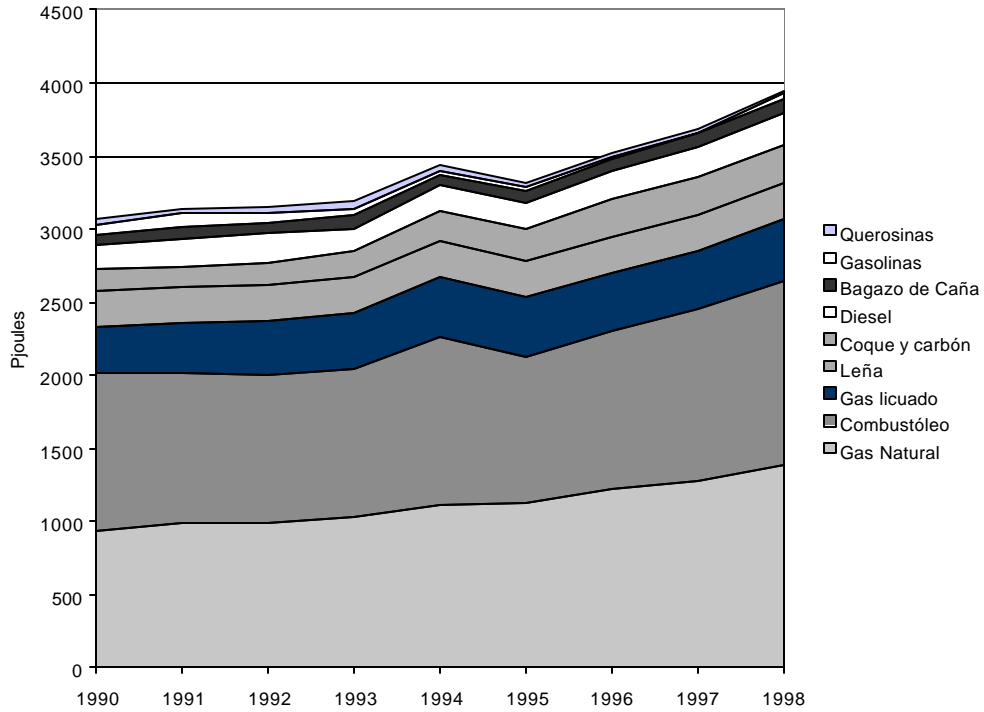


Figura 2. Consumo de combustibles por sector

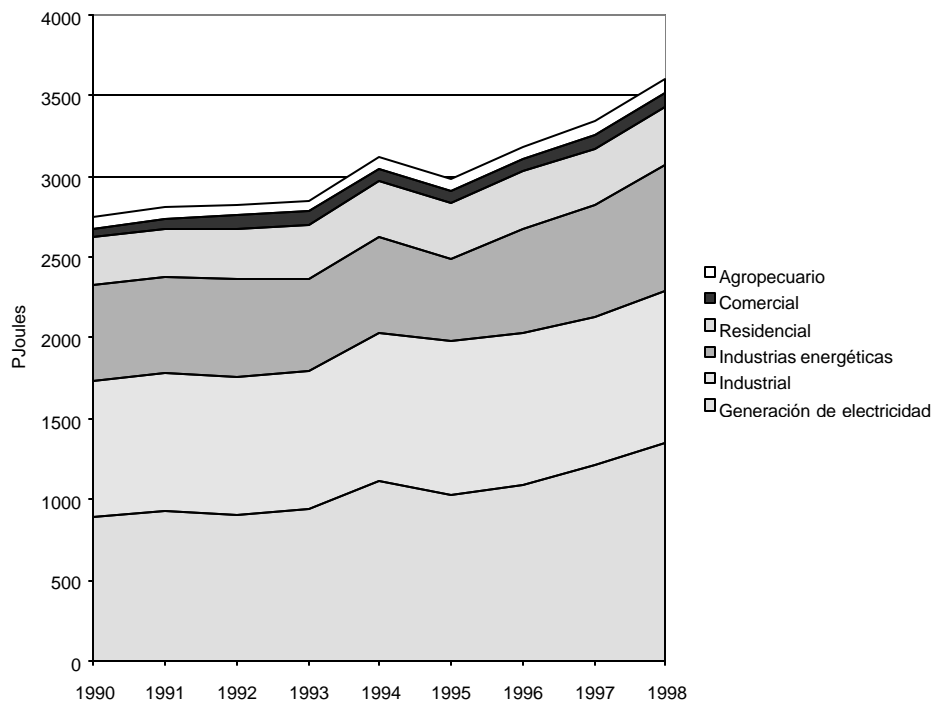


Tabla 1. Consumo de energía por combustibles en fuentes fijas y de área
(Pjoules)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Bagazo de Caña	72.867	84.192	77.481	86.012	72.148	84.032	83.247	91.372	93.617
Leña	247.356	247.656	247.757	247.646	247.321	246.781	246.015	245.017	243.913
Coque y carbón	142.160	137.193	145.434	168.046	200.003	221.690	257.355	264.505	269.619
Gas licuado	315.313	334.393	364.017	383.705	402.819	399.220	402.917	399.252	416.045
Gasolinas	70.819	92.830	66.507	49.766	24.801	24.405	17.329	7.511	35.010
Diesel	160.836	193.519	206.486	160.511	183.016	178.358	187.234	205.223	218.700
Combustóleo	1088.165	1034.115	1013.605	1012.526	1160.161	1011.391	1071.682	1168.982	1266.966
Querosinas	35.646	32.054	41.501	46.500	43.207	25.718	25.773	17.303	12.170
Gas Natural	931.650	986.549	991.684	1032.383	1107.265	1119.315	1227.092	1279.372	1384.060
Total (no incluye biomasa)	2744.589	2810.653	2829.234	2853.437	3121.272	2980.097	3189.382	3342.148	3602.570

1.4. Resultados

1.4.1 Emisiones de dióxido de carbono

Como se muestra en la Tabla 2, las emisiones de dióxido de carbono asociadas al consumo de energía de fuentes fijas y de área alcanzaron en 1998 el valor de 245.8 millones de toneladas de CO₂ (Tg de CO₂), 31% más que en 1990. Al igual que el consumo de energía, en 1995 las emisiones se reducen en 5% respecto a su valor en 1994 producto de la crisis económica, pero se incrementan en 5.3% entre 1995 y 1996, debido al acelerado crecimiento económico de ese año. La generación de electricidad es el sector de mayor consumo seguido por el industrial. En el primer caso, las emisiones se incrementan en 51% durante el periodo 1990-98 y en el segundo 20%. Llama la atención el crecimiento dinámico de las emisiones de sector comercial, pues a pesar de significar un porcentaje menor en las emisiones totales, éstas crecieron en 70% en el mismo período. En todos los casos, el incremento en las emisiones se debe fundamentalmente al incremento en la actividad de los sectores. En el caso de la electricidad un mayor uso de carbón tiende a influir en la tasa de crecimiento de las emisiones, sin embargo la disminución del combustóleo y el aumento del gas natural amortiguan el peso específico del incremento en el uso del carbón. Las emisiones por sector y combustible se muestran más claramente en el Anexo A.

Tabla 2. Emisiones de dióxido de carbono asociadas al consumo de energía en fuentes fijas y de área

(Millones de toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrial	55.769	55.345	55.757	56.149	59.926	61.070	62.083	60.935	62.408
Industrias energéticas	37.872	38.380	38.586	35.980	37.059	32.201	38.976	41.606	47.301
Residencial	18.784	19.490	20.114	20.676	21.608	21.985	22.361	22.471	22.580
Comercial	3.725	4.690	5.370	5.306	5.878	5.377	5.828	6.043	6.418
Agropecuario	4.984	5.138	5.169	5.204	4.927	5.072	5.421	5.797	5.738
Generación de electricidad	66.992	69.237	67.761	70.350	84.200	77.958	82.868	92.146	101.343
Total sin biomasa	188.126	192.279	192.757	193.663	213.597	203.662	217.537	228.998	245.788

La Tabla 3 muestra las emisiones de dióxido de carbono por combustible de las fuentes fijas y de área. El gas natural y el combustóleo son los combustibles que han determinado el crecimiento en las emisiones en estos sectores. Asimismo, la entrada en operación de una carboeléctrica incrementa las emisiones asociadas a carbón y coque. Las Figuras 3 y 4 muestran con detalle el comportamiento presentado en las tablas anteriores.

Tabla 3. Emisiones de dióxido de carbono por combustible en fuentes fijas y de área

(Millones de toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Coque y carbón	13.455	13.004	13.776	15.951	19.004	21.057	24.473	25.139	25.630
Gas licuado	19.781	21.856	23.126	23.743	25.271	25.346	25.278	25.638	26.101
Gasolinas	4.859	6.369	4.563	3.414	1.702	1.674	1.189	0.515	2.402
Diesel	11.793	14.190	15.141	11.770	13.420	13.078	13.729	15.048	16.036
Combustóleo	83.346	79.206	77.635	77.552	88.860	77.465	82.083	89.536	97.041
Querosinas	2.380	2.181	2.794	3.367	2.999	1.776	1.752	1.259	0.838
Gas Natural	52.512	55.473	55.722	57.866	62.341	63.266	69.034	71.864	77.740
Total	188.126	192.279	192.757	193.663	213.597	203.662	217.537	228.998	245.788

Figura 3. Emisiones de dióxido de carbono por sector

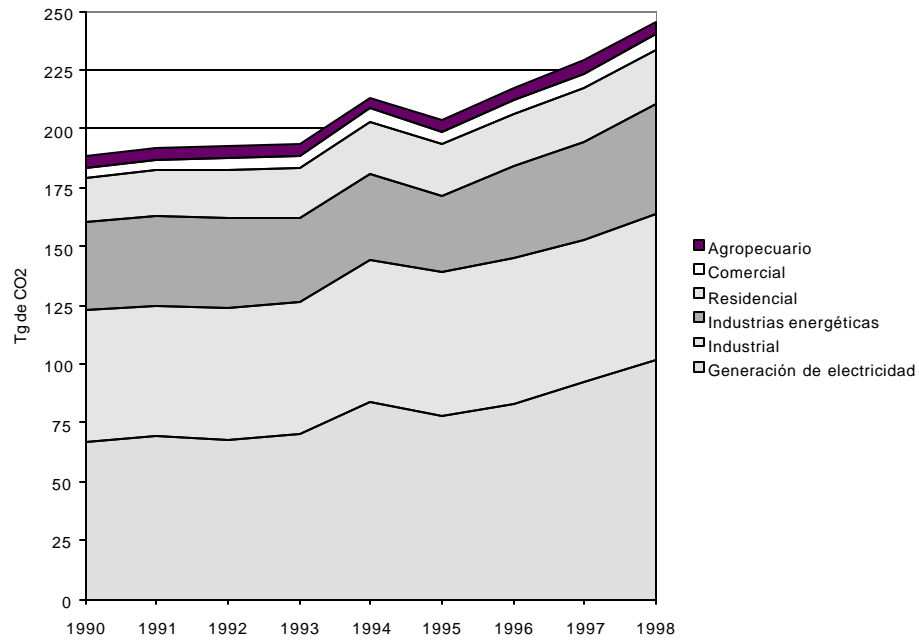
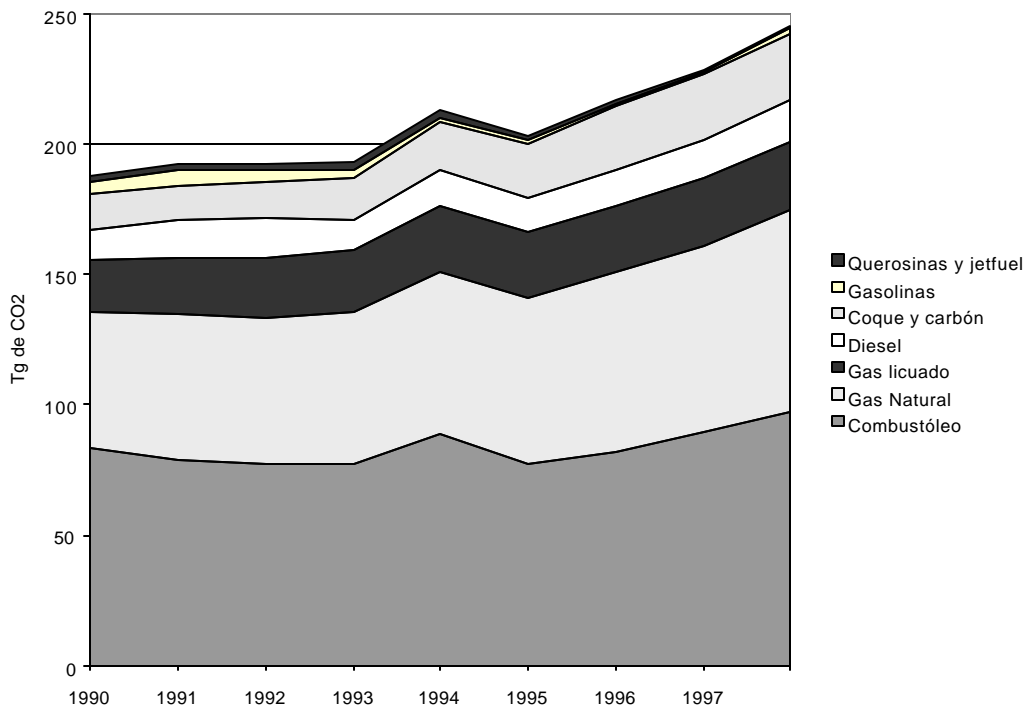


Figura 4. Emisiones de dióxido de carbono por combustible para fuentes fijas y de área



Por otro lado, las emisiones por uso final en el sector residencial se muestran en la Figura 5. Como puede observarse, la cocción de alimentos representa el uso final más importante en términos de consumo de energía y emisiones.

Figura 5. Emisiones de dióxido de carbono asociadas al consumo de combustibles en el sector residencial

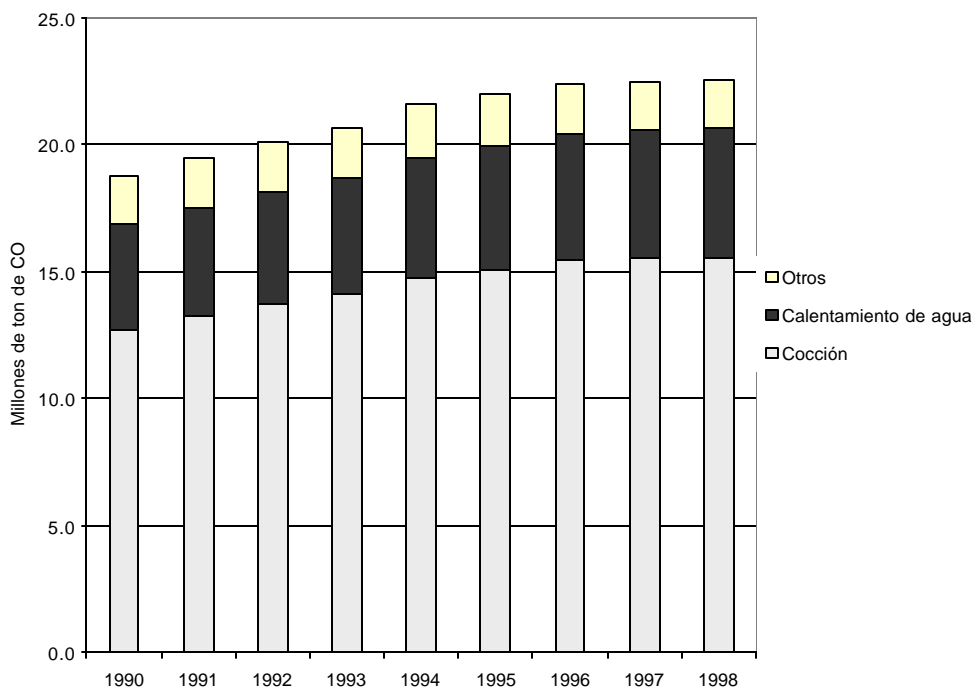
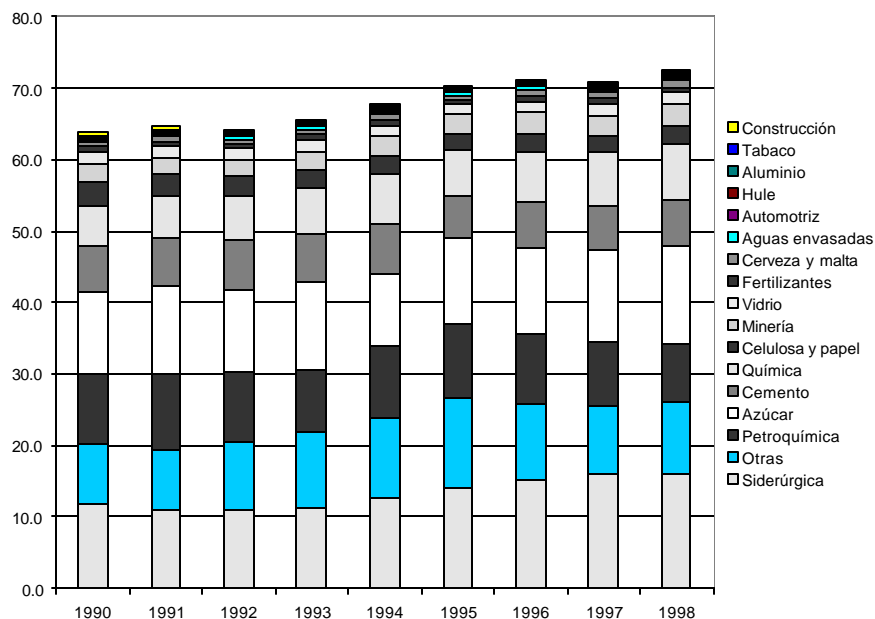


Figura 6. Emisiones de dióxido de carbono por rama industrial



Por su parte la Figura 6 muestra las emisiones por rama del sector industrial. Como se observa, la siderurgia, petroquímica, cemento, azúcar, química, celulosa y papel y otras son las de mayor cantidad de emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. Las ramas industriales más dinámicas fueron la siderurgia, la química y el aluminio. Los sectores que presentaron decremento en las emisiones fueron petroquímica, celulosa y papel y fertilizantes.

1.4.2 Emisiones de monóxido de carbono

En 1998, las emisiones de monóxido de carbono asociadas al consumo de energía, con excepción del transporte, alcanzaron el valor de 52.5 miles de toneladas, sin considerar la biomasa. Si se incluye la emisión de monóxido de carbono por quema de leña en el sector residencial y bagazo de caña en el sector industrial, el valor aumenta a 1,740 miles de toneladas. Las tablas 4 y 5 muestran las emisiones de este gas por combustible y sector. Se observa que entre 1990 y 1998 las emisiones de este gas sin considerar la biomasa se incrementaron en 31%. Las emisiones de este gas asociadas a la leña disminuyeron en 1%, mientras que las de bagazo aumentaron en cerca de 28%.

Tabla 4. Emisión de monóxido de carbono por sector (sin biomasa)
(Toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrial	377177	433982	400410	443204	374808	434657	430661	470818	482369
Industrias energéticas	8900	8922	9255	8893	9245	8005	10045	10969	12299
Residencial	1239944	1240013	1239264	1237902	1240221	1237017	1233814	1228565	1223317
Comercial	665	798	910	899	984	886	968	1005	1072
Agropecuario	1086	1118	1126	1133	1073	1105	1181	1263	1248
Generación de electricidad	13411	14008	13595	13862	16520	15213	15916	17846	19883
Total	1641183	1698842	1664560	1705892	1642850	1696883	1692585	1730466	1740188

No se considera transporte

Tabla 5. Emisión de monóxido de carbono por combustible
(Toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Bagazo de Caña	364335	420960	387405	430060	360740	420160	416235	456860	468085
Leña	1236780	1236736	1235887	1234434	1236605	1233340	1230075	1224820	1219565
Coque y carbón	1345	1293	1373	1577	1872	2077	2403	2474	2520
Gas licuado	3412	3753	3973	4080	4311	4297	4228	4275	4342
Gasolinas	708	928	665	498	248	244	173	75	350
Diesel	2573	3096	3304	2568	2928	2854	2996	3284	3499
Combustóleo	16322	15512	15204	15188	17402	15171	16075	17535	19004
Querosinas	513	472	613	744	668	390	383	276	185
Gas Natural	15194	16091	16136	16743	18076	18352	20016	20868	22637
Total	1641183	1698842	1664560	1705892	1642850	1696883	1692585	1730466	1740188

No se considera transporte

1.4.3 Emisiones de óxidos de nitrógeno

Sin considerar las emisiones debidas al uso de combustibles en el sector transporte, las emisiones de NOx alcanzaron un valor de 517.4 miles de toneladas, 34% más que en 1990. Las tablas 6 y 7 muestran las emisiones por sector y combustible.

Tabla 6. Emisiones de NOx por combustible

(toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Bagazo de Caña	4736	5472	5036	5591	4690	5462	5411	5939	6085
Leña	29683	29682	29661	29626	29679	29600	29522	29396	29270
Coque y carbón	39554	39241	41182	49618	60218	66297	78696	80061	81884
Gas licuado	17395	19553	20817	21327	22641	22496	22077	22324	22708
Gasolinas	15580	20423	14632	10949	5456	5369	3812	1652	7702
Diesel	12874	15244	15329	12251	13957	13212	13648	15396	17216
Combustóleo	176931	170750	168520	168955	196916	172747	179915	199473	217680
Querosinas y jetfuel	1988	1822	2332	2810	2502	1482	1463	1051	699
Gas Natural	86184	94255	92250	94096	104178	106225	113949	120315	134213
Total	384924	396441	389759	395223	440237	422891	448493	475607	517458

No se considera transporte

Tabla 7. Emisiones de NOx por sector

(toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrial	65597	65919	66313	67494	71186	74607	75107	74500	76093
Industrias energéticas	63983	64695	61051	55796	53819	48016	54403	55325	66419
Residencial	44004	44527	44971	45356	46097	46304	46510	46447	46383
Comercial	6754	7725	8738	8634	9233	8237	9107	9448	9943
Agropecuario	4455	4602	4609	4645	4401	4529	4838	5171	5138
Generación de electricidad	200131	208973	204077	213299	255501	241198	258528	284717	313483
Total	384924	396441	389759	395223	440237	422891	448493	475607	517458

No se considera transporte

1.4.4 Emisiones de metano

Las emisiones de metano alcanzaron un valor de 57,131 toneladas en 1998, un valor muy similar al emitido en 1990. Las tablas 8 y 9 muestran la emisión por sector y combustible.

Tabla 8. Emisión de CH₄ por combustible
(toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Bagazo de Caña	1093	1263	1162	1290	1082	1260	1249	1371	1404
Leña	51945	51943	51907	51846	51937	51800	51663	51442	51222
Coque y carbón	53	55	57	72	90	98	119	120	123
Gas licuado	334	366	387	397	423	425	425	431	439
Gasolinas	64	84	60	45	22	22	16	7	32
Diesel	43	51	50	40	46	43	44	50	57
Combustóleo	1794	1622	1571	1550	1724	1498	1619	1689	1810
Querosinas y jetfuel	161	150	203	252	232	130	126	92	63
Gas Natural	1396	1462	1475	1531	1635	1657	1800	1856	1981
Total	56883	56995	56872	57024	57191	56933	57061	57058	57131

No se considera transporte

Tabla 9. Emisión de CH₄ por sector
(toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrial	2559	2697	2538	2669	2557	2698	2731	2801	2863
Industrias energéticas	1013	935	1016	1072	1073	880	1052	1089	1227
Residencial	52429	52441	52418	52369	52479	52349	52219	51992	51765
Comercial	25	40	46	46	54	52	55	56	59
Agropecuario	53	43	38	34	32	33	38	39	17
Generación de electricidad	804	838	815	835	997	920	966	1081	1200
Total	56883	56995	56872	57024	57191	56933	57061	57058	57131

No se considera transporte

1.4.5 Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos al Metano

Las emisiones de COVDM alcanzaron un valor de 165,533 toneladas en 1998, sin considerar las emisiones del sector transporte. Las Tablas 10 y 11 muestran las emisiones por combustible y sector.

Tabla 10. Emisión de COVDM por combustible
(toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Bagazo de Caña	1457	1684	1550	1720	1443	1681	1665	1827	1872
Leña	148414	148408	148306	148132	148393	148001	147609	146978	146348
Coque y carbón	1667	1506	1671	1793	2057	2310	2568	2695	2728
Gas licuado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasolinas	354	464	333	249	124	122	87	38	175
Diesel	804	968	1032	803	915	892	936	1026	1094
Combustóleo	5441	5171	5068	5063	5801	5057	5358	5845	6335
Querosinas	178	163	205	245	216	130	129	92	61
Gas Natural	4658	4923	4945	5136	5536	5619	6135	6391	6920
Total	162973	163286	163110	163140	164484	163811	164488	164893	165533

No se considera transporte

Tabla 11. Emisión de COVDM por sector
(toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrial	6557	6681	6657	6878	7006	7538	7598	7717	7871
Industrias energéticas	2817	2834	2884	2733	2806	2428	3098	3372	3849
Residencial	148631	148621	148516	148340	148591	148202	147813	147165	146517
Comercial	161	154	171	169	171	140	162	169	183
Agropecuario	335	344	349	351	332	342	365	391	386
Generación de electricidad	4474	4652	4534	4670	5579	5162	5452	6079	6727
Total	162973	163286	163110	163140	164484	163811	164488	164893	165533

No se considera transporte

1.4.6 Emisiones de Oxido nitroso

Las emisiones de este gas alcanzaron el valor de 2,388 toneladas. Su distribución se muestra en las Tablas 12 y 13.

Tabla 12. Emisión de N₂O por combustible
(toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Bagazo de Caña	291	337	310	344	289	336	333	365	374
Leña	989	989	989	988	989	987	984	980	976
Coque y carbón	214	208	220	256	306	338	394	405	413
Gas licuado									
Gasolinas	28	37	27	20	10	10	7	3	14
Diesel	64	77	83	64	73	71	75	82	87
Combustóleo	326	310	304	304	348	303	322	351	380
Querosinas	6	6	7	9	8	5	5	3	2
Gas Natural	97	102	102	106	114	116	126	131	142
Total	2017	2066	2042	2091	2137	2166	2246	2320	2388

No se considera transporte

Tabla 13. Emisión de N₂O por sector
(toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrial	524	555	541	576	536	591	604	644	659
Industrias energéticas	121	130	119	97	102	90	100	101	120
Residencial	997	997	996	995	997	994	992	987	982
Comercial	10	9	10	10	11	9	10	10	11
Agropecuario	25	27	27	27	26	27	28	30	31
Generación de electricidad	340	349	348	385	467	456	511	548	585
Total	2017	2066	2042	2091	2137	2166	2246	2320	2388

1.4.7 Emisiones de Dióxido de Azufre

Las emisiones de dióxido de azufre se muestran en las tablas 14 y 15. En este caso, el contenido de azufre en el combustible es diferente para cada año. Este se muestra en la Tabla 16.

Tabla 14. Emisión de SO₂ por combustible
(toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Bagazo de Caña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coque y carbón	241678	226352	242630	267271	310605	347184	391889	408059	414181
Gas licuado	1333	1473	1558	1600	1703	1708	1703	1728	1759
Gasolinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diesel	37119	44662	47654	37044	42238	41163	43211	47363	50473
Combustóleo	2166036	2058447	504370	503833	577296	503268	533269	581685	630442
Querosinas y jetfuel	5829	5448	7549	9463	8772	4831	4678	3406	2364
Gas Natural	7580	7679	7761	7829	7977	8005	8033	7621	7210
Total	2459575	2344062	811522	827040	948590	906158	982783	1049862	1106429

Tabla 15. Emisión de SO₂ por sector
(toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Transporte	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrial	696144	622797	283424	282645	303400	308419	340414	357333	364019
Industrias energéticas	282063	226329	71831	60786	71805	63514	62093	57052	60261
Residencial	8648	8798	8923	9030	9248	9299	9350	8960	8571
Comercial	61726	59081	16722	16523	16572	13710	15902	16535	17514
Agropecuario	15398	15867	16069	16170	15293	15750	16842	18028	17819
Generación de electricidad	1395597	1411191	414553	441886	532274	495467	538181	591954	638244
Total	2459575	2344062	811522	827040	948590	906158	982783	1049862	1106429

No se considera transporte

Tabla 16. Contenido promedio de azufre en el combustible

	Poder calorífico	% Azufre
	MJ/m ³	%
GENERACIÓN ELÉCTRICA		
Gas natural	38.619	-
Combustóleo ligero (4)	40217	1
Combustóleo pesado (6)	40217	4
Diesel	35997	0.5
Carbón subbituminoso	18360	1.01
INDUSTRIAL		
Gas natural	38.619	-
Gas licuado	26084	0.01
Combustóleo ligero (4)	40217	1
Combustóleo pesado (6)	40217	4
Diesel	35997	0.5
Gasóleo	35997	0.5
Petróleo diáfano	33097	0.5
Coque	29559	3.4
Leña	14486	-
COMERCIAL		
Gas natural	38.619	-
Gas licuado	26084	0.01
RESIDENCIAL		
Gas natural	38.619	-
Gas licuado	26084	0.01
Kerosinas	34839	0.5
Leña	14486	-

1.5. Conclusiones

En 1998, las emisiones de dióxido de carbono asociadas al consumo de energía en fuentes fijas y de área alcanzaron un valor de 245.8 millones de toneladas de CO₂, 31% más que en 1990 (sin considerar biomasa). Los sectores que por el crecimiento en su actividad determinaron este incremento fueron la generación de electricidad y la industria, que además representan el 41 y 25% de las emisiones totales respectivamente. Por su parte para el mismo año, las emisiones de los demás gases considerando biomasa y con excepción del transporte alcanzaron los siguientes valores: CO: 1740188 ton; NO_x: 517458 ton; CH₄: 57131 ton; COVDM: 165533 ton y N₂O: 2388 ton. Las emisiones de dióxido de azufre alcanzaron 1106429 toneladas en 1998.

Referencias

INEGI, 1992, 1994, 1996. Encuesta Nacional Ingreso Gasto de los Hogares. INEGI, México DF.

IPCC Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse gas inventories, Workbook, Volume 2 (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs5a.htm>), Reference Manual, volume3 (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6a.htm>)

Secretaría de Energía, 1998. Balance Nacional de Energía 1990-1998. México D.F.

Apéndice A
Tablas estándar de reporte del PICC

Módulo Submódulo Hoja de trabajo Hoja AÑO	Energía Consumo de energía en PJ								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrias energéticas									
Total	594.375	606.918	609.478	591.075	595.061	519.170	643.752	699.597	792.859
Carbón****	0.356	0.124	0.033	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Coque	1.523	2.971	0.824	0.915	0.974	1.096	1.029	1.096	1.125
Gas licuado	25.822	28.960	31.108	31.883	30.474	28.139	19.213	17.971	16.464
Gasolinas	70.819	92.830	66.507	49.766	24.801	24.405	17.329	7.511	35.010
Kerosinas	16.880	17.429	27.556	37.929	34.969	17.254	15.653	10.019	10.414
Diesel	41.739	63.273	57.248	12.621	41.024	36.755	37.685	40.352	36.568
Combustóleo	132.843	100.610	101.020	94.433	104.496	97.185	95.026	85.866	93.762
Prod no En.	3.685	8.271	0.825	11.772	2.416	4.435	3.934	6.229	5.452
Gas Natural****	300.708	292.450	324.357	351.736	355.907	309.901	453.883	530.553	594.064
Residencial									
Total (no incluye biomasa)		294.580	315.515	333.625	340.208	336.685	352.283	344.608	355.876
Leña	247.356	247.656	247.757	247.646	247.321	246.781	246.015	245.017	243.913
Gas licuado	252.569	250.580	270.328	289.320	300.556	301.248	311.494	307.356	322.021
Querosinas	9.562	7.672	7.720	4.152	3.954	4.101	4.841	2.059	1.592
Gas Natural	33.921	36.328	37.467	40.153	35.698	31.336	35.948	35.193	32.263
Cocción									
Leña	205.866	206.741	207.259	207.509	209.364	208.812	208.259	207.369	206.479
Gas licuado	163.188	171.302	178.910	186.139	195.644	201.734	207.824	211.336	214.848
Gas Natural	3.642	3.161	2.804	2.538	1.719	1.731	1.743	1.158	0.573
Querosinas	32.314	32.613	32.715	32.669	33.510	33.021	32.532	30.865	29.197
Calentamiento de agua									
Leña	41.490	40.606	39.919	39.378	37.957	37.856	37.756	37.595	37.434
Gas licuado	62.009	64.812	67.484	70.057	73.220	75.499	77.778	79.093	80.407
Gas Natural	4.181	3.629	3.219	2.915	1.974	1.988	2.001	1.330	0.658
Querosinas	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Otros									
Leña	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	27.372	28.452	28.537	27.875	31.691	28.791	25.891	26.329	26.767
Gas Natural	1.739	1.369	1.197	1.172	0.261	0.679	1.097	0.729	0.361
Querosinas	1.607	1.753	2.015	2.365	2.188	2.802	3.416	3.241	3.066
Comercial									
Total	52.347	68.018	78.129	77.203	86.255	79.598	85.808	88.959	94.397
Gas licuado	20.241	37.221	44.006	43.486	52.067	51.626	53.392	55.218	57.853
Diesel	1.289	1.352	1.663	1.643	2.475	1.601	1.700	1.827	3.428
Combustóleo	30.817	29.445	32.460	32.074	31.713	26.371	30.716	31.914	33.116
Agropecuario									
Total	68.432	70.485	70.791	71.245	67.464	69.452	74.246	79.374	78.447
Gas licuado	1.527	1.603	1.050	1.094	1.120	1.122	1.160	1.153	1.258
Gasolinas	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kerosinas	6.758	5.012	4.153	3.381	3.213	3.337	4.061	4.020	0.040
Diesel	60.147	63.870	65.588	66.770	63.131	64.993	69.025	74.201	77.149
Combustóleo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sector Industrial									
Total	915.208	932.812	926.875	944.065	991.125	1031.168	1030.116	1011.331	1034.636
Bagazo de C	72.867	84.192	77.481	86.012	72.148	84.032	83.247	91.372	93.617
Coque	64.236	55.629	63.190	63.810	70.767	80.472	85.786	91.862	92.382
Gas licuado	15.154	16.029	17.525	17.922	18.602	17.085	17.658	17.554	18.449
Kerosinas	2.446	1.941	2.072	1.038	1.071	1.026	1.218	1.205	0.124
Diesel	42.053	47.829	69.682	67.750	63.088	64.564	69.290	75.575	82.194
Combustóleo	265.130	238.308	223.681	220.406	229.852	191.291	227.027	228.071	236.345
Gas Natural	453.322	488.884	473.244	487.127	535.597	592.698	545.890	505.692	511.525

Módulo Submódulo Hoja de trabajo Hoja AÑO	Energía Consumo de energía en PJ								
	'1(2)								
	1 de 8								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Minería									
Total	36.699	35.924	36.192	37.962	39.450	42.395	47.635	45.000	48.581
Coque	6.754	3.874	3.842	4.041	4.200	4.554	5.022	4.943	5.489
Gas licuado	0.605	0.792	1.090	1.146	1.189	2.116	2.251	2.116	2.276
Diesel	4.789	4.510	3.838	3.973	4.129	4.849	4.940	4.644	4.996
Combustóleo	7.545	6.340	5.461	5.700	5.922	5.174	6.686	6.285	6.761
Gas Natural	17.006	20.408	21.961	23.102	24.010	25.702	28.736	27.012	29.059
Construcción									
Total	4.693	4.813	5.167	5.258	5.254	4.017	4.833	4.907	5.133
Diesel	4.693	4.813	5.167	5.258	5.254	4.017	4.833	4.907	5.133
Siderurgia									
Total	194.676	178.962	174.231	176.091	196.402	222.191	237.816	248.513	248.427
Coque	56.468	50.880	58.461	58.874	65.664	75.063	79.840	85.842	85.812
Gas licuado	1.257	0.931	0.338	0.298	0.334	0.397	0.426	0.439	0.439
Kerosinas	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.780	0.680	0.879	0.871	0.974	1.183	1.245	1.282	1.282
Combustóleo	26.414	24.668	13.969	17.246	19.235	19.967	23.250	23.941	23.933
Gas Natural	80.280	77.959	76.602	79.986	89.210	100.209	106.155	109.310	109.272
Petroquímica (PEMEX)									
Total	170.476	186.554	171.453	153.167	178.532	184.146	178.912	159.751	146.785
Combustóleo	11.224	9.637	10.302	9.164	2.206	1.839	2.170	2.180	2.180
Gas Natural	159.252	176.917	161.151	144.003	176.326	182.307	176.742	157.571	144.605
Ind. Azucar									
Total (no incluye biomasa)		39.974	40.749	35.280	29.791	35.140	37.499	37.034	42.170
Bagazo de C	72.867	84.192	77.481	86.012	72.148	84.032	83.247	91.372	93.617
Diesel	8.460	0.056	0.012	0.032	0.024	0.030	0.033	0.033	0.038
Combustóleo	36.943	39.918	40.737	35.248	29.767	35.110	37.466	37.001	42.132
Química									
Total	104.310	109.500	112.887	114.583	128.556	121.869	129.195	135.970	141.018
Gas licuado	0.183	0.493	0.501	0.509	0.569	0.558	0.583	0.614	0.637
Diesel	1.488	3.981	4.188	4.252	4.769	4.745	4.959	5.219	5.413
Combustóleo	35.324	39.043	38.991	39.576	44.404	39.299	42.909	45.159	46.836
Gas Natural	51.235	51.160	52.769	53.560	60.094	58.912	61.563	64.791	67.196
Cemento									
Total	95.436	99.758	106.912	105.320	106.412	90.463	95.997	95.088	103.720
Diesel	0.951	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Combustóleo	74.701	79.132	81.614	81.228	82.027	69.753	73.914	73.214	78.420
Gas Natural	10.415	8.938	13.343	11.768	10.521	9.977	10.268	10.171	11.370
Celulosa y Papel									
Total	55.379	52.009	48.558	47.498	49.160	40.959	47.286	42.515	46.494
Gas licuado	0.247	0.171	0.231	0.227	0.235	0.216	0.227	0.204	0.229
Diesel	0.517	0.994	4.160	4.069	4.212	3.901	4.121	3.705	4.167
Combustóleo	31.080	18.630	14.915	14.589	15.098	9.396	13.945	12.538	14.101
Gas Natural	14.266	24.248	19.432	19.006	19.673	18.231	19.259	17.316	18.597
Vidrio									
Total	31.312	31.221	32.717	33.281	30.869	28.270	29.783	33.208	33.335
Coque	1.014	0.875	0.887	0.895	0.903	0.855	0.924	1.077	1.081
Gas licuado	0.020	0.072	0.080	0.084	0.084	0.076	0.088	0.098	0.098
Diesel	0.585	0.609	1.285	1.193	1.555	0.994	1.591	1.771	1.778
Combustóleo	6.205	1.317	1.372	1.400	1.432	1.742	1.831	2.039	2.047
Gas Natural	20.574	25.284	25.928	26.448	23.253	21.090	21.652	24.107	24.199

Módulo Submódulo Hoja de trabajo Hoja AÑO	Energía Consumo de energía en PJ '1(3) 1 de 8								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Fertilizantes									
Total	13.839	11.676	8.100	13.110	14.111	13.032	14.930	12.840	10.928
Diesel	0.135	0.147	0.084	0.151	0.111	0.064	0.122	0.105	0.089
Combustóleo	2.247	2.760	1.142	2.649	4.013	3.013	3.883	3.339	2.842
Gas Natural	9.552	7.777	6.150	8.832	8.610	8.335	9.251	7.956	6.771
Cerveza y Malta									
Total	11.020	11.038	11.278	11.528	12.744	10.564	13.200	13.837	15.324
Gas licuado	0.103	0.032	0.032	0.033	0.036	0.095	0.037	0.039	0.043
Diesel	0.382	0.103	0.410	0.418	0.346	0.044	0.358	0.375	0.415
Combustóleo	6.360	5.612	4.268	4.363	4.590	3.254	4.481	4.697	5.202
Gas Natural	3.459	4.420	5.434	5.554	6.240	5.682	6.817	7.146	7.914
Aguas envasadas									
Total	6.455	7.633	8.553	8.638	9.167	7.774	7.896	8.331	8.845
Gas licuado	0.628	0.843	1.456	0.624	0.660	0.565	0.574	0.606	0.643
Diesel	1.380	1.830	4.359	2.653	2.844	2.432	2.470	2.606	2.767
Combustóleo	1.368	1.225	0.843	1.328	1.404	1.135	1.151	1.214	1.289
Gas Natural	1.488	1.914	0.543	1.877	1.982	1.695	1.722	1.817	1.929
Automotriz									
Total	6.120	5.423	5.883	6.926	6.951	5.692	7.404	8.214	8.908
Gas licuado	1.146	0.871	0.951	1.305	1.309	0.891	1.159	1.286	1.395
Diesel	0.255	0.414	0.314	0.310	0.310	0.184	0.239	0.265	0.287
Combustóleo	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	1.745	1.748	1.470	2.042	2.050	1.895	2.465	2.735	2.966
Hule									
Total	5.102	5.333	5.221	4.062	4.615	4.235	4.948	5.594	6.026
Gas licuado	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005
Diesel	0.239	0.553	0.493	0.656	0.776	0.733	0.837	0.946	1.019
Combustóleo	0.700	0.569	0.589	0.533	0.509	0.356	0.518	0.586	0.631
Gas Natural	3.150	3.177	3.143	1.944	2.317	2.189	2.500	2.826	3.045
Aluminio									
Total	6.367	5.160	3.549	3.685	4.620	4.123	4.698	5.982	5.469
Gas licuado	0.032	0.091	0.127	0.107	0.135	0.098	0.135	0.174	0.159
Kerosina	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.489	0.008	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Combustóleo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	1.605	1.846	2.623	2.758	3.455	3.275	3.516	4.476	4.092
Tabaco									
Total	0.414	0.452	0.464	0.432	0.452	0.454	0.463	0.511	0.562
Diesel	0.000	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Combustóleo	0.032	0.060	0.064	0.060	0.060	0.053	0.054	0.060	0.066
Gas Natural	0.252	0.241	0.245	0.230	0.241	0.236	0.241	0.266	0.293
Otras Ramas									
Total	221.346	234.649	250.935	278.597	296.015	335.542	314.828	319.016	338.864
Coque	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	10.929	11.729	12.715	13.585	14.047	12.069	12.174	11.973	12.525
Kerosinas	2.446	1.941	2.072	1.038	1.071	1.026	1.218	1.205	0.124
Diesel	16.910	29.127	44.485	43.910	37.780	41.384	43.538	49.713	54.806
Combustóleo	24.931	9.397	9.414	7.322	19.185	1.200	14.769	15.818	9.905
Gas Natural	79.043	82.847	82.450	106.017	107.615	152.963	95.003	68.192	80.217
Generación de electricidad									
Total	894.727	930.303	906.752	934.008	1115.723	1032.491	1090.358	1215.88	1345.424
Gas natural	143.699	168.887	156.616	153.367	180.063	185.38	191.371	207.934	246.208

Módulo	Energía								
Submódulo	Consumo de energía en PJ								
Hoja de trabajo	'1(4)								
Hoja	1 de 8								
AÑO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Combustoleo	659.375	665.752	656.444	665.613	794.1	696.544	718.913	823.131	903.743
Diesel	15.608	17.195	12.305	11.727	13.298	10.445	9.534	13.268	19.361
Carbón	76.045	78.469	81.387	103.301	128.262	140.122	170.54	171.547	176.112
TOTALES									
Total	2744.589	2810.653	2829.234	2853.437	3121.272	2980.097	3189.382	3342.148	3602.570
Bagazo de Caña	72.867	84.192	77.481	86.012	72.148	84.032	83.247	91.372	93.617
Leña	247.356	247.656	247.757	247.646	247.321	246.781	246.015	245.017	243.913
Coque y carbón	142.160	137.193	145.434	168.046	200.003	221.690	257.355	264.505	269.619
Gas licuado	315.313	334.393	364.017	383.705	402.819	399.220	402.917	399.252	416.045
Gasolinas	70.819	92.830	66.507	49.766	24.801	24.405	17.329	7.511	35.010
Diesel	160.836	193.519	206.486	160.511	183.016	178.358	187.234	205.223	218.700
Combustóleo	1088.165	1034.115	1013.605	1012.526	1160.161	1011.391	1071.682	1168.982	1266.966
Querosinas	35.646	32.054	41.501	46.500	43.207	25.718	25.773	17.303	12.170
Gas Natural	931.650	986.549	991.684	1032.383	1107.265	1119.315	1227.092	1279.372	1384.060
Por sector									
Industrial	842.341	848.620	849.394	858.053	918.977	947.136	946.869	919.959	941.019
I energéticas	590.690	598.647	608.653	579.303	592.645	514.735	639.818	693.368	787.407
Residencial	296.052	294.580	315.515	333.625	340.208	336.685	352.283	344.608	355.876
Comercial	52.347	68.018	78.129	77.203	86.255	79.598	85.808	88.959	94.397
Agropecuario	68.432	70.485	70.791	71.245	67.464	69.452	74.246	79.374	78.447
Electricidad	894.727	930.303	906.752	934.008	1115.723	1032.491	1090.358	1215.88	1345.424
	2744.589	2810.653	2829.234	2853.437	3121.272	2980.097	3189.382	3342.148	3602.570

Módulo Energía
Submódulo CO₂ procedente de fuentes energéticas
 Hoja de trabajo 2 de 8 (1)
 Hoja Emisiones reales de carbono (Tg de CO₂)

AÑO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrias energéticas									
Total	37.872	38.380	38.586	35.980	37.059	32.201	38.976	41.606	47.301
Carbón****	0.034	0.012	0.003	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Coque	0.143	0.278	0.077	0.086	0.091	0.103	0.096	0.103	0.105
Gas licuado	1.620	1.817	1.952	2.001	1.912	1.766	1.206	1.128	1.033
Gasolinas	4.859	6.369	4.563	3.414	1.702	1.674	1.189	0.515	2.402
Kerosinas	1.195	1.234	1.951	2.685	2.475	1.221	1.108	0.709	0.737
Diesel	3.061	4.640	4.198	0.925	3.008	2.695	2.763	2.959	2.681
Combustóleo	10.175	7.706	7.737	7.233	8.004	7.444	7.278	6.577	7.182
Prod no En.									
Gas Natural****	16.785	16.324	18.105	19.634	19.867	17.299	25.336	29.615	33.160
Residencial									
Total (no incluye biomasa)			20.114	20.676	21.608	21.985	22.361	22.471	22.580
Leña	27.118	27.118	27.099	27.067	27.115	27.043	26.971	26.856	26.741
Gas licuado	15.849	16.602	17.252	17.826	18.860	19.203	19.547	19.877	20.207
Querosinas	0.534	0.455	0.403	0.370	0.221	0.245	0.270	0.180	0.089
Gas Natural	2.401	2.433	2.458	2.480	2.527	2.536	2.545	2.414	2.284
Cocción									
Leña	22.570	22.666	22.722	22.750	22.953	22.893	22.832	22.735	22.637
Gas licuado	10.240	10.749	11.227	11.680	12.277	12.659	13.041	13.262	13.482
Gas Natural	0.203	0.176	0.156	0.142	0.096	0.097	0.097	0.065	0.032
Querosinas	2.287	2.308	2.316	2.312	2.372	2.337	2.303	2.185	2.067
Calentamiento de agua									
Leña	4.549	4.452	4.376	4.317	4.161	4.150	4.139	4.122	4.104
Gas licuado	3.891	4.067	4.235	4.396	4.595	4.738	4.881	4.963	5.046
Gas Natural	0.233	0.203	0.180	0.163	0.110	0.111	0.112	0.074	0.037
Querosinas	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Otros									
Leña	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	1.718	1.785	1.791	1.749	1.989	1.807	1.625	1.652	1.680
Gas Natural	0.097	0.076	0.067	0.065	0.015	0.038	0.061	0.041	0.020
Querosinas	0.114	0.124	0.143	0.167	0.155	0.198	0.242	0.229	0.217
Comercial									
Total	3.725	4.690	5.370	5.306	5.878	5.377	5.828	6.043	6.418
Gas licuado	1.270	2.336	2.761	2.729	3.267	3.240	3.350	3.465	3.630
Diesel	0.095	0.099	0.122	0.120	0.181	0.117	0.125	0.134	0.251
Combustóleo	2.360	2.255	2.486	2.457	2.429	2.020	2.353	2.444	2.536
Agropecuario									
Total	4.984	5.138	5.169	5.204	4.927	5.072	5.421	5.797	5.738
Gas licuado	0.095	0.100	0.066	0.068	0.070	0.070	0.072	0.072	0.079
Gasolinas	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kerosinas	0.478	0.355	0.294	0.239	0.227	0.236	0.287	0.285	0.003
Diesel	4.410	4.683	4.809	4.896	4.629	4.766	5.061	5.441	5.657
Combustóleo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Módulo Energía
Submódulo CO₂ procedente de fuentes energéticas
 Hoja de trabajo 2 de 8 (2)
 Hoja Emisiones reales de carbono (Tg de CO₂)

AÑO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Sector Industrial									
Total	63.758	64.575	64.252	65.579	67.836	70.282	71.209	70.953	72.671
Bagazo de C	7.989	9.230	8.495	9.430	7.910	9.213	9.127	10.017	10.264
Coque	5.955	5.157	5.858	5.916	6.561	7.460	7.953	8.516	8.565
Gas licuado	0.946	1.001	1.094	1.119	1.161	1.067	1.102	1.096	1.152
Kerosinas	0.173	0.137	0.147	0.073	0.076	0.073	0.086	0.085	0.009
Diesel	3.084	3.507	5.110	4.968	4.626	4.734	5.081	5.542	6.027
Combustóleo	20.307	18.253	17.132	16.882	17.605	14.652	17.389	17.469	18.102
Gas Natural	25.304	27.289	26.416	27.191	29.897	33.084	30.471	28.227	28.553
Minería									
Total									
Coque	0.626	0.359	0.356	0.375	0.389	0.422	0.466	0.458	0.509
Gas licuado	0.038	0.050	0.068	0.072	0.075	0.133	0.141	0.133	0.143
Diesel	0.351	0.331	0.281	0.291	0.303	0.356	0.362	0.341	0.366
Combustóleo	0.578	0.486	0.418	0.437	0.454	0.396	0.512	0.481	0.518
Gas Natural	0.949	1.139	1.226	1.290	1.340	1.435	1.604	1.508	1.622
Construcción									
Total									
Diesel	0.344	0.353	0.379	0.386	0.385	0.295	0.354	0.360	0.376
Siderurgia									
Total									
Coque	5.235	4.717	5.420	5.458	6.088	6.959	7.402	7.958	7.955
Gas licuado	0.079	0.058	0.021	0.019	0.021	0.025	0.027	0.028	0.028
Kerosinas	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.057	0.050	0.064	0.064	0.071	0.087	0.091	0.094	0.094
Combustóleo	2.023	1.889	1.070	1.321	1.473	1.529	1.781	1.834	1.833
Gas Natural	4.481	4.352	4.276	4.465	4.980	5.594	5.926	6.102	6.100
Petroquímica (PEMEX)									
Total									
Combustóleo	0.860	0.738	0.789	0.702	0.169	0.141	0.166	0.167	0.167
Gas Natural	8.889	9.875	8.995	8.038	9.842	10.176	9.866	8.796	8.072
Ind. Azucar									
Total (no incluye biomasa)									
Bagazo de C	7.989	9.230	8.495	9.430	7.910	9.213	9.127	10.017	10.264
Diesel	0.620	0.004	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003
Combustóleo	2.830	3.057	3.120	2.700	2.280	2.689	2.870	2.834	3.227
Química									
Total									
Gas licuado	0.011	0.031	0.031	0.032	0.036	0.035	0.037	0.039	0.040
Diesel	0.109	0.292	0.307	0.312	0.350	0.348	0.364	0.383	0.397
Combustóleo	2.706	2.990	2.986	3.031	3.401	3.010	3.287	3.459	3.587
Gas Natural	2.860	2.856	2.946	2.990	3.354	3.288	3.436	3.617	3.751
Cemento									
Total									
Diesel	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Combustóleo	5.722	6.061	6.251	6.221	6.283	5.343	5.661	5.608	6.006

Módulo Energía
Submódulo CO₂ procedente de fuentes energéticas
 Hoja de trabajo 2 de 8 (3)
 Hoja Emisiones reales de carbono (Tg de CO₂)

AÑO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Gas Natural	0.581	0.499	0.745	0.657	0.587	0.557	0.573	0.568	0.635
Celulosa y Papel									
Total									
Gas licuado	0.015	0.011	0.014	0.014	0.015	0.014	0.014	0.013	0.014
Diesel	0.038	0.073	0.305	0.298	0.309	0.286	0.302	0.272	0.306
Combustóleo	2.381	1.427	1.142	1.117	1.156	0.720	1.068	0.960	1.080
Gas Natural	0.796	1.354	1.085	1.061	1.098	1.018	1.075	0.967	1.038
Vidrio									
Total									
Coque	0.094	0.081	0.082	0.083	0.084	0.079	0.086	0.100	0.100
Gas licuado	0.001	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006
Diesel	0.043	0.045	0.094	0.087	0.114	0.073	0.117	0.130	0.130
Combustóleo	0.475	0.101	0.105	0.107	0.110	0.133	0.140	0.156	0.157
Gas Natural	1.148	1.411	1.447	1.476	1.298	1.177	1.209	1.346	1.351
Fertilizantes									
Total									
Diesel	0.010	0.011	0.006	0.011	0.008	0.005	0.009	0.008	0.007
Combustóleo	0.172	0.211	0.087	0.203	0.307	0.231	0.297	0.256	0.218
Gas Natural	0.533	0.434	0.343	0.493	0.481	0.465	0.516	0.444	0.378
Cerveza y Malta									
Total									
Gas licuado	0.006	0.002	0.002	0.002	0.002	0.006	0.002	0.002	0.003
Diesel	0.028	0.008	0.030	0.031	0.025	0.003	0.026	0.027	0.030
Combustóleo	0.487	0.430	0.327	0.334	0.352	0.249	0.343	0.360	0.398
Gas Natural	0.193	0.247	0.303	0.310	0.348	0.317	0.381	0.399	0.442
Aguas envasadas									
Total									
Gas licuado	0.039	0.053	0.091	0.039	0.041	0.035	0.036	0.038	0.040
Diesel	0.101	0.134	0.320	0.195	0.209	0.178	0.181	0.191	0.203
Combustóleo	0.105	0.094	0.065	0.102	0.108	0.087	0.088	0.093	0.099
Gas Natural	0.083	0.107	0.030	0.105	0.111	0.095	0.096	0.101	0.108
Automotriz									
Total									
Gas licuado	0.072	0.055	0.060	0.082	0.082	0.056	0.073	0.081	0.088
Diesel	0.019	0.030	0.023	0.023	0.023	0.013	0.018	0.019	0.021
Combustóleo	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	0.097	0.098	0.082	0.114	0.114	0.106	0.138	0.153	0.166
Hule									
Total									
Gas licuado	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.018	0.041	0.036	0.048	0.057	0.054	0.061	0.069	0.075
Combustóleo	0.054	0.044	0.045	0.041	0.039	0.027	0.040	0.045	0.048
Gas Natural	0.176	0.177	0.175	0.109	0.129	0.122	0.140	0.158	0.170

Módulo Energía
Submódulo CO₂ procedente de fuentes energéticas
 Hoja de trabajo 2 de 8 (4)
 Hoja Emisiones reales de carbono (Tg de CO₂)

AÑO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Aluminio									
Total									
Gas licuado	0.002	0.006	0.008	0.007	0.008	0.006	0.008	0.011	0.010
Kerosina	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.036	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Combustóleo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	0.090	0.103	0.146	0.154	0.193	0.183	0.196	0.250	0.228
Tabaco									
Total									
Diesel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Combustóleo	0.002	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005
Gas Natural	0.014	0.013	0.014	0.013	0.013	0.013	0.013	0.015	0.016
Otras Ramas									
Total									
Coque	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	0.686	0.736	0.798	0.852	0.881	0.757	0.764	0.751	0.786
Kerosinas	0.173	0.137	0.147	0.073	0.076	0.073	0.086	0.085	0.009
Diesel	1.240	2.136	3.262	3.220	2.770	3.035	3.192	3.645	4.019
Combustóleo	1.910	0.720	0.721	0.561	1.469	0.092	1.131	1.212	0.759
Gas Natural	4.412	4.624	4.602	5.918	6.007	8.538	5.303	3.806	4.478
Generación de electricidad									
Total	66.992	69.237	67.761	70.350	84.200	77.958	82.868	92.146	101.343
Gas natural	8.021	9.427	8.742	8.561	10.051	10.348	10.682	11.607	13.743
Combustoleo	50.504	50.992	50.279	50.981	60.823	53.350	55.064	63.046	69.220
Diesel	1.144	1.261	0.902	0.860	0.975	0.766	0.699	0.973	1.420
Carbón	7.323	7.557	7.838	9.948	12.352	13.494	16.423	16.520	16.960
TOTALES									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Total	188.126	192.279	192.757	193.663	213.597	203.662	217.537	228.998	245.788
Bagazo de Caña	7.989	9.230	8.495	9.430	7.910	9.213	9.127	10.017	10.264
Leña	27.118	27.118	27.099	27.067	27.115	27.043	26.971	26.856	26.741
Coque y carbón	13.455	13.004	13.776	15.951	19.004	21.057	24.473	25.139	25.630
Gas licuado	19.781	21.856	23.126	23.743	25.271	25.346	25.278	25.638	26.101
Gasolinas	4.859	6.369	4.563	3.414	1.702	1.674	1.189	0.515	2.402
Diesel	11.793	14.190	15.141	11.770	13.420	13.078	13.729	15.048	16.036
Combustóleo	83.346	79.206	77.635	77.552	88.860	77.465	82.083	89.536	97.041
Querosinas	2.380	2.181	2.794	3.367	2.999	1.776	1.752	1.259	0.838
Gas Natural	52.512	55.473	55.722	57.866	62.341	63.266	69.034	71.864	77.740
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrial	55.769	55.345	55.757	56.149	59.926	61.070	62.083	60.935	62.408
Energéticas	37.872	38.380	38.586	35.980	37.059	32.201	38.976	41.606	47.301
Residencial	18.784	19.490	20.114	20.676	21.608	21.985	22.361	22.471	22.580
Comercial	3.725	4.690	5.370	5.306	5.878	5.377	5.828	6.043	6.418
Agropecuario	4.984	5.138	5.169	5.204	4.927	5.072	5.421	5.797	5.738
Electricidad	66.992	69.237	67.761	70.350	84.200	77.958	82.868	92.146	101.343
Total sin biomasa	188.126	192.279	192.757	193.663	213.597	203.662	217.537	228.998	245.788

Módulo Energía
Submódulo CO procedente de fuentes energéticas
 Hoja de trabajo 3 de 8 (1)
 Hoja Emisiones de CO (toneladas)
 Factor de emisión

AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrias energéticas										
Total		8899.766	8922.382	9255.031	8892.553	9244.550	8005.307	10045.391	10968.986	12299.488
Carbón****	9.00	3.204	1.116	0.297	0.180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Coque	10.00	15.230	29.710	8.240	9.150	9.740	10.960	10.290	10.960	11.250
Gas licuado	17	431.265	483.674	519.548	532.492	508.960	469.962	320.885	300.142	274.972
Gasolinas	10	708.190	928.300	665.070	497.660	248.010	244.050	173.290	75.110	350.100
Kerosinas	16	270.080	278.864	440.896	606.864	559.504	276.064	250.448	160.304	166.624
Diesel	16	667.824	1012.368	915.968	201.936	656.384	588.080	602.960	645.632	585.088
Combustóleo	15	1992.645	1509.150	1515.300	1416.495	1567.440	1457.775	1425.390	1287.990	1406.430
Prod no En.										
Gas Natural****	16	4811.328	4679.200	5189.712	5627.776	5694.512	4958.416	7262.128	8488.848	9505.024
Residencial										
Total (no incluye biomasa)		1239944.046	1240013.352	1239264.362	1237901.651	1240221.268	1237017.393	1233813.518	1228565.428	1223317.338
Leña		1236780.000	1236736.250	1235887.188	1234434.141	1236605.000	1233340.000	1230075.000	1224820.000	1219565.000
Gas licuado		2525.690	2645.658	2749.306	2840.714	3005.560	3060.250	3114.940	3167.575	3220.210
Querosinas		95.620	81.600	72.194	66.248	39.540	43.975	48.410	32.165	15.920
Gas Natural		542.736	549.844	555.675	560.548	571.168	573.168	575.168	545.688	516.208
Cocción										
Leña	5000	1029332.200	1033704.604	1036292.928	1037543.192	1046821.816	1044057.899	1041293.983	1036845.474	1032396.964
Gas licuado	10	1631.882	1713.023	1789.103	1861.387	1956.444	2017.343	2078.241	2113.359	2148.476
Gas Natural	10	36.418	31.612	28.036	25.385	17.193	17.311	17.429	11.580	5.732
Querosinas	16	517.019	521.802	523.435	522.705	536.152	528.333	520.515	493.836	467.157
Calentamiento de agua										
Leña	5000	207447.800	203031.646	199594.260	196890.949	189783.184	189282.101	188781.017	187974.526	187168.036
Gas licuado	10	620.090	648.117	674.836	700.573	732.201	754.992	777.784	790.926	804.069
Gas Natural	10	41.813	36.295	32.190	29.145	19.740	19.875	20.011	13.296	6.581
Querosinas	16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Otros										
Leña	5000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	10	273.718	284.518	285.367	278.754	316.915	287.915	258.915	263.290	267.665
Gas Natural	10	17.389	13.694	11.967	11.718	2.607	6.789	10.970	7.289	3.608
Querosinas	16	25.717	28.042	32.240	37.843	35.016	44.835	54.653	51.852	49.051
Comercial										
Total		665.048	798.296	909.562	898.772	983.898	885.815	968.468	1004.904	1072.265
Gas licuado	9	182.169	334.989	396.054	391.374	468.603	464.634	480.528	496.962	520.677
Diesel	16	20.624	21.632	26.608	26.288	39.600	25.616	27.200	29.232	54.848
Combustóleo	15	462.255	441.675	486.900	481.110	475.695	395.565	460.740	478.710	496.740
Agropecuario										
Total		1085.750	1118.142	1126.356	1133.356	1072.704	1104.500	1180.976	1263.066	1247.604
Gas licuado	10	15.270	16.030	10.500	10.940	11.200	11.220	11.600	11.530	12.580
Gasolinas	10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kerosinas	16	108.128	80.192	66.448	54.096	51.408	53.392	64.976	64.320	0.640
Diesel	16	962.352	1021.920	1049.408	1068.320	1010.096	1039.888	1104.400	1187.216	1234.384
Combustóleo	15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Módulo Submódulo Hoja de trabajo Hoja	Energía CO procedente de fuentes energéticas 3 de 8(2) Emisiones de CO (toneladas)									
	Factor de emisión	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
AÑO	Kg/TJ									
Sector Industrial										
Total		377177.0	433981.8	400410.0	443203.5	374807.7	434657.1	430660.8	470817.6	482369.1
		64	67	08	04	80	38	19	55	16
Bagazo de C	5000	364335.0	420960.0	387405.0	430060.0	360740.0	420160.0	416235.0	456860.0	468085.0
		00	00	00	00	00	00	00	00	00
Coque	10	642.360	556.290	631.900	638.100	707.670	804.720	857.860	918.620	923.820
Gas licuado	17	257.618	272.493	297.925	304.674	316.234	290.445	300.186	298.418	313.633
Kerosinas	16	39.136	31.056	33.152	16.608	17.136	16.416	19.488	19.280	1.984
Diesel	16	672.848	765.264	1114.912	1084.000	1009.408	1033.024	1108.640	1209.200	1315.104
Combustóleo	15	3976.950	3574.620	3355.215	3306.090	3447.780	2869.365	3405.405	3421.065	3545.175
Gas Natural	16	7253.152	7822.144	7571.904	7794.032	8569.552	9483.168	8734.240	8091.072	8184.400
Minería										
Total										
Coque	10	67.540	38.740	38.420	40.410	42.000	45.540	50.220	49.430	54.890
Gas licuado	17	10.285	13.464	18.530	19.482	20.213	35.972	38.267	35.972	38.692
Diesel	16	76.624	72.160	61.408	63.568	66.064	77.584	79.040	74.304	79.936
Combustóleo	15	113.175	95.100	81.915	85.500	88.830	77.610	100.290	94.275	101.415
Gas Natural	16	272.096	326.528	351.376	369.632	384.160	411.232	459.776	432.192	464.944
Construcción										
Total										
Diesel	16	75.088	77.008	82.672	84.128	84.064	64.272	77.328	78.512	82.128
Siderurgia										
Total										
Coque	10	564.680	508.800	584.610	588.740	656.640	750.630	798.400	858.420	858.120
Gas licuado	17	21.369	15.827	5.746	5.066	5.678	6.749	7.242	7.463	7.463
Kerosinas	16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	16	12.480	10.880	14.064	13.936	15.584	18.928	19.920	20.512	20.512
Combustóleo	15	396.210	370.020	209.535	258.690	288.525	299.505	348.750	359.115	358.995
Gas Natural	16	1284.480	1247.344	1225.632	1279.776	1427.360	1603.344	1698.480	1748.960	1748.352
Petroquímica (PEMEX)										
Total										
Combustóleo	15	168.360	144.555	154.530	137.460	33.090	27.585	32.550	32.700	32.700
Gas Natural	16	2548.032	2830.672	2578.416	2304.048	2821.216	2916.912	2827.872	2521.136	2313.680
Ind. Azucar										
Total (no incluye biomasa)										
Bagazo de C	5000									
Diesel	16	135.360	0.896	0.192	0.512	0.384	0.480	0.528	0.528	0.608
Combustóleo	15	554.145	598.770	611.055	528.720	446.505	526.650	561.990	555.015	631.980
Química										
Total										
Gas licuado	17	3.111	8.381	8.517	8.653	9.673	9.486	9.911	10.438	10.829
Diesel	16	23.808	63.696	67.008	68.032	76.304	75.920	79.344	83.504	86.608
Combustóleo	15	529.860	585.645	584.865	593.640	666.060	589.485	643.635	677.385	702.540
Gas Natural	16	819.760	818.560	844.304	856.960	961.504	942.592	985.008	1036.656	1075.136
Cemento										
Total										
Diesel	16	15.216	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Combustóleo	15	1120.515	1186.980	1224.210	1218.420	1230.405	1046.295	1108.710	1098.210	1176.300
Gas Natural	16	166.640	143.008	213.488	188.288	168.336	159.632	164.288	162.736	181.920

Módulo Submódulo Hoja de trabajo Hoja	Energía CO procedente de fuentes energéticas 3 de 8(3) Emisiones de CO (toneladas)									
	Factor de emisión	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
AÑO	Kg/TJ									
Celulosa y Papel										
Total										
Gas licuado	17	4.199	2.907	3.927	3.859	3.995	3.672	3.859	3.468	3.893
Diesel	16	8.272	15.904	66.560	65.104	67.392	62.416	65.936	59.280	66.672
Combustóleo	15	466.200	279.450	223.725	218.835	226.470	140.940	209.175	188.070	211.515
Gas Natural	16	228.256	387.968	310.912	304.096	314.768	291.696	308.144	277.056	297.552
Vidrio										
Total										
Coque	10	10.140	8.750	8.870	8.950	9.030	8.550	9.240	10.770	10.810
Gas licuado	17	0.340	1.224	1.360	1.428	1.428	1.292	1.496	1.666	1.666
Diesel	16	9.360	9.744	20.560	19.088	24.880	15.904	25.456	28.336	28.448
Combustóleo	15	93.075	19.755	20.580	21.000	21.480	26.130	27.465	30.585	30.705
Gas Natural	16	329.184	404.544	414.848	423.168	372.048	337.440	346.432	385.712	387.184
Fertilizantes										
Total										
Diesel	16	2.160	2.352	1.344	2.416	1.776	1.024	1.952	1.680	1.424
Combustóleo	15	33.705	41.400	17.130	39.735	60.195	45.195	58.245	50.085	42.630
Gas Natural	16	152.832	124.432	98.400	141.312	137.760	133.360	148.016	127.296	108.336
Cerveza y Malta										
Total										
Gas licuado	17	1.751	0.544	0.544	0.561	0.612	1.615	0.629	0.663	0.731
Diesel	16	6.112	1.648	6.560	6.688	5.536	0.704	5.728	6.000	6.640
Combustóleo	15	95.400	84.180	64.020	65.445	68.850	48.810	67.215	70.455	78.030
Gas Natural	16	55.344	70.720	86.944	88.864	99.840	90.912	109.072	114.336	126.624
Aguas envasadas										
Total										
Gas licuado	17	10.676	14.331	24.752	10.608	11.220	9.605	9.758	10.302	10.931
Diesel	16	22.080	29.280	69.744	42.448	45.504	38.912	39.520	41.696	44.272
Combustóleo	15	20.520	18.375	12.645	19.920	21.060	17.025	17.265	18.210	19.335
Gas Natural	16	23.808	30.624	8.688	30.032	31.712	27.120	27.552	29.072	30.864
Automotriz										
Total										
Gas licuado	17	19.482	14.807	16.167	22.185	22.253	15.147	19.703	21.862	23.715
Diesel	16	4.080	6.624	5.024	4.960	4.960	2.944	3.824	4.240	4.592
Combustóleo	15	0.840	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	16	27.920	27.968	23.520	32.672	32.800	30.320	39.440	43.760	47.456
Hule										
Total										
Gas licuado	17	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.068	0.085	0.085
Diesel	16	3.824	8.848	7.888	10.496	12.416	11.728	13.392	15.136	16.304
Combustóleo	15	10.500	8.535	8.835	7.995	7.635	5.340	7.770	8.790	9.465
Gas Natural	16	50.400	50.832	50.288	31.104	37.072	35.024	40.000	45.216	48.720
Aluminio										
Total										
Gas licuado	17	0.544	1.547	2.159	1.819	2.295	1.666	2.295	2.958	2.703
Kerosina	16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	16	7.824	0.128	0.064	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Combustóleo	15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	16	25.680	29.536	41.968	44.128	55.280	52.400	56.256	71.616	65.472

Módulo Submódulo Hoja de trabajo Hoja	Energía CO procedente de fuentes energéticas 3 de 8(4) Factor de emisión	Emisiones de CO (toneladas)									
		AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Tabaco											
Total											
Diesel	16	0.000	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064
Combustóleo	15	0.480	0.900	0.960	0.900	0.900	0.795	0.810	0.900	0.990	
Gas Natural	16	4.032	3.856	3.920	3.680	3.856	3.776	3.856	4.256	4.688	
Otras Ramas											
Total											
Coque	10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	17	185.793	199.393	216.155	230.945	238.799	205.173	206.958	203.541	212.925	
Kerosinas	16	39.136	31.056	33.152	16.608	17.136	16.416	19.488	19.280	1.984	
Diesel	16	270.560	466.032	711.760	702.560	604.480	662.144	696.608	795.408	876.896	
Combustóleo	15	373.965	140.955	141.210	109.830	287.775	18.000	221.535	237.270	148.575	
Gas Natural	16	1264.688	1325.552	1319.200	1696.272	1721.840	2447.408	1520.048	1091.072	1283.472	
Generación de electricidad											
Total		13411.34	14007.58	13595.11	13862.14	16519.76	15213.21	15915.77	17845.98	19882.67	
		0	7	1	2	0	8	7	8	3	
Gas natural	18	2586.582	3039.966	2819.088	2760.606	3241.134	3336.840	3444.678	3742.812	4431.744	
Combustoleo	15	9890.625	9986.280	9846.660	9984.195	11911.50	10448.16	10783.69	12346.96	13556.14	
						0	0	5	5	5	
Diesel	16	249.728	275.120	196.880	187.632	212.768	167.120	152.544	212.288	309.776	
Carbón	9	684.405	706.221	732.483	929.709	1154.358	1261.098	1534.860	1543.923	1585.008	
TOTALES											
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
Total		1641183	1698842	1664560	1705892	1642850	1696883	1692585	1730466	1740188	
Bagazo de Caña		364335	420960	387405	430060	360740	420160	416235	456860	468085	
Leña		1236780	1236736	1235887	1234434	1236605	1233340	1230075	1224820	1219565	
Coque y carbón		1345	1293	1373	1577	1872	2077	2403	2474	2520	
Gas licuado		3412	3753	3973	4080	4311	4297	4228	4275	4342	
Gasolinas		708	928	665	498	248	244	173	75	350	
Diesel		2573	3096	3304	2568	2928	2854	2996	3284	3499	
Combustóleo		16322	15512	15204	15188	17402	15171	16075	17535	19004	
Querosinas		513	472	613	744	668	390	383	276	185	
Gas Natural		15194	16091	16136	16743	18076	18352	20016	20868	22637	
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
Industrial		377177	433982	400410	443204	374808	434657	430661	470818	482369	
I energéticas		8900	8922	9255	8893	9245	8005	10045	10969	12299	
Residencial		1239944	1240013	1239264	1237902	1240221	1237017	1233814	1228565	1223317	
Comercial		665	798	910	899	984	886	968	1005	1072	
Agropecuario		1086	1118	1126	1133	1073	1105	1181	1263	1248	
Electricidad		13411	14008	13595	13862	16520	15213	15916	17846	19883	
Total		1641183	1698842	1664560	1705892	1642850	1696883	1692585	1730466	1740188	

Módulo Energía
Submódulo NOx procedente de fuentes energéticas
 Hoja de trabajo 4 de 8(1)
 Hoja Factor de Emisiones de NOx (toneladas de emisión)

AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrias energéticas										
Total		63983.33	64695.44	61050.74	55795.69	53818.76	48016.38	54403.18	55324.97	66418.64
Carbón****	380.00	135.280	47.120	12.540	7.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Coque	160.00	243.680	475.360	131.840	146.400	155.840	175.360	164.640	175.360	180.000
Gas licuado	96.30	2486.621	2788.806	2995.656	3070.287	2934.602	2709.745	1850.184	1730.581	1585.460
Gasolinas	220.00	15580.18	20422.60	14631.54	10948.52	5456.220	5369.100	3812.380	1652.420	7702.200
Kerosinas	59.00	995.920	1028.311	1625.804	2237.811	2063.171	1017.986	923.527	591.121	614.426
Diesel	65.00	2713.035	4112.745	3721.120	820.365	2666.560	2389.075	2449.525	2622.880	2376.920
Combustóleo	170.00	22583.31	17103.70	17173.40	16053.61	17764.32	16521.45	16154.42	14597.22	15939.54
Prod no En. Gas Natural*****	64.00	19245.31	18716.80	20758.84	22511.10	22778.04	19833.66	29048.51	33955.39	38020.09
										6
Residencial										
Total (no incluye biomasa)		44004.21	44527.33	44971.39	45356.16	46096.67	46303.57	46510.47	46446.68	46382.88
Leña		29682.72	29681.67	29661.29	29626.41	29678.52	29600.16	29521.80	29395.68	29269.56
Gas licuado		11870.74	12434.59	12921.73	13351.35	14126.13	14383.17	14640.21	14887.60	15134.98
Querosinas		449.414	383.520	339.311	311.365	185.838	206.683	227.527	151.176	74.824
Gas Natural		2001.339	2027.550	2049.052	2067.022	2106.182	2113.557	2120.932	2012.225	1903.517
Cocción										
Leña	120.00	24703.97	24808.91	24871.03	24901.03	25123.72	25057.39	24991.05	24884.29	24777.52
Gas licuado	47.00	7669.845	8051.206	8408.782	8748.520	9195.289	9481.512	9767.735	9932.786	10097.83
Gas Natural	47.00	171.164	148.574	131.771	119.307	80.806	81.361	81.916	54.427	26.939
Querosinas	59.00	1906.508	1924.146	1930.167	1927.475	1977.062	1948.229	1919.397	1821.019	1722.641
Calentamiento de agua										
Leña	120.00	4978.747	4872.760	4790.262	4725.383	4554.796	4542.770	4530.744	4511.389	4492.033
Gas licuado	47.00	2914.421	3046.152	3171.730	3292.693	3441.345	3548.464	3655.583	3717.354	3779.124
Gas Natural	47.00	196.521	170.585	151.293	136.982	92.778	93.415	94.052	62.491	30.930
Querosinas	59.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Otros										
Leña	120.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	47.00	1286.477	1337.232	1341.224	1310.143	1489.499	1353.199	1216.900	1237.463	1258.026
Gas Natural	47.00	81.729	64.360	56.247	55.075	12.254	31.907	51.560	34.258	16.956
Querosinas	59.00	94.831	103.404	118.885	139.547	129.120	165.328	201.535	191.205	180.876
Comercial										
Total		6753.743	7725.108	8737.583	8633.898	9233.297	8237.167	9107.111	9448.127	9942.830
Gas licuado	70.70	1431.068	2631.578	3111.288	3074.523	3681.212	3650.032	3774.891	3903.992	4090.290
Diesel	65.00	83.785	87.880	108.095	106.795	160.875	104.065	110.500	118.755	222.820
Combustóleo	170.00	5238.890	5005.650	5518.200	5452.580	5391.210	4483.070	5221.720	5425.380	5629.720

Módulo Submódulo Hoja de trabajo Hoja	Energía NOx procedente de fuentes energéticas 4 de 8(2) Emisiones de NOx (toneladas)									
	Factor de emisión	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
AÑO	Kg/TJ									
Agropecuario										
Total		4455.325	4601.625	4609.360	4644.880	4400.936	4529.475	4837.930	5171.277	5138.189
Gas licuado	96.30	147.048	154.367	101.113	105.351	107.854	108.047	111.706	111.032	121.144
Gasolinas	220.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kerosinas	59.00	398.722	295.708	245.027	199.479	189.567	196.883	239.599	237.180	2.360
Diesel	65.00	3909.555	4151.550	4263.220	4340.050	4103.515	4224.545	4486.625	4823.065	5014.685
Combustóleo	170.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	64.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sector Industrial										
Total		65597.24	65918.69	66312.75	67493.75	71186.18	74606.64	75106.68	74499.89	76092.78
Bagazo de C	65.00	4736.355	5472.480	5036.265	5590.780	4689.620	5462.080	5411.055	5939.180	6085.105
Coque	160.00	10277.76	8900.640	10110.40	10209.60	11322.72	12875.52	13725.76	14697.92	14781.12
Gas licuado	96.30	1459.308	1543.570	1687.632	1725.863	1791.346	1645.261	1700.440	1690.425	1776.612
Kerosinas	59.00	144.314	114.519	122.248	61.242	63.189	60.534	71.862	71.095	7.316
Diesel	65.00	2733.445	3108.885	4529.330	4403.750	4100.720	4196.660	4503.850	4912.375	5342.610
Combustóleo	65.00	17233.45	15490.02	14539.26	14326.39	14940.38	12433.91	14756.75	14824.61	15362.42
Gas Natural	64.00	29012.60	31288.57	30287.61	31176.12	34278.20	37932.67	34936.96	32364.28	32737.60
Minería										
Total										
Coque	160.00	1080.640	619.840	614.720	646.560	672.000	728.640	803.520	790.880	878.240
Gas licuado	96.30	58.261	76.268	104.965	110.358	114.499	203.768	216.768	203.768	219.176
Diesel	65.00	311.285	293.150	249.470	258.245	268.385	315.185	321.100	301.860	324.740
Combustóleo	65.00	490.425	412.100	354.965	370.500	384.930	336.310	434.590	408.525	439.465
Gas Natural	64.00	1088.384	1306.112	1405.504	1478.528	1536.640	1644.928	1839.104	1728.768	1859.776
Construcción										
Total										
Diesel	65.00	305.045	312.845	335.855	341.770	341.510	261.105	314.145	318.955	333.645
Siderurgia										
Total										
Coque	160.00	9034.880	8140.800	9353.760	9419.840	10506.24	12010.08	12774.40	13734.72	13729.92
Gas licuado	96.30	121.047	89.654	32.549	28.697	32.164	38.231	41.023	42.275	42.275
Kerosinas	59.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	65.00	50.700	44.200	57.135	56.615	63.310	76.895	80.925	83.330	83.330
Combustóleo	65.00	1716.910	1603.420	907.985	1120.990	1250.275	1297.855	1511.250	1556.165	1555.645
Gas Natural	64.00	5137.920	4989.376	4902.528	5119.104	5709.440	6413.376	6793.920	6995.840	6993.408
Petroquímica (PEMEX)										
Total										
Combustóleo	65.00	729.560	626.405	669.630	595.660	143.390	119.535	141.050	141.700	141.700
Gas Natural	64.00	10192.12	11322.68	10313.66	9216.192	11284.86	11667.64	11311.48	10084.54	9254.720
Ind. Azucar										
Total (no incluye biomasa)										
Bagazo de C	65.00									
Diesel	65.00	549.900	3.640	0.780	2.080	1.560	1.950	2.145	2.145	2.470
Combustóleo	65.00	2401.295	2594.670	2647.905	2291.120	1934.855	2282.150	2435.290	2405.065	2738.580

Módulo Submódulo Hoja de trabajo Hoja	Energía NOx procedente de fuentes energéticas 4 de 8(3) Factor de emisión	Emisiones de NOx (toneladas)									
		AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Química											
Total											
Gas licuado	96.30	17.623	47.475	48.246	49.016	54.794	53.735	56.142	59.127	61.342	
Diesel	65.00	96.720	258.765	272.220	276.380	309.985	308.425	322.335	339.235	351.845	
Combustóleo	65.00	2296.060	2537.795	2534.415	2572.440	2886.260	2554.435	2789.085	2935.335	3044.340	
Gas Natural	64.00	3279.040	3274.240	3377.216	3427.840	3846.016	3770.368	3940.032	4146.624	4300.544	
Cemento											
Total											
Diesel	65.00	61.815	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Combustóleo	65.00	4855.565	5143.580	5304.910	5279.820	5331.755	4533.945	4804.410	4758.910	5097.300	
Gas Natural	64.00	666.560	572.032	853.952	753.152	673.344	638.528	657.152	650.944	727.680	
Celulosa y Papel											
Total											
Gas licuado	96.30	23.786	16.467	22.245	21.860	22.630	20.800	21.860	19.645	22.052	
Diesel	65.00	33.605	64.610	270.400	264.485	273.780	253.565	267.865	240.825	270.855	
Combustóleo	65.00	2020.200	1210.950	969.475	948.285	981.370	610.740	906.425	814.970	916.565	
Gas Natural	64.00	913.024	1551.872	1243.648	1216.384	1259.072	1166.784	1232.576	1108.224	1190.208	
Vidrio											
Total											
Coque	160.00	162.240	140.000	141.920	143.200	144.480	136.800	147.840	172.320	172.960	
Gas licuado	96.30	1.926	6.933	7.704	8.089	8.089	7.319	8.474	9.437	9.437	
Diesel	65.00	38.025	39.585	83.525	77.545	101.075	64.610	103.415	115.115	115.570	
Combustóleo	65.00	403.325	85.605	89.180	91.000	93.080	113.230	119.015	132.535	133.055	
Gas Natural	64.00	1316.736	1618.176	1659.392	1692.672	1488.192	1349.760	1385.728	1542.848	1548.736	
Fertilizantes											
Total											
Diesel	65.00	8.775	9.555	5.460	9.815	7.215	4.160	7.930	6.825	5.785	
Combustóleo	65.00	146.055	179.400	74.230	172.185	260.845	195.845	252.395	217.035	184.730	
Gas Natural	64.00	611.328	497.728	393.600	565.248	551.040	533.440	592.064	509.184	433.344	
Cerveza y Malta											
Total											
Gas licuado	96.30	9.919	3.082	3.082	3.178	3.467	9.148	3.563	3.756	4.141	
Diesel	65.00	24.830	6.695	26.650	27.170	22.490	2.860	23.270	24.375	26.975	
Combustóleo	65.00	413.400	364.780	277.420	283.595	298.350	211.510	291.265	305.305	338.130	
Gas Natural	64.00	221.376	282.880	347.776	355.456	399.360	363.648	436.288	457.344	506.496	
Aguas envasadas											
Total											
Gas licuado	96.30	60.475	81.180	140.211	60.090	63.557	54.409	55.275	58.357	61.920	
Diesel	65.00	89.700	118.950	283.335	172.445	184.860	158.080	160.550	169.390	179.855	
Combustóleo	65.00	88.920	79.625	54.795	86.320	91.260	73.775	74.815	78.910	83.785	
Gas Natural	64.00	95.232	122.496	34.752	120.128	126.848	108.480	110.208	116.288	123.456	
Automotriz											
Total											
Gas licuado	96.30	110.358	83.876	91.580	125.670	126.055	85.802	111.610	123.840	134.336	
Diesel	65.00	16.575	26.910	20.410	20.150	20.150	11.960	15.535	17.225	18.655	
Combustóleo	65.00	3.640	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Gas Natural	64.00	111.680	111.872	94.080	130.688	131.200	121.280	157.760	175.040	189.824	

Módulo Submódulo Hoja de trabajo Hoja	Energía NOx procedente de fuentes energéticas 4 de 8(4) Emisiones de NOx (toneladas)									
	Factor de emisión	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
AÑO	Kg/TJ									
Hule										
Total										
Gas licuado	96.30	0.385	0.385	0.385	0.385	0.385	0.385	0.385	0.481	0.481
Diesel	65.00	15.535	35.945	32.045	42.640	50.440	47.645	54.405	61.490	66.235
Combustóleo	65.00	45.500	36.985	38.285	34.645	33.085	23.140	33.670	38.090	41.015
Gas Natural	64.00	201.600	203.328	201.152	124.416	148.288	140.096	160.000	180.864	194.880
Aluminio										
Total										
Gas licuado	96.30	3.082	8.763	12.230	10.304	13.000	9.437	13.000	16.756	15.311
Kerosina	59.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	65.00	31.785	0.520	0.260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Combustóleo	65.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	64.00	102.720	118.144	167.872	176.512	221.120	209.600	225.024	286.464	261.888
Tabaco										
Total										
Diesel	65.00	0.000	0.260	0.260	0.260	0.260	0.260	0.260	0.260	0.260
Combustóleo	65.00	2.080	3.900	4.160	3.900	3.900	3.445	3.510	3.900	4.290
Gas Natural	64.00	16.128	15.424	15.680	14.720	15.424	15.104	15.424	17.024	18.752
Otras Ramas										
Total										
Coque	160.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	96.30	1052.447	1129.486	1224.436	1308.216	1352.706	1162.227	1172.339	1152.983	1206.139
Kerosinas	59.00	144.314	114.519	122.248	61.242	63.189	60.534	71.862	71.095	7.316
Diesel	65.00	1099.150	1893.255	2891.525	2854.150	2455.700	2689.960	2829.970	3231.345	3562.390
Combustóleo	65.00	1620.515	610.805	611.910	475.930	1247.025	78.000	959.985	1028.170	643.825
Gas Natural	64.00	5058.752	5302.208	5276.800	6785.088	6887.360	9789.632	6080.192	4364.288	5133.888
Generación de electricidad										
Total		200130.6	208973.2	204076.9	213298.6	255500.8	241198.0	258528.0	284716.5	313482.5
Gas natural	250.00	35924.75	42221.75	39154.00	38341.75	45015.75	46345.00	47842.75	51983.50	61552.00
Combustóleo	200.00	131875.0	133150.4	131288.8	133122.6	158820.0	139308.8	143782.6	164626.2	180748.6
Diesel	220.00	3433.760	3782.900	2707.100	2579.940	2925.560	2297.900	2097.480	2918.960	4259.420
Carbón	380.00	28897.10	29818.22	30927.06	39254.38	48739.56	53246.36	64805.20	65187.86	66922.56
Total por combustible		384924	396441	389759	395223	440237	422891	448493	475607	517458
Bagazo de Caña		4736	5472	5036	5591	4690	5462	5411	5939	6085
Leña		29683	29682	29661	29626	29679	29600	29522	29396	29270
Coque y carbón		39554	39241	41182	49618	60218	66297	78696	80061	81884
Gas licuado		17395	19553	20817	21327	22641	22496	22077	22324	22708
Gasolinas		15580	20423	14632	10949	5456	5369	3812	1652	7702
Diesel		12874	15244	15329	12251	13957	13212	13648	15396	17216
Combustóleo		176931	170750	168520	168955	196916	172747	179915	199473	217680
Querosinas y jetfuel		1988	1822	2332	2810	2502	1482	1463	1051	699
Gas Natural		86184	94255	92250	94096	104178	106225	113949	120315	134213
Total por sector										
Industrial		65597	65919	66313	67494	71186	74607	75107	74500	76093
Industrias energéticas		63983	64695	61051	55796	53819	48016	54403	55325	66419
Residencial		44004	44527	44971	45356	46097	46304	46510	46447	46383
Comercial		6754	7725	8738	8634	9233	8237	9107	9448	9943
Agropecuario		4455	4602	4609	4645	4401	4529	4838	5171	5138
Generación de electricidad		200131	208973	204077	213299	255501	241198	258528	284717	313483
Total		384924	396441	389759	395223	440237	422891	448493	475607	517458

Módulo Energía
Submódulo CH4 procedente de fuentes energéticas
 Hoja de trabajo 5 de 8(1)
 Hoja Factor de Emisiones de CH4 (toneladas)
 de
 emisió
 n

AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrias energéticas										
Total		1012.998	934.701	1016.311	1071.740	1072.530	880.130	1051.726	1089.487	1227.017
Carbón****	0.70	0.249	0.087	0.023	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Coque		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	0.90	23.240	26.064	27.997	28.695	27.427	25.325	17.292	16.174	14.818
Gasolinas	0.90	63.737	83.547	59.856	44.789	22.321	21.965	15.596	6.760	31.509
Kerosinas	5.80	97.904	101.088	159.825	219.988	202.820	100.073	90.787	58.110	60.401
Diesel	0.20	8.348	12.655	11.450	2.524	8.205	7.351	7.537	8.070	7.314
Combustóleo	3.00	398.529	301.830	303.060	283.299	313.488	291.555	285.078	257.598	281.286
Prod no En.										
Gas Natural****	1.40	420.991	409.430	454.100	492.430	498.270	433.861	635.436	742.774	831.690
Residencial										
Total		52428.89	52441.42	52418.33	52368.53	52479.02	52349.07	52219.13	51991.90	51764.67
		0	3	7	6	4	8	3	2	1
Leña		51944.76	51942.92	51907.26	51846.23	51937.41	51800.28	51663.15	51442.44	51221.73
		0	3	2	4	0	0	0	0	0
Gas licuado		277.826	291.022	302.424	312.479	330.612	336.628	342.643	348.433	354.223
Querosinas		9.562	8.160	7.219	6.625	3.954	4.398	4.841	3.217	1.592
Gas Natural		196.742	199.318	201.432	203.199	207.048	207.773	208.498	197.812	187.125
Cocción										
Leña	210.00	43231.95	43415.59	43524.30	43576.81	43966.51	43850.43	43734.34	43547.51	43360.67
		2	3	3	4	6	2	7	0	3
Gas licuado	1.10	179.507	188.432	196.801	204.753	215.209	221.908	228.607	232.469	236.332
Gas Natural	1.00	3.642	3.161	2.804	2.538	1.719	1.731	1.743	1.158	0.573
Querosinas	5.80	187.419	189.153	189.745	189.481	194.355	191.521	188.687	179.015	169.344
Calentamiento de agua										
Leña	210.00	8712.808	8527.329	8382.959	8269.420	7970.894	7949.848	7928.803	7894.930	7861.057
Gas licuado	1.10	68.210	71.293	74.232	77.063	80.542	83.049	85.556	87.002	88.448
Gas Natural	1.00	4.181	3.629	3.219	2.915	1.974	1.988	2.001	1.330	0.658
Querosinas	5.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Otros										
Leña	210.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	1.10	30.109	31.297	31.390	30.663	34.861	31.671	28.481	28.962	29.443
Gas Natural	1.00	1.739	1.369	1.197	1.172	0.261	0.679	1.097	0.729	0.361
Querosinas	5.80	9.322	10.165	11.687	13.718	12.693	16.253	19.812	18.796	17.781
Comercial										
Total		24.638	39.658	46.430	45.881	53.698	52.058	54.536	56.444	59.377
Gas licuado	0.90	18.217	33.499	39.605	39.137	46.860	46.463	48.053	49.696	52.068
Diesel	0.20	0.258	0.270	0.333	0.329	0.495	0.320	0.340	0.365	0.686
Combustóleo	0.20	6.163	5.889	6.492	6.415	6.343	5.274	6.143	6.383	6.623

Módulo Submódulo Hoja de trabajo Hoja	Energía CH4 procedente de fuentes energéticas 5 de 8 (2) Emisiones de CH4 (toneladas)									
	Factor de emisión	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
AÑO	Kg/TJ									
Agropecuario										
Total		52.600	43.286	38.150	33.948	32.270	33.363	38.403	39.194	16.794
Gas licuado	0.90	1.374	1.443	0.945	0.985	1.008	1.010	1.044	1.038	1.132
Gasolinas	0.90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kerosinas	5.80	39.196	29.070	24.087	19.610	18.635	19.355	23.554	23.316	0.232
Diesel	0.20	12.029	12.774	13.118	13.354	12.626	12.999	13.805	14.840	15.430
Combustóleo	3.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	1.40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sector Industrial										
Total		2559.282	2697.491	2537.526	2669.076	2557.183	2698.370	2730.847	2800.664	2863.187
Bagazo de C	15.00	1093.005	1262.880	1162.215	1290.180	1082.220	1260.480	1248.705	1370.580	1404.255
Coque		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	0.90	13.639	14.426	15.773	16.130	16.742	15.377	15.892	15.799	16.604
Kerosinas	5.80	14.187	11.258	12.018	6.020	6.212	5.951	7.064	6.989	0.719
Diesel	0.20	8.411	9.566	13.936	13.550	12.618	12.913	13.858	15.115	16.439
Combustóleo	3.00	795.390	714.924	671.043	661.218	689.556	573.873	681.081	684.213	709.035
Gas Natural	1.40	634.651	684.438	662.542	681.978	749.836	829.777	764.246	707.969	716.135
Minería										
Total										
Coque	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	0.90	0.545	0.713	0.981	1.031	1.070	1.904	2.026	1.904	2.048
Diesel	0.20	0.958	0.902	0.768	0.795	0.826	0.970	0.988	0.929	0.999
Combustóleo	3.00	22.635	19.020	16.383	17.100	17.766	15.522	20.058	18.855	20.283
Gas Natural	1.40	23.808	28.571	30.745	32.343	33.614	35.983	40.230	37.817	40.683
Construcción										
Total										
Diesel	0.20	0.939	0.963	1.033	1.052	1.051	0.803	0.967	0.981	1.027
Siderurgia										
Total										
Coque	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	0.90	1.131	0.838	0.304	0.268	0.301	0.357	0.383	0.395	0.395
Kerosinas	5.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.20	0.156	0.136	0.176	0.174	0.195	0.237	0.249	0.256	0.256
Combustóleo	3.00	79.242	74.004	41.907	51.738	57.705	59.901	69.750	71.823	71.799
Gas Natural	1.40	112.392	109.143	107.243	111.980	124.894	140.293	148.617	153.034	152.981
Petroquímica (PEMEX)										
Total										
Combustóleo	3.00	33.672	28.911	30.906	27.492	6.618	5.517	6.510	6.540	6.540
Gas Natural	1.40	222.953	247.684	225.611	201.604	246.856	255.230	247.439	220.599	202.447

Módulo	Energía									
Submódulo	CH4 procedente de fuentes energéticas									
Hoja de trabajo	5 de 8(3)									
Hoja	Factor de emisión	Emissiones de CH4 (toneladas)								
AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Ind. Azucar										
Total (no incluye biomasa)										
Bagazo de C	15.00									
Diesel	0.20	1.692	0.011	0.002	0.006	0.005	0.006	0.007	0.007	0.008
Combustóleo	3.00	110.829	119.754	122.211	105.744	89.301	105.330	112.398	111.003	126.396
Química										
Total										
Gas licuado	0.90	0.165	0.444	0.451	0.458	0.512	0.502	0.525	0.553	0.573
Diesel	0.20	0.298	0.796	0.838	0.850	0.954	0.949	0.992	1.044	1.083
Combustóleo	3.00	105.972	117.129	116.973	118.728	133.212	117.897	128.727	135.477	140.508
Gas Natural	1.40	71.729	71.624	73.877	74.984	84.132	82.477	86.188	90.707	94.074
Cemento										
Total										
Diesel	0.20	0.190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Combustóleo	3.00	224.103	237.396	244.842	243.684	246.081	209.259	221.742	219.642	235.260
Gas Natural	1.40	14.581	12.513	18.680	16.475	14.729	13.968	14.375	14.239	15.918
Celulosa y Papel										
Total										
Gas licuado	0.90	0.222	0.154	0.208	0.204	0.212	0.194	0.204	0.184	0.206
Diesel	0.20	0.103	0.199	0.832	0.814	0.842	0.780	0.824	0.741	0.833
Combustóleo	3.00	93.240	55.890	44.745	43.767	45.294	28.188	41.835	37.614	42.303
Gas Natural	1.40	19.972	33.947	27.205	26.608	27.542	25.523	26.963	24.242	26.036
Vidrio										
Total										
Coque	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	0.90	0.018	0.065	0.072	0.076	0.076	0.068	0.079	0.088	0.088
Diesel	0.20	0.117	0.122	0.257	0.239	0.311	0.199	0.318	0.354	0.356
Combustóleo	3.00	18.615	3.951	4.116	4.200	4.296	5.226	5.493	6.117	6.141
Gas Natural	1.40	28.804	35.398	36.299	37.027	32.554	29.526	30.313	33.750	33.879
Fertilizantes										
Total										
Diesel	0.20	0.027	0.029	0.017	0.030	0.022	0.013	0.024	0.021	0.018
Combustóleo	3.00	6.741	8.280	3.426	7.947	12.039	9.039	11.649	10.017	8.526
Gas Natural	1.40	13.373	10.888	8.610	12.365	12.054	11.669	12.951	11.138	9.479
Cerveza y Malta										
Total										
Gas licuado	0.90	0.093	0.029	0.029	0.030	0.032	0.086	0.033	0.035	0.039
Diesel	0.20	0.076	0.021	0.082	0.084	0.069	0.009	0.072	0.075	0.083
Combustóleo	3.00	19.080	16.836	12.804	13.089	13.770	9.762	13.443	14.091	15.606
Gas Natural	1.40	4.843	6.188	7.608	7.776	8.736	7.955	9.544	10.004	11.080

Módulo		Energía								
Submódulo		CH4 procedente de fuentes energéticas								
Hoja de trabajo		5 de 8(4)								
Hoja		Emisiones de CH4 (toneladas)								
		Factor de emisión								
AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Aguas envasadas										
Total										
Gas licuado	0.90	0.565	0.759	1.310	0.562	0.594	0.509	0.517	0.545	0.579
Diesel	0.20	0.276	0.366	0.872	0.531	0.569	0.486	0.494	0.521	0.553
Combustóleo	3.00	4.104	3.675	2.529	3.984	4.212	3.405	3.453	3.642	3.867
Gas Natural	1.40	2.083	2.680	0.760	2.628	2.775	2.373	2.411	2.544	2.701
Automotriz										
Total										
Gas licuado	0.90	1.031	0.784	0.856	1.175	1.178	0.802	1.043	1.157	1.256
Diesel	0.20	0.051	0.083	0.063	0.062	0.062	0.037	0.048	0.053	0.057
Combustóleo	3.00	0.168	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	1.40	2.443	2.447	2.058	2.859	2.870	2.653	3.451	3.829	4.152
Hule										
Total										
Gas licuado	0.90	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005
Diesel	0.20	0.048	0.111	0.099	0.131	0.155	0.147	0.167	0.189	0.204
Combustóleo	3.00	2.100	1.707	1.767	1.599	1.527	1.068	1.554	1.758	1.893
Gas Natural	1.40	4.410	4.448	4.400	2.722	3.244	3.065	3.500	3.956	4.263
Aluminio										
Total										
Gas licuado	0.90	0.029	0.082	0.114	0.096	0.122	0.088	0.122	0.157	0.143
Kerosina	5.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.20	0.098	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Combustóleo	3.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	1.40	2.247	2.584	3.672	3.861	4.837	4.585	4.922	6.266	5.729
Tabaco										
Total										
Diesel	0.20	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Combustóleo	3.00	0.096	0.180	0.192	0.180	0.180	0.159	0.162	0.180	0.198
Gas Natural	1.40	0.353	0.337	0.343	0.322	0.337	0.330	0.337	0.372	0.410
Otras Ramas										
Total										
Coque	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	0.90	9.836	10.556	11.444	12.227	12.642	10.862	10.957	10.776	11.273
Kerosinas	5.80	14.187	11.258	12.018	6.020	6.212	5.951	7.064	6.989	0.719
Diesel	0.20	3.382	5.825	8.897	8.782	7.556	8.277	8.708	9.943	10.961
Combustóleo	3.00	74.793	28.191	28.242	21.966	57.555	3.600	44.307	47.454	29.715
Gas Natural	1.40	110.660	115.986	115.430	148.424	150.661	214.148	133.004	95.469	112.304
Generación de electricidad										
Total										
Gas natural	1.00	143.699	168.887	156.616	153.367	180.063	185.380	191.371	207.934	246.208
Combustóleo	0.90	593.438	599.177	590.800	599.052	714.690	626.890	647.022	740.818	813.369
Diesel	0.90	14.047	15.476	11.075	10.554	11.968	9.401	8.581	11.941	17.425
Carbón	0.70	53.232	54.928	56.971	72.311	89.783	98.085	119.378	120.083	123.278

Módulo Energía
Submódulo CH4 procedente de fuentes energéticas
 Hoja de trabajo 5 de 8(5)
 Hoja Factor de Emisiones de CH4 (toneladas)
 emisión

AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
TOTALES										
Total		56883	56995	56872	57024	57191	56933	57061	57058	57131
Bagazo de Caña		1093	1263	1162	1290	1082	1260	1249	1371	1404
Leña		51945	51943	51907	51846	51937	51800	51663	51442	51222
Coque y carbón		53	55	57	72	90	98	119	120	123
Gas licuado		334	366	387	397	423	425	425	431	439
Gasolinas		64	84	60	45	22	22	16	7	32
Diesel		43	51	50	40	46	43	44	50	57
Combustóleo		1794	1622	1571	1550	1724	1498	1619	1689	1810
Querosinas y jetfuel		161	150	203	252	232	130	126	92	63
Gas Natural		1396	1462	1475	1531	1635	1657	1800	1856	1981
Total por sector										
Industrial		2559	2697	2538	2669	2557	2698	2731	2801	2863
Industrias energéticas		1013	935	1016	1072	1073	880	1052	1089	1227
Residencial		52429	52441	52418	52369	52479	52349	52219	51992	51765
Comercial		25	40	46	46	54	52	55	56	59
Agropecuario		53	43	38	34	32	33	38	39	17
Generación de electricidad		804	838	815	835	997	920	966	1081	1200
Total sin biomasa		56883	56995	56872	57024	57191	56933	57061	57058	57131

Módulo Energía
Submódulo NMVOC procedente de fuentes energéticas
 Hoja de trabajo 6 de 8(1)
 Hoja Factor de Emisiones de NMVOC (toneladas)
 de
 emisión

AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrias energéticas										
Total		2816.73	2833.58	2883.61	2732.53	2805.99	2427.50	3097.88	3371.51	3849.09
Carbón****	5.00	1.78	0.62	0.17	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coque		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gas licuado		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gasolinas	5.00	354.10	464.15	332.54	248.83	124.01	122.03	86.65	37.56	175.05
Kerosinas	5.00	84.40	87.15	137.78	189.65	174.85	86.27	78.27	50.10	52.07
Diesel	5.00	208.70	316.37	286.24	63.11	205.12	183.78	188.43	201.76	182.84
Combustóleo	5.00	664.22	503.05	505.10	472.17	522.48	485.93	475.13	429.33	468.81
Prod no En.										
Gas Natural****	5.00	1503.54	1462.25	1621.79	1758.68	1779.54	1549.51	2269.42	2652.77	2970.32
Residencial										
Total		148631.0	148620.9	148516.2	148340.3	148590.8	148201.9	147812.9	147165.0	146517.0
Leña		148413.6	148408.3	148306.4	148132.1	148392.6	148000.8	147609.0	146978.4	146347.8
		0	5	6	0	0	0	0	0	0
Gas licuado		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Querosinas		47.81	40.80	36.10	33.12	19.77	21.99	24.21	16.08	7.96
Gas Natural		169.61	171.83	173.65	175.17	178.49	179.12	179.74	170.53	161.32
Cocción										
Leña	600.00	123519.8	124044.5	124355.1	124505.1	125618.6	125286.9	124955.2	124421.4	123887.6
Gas licuado		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gas Natural	5.00	18.21	15.81	14.02	12.69	8.60	8.66	8.71	5.79	2.87
Querosinas	5.00	161.57	163.06	163.57	163.35	167.55	165.10	162.66	154.32	145.99
Calentamiento de agua										
Leña	600.00	24893.74	24363.80	23951.31	23626.91	22773.98	22713.85	22653.72	22556.94	22460.16
Gas licuado		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gas Natural	5.00	20.91	18.15	16.09	14.57	9.87	9.94	10.01	6.65	3.29
Querosinas	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros										
Leña	600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gas licuado		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gas Natural	5.00	8.69	6.85	5.98	5.86	1.30	3.39	5.49	3.64	1.80
Querosinas	5.00	8.04	8.76	10.07	11.83	10.94	14.01	17.08	16.20	15.33
Comercial										
Total		160.53	153.99	170.62	168.59	170.94	139.86	162.08	168.71	182.72
Gas licuado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diesel	5.00	6.45	6.76	8.32	8.22	12.38	8.01	8.50	9.14	17.14
Combustóleo	5.00	154.09	147.23	162.30	160.37	158.57	131.86	153.58	159.57	165.58
Agropecuario										
Total		334.53	344.41	348.71	350.76	331.72	341.65	365.43	391.11	385.95
Gas licuado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gasolinas	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kerosinas	5.00	33.79	25.06	20.77	16.91	16.07	16.69	20.31	20.10	0.20
Diesel	5.00	300.74	319.35	327.94	333.85	315.66	324.97	345.13	371.01	385.75
Combustóleo	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gas Natural	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Módulo Energía
Submódulo NMVOC procedente de fuentes energéticas
 Hoja de trabajo 6 de 8(2)
 Hoja Factor de Emisiones de NMVOC (toneladas)
 emisión

AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Sector Industrial										
Total		6556.82	6681.23	6656.82	6878.05	7006.34	7537.98	7597.79	7717.40	7870.92
Bagazo de C	20.00	1457.34	1683.84	1549.62	1720.24	1442.96	1680.64	1664.94	1827.44	1872.34
Coque	20.00	1284.72	1112.58	1263.80	1276.20	1415.34	1609.44	1715.72	1837.24	1847.64
Gas licuado		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kerosinas	5.00	12.23	9.71	10.36	5.19	5.36	5.13	6.09	6.03	0.62
Diesel	5.00	210.27	239.15	348.41	338.75	315.44	322.82	346.45	377.88	410.97
Combustóleo	5.00	1325.65	1191.54	1118.41	1102.03	1149.26	956.46	1135.14	1140.36	1181.73
Gas Natural	5.00	2266.61	2444.42	2366.22	2435.64	2677.99	2963.49	2729.45	2528.46	2557.63
Minería										
Total										
Coque	20.00	135.08	77.48	76.84	80.82	84.00	91.08	100.44	98.86	109.78
Gas licuado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diesel	5.00	23.95	22.55	19.19	19.87	20.65	24.25	24.70	23.22	24.98
Combustóleo	5.00	37.73	31.70	27.31	28.50	29.61	25.87	33.43	31.43	33.81
Gas Natural	5.00	85.03	102.04	109.81	115.51	120.05	128.51	143.68	135.06	145.30
Construcción										
Total										
Diesel	5.00	23.47	24.07	25.84	26.29	26.27	20.09	24.17	24.54	25.67
Siderurgia										
Total										
Coque	20.00	1129.36	1017.60	1169.22	1177.48	1313.28	1501.26	1596.80	1716.84	1716.24
Gas licuado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kerosinas	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diesel	5.00	3.90	3.40	4.40	4.36	4.87	5.92	6.23	6.41	6.41
Combustóleo	5.00	132.07	123.34	69.85	86.23	96.18	99.84	116.25	119.71	119.67
Gas Natural	5.00	401.40	389.80	383.01	399.93	446.05	501.05	530.78	546.55	546.36
Petroquímica (PEMEX)										
Total										
Combustóleo	5.00	56.12	48.19	51.51	45.82	11.03	9.20	10.85	10.90	10.90
Gas Natural	5.00	796.26	884.59	805.76	720.02	881.63	911.54	883.71	787.86	723.03
Ind. Azucar										
Total (no incluye biomasa)										
Bagazo de C	20.00									
Diesel	5.00	42.30	0.28	0.06	0.16	0.12	0.15	0.17	0.17	0.19
Combustóleo	5.00	184.72	199.59	203.69	176.24	148.84	175.55	187.33	185.01	210.66
Química										
Total										
Gas licuado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diesel	5.00	7.44	19.91	20.94	21.26	23.85	23.73	24.80	26.10	27.07
Combustóleo	5.00	176.62	195.22	194.96	197.88	222.02	196.50	214.55	225.80	234.18
Gas Natural	5.00	256.18	255.80	263.85	267.80	300.47	294.56	307.82	323.96	335.98
Cemento										
Total										
Diesel	5.00	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Combustóleo	5.00	373.51	395.66	408.07	406.14	410.14	348.77	369.57	366.07	392.10
Gas Natural	5.00	52.08	44.69	66.72	58.84	52.61	49.89	51.34	50.86	56.85

Módulo Energía
Submódulo NMVOC procedente de fuentes energéticas
 Hoja de trabajo 6 de 8(3)
 Hoja Factor de Emisiones de NMVOC (toneladas)
 emisión

AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Celulosa y Papel										
Total										
Gas licuado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diesel	5.00	2.59	4.97	20.80	20.35	21.06	19.51	20.61	18.53	20.84
Combustóleo	5.00	155.40	93.15	74.58	72.95	75.49	46.98	69.73	62.69	70.51
Gas Natural	5.00	71.33	121.24	97.16	95.03	98.37	91.16	96.30	86.58	92.99
Vidrio										
Total										
Coque	20.00	20.28	17.50	17.74	17.90	18.06	17.10	18.48	21.54	21.62
Gas licuado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diesel	5.00	2.93	3.05	6.43	5.97	7.78	4.97	7.96	8.86	8.89
Combustóleo	5.00	31.03	6.59	6.86	7.00	7.16	8.71	9.16	10.20	10.24
Gas Natural	5.00	102.87	126.42	129.64	132.24	116.27	105.45	108.26	120.54	121.00
Fertilizantes										
Total										
Diesel	5.00	0.68	0.74	0.42	0.76	0.56	0.32	0.61	0.53	0.45
Combustóleo	5.00	11.24	13.80	5.71	13.25	20.07	15.07	19.42	16.70	14.21
Gas Natural	5.00	47.76	38.89	30.75	44.16	43.05	41.68	46.26	39.78	33.86
Cerveza y Malta										
Total										
Gas licuado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diesel	5.00	1.91	0.52	2.05	2.09	1.73	0.22	1.79	1.88	2.08
Combustóleo	5.00	31.80	28.06	21.34	21.82	22.95	16.27	22.41	23.49	26.01
Gas Natural	5.00	17.30	22.10	27.17	27.77	31.20	28.41	34.09	35.73	39.57
Aguas envasadas										
Total										
Gas licuado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diesel	5.00	6.90	9.15	21.80	13.27	14.22	12.16	12.35	13.03	13.84
Combustóleo	5.00	6.84	6.13	4.22	6.64	7.02	5.68	5.76	6.07	6.45
Gas Natural	5.00	7.44	9.57	2.72	9.39	9.91	8.48	8.61	9.09	9.65
Automotriz										
Total										
Gas licuado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diesel	5.00	1.28	2.07	1.57	1.55	1.55	0.92	1.20	1.33	1.44
Combustóleo	5.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gas Natural	5.00	8.73	8.74	7.35	10.21	10.25	9.48	12.33	13.68	14.83
Hule										
Total										
Gas licuado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diesel	5.00	1.20	2.77	2.47	3.28	3.88	3.67	4.19	4.73	5.10
Combustóleo	5.00	3.50	2.85	2.95	2.67	2.55	1.78	2.59	2.93	3.16
Gas Natural	5.00	15.75	15.89	15.72	9.72	11.59	10.95	12.50	14.13	15.23
Aluminio										
Total										
Gas licuado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kerosina	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diesel	5.00	2.45	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Combustóleo	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gas Natural	5.00	8.03	9.23	13.12	13.79	17.28	16.38	17.58	22.38	20.46

Módulo Energía
Submódulo NMVOC procedente de fuentes energéticas
 Hoja de trabajo 6 de 8(4)
 Hoja Factor de Emisiones de NMVOC (toneladas)
 emisión

AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Tabaco										
Total										
Diesel	5.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Combustóleo	5.00	0.16	0.30	0.32	0.30	0.30	0.27	0.27	0.30	0.33
Gas Natural	5.00	1.26	1.21	1.23	1.15	1.21	1.18	1.21	1.33	1.47
Otras Ramas										
Total										
Coque	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gas licuado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kerosinas	5.00	12.23	9.71	10.36	5.19	5.36	5.13	6.09	6.03	0.62
Diesel	5.00	84.55	145.64	222.43	219.55	188.90	206.92	217.69	248.57	274.03
Combustóleo	5.00	124.66	46.99	47.07	36.61	95.93	6.00	73.85	79.09	49.53
Gas Natural	5.00	395.22	414.24	412.25	530.09	538.08	764.82	475.02	340.96	401.09
Generación de electricidad										
Total		4473.64	4651.52	4533.76	4670.04	5578.62	5162.46	5451.79	6079.40	6727.12
Gas natural	5.00	718.50	844.44	783.08	766.84	900.32	926.90	956.86	1039.67	1231.04
Combustoleo	5.00	3296.88	3328.76	3282.22	3328.07	3970.50	3482.72	3594.57	4115.66	4518.72
Diesel	5.00	78.04	85.98	61.53	58.64	66.49	52.23	47.67	66.34	96.81
Carbón	5.00	380.23	392.35	406.94	516.51	641.31	700.61	852.70	857.74	880.56
TOTALES										
Total		1990.00	1991.00	1992.00	1993.00	1994.00	1995.00	1996.00	1997.00	1998.00
Bagazo de Caña		162973.2	163285.7	163109.7	163140.3	164484.4	163811.3	164487.9	164893.1	165532.8
Leña		1457.34	1683.84	1549.62	1720.24	1442.96	1680.64	1664.94	1827.44	1872.34
Coque y carbón		148413.6	148408.3	148306.4	148132.1	148392.6	148000.8	147609.0	146978.4	146347.8
Gas licuado		1666.73	1505.55	1670.90	1792.81	2056.65	2310.05	2568.42	2694.98	2728.20
Gasolinas		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diesel		354.10	464.15	332.54	248.83	124.01	122.03	86.65	37.56	175.05
Combustóleo		804.18	967.60	1032.43	802.56	915.08	891.79	936.17	1026.12	1093.50
Querosinas y jetfuel		5440.83	5170.58	5068.03	5062.63	5800.81	5056.96	5358.41	5844.91	6334.83
Gas Natural		178.23	162.71	205.00	244.86	216.04	130.07	128.87	92.30	60.85
Gas Natural		4658.25	4922.93	4944.73	5136.32	5536.33	5619.01	6135.46	6391.42	6920.30
Industrial		6556.82	6681.23	6656.82	6878.05	7006.34	7537.98	7597.79	7717.40	7870.92
Industrias energéticas		2816.73	2833.58	2883.61	2732.53	2805.99	2427.50	3097.88	3371.51	3849.09
Residencial		148631.0	148620.9	148516.2	148340.3	148590.8	148201.9	147812.9	147165.0	146517.0
Comercial		160.53	153.99	170.62	168.59	170.94	139.86	162.08	168.71	182.72
Agropecuario		334.53	344.41	348.71	350.76	331.72	341.65	365.43	391.11	385.95
Generación de electricidad		4473.64	4651.52	4533.76	4670.04	5578.62	5162.46	5451.79	6079.40	6727.12
Total		162973.2	163285.7	163109.7	163140.3	164484.4	163811.3	164487.9	164893.1	165532.8

Módulo Submódulo Hoja de trabajo Hoja	Factor de emisión	Energía N2O procedente de fuentes energéticas 7 de 8(1) Emisiones de N2O (toneladas)								
		AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Industrias energéticas										
Total		121.025	129.713	118.961	97.357	101.627	89.595	100.473	101.499	119.824
Carbón****	1.60	0.570	0.198	0.053	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Coque	1.40	2.132	4.159	1.154	1.281	1.364	1.534	1.441	1.534	1.575
Gas licuado		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gasolinas	0.40	28.328	37.132	26.603	19.906	9.920	9.762	6.932	3.004	14.004
Kerosinas	0.20	3.376	3.486	5.511	7.586	6.994	3.451	3.131	2.004	2.083
Diesel	0.40	16.696	25.309	22.899	5.048	16.410	14.702	15.074	16.141	14.627
Combustóleo	0.30	39.853	30.183	30.306	28.330	31.349	29.156	28.508	25.760	28.129
Prod no En. Gas Natural****	0.10	30.071	29.245	32.436	35.174	35.591	30.990	45.388	53.055	59.406
Residencial										
Total (no incluye biomasa)		997.164	997.078	996.378	995.217	996.819	994.276	991.734	986.999	982.264
Leña		989.424	989.389	988.710	987.547	989.284	986.672	984.060	979.856	975.652
Gas licuado		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Querosinas		0.956	0.816	0.722	0.662	0.395	0.440	0.484	0.322	0.159
Gas Natural		6.784	6.873	6.946	7.007	7.140	7.165	7.190	6.821	6.453
Cocción										
Leña	4.00	823.466	826.964	829.034	830.035	837.457	835.246	833.035	829.476	825.918
Gas licuado		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	0.10	0.364	0.316	0.280	0.254	0.172	0.173	0.174	0.116	0.057
Querosinas	0.20	6.463	6.523	6.543	6.534	6.702	6.604	6.506	6.173	5.839
Calentamiento de agua										
Leña	4.00	165.958	162.425	159.675	157.513	151.827	151.426	151.025	150.380	149.734
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	0.10	0.418	0.363	0.322	0.291	0.197	0.199	0.200	0.133	0.066
Querosinas	0.20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Otros										
Leña	4.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	0.10	0.174	0.137	0.120	0.117	0.026	0.068	0.110	0.073	0.036
Querosinas	0.20	0.321	0.351	0.403	0.473	0.438	0.560	0.683	0.648	0.613
Comercial										
Total		9.761	9.374	10.403	10.279	10.504	8.552	9.895	10.305	11.306
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.40	0.516	0.541	0.665	0.657	0.990	0.640	0.680	0.731	1.371
Combustóleo	0.30	9.245	8.834	9.738	9.622	9.514	7.911	9.215	9.574	9.935
Agropecuario										
Total		25.410	26.550	27.066	27.384	25.895	26.665	28.422	30.484	30.868
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gasolinas	0.40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kerosinas	0.20	1.352	1.002	0.831	0.676	0.643	0.667	0.812	0.804	0.008
Diesel	0.40	24.059	25.548	26.235	26.708	25.252	25.997	27.610	29.680	30.860
Combustóleo	0.30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	0.10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Módulo Submódulo Hoja de trabajo Hoja	Energía N2O procedente de fuentes energéticas 7 de 8(2)									
	Factor de emisión	Emisiones de N2O (toneladas)								
AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Sector Industrial										
Total		523.580	554.549	541.106	575.524	535.631	591.477	603.745	643.556	658.761
Bagazo de C	4.00	291.468	336.768	309.924	344.048	288.592	336.128	332.988	365.488	374.468
Coque	1.40	89.930	77.881	88.466	89.334	99.074	112.661	120.100	128.607	129.335
Gas licuado		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kerosinas	0.20	0.489	0.388	0.414	0.208	0.214	0.205	0.244	0.241	0.025
Diesel	0.40	16.821	19.132	27.873	27.100	25.235	25.826	27.716	30.230	32.878
Combustóleo	0.30	79.539	71.492	67.104	66.122	68.956	57.387	68.108	68.421	70.904
Gas Natural	0.10	45.332	48.888	47.324	48.713	53.560	59.270	54.589	50.569	51.153
Minería										
Total										
Coque	1.40	9.456	5.424	5.379	5.657	5.880	6.376	7.031	6.920	7.685
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.40	1.916	1.804	1.535	1.589	1.652	1.940	1.976	1.858	1.998
Combustóleo	0.30	2.264	1.902	1.638	1.710	1.777	1.552	2.006	1.886	2.028
Gas Natural	0.10	1.701	2.041	2.196	2.310	2.401	2.570	2.874	2.701	2.906
Construcción										
Total										
Diesel	0.40	1.877	1.925	2.067	2.103	2.102	1.607	1.933	1.963	2.053
Siderurgia										
Total										
Coque	1.40	79.055	71.232	81.845	82.424	91.930	105.088	111.776	120.179	120.137
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kerosinas	0.20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.40	0.312	0.272	0.352	0.348	0.390	0.473	0.498	0.513	0.513
Combustóleo	0.30	7.924	7.400	4.191	5.174	5.771	5.990	6.975	7.182	7.180
Gas Natural	0.10	8.028	7.796	7.660	7.999	8.921	10.021	10.616	10.931	10.927
Petroquímica (PEMEX)										
Total										
Combustóleo	0.30	3.367	2.891	3.091	2.749	0.662	0.552	0.651	0.654	0.654
Gas Natural	0.10	15.925	17.692	16.115	14.400	17.633	18.231	17.674	15.757	14.461
Ind. Azucar										
Total (no incluye biomasa)										
Bagazo de C	4.00									
Diesel	0.40	3.384	0.022	0.005	0.013	0.010	0.012	0.013	0.013	0.015
Combustóleo	0.30	11.083	11.975	12.221	10.574	8.930	10.533	11.240	11.100	12.640
Química										
Total										
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.40	0.595	1.592	1.675	1.701	1.908	1.898	1.984	2.088	2.165
Combustóleo	0.30	10.597	11.713	11.697	11.873	13.321	11.790	12.873	13.548	14.051
Gas Natural	0.10	5.124	5.116	5.277	5.356	6.009	5.891	6.156	6.479	6.720
Cemento										
Total										
Diesel	0.40	0.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Combustóleo	0.30	22.410	23.740	24.484	24.368	24.608	20.926	22.174	21.964	23.526
Gas Natural	0.10	1.042	0.894	1.334	1.177	1.052	0.998	1.027	1.017	1.137

Módulo	Energía									
Submódulo	N2O procedente de fuentes energéticas									
Hoja de trabajo	7 de 8(3)									
Hoja	Factor de emisión	Emissiones de N2O (toneladas)								
AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Celulosa y Papel										
Total										
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.40	0.207	0.398	1.664	1.628	1.685	1.560	1.648	1.482	1.667
Combustóleo	0.30	9.324	5.589	4.475	4.377	4.529	2.819	4.184	3.761	4.230
Gas Natural	0.10	1.427	2.425	1.943	1.901	1.967	1.823	1.926	1.732	1.860
Vidrio										
Total										
Coque	1.40	1.420	1.225	1.242	1.253	1.264	1.197	1.294	1.508	1.513
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.40	0.234	0.244	0.514	0.477	0.622	0.398	0.636	0.708	0.711
Combustóleo	0.30	1.862	0.395	0.412	0.420	0.430	0.523	0.549	0.612	0.614
Gas Natural	0.10	2.057	2.528	2.593	2.645	2.325	2.109	2.165	2.411	2.420
Fertilizantes										
Total										
Diesel	0.40	0.054	0.059	0.034	0.060	0.044	0.026	0.049	0.042	0.036
Combustóleo	0.30	0.674	0.828	0.343	0.795	1.204	0.904	1.165	1.002	0.853
Gas Natural	0.10	0.955	0.778	0.615	0.883	0.861	0.834	0.925	0.796	0.677
Cerveza y Malta										
Total										
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.40	0.153	0.041	0.164	0.167	0.138	0.018	0.143	0.150	0.166
Combustóleo	0.30	1.908	1.684	1.280	1.309	1.377	0.976	1.344	1.409	1.561
Gas Natural	0.10	0.346	0.442	0.543	0.555	0.624	0.568	0.682	0.715	0.791
Aguas envasadas										
Total										
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.40	0.552	0.732	1.744	1.061	1.138	0.973	0.988	1.042	1.107
Combustóleo	0.30	0.410	0.368	0.253	0.398	0.421	0.341	0.345	0.364	0.387
Gas Natural	0.10	0.149	0.191	0.054	0.188	0.198	0.170	0.172	0.182	0.193
Automotriz										
Total										
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.40	0.102	0.166	0.126	0.124	0.124	0.074	0.096	0.106	0.115
Combustóleo	0.30	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	0.10	0.175	0.175	0.147	0.204	0.205	0.190	0.247	0.274	0.297
Hule										
Total										
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.40	0.096	0.221	0.197	0.262	0.310	0.293	0.335	0.378	0.408
Combustóleo	0.30	0.210	0.171	0.177	0.160	0.153	0.107	0.155	0.176	0.189
Gas Natural	0.10	0.315	0.318	0.314	0.194	0.232	0.219	0.250	0.283	0.305
Aluminio										
Total										
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kerosina	0.20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	0.40	0.196	0.003	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Combustóleo	0.30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	0.10	0.161	0.185	0.262	0.276	0.346	0.328	0.352	0.448	0.409

Módulo Submódulo Hoja de trabajo Hoja	Energía N2O procedente de fuentes energéticas 7 de 8(4)									
	Factor de emisión	Emisiones de N2O (toneladas)								
AÑO	Kg/TJ	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Tabaco										
Total										
Diesel	0.40	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Combustóleo	0.30	0.010	0.018	0.019	0.018	0.018	0.016	0.016	0.018	0.020
Gas Natural	0.10	0.025	0.024	0.025	0.023	0.024	0.024	0.024	0.027	0.029
Otras Ramas										
Total										
Coque	1.40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kerosinas	0.20	0.489	0.388	0.414	0.208	0.214	0.205	0.244	0.241	0.025
Diesel	0.40	6.764	11.651	17.794	17.564	15.112	16.554	17.415	19.885	21.922
Combustóleo	0.30	7.479	2.819	2.824	2.197	5.756	0.360	4.431	4.745	2.972
Gas Natural	0.10	7.904	8.285	8.245	10.602	10.762	15.296	9.500	6.819	8.022
Generación de electricidad										
Total		340.098	349.043	347.736	384.993	466.775	455.874	511.489	547.515	585.267
Gas natural	0.10	14.370	16.889	15.662	15.337	18.006	18.538	19.137	20.793	24.621
Combustóleo	0.30	197.813	199.726	196.933	199.684	238.230	208.963	215.674	246.939	271.123
Diesel	0.40	6.243	6.878	4.922	4.691	5.319	4.178	3.814	5.307	7.744
Carbón	1.60	121.672	125.550	130.219	165.282	205.219	224.195	272.864	274.475	281.779
TOTALES										
Total		2017	2066	2042	2091	2137	2166	2246	2320	2388
Bagazo de Caña		291	337	310	344	289	336	333	365	374
Leña		989	989	989	988	989	987	984	980	976
Coque y carbón		214	208	220	256	306	338	394	405	413
Gas licuado		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasolinas		28	37	27	20	10	10	7	3	14
Diesel		64	77	83	64	73	71	75	82	87
Combustóleo		326	310	304	304	348	303	322	351	380
Querosinas y jetfuel		6	6	7	9	8	5	5	3	2
Gas Natural		97	102	102	106	114	116	126	131	142
Transporte										
Total		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrial		524	555	541	576	536	591	604	644	659
Industrias energéticas		121	130	119	97	102	90	100	101	120
Residencial		997	997	996	995	997	994	992	987	982
Comercial		10	9	10	10	11	9	10	10	11
Agropecuario		25	27	27	27	26	27	28	30	31
Generación de electricidad		340	349	348	385	467	456	511	548	585
Total		2017	2066	2042	2091	2137	2166	2246	2320	2388

Módulo Energía
Submódulo SO2 procedente de fuentes energéticas
 Hoja de trabajo 8 de 8 (1)
 Hoja Emisiones de SO2 (toneladas)

AÑO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrias energéticas									
Total	282063	226329	71831	60786	71805	63514	62093	57052	60261
Carbón****	372	130	34	21	0	0	0	0	0
Coque	3748	7311	2028	2252	2397	2697	2532	2697	2768
Gas licuado	109	122	132	135	129	119	81	76	70
Gasolinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kerosinas	3772	3895	6158	8476	7814	3856	3498	2239	2327
Diesel	9633	14603	13212	2913	9468	8483	8697	9313	8439
Combustóleo	264429	200268	50268	46990	51997	48359	47285	42727	46656
Prod no En. Gas Natural****	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Residencial									
Total (no incluye biomasa)		8798	8923	9030	9248	9299	9350	8960	8571
Leña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas licuado	1068	1118	1162	1201	1271	1294	1317	1339	1361
Querosinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas Natural	7580	7679	7761	7829	7977	8005	8033	7621	7210
Cocción									
Leña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas licuado	690	724	756	787	827	853	879	893	908
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Querosinas	7221	7288	7311	7300	7488	7379	7270	6897	6525
Calentamiento de agua									
Leña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas licuado	262	274	285	296	310	319	329	334	340
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Querosinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros									
Leña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas licuado	116	120	121	118	134	122	109	111	113
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Querosinas	359	392	450	529	489	626	763	724	685
Comercial									
Total	61726	59081	16722	16523	16572	13710	15902	16535	17514
Gas licuado	86	157	186	184	220	218	226	233	245
Diesel	297	312	384	379	571	369	392	422	791
Combustóleo	61342	58611	16152	15960	15780	13122	15284	15880	16479
Agropecuario									
Total	15398	15867	16069	16170	15293	15750	16842	18028	17819
Gas licuado	6	7	4	5	5	5	5	5	5
Gasolinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kerosinas	1510	1120	928	756	718	746	907	898	9
Diesel	13881	14740	15137	15410	14570	15000	15930	17125	17805
Combustóleo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Módulo Energía
Submódulo SO2 procedente de fuentes energéticas
 Hoja de trabajo 8 de 8(2)
 Hoja Emisiones de SO2 (toneladas)

AÑO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Sector Industrial									
Total	696144	622797	283424	282645	303400	308419	340414	357333	364019
Bagazo de C	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coque	158076	136895	155502	157027	174148	198030	211107	226059	227339
Gas licuado	64	68	74	76	79	72	75	74	78
Kerosinas	547	434	463	232	239	229	272	269	28
Diesel	9705	11038	16082	15636	14560	14901	15991	17442	18969
Combustóleo	527752	474362	111304	109674	114374	95186	112969	113488	117605
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minería									
Total									
Coque	16621	9533	9455	9944	10336	11207	12358	12164	13508
Gas licuado	3	3	5	5	5	9	10	9	10
Diesel	1105	1041	886	917	953	1119	1140	1072	1153
Combustóleo	15019	12620	2717	2836	2947	2575	3327	3127	3364
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción									
Total									
Diesel	1083	1111	1192	1213	1213	927	1115	1132	1185
Siderurgia									
Total									
Coque	138960	125208	143864	144881	161590	184719	196475	211245	211171
Gas licuado	5	4	1	1	1	2	2	2	2
Kerosinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diesel	180	157	203	201	225	273	287	296	296
Combustóleo	52578	49103	6951	8582	9571	9936	11569	11913	11909
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Petroquímica (PEMEX)									
Total									
Combustóleo	22342	19183	5126	4560	1098	915	1080	1085	1085
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ind. Azucar									
Total (no incluye biomasa)									
Bagazo de C									
Diesel	1952	13	3	7	6	7	8	8	9
Combustóleo	73537	79458	20271	17539	14812	17471	18643	18412	20965
Química									
Total									
Gas licuado	1	2	2	2	2	2	2	3	3
Diesel	343	919	967	981	1101	1095	1144	1204	1249
Combustóleo	70314	77717	19402	19693	22095	19555	21352	22471	23306
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cemento									
Total									
Diesel	219	0	0	0	0	0	0	0	0
Combustóleo	148695	157515	40611	40419	40817	34709	36780	36431	39022
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Módulo	Energía								
Submódulo	SO2 procedente de fuentes energéticas								
Hoja de trabajo	8 de 8(3)								
Hoja	Emisiones de SO2 (toneladas)								
AÑO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Celulosa y Papel									
Total									
Gas licuado	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Diesel	119	229	960	939	972	900	951	855	962
Combustóleo	61866	37084	7422	7259	7513	4675	6939	6239	7017
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vidrio									
Total									
Coque	2495	2153	2183	2202	2222	2104	2274	2650	2660
Gas licuado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diesel	135	141	297	275	359	229	367	409	410
Combustóleo	12351	2622	683	697	713	867	911	1015	1019
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fertilizantes									
Total									
Diesel	31	34	19	35	26	15	28	24	21
Combustóleo	4473	5494	568	1318	1997	1499	1932	1661	1414
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cerveza y Malta									
Total									
Gas licuado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diesel	88	24	95	96	80	10	83	87	96
Combustóleo	12660	11171	2124	2171	2284	1619	2230	2337	2589
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aguas envasadas									
Total									
Gas licuado	3	4	6	3	3	2	2	3	3
Diesel	318	422	1006	612	656	561	570	601	639
Combustóleo	2723	2438	419	661	699	565	573	604	641
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Automotriz									
Total									
Gas licuado	5	4	4	6	6	4	5	5	6
Diesel	59	96	72	72	72	42	55	61	66
Combustóleo	111	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hule									
Total									
Gas licuado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diesel	55	128	114	151	179	169	193	218	235
Combustóleo	1393	1133	293	265	253	177	258	292	314
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Módulo	Energía								
Submódulo	SO2 procedente de fuentes energéticas								
Hoja de trabajo	8 de 8(4)								
Hoja	Emisiones de SO2 (toneladas)								
AÑO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Aluminio									
Total									
Gas licuado	0	0	1	0	1	0	1	1	1
Kerosina	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diesel	113	2	1	0	0	0	0	0	0
Combustóleo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tabaco									
Total									
Diesel	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Combustóleo	64	119	32	30	30	26	27	30	33
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otras Ramas									
Total									
Coque	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas licuado	46	50	54	57	59	51	51	51	53
Kerosinas	547	434	463	232	239	229	272	269	28
Diesel	3903	6722	10267	10134	8719	9551	10048	11473	12649
Combustóleo	49626	18705	4684	3643	9546	597	7349	7871	4929
Gas Natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Generación de electricidad									
Total	1395597	1411191	414553	441886	532274	495467	538181	591954	638244
Gas natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combustoleo	1312512	1325206	326647	331209	395144	346600	357731	409590	449703
Diesel	3602	3968	2840	2706	3069	2411	2200	3062	4468
Carbón	79483	82016	85066	107971	134060	146456	178250	179302	184073
TOTALES									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Bagazo de Caña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leña	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coque y carbón	241678	226352	242630	267271	310605	347184	391889	408059	414181
Gas licuado	1333	1473	1558	1600	1703	1708	1703	1728	1759
Gasolinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diesel	37119	44662	47654	37044	42238	41163	43211	47363	50473
Combustóleo	2166036	2058447	504370	503833	577296	503268	533269	581685	630442
Querosinas y jetfuel	5829	5448	7549	9463	8772	4831	4678	3406	2364
Gas Natural	7580	7679	7761	7829	7977	8005	8033	7621	7210
Total	2459575	2344062	811522	827040	948590	906158	982783	1049862	1106429
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Industrial	696144	622797	283424	282645	303400	308419	340414	357333	364019
Industrias energéticas		226329	71831	60786	71805	63514	62093	57052	60261
Residencial	8648	8798	8923	9030	9248	9299	9350	8960	8571
Comercial	61726	59081	16722	16523	16572	13710	15902	16535	17514
Agropecuario	15398	15867	16069	16170	15293	15750	16842	18028	17819
Generación de electricidad		1411191	414553	441886	532274	495467	538181	591954	638244
Total	2459575	2344062	811522	827040	948590	906158	982783	1049862	1106429

Apéndice B
Notas sobre Incertidumbre

La Tabla siguiente muestra los factores de emisión de acuerdo con IPCC y con EPA. Esto muestra la variación en los datos dependiendo del factor de emisión que se tome.

	IPCC							EPA (AP-42)						
	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	CH ₄	NMV OC	N ₂ O	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	CH ₄	NMV OC	N ₂ O
	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ
GENERACIÓN ELÉCTRICA														
Gas natural	56100	18	250	-	1.0	5	0.1	49716	34.8	116.0	0.2	1.0	-	0.9
Combustóleo ligero	77367	15	200	497.6	0.9	5	0.3	66539	14.9	140.2	447.6	0.8	-	0.3
Combustóleo pesado	77367	15	200	995.3	0.9	5	0.3	74595	14.9	140.2	936.9	0.8	-	0.3
Diesel	74067	16	220	230.8	0.9	5	0.4	-	16.7	80.0	236.7	-	-	0.4
Carbón bituminoso	94600	9	380	1045.2	0.7	5	1.6	14513 7	13.7	316.1	1045.2	1.1	-	0.8
INDUSTRIAL														
Gas natural	56100	16	64	-	1.4	5	0.1	49716	34.8	41.4	0.2	1.0	-	0.9
Gas licuado	63067	17	96	4.2	0.9	-	-	59979	15.3	90.2	0.004	0.9	-	4.1
Combustóleo ligero	77367	16	65	497.6	0.2	5	0.3	66539	14.9	59.7	447.6	0.2	-	0.3
Combustóleo pesado	77367	15	170	995.3	3.0	5	0.3	74595	14.9	164.1	936.9	3.0	-	0.3
Diesel	74067	16	65	230.8	0.2	5	0.4	71673	14.9	66.7	211.9	0.2	-	0.4
Gasóleo	74067	16	65	230.8	0.2	5	0.4	71673	14.9	66.7	211.9	0.2	-	0.4
Petróleo diáfano	69300	16	65	-	0.2	5	0.4	77953	18.1	72.5	257.4	0.2	-	0.4
Coque	94600	10	160	2460.8 6	-	20	1.4	96079	10.1	152.2	2243.0	-	-	-
Leña	10963 3	590	65	-	15	20	4	69032	469.4	51.8	2.6	3.5	-	1.4
COMERCIAL														
Gas natural	56100	9	45	-	1.2	5	2.3	49716	16.6	41.4	0.2	1.0	-	0.9
Gas licuado	63067	9	71	4.2	0.9	-	-	59979	9.0	65.8	0.004	0.9	-	4.1
RESIDENCIAL														
Gas natural	56100	10	47	-	1.0	5	0.1	49716	16.6	38.9	0.2	0.95	-	0.9
Gas licuado	63067	10	47	4.2	1.1	-	-	59979	9.0	65.8	0.004	0.9	-	4.1
Leña	10963 3	10000	120	-	210	600	4	-	7966.3	96.6	13.8	1035.5	-	-
Kerosinas	71867	16	59	223.5	5.8	5	0.2	64152	17.2	62.0	244.6	5.3	-	0.1

Fuentes: IPCC Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse gas inventories, Workbook, volume 2 (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs5a.htm>), Reference Manual, volume3 (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6a.htm>)

AP- 42 Compilation of Air Pollutan Emission Factors AP-42, 5th edition, volume I, Stationary Point and Area Sources (<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42.html#chapter>)

Apéndice C

Información adicional

Tabla 1. Poderes caloríficos netos

Poderes caloríficos	Unidades	1990	1994	1996	1997	1998
Petróleo Crudo (promedio)	MJ/bb	5993	5872	5811	5860	5856
Condensados	MJ/bb	4002	3784	3944	4184	4194
Gas natural asociado	kJ/m3	42772	41532	39739	39705	38932
Gas natural no asociado	kJ/m3	38099	38069	38619	32526	32292
Carbón térmico	MJ/t	18197	19155	18982	19378	18845
Carbón siderúrgico	MJ/t	23483	23483	23483	23483	23483
Petróleo crudo Maya	MJ/bb	6112	6103	6144	6135	5718
Petróleo crudo Istmo	MJ/bb	5853	5890	5857	5912	6032
Petróleo crudo Olmeca	MJ/bb	5724	5723	5722	5433	6046
Gasolinas naturales	MJ/bb	4634	4818	4818	4818	4781
Coque de petróleo	MJ/t	29692	29692	30920	31185	31732
GLP	MJ/bb	4182	4185	4147	3996	3996
Gasolinas y naftas	MJ/bb	5183	5305	5262	5255	5264
MTBE	MJ/bb	5125	5262	4272	5190	5185
Querosinas	MJ/bb	5547	5657	5539	5693	5649
Diesel	MJ/bb	5794	5793	5723	5731	5729
Combustóleo	MJ/bb	6346	6393	6394	6397	6392
Asfaltos	MJ/bb	6211	3194	6514	6550	6539
Lubricantes	MJ/bb	6006	5994	6009	5998	6029
Grasa	MJ/bb	6066	6281	6281	6281	5967
Parafinas	MJ/bb	5724	5693	5708	5734	5814
Gas residual	kJ/m3	36547	36513	36784	35217	35021
Azufre	MJ/t	8793	8793	8949	8949	8878
Etano	MJ/bb	2645	2695	2695	2801	2798
Mat.prima p. Negro de humo	MJ/bb	6661	6622	6200	6489	6629
Propano-propileno	MJ/bb	3649	3746	3746	3746	3996
Butano-butileno	MJ/bb	4166	5601	5601	5601	3996
Gas residual de exportación	kJ/m3	34791	34934	34934	34934	35458
Gas residual de importación	kJ/m3	34493	33600	33600	33600	34385
Carbón térmico internacional	MJ/t	18360	18360	18360	18360	18360
Carbón siderúrgico internacional	MJ/t	28767	28767	29559	29559	29559
Coque de carbón	MJ/t	26521	26521	26521	26521	26521
Leña	MJ/t	14486	14486	14486	14486	14486
Bagazo de caña	MJ/t	7055	7055	7055	7055	7055
Uranio	MJ/g	3287	3287	3287	3287	3287

Fuente: Secretaría de Energía, Balance Nacional de Energía, 1998

Información del Documento

Formato

MARC, **Campo**, valor.

008/11, **País**, mx.

008/35-37, **Idioma**, spa.

100, **Autor**, Claudia Sheinbaum Prado, Instituto de Ingeniería, UNAM.

110, **Autor Institucional**, Instituto Nacional de Ecología.

245, **Título**, INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO: 1994, 1996, 1998.

740, **Otro título**, Energía - Fuentes fijas y de área.

260, **Lugar, editor y fecha**, Cd. de México, Ruiz Suárez, L.G., Martínez J., 24/09/2001.

300, **Descripción física**, 58 p.

355, **Seguridad**, 0.

400, **Serie o colección**, Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

520, **Resumen**, En este reporte se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al consumo de energía en México para report.

650 **Temas**, (palabras extraídas de un thesaurus, no se usa).

653, **Palabras clave**, INEGEI, II-UNAM, Energía, Fuentes Fijas y de área, Bióxido de Carbono.

700, **Coautores**, Luis Rodríguez Viqueira; Guillermo Robles Morales, Instituto de Ingeniería, UNAM.

700 e, **Revisión**, Luis Gerardo Ruiz, Xochitl Cruz y Elvia Segura, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.

710, **Coautores institucionales**, Red de Desarrollo Sustentable, US Environmental Protection Agency.

852, **Ubicación**, Dirección de Cambio Climático, INE, Nivel 31.

856, **Localización electrónica**, Buscar en www.ine.gob.mx.

270, **Dirección**, Adrián Fernández, afernand@ine.gob.mx, tel (52) 5624-34-58, fax (52) 5624-35-84, Dir. G. Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global INE, Av. Revolución 1425, Nivel 8, C.P. 01040. México D.F.

**Parte 2 ; Energía: Sector
Transporte**



**Inventario Nacional
de
Emisiones de Gases
de
Efecto Invernadero
1994 -1998**

**Instituto Nacional de Ecología
Secretaría de Medio Ambiente
y Recursos Naturales**

Dr. Víctor Lichtinger Waismar
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dr. Exequiel Ezcurra
Presidente del Instituto Nacional de Ecología

Dr. Adrián Fernández Bremauntz
*Director General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional
y Global*

Biól. Julia Martínez Fernández
Directora de Investigación sobre Cambio Climático

Fecha: Octubre, 2000.

Resumen

El consumo de energía del sector transporte mexicano aumentó el 20% en el período 1990-1998. El mayor aumento, del 42%, se tuvo en la aviación nacional, en tanto que en el autotransporte el incremento fue del 20% y en la navegación marítima nacional el consumo subió el 31%. En el transporte por ferrocarril el consumo disminuyó un 13%. Los combustibles que se consumieron fueron gasolinas y diesel para el autotransporte, queroseno para la aviación, diesel y combustóleo para la navegación marítima y diesel en el ferrocarril. Se estima que en 1998 el consumo de energía para el transporte internacional representó el 1.6% del consumo total en este sector. Dentro del transporte internacional el combustible que se utilizó mayoritariamente fue el queroseno para aviación.

Las emisiones de dióxido de carbono fueron calculadas por la aproximación sectorial de la hoja de cálculo del IPCC, para cada tipo de combustible consumido en el sector transporte, tanto para el caso del transporte nacional como el internacional. Las emisiones calculadas con la metodología anterior del IPCC para el año de 1990 en el inventario preliminar fueron recalculadas con la metodología actual resultando un valor 6% menor. Esto se puede atribuir a la actualización del Balance Nacional de Energía, que reporta los consumos con referencia a Poderes Caloríficos Netos.

Para el caso de las emisiones de gases diferentes al dióxido de carbono se utilizó la metodología de primer nivel para todos los sectores, excepto los sectores de la aviación y del autotransporte, para los que se utilizó una metodología de segundo nivel. Se utilizó la hoja de cálculo del IPCC para los cálculos de nivel 1 para todos los gases, excepto para el caso del dióxido de azufre. Así mismo se utilizó esta hoja de cálculo para estimar las emisiones de la aviación por el método de nivel 2. Para el caso de las emisiones de dióxido de azufre fue necesario desagregar el consumo del sector por tipo de combustible, dada la diferencia en el contenido de azufre de los combustibles consumidos en México en el período 1990-1998. Para calcular las emisiones del autotransporte se estimó la proporción de los vehículos que cuentan con convertidores catalíticos, la proporción que no cuenta con este control y se estimó el recorrido anual de los diferentes tipos de vehículos. Se utilizaron factores de emisión medidos en laboratorio tanto para una flotilla de vehículos sin convertidor como para una flotilla con convertidor.

Las emisiones totales de dióxido de carbono del sector transporte nacional fueron de 104,592 Gg en 1998, lo que representó un aumento del 19% con respecto a 1990. Desde luego, este aumento está relacionado directamente con el aumento en el consumo de energía en este período. Las emisiones de metano en 1998 fueron de 24 Gg, lo que representa una disminución del 33% con respecto a 1990. Por su parte, las emisiones de óxido nitroso fueron de 9 Gg, un 288% superiores a las de 1990. Este aumento está relacionado con la introducción de convertidores catalíticos en los automóviles particulares a partir de 1991. Para el caso del transporte internacional, las emisiones de dióxido de carbono en 1998 fueron de 1, 737 Gg, lo que representa un aumento del 70% con respecto a 1990, las correspondientes al metano se incrementaron en 50% y las de óxido nitroso aumentaron un 95%, aunque estas dos últimas emisiones son inferiores a 1 Gg.

Tabla de Contenido

<i>Resumen</i>	<i>ii</i>
<i>Tabla de Contenido</i>	<i>iii</i>
<i>Lista de tablas</i>	<i>iv</i>
<i>Glosario</i>	<i>v</i>
2.1. Introducción	6
2.2. Generalidades	7
2.3. Método	8
2.3.1 Emisiones de dióxido de carbono del sector transporte	8
2.3.2 Emisiones de gases de efecto invernadero adicionales al dióxido de carbono	8
2.3.3 Emisiones de dióxido de azufre	8
2.3.4 Emisiones del transporte aéreo	9
2.3.5 Emisiones del autotransporte	9
2.4. Resultados	10
2.5. Discusión	13
2.6. Conclusiones y recomendaciones	14
Recomendaciones	14
Referencias	15
Apéndice A	16
Apéndice B	22
Información del Documento	27

Lista de tablas

<i>Tabla 2.1. Factores de emisión de dióxido de azufre.</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 2.2 Rendimiento de combustible.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 2.3 Factores de emisión para autotransporte (Instituto Mexicano del Petróleo, 1994).</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 2.4 Cambio porcentual en las emisiones entre 1990 y 1998.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 2.5 Contribución de sus diferentes sectores a las emisiones del transporte nacional en 1998.</i>	<i>12</i>

Glosario

Factor de emisión.	El factor de emisión es la cantidad de emisiones que se tiene por nivel de actividad unitario
FCCC	Convención Marco sobre Cambio Climático.
Gg	10 ⁹ gramos
IEA	Agencia Internacional de Energía.
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.
Método de nivel 1.	Tier 1 en inglés. Es un método que utiliza la menor información que se tiene disponible para la estimación de emisiones.
Método de nivel 2	Tier 2 en inglés. Es un método que descompone un proceso o actividad económica en sus etapas esenciales para estimar en cada una de ellas las emisiones. Por ejemplo, para el cálculo de las emisiones de la aviación, esta actividad se descompone en dos partes principales, a saber: los ciclos de despegue y aterrizaje, por una parte, y los vuelos en condiciones de crucero por la otra.
Nivel de actividad.	Es un indicador de la intensidad con la que se efectúa una cierta actividad económica. Por ejemplo, para el caso de las emisiones de dióxido de nitrógeno es el consumo de energía en un cierto sector.
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
Peta Joules (PJ)	10 ¹⁵ Joules
Tera Joules (TJ)	10 ¹² Joules

2.1. Introducción

El sector transporte es una de las fuentes más importantes de gases de efecto invernadero a escala mundial. La Convención Marco en Cambio Climático (FCCC por sus siglas en inglés) reportó que en 1995 el 26.8% de las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono provienen del transporte, si se excluyen las emisiones por el cambio de uso de suelo y las provenientes del sector forestal (FCCC, 1998). En el inventario 1990 de gases con efecto invernadero para México, se estimó que el sector transporte contribuyó con 94,460 Gg de dióxido de carbono. Esto representó el 24% del total de las emisiones incluyendo las emisiones por cambio de uso de suelo y las emisiones del sector forestal (Gay, C.; Martínez, J., Ruiz, L.G., 1995). Otra de las características de las emisiones del sector transporte a escala mundial es su tendencia a aumentar. De los 35 países que se incluyen en el análisis efectuado por la Convención Marco sólo 5 reportaron una reducción en sus emisiones de dióxido de carbono de este sector (FCC, 1998).

Obviamente, las emisiones de gases con efecto invernadero del sector transporte son consecuencia del uso de combustibles fósiles. En México, la tendencia en el consumo de energéticos en el sector transporte es claramente alcista. El Balance Nacional de Energía muestra que entre 1990 y 1998 el consumo de energía se incrementó un 20% (Secretaría de Energía, 2000). En el Balance Nacional de Energía el sector transporte está dividido en cuatro grandes rubros, a saber: el transporte aéreo, el autotransporte o carretero, el naval y el transporte por ferrocarril. De éstos el mayor consumo de energía lo tiene el autotransporte y el crecimiento más dinámico en el consumo de combustibles se tiene en el transporte aéreo.

Además de contribuir con emisiones de gases con efecto invernadero, los vehículos utilizados en el sector transporte emiten gases que son contaminantes locales o regionales. De hecho, algunos gases con efecto invernadero son contaminantes de este tipo, a saber: el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno. Algunos gases emitidos por los vehículos reaccionan en la atmósfera para formar contaminantes locales como el ozono, cuyos precursores son los compuestos orgánicos volátiles sin contar al metano y los óxidos de nitrógeno. Estos últimos, junto con el dióxido de azufre y los compuestos orgánicos también son precursores de partículas suspendidas secundarias. Obviamente, muchas de las partículas primarias son emitidas en las actividades propias del sector transporte. El hecho de que algunos gases tengan efecto local, regional y global ocasiona que las estrategias de control de la contaminación en esas tres escalas tengan interacciones. En México, la mayoría de las estrategias de control que se han implantado tratan de resolver problemas de contaminación local. Sin embargo, estas estrategias han modificado tanto las especificaciones de los combustibles utilizados en el sector transporte como la cantidad de gases con efecto invernadero que emiten los vehículos. El autotransporte que circula por las carreteras nacionales está constituido tanto por vehículos sin ningún control de emisiones como con vehículos con controles. Además, la proporción de vehículos sin control cambia cada año. Por su parte, la mayoría de los combustibles utilizados en el sector transporte han cambiado de especificaciones en el período 1990-1998. Por su parte, el transporte aéreo ha mostrado un crecimiento importante en sus actividades en el mismo período.

Dado el dinamismo del sector transporte y su estructura relativamente complicada, es necesario utilizar varios métodos para la estimación de las emisiones de los gases con efecto invernadero, métodos con diferentes niveles de complicación. Desde luego, para la aplicación de estos métodos es necesario contar con información específica del sector transporte. De hecho, la mayor área de oportunidad para hacer más preciso el inventario de emisiones del sector transporte está en los sistemas de información de este sector prioritario para la economía del país.

2.2. Generalidades

El 72% de los 1, 361 Peta Joules (PJ) que se consumieron en el autotransporte en 1998 fueron proporcionados por gasolina. La gasolina tipo regular sin plomo (PEMEX-Magna) aportó el 68% y la gasolina Premium el 4%. Sólo se consumió un tipo de diesel, con 0.05% de azufre, que aportó el 26% de la energía y, por su parte, el gas licuado tuvo una participación marginal de menos del 2%. En 1990 se consumieron 1, 147 PJ y los combustibles que se utilizaron eran muy diferentes. En ese año, el 64% de la energía necesaria para el autotransporte lo proporcionó la gasolina con plomo, en tanto que la gasolina regular sólo aportó el 9% (Secretaría de Energía, 2000). Se consumieron dos tipos de dieseles, con 1 y 0.5% de azufre respectivamente, los que aportaron el 26% de la energía. El gas licuado proporcionó, a su vez, menos del 2%. Si bien las especificaciones de los combustibles cambiaron considerablemente la estructura del consumo se mantuvo, pues la gasolina aportó alrededor del 73% y el diesel el 26% en todo el período 1990-1998 (Secretaría de Energía, 2000). El cambio en las especificaciones de las gasolinas se hizo simultáneo con la introducción de los controles de emisión en los automóviles, principalmente con la introducción de convertidores catalíticos.

En el transporte aéreo nacional, el queroseno proporcionó el 97% de los 60 PJ que se consumieron en 1990. Ya en 1998, de los 86 PJ que se utilizaron en los aviones, el queroseno contribuyó con el 99%. La gasolina de aviación proporcionó en promedio el 2% de la energía utilizada en la aviación en el periodo 1990-1998 (Secretaría de Energía, 2000). El transporte aéreo internacional utilizó solamente queroseno, tanto en 1990 que consumió 13 PJ, como en 1998 que utilizó 23 PJ.

En el período 1990-1998, la distribución del consumo por tipo de combustible cambió de manera importante en el transporte marítimo nacional. En 1990 se consumieron 24 PJ y el combustóleo aportó el 81%, en tanto que el diesel contribuyó con sólo el 19%. Para 1998 se consumieron 32 PJ pero, a diferencia de 1990, el diesel marino aportó el 92%, en tanto que el combustóleo sólo contribuyó con el 8%. El transporte marítimo internacional utilizó 1.23 PJ en 1990, de los cuales el 81% fueron aportados por combustóleo y el resto por diesel. En 1998 los buques internacionales utilizaron 1.62 PJ, de los cuales el 92% fueron proporcionados por el diesel marino y sólo el 8% los proporcionó el combustóleo (Secretaría de Energía, 2000).

El consumo de energía en el transporte ferroviario disminuyó de los casi 27 PJ usados en 1990 a los un poco más de 23 PJ gastados en 1998. Si bien en 1990 el diesel utilizado fue de alto contenido de azufre (1%), en 1998 se usó un diesel con sólo 0.05% de azufre. En 1993 el diesel consumido tenía un 0.5% de azufre (Secretaría de Energía, 2000).

2.3. Método

El método general de estimar las emisiones del sector transporte es la multiplicación de un factor de emisión por un nivel de actividad. El factor de emisión es la cantidad de emisiones que se tiene por nivel de actividad unitario. El nivel de actividad es el indicador de la intensidad con la que se efectúa una cierta actividad económica. Para el caso de las emisiones de dióxido de carbono el nivel de actividad es el consumo de energía anual expresado en Tera Joules (TJ). El factor de emisión será pues la emisión por TJ y dependerá del contenido de carbón del combustible y del grado de oxidación que se logre en el equipo de combustión.

2.3.1 *Emisiones de dióxido de carbono del sector transporte.*

Las emisiones de dióxido de carbono fueron calculadas para el sector transporte por la aproximación sectorial de la hoja de cálculo del IPCC para cada tipo de combustible consumido en este sector. Se utilizó la hoja de cálculo del IPCC para efectuar esta estimación (IPCC, 1997). Se tomaron los factores de emisión de la tabla 1.4 del manual de referencia del IPCC (IPCC/OECD/IEA, 1996c). Para el gas licuado, cuyo factor de emisión no aparece en esta tabla, se estimó un factor de emisión de 16.7 toneladas de carbón por TJ con base en su contenido de carbón. Los factores de oxidación se tomaron de la tabla 1.6 del manual de referencia del IPCC (IPCC/OECD/IEA, 1996c). Los consumos de energía del transporte aéreo internacional fueron proporcionados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes lo mismo que los consumos del transporte marítimo internacional (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2000).

2.3.2 *Emisiones de gases de efecto invernadero adicionales al dióxido de carbono.*

Los otros gases de efecto invernadero son metano, óxido nitroso, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano. Para estimar las emisiones de estos gases se utilizó el método de nivel 1 (Tier 1) para el transporte marítimo y ferroviario. También se usó la hoja de cálculo del IPCC para efectuar esta estimación (IPCC, 1997). Los factores de emisión se tomaron de las tablas de la 1.7 a la 1.11 del manual de referencia del IPCC (IPCC/OECD/IEA, 1996c).

2.3.3 *Emisiones de dióxido de azufre.*

Las emisiones de dióxido de azufre se estimaron por el método de nivel 1 para todo el sector transporte. Debido a que los combustibles consumidos en este sector tuvieron contenidos de azufre diferentes a través del tiempo y debido a que inclusive en un mismo año hay diferencias regionales en el contenido de azufre para un combustible dado (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2000), no fue posible utilizar la hoja de cálculo del IPCC para efectuar esta estimación. Sin embargo, la hoja de cálculo del IPCC se usó para calcular los factores de emisión de dióxido de azufre a partir del contenido de azufre de los combustibles consumidos en este sector y de su poder calorífico neto (IPCC, 1997). Los factores de emisión se muestran en la tabla 2.1.

Las emisiones se calcularon utilizando los factores de emisión de la tabla 2.1 y los consumos de combustible expresados en TJ para cada tipo específico de combustible.

2.3.4 Emisiones del transporte aéreo.

Las emisiones de los gases con efecto invernadero del transporte aéreo se calcularon por el método del nivel 2 (Tier 2) del manual de referencia del IPCC (IPCC/OECD/IEA, 1996c). En este método, para el cálculo de las emisiones, las operaciones aéreas se dividen en dos partes, una parte la constituyen los ciclos de despegue y aterrizaje (LTO) y otra la conforman la continuación de los vuelos en condiciones crucero. Además, es necesario conocer el consumo de combustible en vuelos internacionales y en vuelos nacionales, dado que las características de los aviones que realizan vuelos nacionales son diferentes a las de las aeronaves que realizan vuelos internacionales. Por último, se debe cumplir la condición de que el combustible mayoritariamente consumido en el transporte aéreo sea queroseno.

Se utilizaron los factores de emisión y los consumos de combustible para la flota promedio reportados en la tabla 1-52 del manual de referencia del IPCC (IPCC/OECD/IEA, 1996c), tanto para los vuelos internacionales como para los vuelos nacionales. En esta tabla, se reportan los consumos de combustible por ciclo LTO, por lo que es posible estimar el consumo de combustible anual por despegues y aterrizajes si se conoce el número total de ciclos LTO en un cierto año; esto se debe hacer tanto en vuelos nacionales como en vuelos internacionales. Posteriormente, se puede estimar el consumo de combustibles en vuelos en condiciones de crucero restando del consumo total el consumo en las operaciones de despegue y aterrizaje. Las emisiones para los ciclos LTO se calcularon utilizando los factores de emisión por ciclo LTO de la flota promedio, tanto para los vuelos nacionales como internacionales. Las emisiones de los vuelos en condiciones crucero se calcularon utilizando los factores de emisión por cantidad de combustible consumido multiplicándolo por el consumo estimado para los vuelos crucero. Se estimaron los ciclos de despegue y aterrizaje de los vuelos nacionales e internacionales a partir de la información proporcionada por la Secretaría de Comunicaciones y dado (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2000) y se utilizó la hoja de cálculo del IPCC para efectuar las estimaciones (IPCC, 1997).

2.3.5 Emisiones del autotransporte.

Para los gases con efecto invernadero diferentes del dióxido de carbono el cálculo de las emisiones se hace más complicado ya que es necesario estimarlas por un método de nivel 2. Dado que el principal cambio en la flota de vehículos fue la introducción de controles de emisión a partir de 1991 en los automóviles a gasolina, se estimó el recorrido de los automóviles a gasolina que cuentan con convertidor catalítico y el recorrido de los mismos que no cuentan con convertidor catalítico. Para la estimación del recorrido se supuso hasta 1996 que el consumo de gasolina con plomo correspondía a los autos sin convertidor catalítico y el consumo de la gasolina regular sin plomo correspondía a los autos con convertidor catalítico. Además, se tomaron los rendimientos de combustible determinado para una flota de vehículos con control de emisiones y los rendimientos de combustible determinados para una flota de vehículos sin control de emisiones que se muestran en la tabla 2.2. Se supuso que la distribución del recorrido por tipo de vehículos a gasolina era similar al recorrido de la flota de vehículos en la Zona Metropolitana de la Ciudad de

México. Dado que en 1998 se aceleró la sustitución de gasolina con plomo por gasolina regular, el consumo de combustibles en los autos con convertidor y en los autos sin convertidor se estimó con base en la tendencia que se tuvo hasta 1996. Los factores de emisión se tomaron de diversos estudios que se han realizado en el Laboratorio de Investigación en Emisiones Vehiculares del Instituto Mexicano del Petróleo (Instituto Mexicano del Petróleo, 1994) y se muestran en la tabla 2.3.

2.4. Resultados

Los resultados de las emisiones de gases con efecto invernadero se dan en el Apéndice A en el formato del reporte sectorial del IPCC (IPCC/OECD/IEA, 1996.a). Los factores de emisión de dióxido de azufre para los diferentes combustibles que se consumieron en el sector transporte se muestran en la tabla 2.1. En la tabla 2.2 se muestran los valores de los rendimientos de combustible que se tomaron para la flota de vehículos de autotransporte.

Tabla 2.1. Factores de emisión de dióxido de azufre.

Combustible	Factor de emisión
	kg SO ₂ /TJ
Combustóleo	1834.02
Diesel Nacional	457.98
Diesel Desulfurado	228.99
Diesel SIN	22.90
Gasolina Nova	67.39
GasolinaPEMEX-Magna Resto País	44.92
GasolinaPEMEX-Magna Zonas Metropolitanas	22.46
Gas Licuado	5.92

Tabla 2.2 Rendimiento de combustible.

Tipo de vehículo	Rendimiento de combustible	
	Flota	
	No controlada	Controlada
	km/l	km/l
Auto particular	9.1	10.1
Camión ligero a gasolina	5.0	5.5
Camión pesado a gasolina	2.8	2.9
Motocicleta	12.8	12.8
Camión pesado a diesel	4.5	5.0
Vehículo ligero a gas licuado	4.8	5.3
Vehículo pesado a gas licuado	1.68	1.68

Los factores de emisión que se utilizaron para la estimación de las emisiones de gases con efecto invernadero se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 2.3 Factores de emisión para autotransporte (Instituto Mexicano del Petróleo, 1994).

Vehículo	NOx (g/km)	CH4 (g/km)	NMVOC (g/km)	CO (g/km)	N2O (g/km)
Vehículos sin control de emisiones					
Auto particular	1.47 *	0.174	3.466 *	30.4 *	0.005
Camión ligero a gasolina	2.20*	0.174	5.446 *	61.5 *	0.006
Camión pesado a gasolina	4.70 *	0.174	8.546 *	149.8 *	0.009
Motocicleta	0.19	0.329	6.500	23.8	0.002
Camión pesado a diesel	5.0 *	0.100	0.900*	6.0 *	0.031
Vehículo ligero a gas licuado	2.1	0.180	3.500	8.0	-
Vehículo pesado a gas licuado	5.7	0.400	8.000	24.0	-
Vehículos con control de emisiones					
Auto particular	1.04 *	0.070	1.72 *	8.69 *	0.046
Camión ligero a gasolina	1.54 *	0.080	2.68 *	9.23 *	0.063
Camión pesado a gasolina	3.29 *	0.100	4.19 *	22.47 *	0.006
Motocicleta	0.19	0.329	6.50	23.80	0.002
Camión pesado a diesel	2.50 *	0.030	0.27	3.00	0.025
Vehículo ligero a gas licuado	0.50 *	0.030	0.25 *	0.30 *	-
Vehículo pesado a gas licuado	2.60	0.150	0.70	1.00	-

(*) Obtenido experimentalmente con una flota de vehículos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Para el caso de vehículos pesados a diesel se utilizó un ciclo de prueba ECE-CLD4.

En la tabla 2.4 se da el cambio porcentual en las emisiones de gases con efecto invernadero del sector transporte entre 1990 y 1998.

Tabla 2.4 Cambio porcentual en las emisiones entre 1990 y 1998.

REPORTE SECTORIAL PARA INVENTARIOS NACIONALES DE GASES EFECTO INVERNADERO							
(%)							
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
3 Transporte	19.24	-32.83	288.28	2.00	-54.00	-30.58	-77.45
A Aviación Civil	41.79	22.49	41.79	43.06	40.80	30.32	40.59
B Autotransporte	18.67	-33.33	307.83	-0.22	-54.49	-31.25	-75.04
C Ferrocarriles	-12.59	-12.78	-12.78	-12.78	-12.78	-12.78	-95.24
D Navegación	26.31	31.39	31.39	31.39	31.39	31.39	-86.10
Transporte Internacional	70	50	95	67	53	58	-74
Aviación	75	51	97	87	58	61	75
Navegación	26	31	31	31	31	31	-88

En la tabla 2.5 se muestra la contribución de los diferentes sectores del transporte a las emisiones de los diferentes gases con efecto invernadero.

Tabla 2.5 Contribución de sus diferentes sectores a las emisiones del transporte nacional en 1998.

REPORTE SECTORIAL PARA INVENTARIOS NACIONALES DE GASES EFECTO INVERNADERO							
(%)							
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
3 Transporte							
A Aviación Civil	5.69	0.69	2.13	3.20	0.36	0.54	2.27
B Autotransporte	90.48	98.18	97.49	84.54	98.22	97.50	86.42
C Ferrocarriles	1.62	0.48	0.16	4.53	0.60	0.83	1.04
D Navegación	2.21	0.65	0.22	7.74	0.82	1.13	10.27

2.5. Discusión

Las emisiones de dióxido de carbono del sector transporte nacional aumentaron casi un 20% en el periodo de 1990 a 1998 como puede verse en la tabla 2.4. Este aumento fue menor al esperado, debido principalmente a la crisis económica de 1995. El mayor incremento lo tuvo la aviación civil con un 42%, mientras que el transporte por ferrocarril disminuyó sus emisiones en casi un 13%. El autotransporte contribuyó en 1998 con el 90% de las emisiones del todo el sector transporte como puede verse en la tabla 2.5. Los vehículos a gasolina participaron ese año con el 67% en las emisiones de este sector. Por su parte, las emisiones de dióxido de carbono del sector transporte internacional aumentaron un 70%, debido principalmente al incremento del 75% en la aviación internacional.

Según la tabla 2.4, las emisiones de metano del transporte nacional disminuyeron un 33% en el período 1990-1998, debido principalmente a la introducción de convertidores catalíticos en los automóviles a gasolina, pues puede observarse en la tabla 2.5 que el 98% de las emisiones de metano del sector transporte provienen del autotransporte. Por otra parte, las emisiones de metano del transporte internacional aumentaron un 50% principalmente por el aumento en las emisiones de la aviación internacional.

Por su parte, las emisiones de óxido nitroso del transporte nacional aumentaron casi 289% en el período 1990-1998. Lo anterior está asociado con la introducción de los convertidores catalíticos en los automóviles a gasolina. El autotransporte contribuyó en 1998 con el 97% de las emisiones de óxido nitroso. Las emisiones de óxido nitroso provenientes del transporte internacional aumentaron un 95%, principalmente por el aumento en la actividad del transporte aéreo.

Las emisiones de óxidos de nitrógeno del transporte nacional casi no tuvieron cambio entre 1990 y 1998, debido a que su aumento del 43 % en la aviación fue compensado con una disminución del 0.22% en el autotransporte. Aunque la disminución en el autotransporte parece marginal, es este sector el que proporciona el 84% de las emisiones de los óxidos de nitrógeno. Las emisiones de óxidos de nitrógeno del transporte aéreo internacional aumentaron un 67%.

De acuerdo con la tabla 2.6 las emisiones de monóxido de carbono del transporte nacional tuvieron una disminución del 54% en el período 1990-1998. Si bien, el aumento en el sector de la aviación fue de 40% en este período, la disminución de poco más del 54% en el autotransporte, debido a la introducción de convertidores catalíticos en los vehículos a gasolina, dominó la tendencia en estas emisiones. En lo que respecta al transporte internacional, las emisiones de monóxido de carbono aumentaron un 53%, debido principalmente al aumento en las emisiones de la aviación internacional.

Por su parte, las emisiones de compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano también disminuyeron un 30% en este período para el transporte nacional. Las emisiones provenientes del sector de transporte internacional aumentaron un 58%, este aumento se dio principalmente en la aviación internacional.

Las emisiones de dióxido de azufre registraron la mayor disminución en el período 1990-1998 para el transporte nacional respecto de los gases de efecto invernadero. Esta disminución del 77% fue resultado de la reducción de las emisiones en casi todos los

sectores, excepto en el transporte aéreo, en el que las emisiones aumentaron un 40%. La disminución de las emisiones está asociada con la introducción de gasolinas y diesel con un menor contenido de azufre.

2.6. Conclusiones y recomendaciones

Las emisiones de dióxido de carbono del sector transporte nacional fueron de 104, 592 Gg en 1998, lo que representó un aumento del 19% con respecto a 1990. Desde luego, este aumento está relacionado con la tendencia creciente del consumo de energía en este periodo.

Las emisiones de Bióxido de Carbono del autotransporte representan el 90% de las emisiones del sector transporte. Las emisiones de los vehículos a gasolina representan el 67% del total de las emisiones del sector transporte.

Las emisiones de los demás gases con efecto invernadero también provienen principalmente del autotransporte. Las emisiones de este sector representan desde el 85% de las emisiones de los Óxidos de Nitrógeno y del Bióxido de Azufre hasta el 98% para las emisiones de Metano, Oxido Nitroso, Monóxido de Carbono y Compuestos Orgánicos Volátiles, pasando por el 90% de las emisiones de Bióxido de Carbono.

La aviación nacional representa el segundo rubro más importante del sector transporte, en lo referente a sus emisiones de Bióxido de Carbono, dado que aporta el 6% de las emisiones totales. Además, las emisiones de la aviación fueron las que mostraron el incremento más importante en el periodo 1990-1998, este incremento del 42% refleja el aumento en el consumo de combustibles en la aviación en el mencionado periodo.

Las emisiones de la navegación son importantes para el caso de los Óxidos de Nitrógeno, dado que representan el 8% de todas las emisiones de este gas en el sector transporte. El transporte naval también aporta el 11% del total de las emisiones de Bióxido de Azufre de este sector.

La reducción más importante en las emisiones del sector transporte fue la de 77% que presentó el Bióxido de Azufre, la cual fue ocasionada por la disminución del contenido de azufre en los combustibles utilizados en el transporte.

Las incertidumbres en la estimación de las emisiones para todos los gases, excepto el Bióxido de Carbono y el Bióxido de Carbono son mayores al 35% (Ver apéndice B). La mayor incertidumbre se tiene en el cálculo de las emisiones de Oxido Nitroso que puede ser mayor al 100%.

Recomendaciones.

Se debe implantar un sistema de información para el sector transporte diseñado específicamente para contener los datos esenciales para el cálculo de emisiones, ya sea de contaminantes globales o regionales.

Se debe promover el conocimiento del impacto del sector transporte en las emisiones de gases con efecto invernadero entre los expertos del sector gubernamental y del sector privado.

Referencias

FCCC, 1998. Tables of inventories of anthropogenic emissions and removals of greenhouse gases for 1990-1995 and projections up to 2020. FCCC/CP/1998/11/Add.2

Gay, C.; Martínez, J.; Ruiz, L.G. 1995. Preliminary National Inventory of Greenhouse Gases: México. Instituto Nacional de Ecología. México.

Instituto Mexicano del Petróleo, 1994. Estudio del impacto ambiental dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México del proyecto de paquete ecológico de gasolinas de PEMEX. IMP. México.

IPCC/OECD/IEA, 1996.a. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 1. Reporting Instructions. JT Houghton, L.G. Meira Filho, B. Lim, K. Treanton, I. Mamaty, Y. Bounduki, DJ Griggs y BA Callendar (Eds.). UK Meteorological Office, Bracknell. UK.

IPCC/OECD/IEA, 1996.b. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2. Workbook. JT Houghton, L.G. Meira Filho, B. Lim, K. Treanton, I. Mamaty, Y. Bounduki, DJ Griggs y BA Callendar (Eds.). UK Meteorological Office, Bracknell. UK.

IPCC/OECD/IEA, 1996.c Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 3. The Reference Manual. JT Houghton, L.G. Meira Filho, B. Lim, K. Treanton, I. Mamaty, Y. Bounduki, DJ Griggs y BA Callendar (Eds.). UK Meteorological Office, Bracknell. UK.

IPCC/OECD/IEA, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Software for Workbook. Instructions Manual. The Reference Manual.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2000. Información relacionada con el uso de combustibles en el sector transporte. SCT. México.

Secretaría de Energía, 2000. Balance Nacional de Energía 1998. Secretaría de Energía. México.

Apéndice A
Tablas estándar de reporte del PICC

Tabla A.1 Emisiones de gases con efecto invernadero del sector transporte en 1990.

REPORTE SECTORIAL PARA INVENTARIOS NACIONALES DE GASES EFECTO INVERNADERO							
(Gg)							
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
3 Transporte	87,712	36	2	604	8,401	807	228
a Aviación Civil	4,199	0	0	14	10	2	0.832
b Autotransporte	79,745	36	2	522	8,340	794	178.00
c Ferrocarriles	1,935	0	0	32	27	5	11.21
d Navegación	1,834	0	0	36	24	5	37.99
Transporte Internacional	1,020	0	0	5	7	2	2
Aviación	926	0	0	3	5	2	0
Navegación	94	0	0	2	1	0	2

Tabla A.2 Emisiones de gases con efecto invernadero del sector transporte en 1992.

REPORTE SECTORIAL PARA INVENTARIOS NACIONALES DE GASES EFECTO INVERNADERO							
(Gg)							
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
3 Transporte	94,247	35	4	605	7,563	777	173
a Aviación Civil	4,883	0	0	16	11	3	0.9536
b Autotransporte	86,556	34	4	538	7,513	767	156.00
c Ferrocarriles	1,633	0	0	27	22	4	7.04
d Navegación	1,176	0	0	24	16	3	8.54
Transporte Internacional	1,141	0	0	5	7	2	1
Aviación	1,080	0	0	4	6	2	0
Navegación	60	0	0	1	1	0	0

Tabla A.3 Emisiones de gases con efecto invernadero del sector transporte en 1994.

REPORTE SECTORIAL PARA INVENTARIOS NACIONALES DE GASES EFECTO INVERNADERO							
(Gg)							
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
3 Transporte	100,755	32	7	621	6,331	731	115
a Aviación Civil	5,661	0	0	19	13	3	1.124
b Autotransporte	91,411	31	6	534	6,268	718	106.00
c Ferrocarriles	1,859	0	0	31	26	5	4.05
d Navegación	1,825	0	0	38	25	5	3.80
Transporte Internacional	1,406	0	0	8	9	3	1
Aviación	1,254	0	0	4	7	3	0
Navegación	153	0	0	3	2	0	0

Tabla A.4 Emisiones de gases con efecto invernadero del sector transporte en 1996.

REPORTE SECTORIAL PARA INVENTARIOS NACIONALES DE GASES EFECTO INVERNADERO							
(Gg)							
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂
3 Transporte	97,193	28	8	609	5,092	644	69
a Aviación Civil	5,160	0	0	17	12	3	1
b Autotransporte	88,555	28	7	527	5,032	632	60.00
c Ferrocarriles	1,756	0	0	29	24	5	4.05
d Navegación	1,722	0	0	36	24	5	3.46
Transporte Internacional	1,421	0	0	6	8	3	0
Aviación	1,346	0	0	5	7	3	0
Navegación	75	0	0	2	1	0	0

Tabla A.5 Emisiones de gases con efecto invernadero del sector transporte en 1998.

REPORTE SECTORIAL PARA INVENTARIOS NACIONALES DE GASES EFECTO INVERNADERO							
(Gg)							
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂
3 Transporte	104,592	24	9	616	3,865	560	51
a Aviación Civil	5,954	0	0	20	14	3	1.16968
b Autotransporte	94,632	24	9	520	3,796	546	44.44
c Ferrocarriles	1,691	0	0	28	23	5	0.53
d Navegación	2,316	0	0	48	32	6	5.28
Transporte Internacional	1,737	0	0	9	10	3	1
Aviación	1,619	0	0	6	8	3	0
Navegación	118	0	0	2	2	0	0

Apéndice B

Notas sobre Incertidumbre

En la tabla B-1 se muestra la estimación de la incertidumbre de las emisiones de los diferentes gases que son emitidos por el autotransporte. Se estimó una incertidumbre del 20% para el dato de actividad en el caso de los gases que son diferentes al Bióxido de Carbono. Esta incertidumbre proviene específicamente del recorrido de los vehículos en el autotransporte y de la distribución de vehículos con control de emisiones y sin este control. La incertidumbre en los factores de emisión se pudo estimar a partir de las mediciones de los factores de emisión en una flota de vehículos con convertidor y en otra sin convertidor (Instituto Mexicano del Petróleo, 1994). Las incertidumbres para el caso del Bióxido de Carbono se tomaron de la tabla A1-1 del manual de referencia del IPCC (IPCC/OECD/IEA, 1996.c). La incertidumbre total se calculó con la fórmula disponible en el manual de referencia (IPCC/OECD/IEA, 1996.c):

$$U_T = \sqrt{U_E^2 + U_A^2}$$

Contaminante	Incertidumbre en el dato de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre total
	U _A	U _E	U _T
Oxidos de Nitrógeno	20	29	35
Metano	20	35	40
Compuestos Orgánicos Volátiles sin Metano	20	60	63
Monóxido de Carbono	20	46	50
Bióxido de Azufre	10	7	12
Bióxido de Carbono	7	7	10

En el caso del Oxido Nitroso no se cuenta con mediciones de las emisiones de este gas para una flota representativa de México. Se considera que la incertidumbre en el dato de actividad para el autotransporte es del 20%. La incertidumbre de los factores de emisión para este gas es muy alta como lo explica el manual de referencia del IPCC (IPCC/OECD/IEA, 1996.c). Seguramente es mayor a la incertidumbre del 60% estimada para los factores de emisión de los Compuestos Orgánicos Volátiles sin Metano. Si se considera una incertidumbre en el factor de emisión de 100%, se deben estimar el límite inferior (L%) y el límite superior (U%) de la incertidumbre dado que no es posible utilizar la fórmula anterior para la incertidumbre total pues $U_E > 60\%$.

El límite superior y el inferior se calculan con:

$$U\% = (U_A + U_E + (U_A * U_E)/100)$$

$$L\% = (U_A + U_E - (U_A * U_E)/100)$$

Con las incertidumbres estimadas para el Oxido Nitroso estos límites son:

$$U\% = 120 \%$$

$$L\% = 100 \%$$

Memoria de cálculo para utilizar el software IPCC en el sector transporte.

Tier 1. CO₂ por combustión del sector transporte nacional por aproximación sectorial.

- Consumo de energía nacional en PJ por tipo de combustible y por modo de transporte. A los consumos del modo aéreo del cuadro 29 del Balance Nacional de Energía 1998 se le restaron los consumos para vuelos internacionales según información de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y se registraron en “Bunkeres”. A los consumos del modo marítimo se le restaron los consumos registrados como internacionales de la información de la Secretaría de Energía y se registraron como “Bunkeres”.
- Factor de conversión de PJ a TJ.
- Contenido de carbón de la tabla 1-4 del manual de referencia IPCC. El contenido de carbón del gas licuado se estimó con base en su contenido de propano y butano.
- Fracción del carbono oxidado de la tabla 1-6 del manual de referencia.
- La hoja de cálculo da las emisiones de CO₂.

Tier 1. CO₂ por combustión del sector transporte internacional por aproximación sectorial.

- Consumo de energía internacional en PJ para modo aéreo y marítimo por tipo de combustible.
- Factor de conversión de PJ a TJ.
- Contenido de carbón de la tabla 1-4 del manual de referencia del IPCC.
- Fracción del carbón oxidado de la tabla 1-6 del manual de referencia.
- La hoja de cálculo da las emisiones de CO₂.

Tier 1. Gases diferentes a CO₂ y SO₂ por combustión del sector transporte por aproximación sectorial.

- Consumo de energía nacional en TJ por tipo de combustible y por modo de transporte. Se debe reportar el consumo de gas licuado y gasolina sumados en la parte correspondiente a gasolina.
- Factores de emisión de las tablas 1-7 a 1-11 por tipo de gas.
- La hoja de cálculo da las emisiones de cada gas.

Tier 1. SO₂ por combustión del sector transporte nacional por aproximación sectorial.

- Desagregar el consumo de combustible por su contenido de azufre de acuerdo a la información proporcionada por la Secretaría de Energía.
- Calcular el factor de emisión de SO₂ de acuerdo al procedimiento 1.4.2.6 del manual de referencia del IPCC (se puede utilizar la hoja de cálculo del IPCC).
- Calcular las emisiones de SO₂ por modo de transporte en hoja de cálculo diferente a la del IPCC..
- Reportar las emisiones en la tabla TS2 del Overview, líneas 8, 9, 10 y 11 en Gg.

Tier 1. SO₂ por combustión del sector transporte internacional.

- Desagregar el consumo de combustible de acuerdo a la información de la Secretaría de Energía por su contenido de azufre.
- Calcular el factor de emisión de SO₂ de acuerdo al procedimiento 1.4.2.6 del manual de referencia del IPCC (se puede utilizar la hoja de cálculo del IPCC).
- Calcular las emisiones de SO₂ por modo de transporte.
- Introducir el consumo de combustible en TJ.
- Para el caso de transporte marítimo modificar el contenido de azufre promedio (Columna B) hasta que las emisiones se igualen a las calculadas (Columna G).

Tier 2. Aviación nacional.

- Estimar ciclos LTO dividiendo entre 2 la información proporcionada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del total de las operaciones aéreas nacionales.
- Introducir el consumo total en kilotoneladas.
- Introducir el consumo nacional en kilotoneladas.
- Introducir el número de ciclos LTO para la aviación nacional.
- Introducir el consumo de combustible por ciclo para la flota promedio nacional (Tabla 1-52).
- Introducir factores de emisión para aviación nacional de la tabla 1-52.
- Corregir el factor de emisión por el contenido de azufre del queroseno Mexicano (0.03).

Tier 2. Aviación internacional.

- Estimar ciclos LTO dividiendo entre 2 la información proporcionada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del total de las operaciones aéreas internacionales.
- Introducir el número de ciclos LTO para la aviación internacional.
- Introducir el consumo de combustible por ciclo para la flota promedio internacional (Tabla 1-52).
- Introducir factores de emisión para aviación internacional de la tabla 1-52.
- Corregir el factor de emisión por el contenido de azufre del queroseno Mexicano (0.03).

Tier 2 para el sector carretero y gases de efecto invernadero diferentes al dióxido de carbono y al dióxido de azufre.

Este cálculo se hace en una hoja diferente a la hoja de cálculo del IPCC.

- Dato: Consumo de energía (PJ o equivalente) de los diferentes tipos de gasolinas (Nova, Magna y Premium) y diesel (Nacional y Diesel –SIN) así como de gas licuado en el sector carretero. Este dato es una reconciliación entre el Balance de Energía y los datos reportados por PEMEX en sus memorias de labores,
- Dato: Poder calorífico. Se obtiene del Balance Nacional de Energía
- Con el consumo y el poder calorífico se calcula el consumo volumétrico de cada tipo de combustible.
- Dato: Rendimiento de combustible de los diferentes tipos de vehículos. Los cálculos están separados actualmente en vehículos con control de emisión y vehículos sin control de emisiones.
- Dato: Distribución en porcentaje del recorrido en kilómetros anuales de los vehículos a gasolina. Se supone que la distribución del recorrido es similar a la de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México tanto para los vehículos con control como para los vehículos sin control.
- Con el rendimiento de combustible y la distribución del recorrido de vehículos se estima el recorrido anual en kilómetros por tipo de vehículo. Este cálculo es iterativo y se termina cuando se ajusta el consumo de combustible volumétrico por tipo de combustible.
- Factores de emisión para los diferentes gases en los vehículos con control y sin control.
- Se calculan las emisiones.
- Se sigue el mismo procedimiento para los vehículos a diesel.

Información del Documento

Formato

MARC, Campo, valor

008/11, País, mx.

008/35-37, Idioma, spa.

100, Autor, M.C. Jorge Gasca Ramírez, Instituto Mexicano del Petróleo.

110, Autor Institucional, Instituto Nacional de Ecología.

245, Título, INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO:
1992, 1994, 1996

740, Otro título, Sector Transporte.

260, Lugar, editor y fecha, Cd. de México, Ruiz Suárez L. G., Martínez J; 24/09/2001.

300, Descripción física, 27 p

355, Seguridad, 0

400, Serie o colección, Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

520, Resumen, El consumo de energía del sector transporte mexicano aumentó el 20% en el período 1990-1998. El mayor aumento, del 42%, se tuvo.

653, Palabras clave, INEGEI, IMP, Sector Transporte, Bióxido de Carbono.

700, Coautores, Dr. Dick Cuatecontzi, Instituto Mexicano del Petróleo.

700 e, Revisión, Luis Gerardo Ruiz, Xochitl Cruz y Elvia Segura, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.

710, Coautores institucionales, Red de Desarrollo Sustentable, US Environmental Protection Agency.

852, Ubicación, Dirección de Cambio Climático, INE, Nivel 31.

856, Localización electrónica, Buscar en www.ine.gob.mx.

270, Dirección, Adrián Fernández, afernand@ine.gob.mx, tel (52) 5624-34-58, fax (52) 5624-35-84, Dir. G. Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global INE, Av. Revolución 1425, Nivel 8, C.P. 01040. México D.F.

**Parte 3 ; ENERGÍA: Emisiones
Fugitivas de Metano**



**Inventario Nacional
de
Emisiones de Gases
de
Efecto Invernadero
1994 -1998**

**Instituto Nacional de Ecología
Secretaría de Medio Ambiente
y Recursos Naturales**

Dr. Víctor Lichtinger Waismar
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dr. Exequiel Ezcurra
Presidente del Instituto Nacional de Ecología

Dr. Adrián Fernández Bremauntz
*Director General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional
y Global*

Biól. Julia Martínez Fernández
Directora de Investigación sobre Cambio Climático

Fecha: Octubre, 2000.

Resumen

El objetivo fundamental de este reporte es presentar los datos de emisiones de metano (CH_4) provenientes de las actividades que se realizan en forma rutinaria en los sistemas de petróleo y gas natural en México para los años de 1992, 1994, 1996 y 1998, empleando para ello la Metodología del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC) en su versión 1996.

Para este fin, el reporte está estructurado de la siguiente forma: La Sección 3.1 contiene información sobre la industria del petróleo y gas en México para el año 1998. La Sección 3.2 trata de las generalidades del sistema de petróleo y gas del país. En la Sección 3.3 se presenta la metodología seleccionada para el cálculo de las emisiones de metano fugitivo. La Sección 3.4 contiene el resumen de los resultados que se obtuvieron al aplicar la metodología que se describe en la Sección 3.3 de este reporte, así como las observaciones derivadas de estos resultados. En la Sección 3.5 se discuten estos resultados, en la Sección 3.6 se presentan las conclusiones y recomendaciones resultantes de los inventarios determinados para los años citados con la metodología 1996 del PICC y, finalmente, en la Sección 1.7 se presentan las Referencias utilizadas en este estudio.

El documento se complementa con los anexos A, B, y C. En el anexo A se presentan las tablas de cálculo por actividad y por año, resultantes de aplicar el Software de la Metodología del PICC. En el anexo B se presentan las consideraciones requeridas para evaluar las incertidumbres de los resultados y de los inventarios. En el anexo C se presenta la memoria de cálculo para efectuar la estimación de las emisiones

Tabla de Contenido

RESUMEN	II
TABLA DE CONTENIDO	III
LISTA DE TABLAS	V
LISTA DE FIGURAS	VI
GLOSARIO	VII
PREFACIO	VIII
3.1. INTRODUCCIÓN	9
3.2. GENERALIDADES	10
3.2.1 FUENTES DE EMISIÓN EN EL SISTEMA DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL.....	10
3.2.2 PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO Y GAS.....	11
3.2.3 TRANSPORTACIÓN Y REFINACIÓN DEL PETRÓLEO.....	11
3.2.4 PROCESAMIENTO, TRANSPORTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL GAS NATURAL.....	11
3.3. METODOLOGÍA	12
3.3.1 ASPECTOS GENERALES DE LA METODOLOGÍA PARA ESTIMAR LAS EMISIONES FUGITIVAS DE METANO.....	12
3.3.2 GUÍA DE LAS BUENAS PRÁCTICAS Y MANEJO DE LA INCERTIDUMBRE (GBPMI).....	13
3.3.3 EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE.....	13
3.3.4 MÉTODO DE LOS FACTORES MEDIOS DE EMISIÓN.....	13
3.3.5 MÉTODO DEL BALANCE DE MASA.....	14
3.3.6 MÉTODO PARA ESTIMAR LAS EMISIONES SO ₂ Y DE LOS PRECURSORES DEL OZONO EN LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO.....	16
3.4. RESULTADOS	18
3.4.1 EMISIONES DE METANO FUGITIVO CON TIER I.....	18
3.4.2 EMISIONES FUGITIVAS DE COVNM, SO ₂ , NO _x , Y CO EN LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO CRUDO.	21
3.5. DISCUSIÓN	22
3.5.1 EMISIONES FUGITIVAS DE METANO.....	22
3.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
3.6.1 RECONOCIMIENTOS.....	24
REFERENCIAS	25
APÉNDICE A	26
TABLAS ESTÁNDAR DE REPORTE DEL IPCC	26

INVENTARIO DE EMISIONES DE CH₄ DE LAS ACTIVIDADES EN EL SISTEMA DE PETRÓLEO Y GAS PARA 1992.....	27
INVENTARIO DE EMISIONES DE CH₄ DE LAS ACTIVIDADES EN EL SISTEMA DE PETRÓLEO Y GAS PARA 1994.....	28
APÉNDICE B	39
NOTAS SOBRE INCERTIDUMBRE.....	39
APÉNDICE C	40
MEMORIA DE CÁLCULO	40
INFORMACIÓN DEL DOCUMENTO	43

Lista de Tablas

TABLA 3.1 FACTORES DE EMISIÓN DE LA REGIÓN "OTROS PAÍSES EXPORTADORES DE PETRÓLEO" (KG CH₄/PJ).....	18
TABLA 3.2 PARÁMETROS ENERGÉTICOS DEL SISTEMA DE PETRÓLEO Y GAS EN MÉXICO,	19
TABLA 3.3 EMISIONES DE METANO FUGITIVO EN EL SISTEMA DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL EN MÉXICO, (GG CH₄/AÑO)	20
TABLA 3.4 EMISIONES DE COVNM, SO₂ NO_x Y CO RESULTANTES DE LA OPERACIÓN DE REFINACIÓN, (GG/AÑO).....	21
TABLA 3.5 EMISIONES DE COVNM, SO₂ NO_x Y CO RESULTANTES DE LA DESINTEGRACIÓN CATALÍTICA EN LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO . (GG/AÑO).....	22
TABLA 3.6 EMISIONES DE SO₂ PROCEDENTES DE LAS INSTALACIONES DE RECUPERACIÓN DE AZUFRE. (GG/AÑO).....	22
TABLA 3.7 EMISIONES DE COVNM PROCEDENTES DEL ALMACENAMIENTO Y LA MANIPULACIÓN DEL PETRÓLEO CRUDO, (GG/AÑO)	22

Lista de Figuras

FIGURA 3.1 EMISIONES DE METANO FUGITIVO EN EL SISTEMA DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL, (GG CH ₄ /AÑO)	20
--	----

Glosario

AEP - Anuario Estadístico de Petróleos Mexicanos.

Arbol de Decisiones – Diagrama de Flujo que propone como primer paso el GPUGM para determinar la metodología a aplicar de acuerdo a los parámetros requeridos por la propia metodología.

BNE - Balance Nacional de Energía.

Factores de Emisión - Emission Factors en inglés, cantidad de emisiones por unidad de masa de fuente generadora.

Gas asociado - El gas natural crudo que se extrae simultáneamente con el petróleo crudo de una misma formación geológica subterránea a través de pozos de extracción.

Gas no asociado - el gas natural libre de petróleo crudo que se extrae de formaciones geológicas costa adentro a través de pozos de extracción.

Gg – Unidad de medida de masa equivalente a 10^9 gramos, empleada para las emisiones de GEI.

GEI – Abreviatura de Gases Efecto Invernadero.

GPGUM – Por sus siglas en inglés y significa Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre, conjunto de instrucciones propuestas por el IPCC para elaborar los inventarios de GEI para reducir al máximo las incertidumbres de los resultados de los mismos.

Información de las actividades - Activity Data en inglés, información de las fuentes que dan lugar a los gases efecto invernadero.

MLP - Memorias de Labores de Petróleos Mexicanos.

PICC – Panel Intergubernamental de Cambio Climático ó IPCC por sus siglas en inglés.

QA/QC - Quality Assurance/ Quality Control, actividades propuestas para asegurar la calidad y el control de la misma, consistentes en la revisión y comparación de factores de emisión, la metodología e información de las actividades.

Software del PICC – Programa de cálculo en Excel proporcionado por el IPCC para sistematizar y facilitar la elaboración de los inventarios de GEI.

Venteo y quemado en antorchas - Disposición del gas que no se utiliza en las áreas de producción de petróleo crudo, por no disponer de la infraestructura adecuada para el manejo del gas, o porque económicamente no es costoso ser inyectado a los pozos de almacenamiento de gas.

Prefacio

El Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) colaboró en la elaboración del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero para el año de 1990, efectuando la parte correspondiente a las emisiones de CH₄ fugitivo en la industria del petróleo (6). Para lo cual se empleo la metodología propuesta por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), con el propósito de establecer los primeros estimados sobre las emisiones fugitivas de gas metano en las actividades rutinarias en la industria del petróleo y gas del país.

Las cifras obtenidas en ese inventario de 1990, se han actualizado para estar en resonancia con las cifras que se han obtenido al aplicar la nueva versión de la metodología IPCC para los años 1992, 1994, 1996 y 1998.

3.1. Introducción

En México la industria del petróleo y gas cuenta con una capacidad de procesamiento total de petróleo crudo hasta 1998 de 1,525,000 barriles diarios distribuidos en seis refinerías, y para el procesamiento del gas natural y condensados se tiene una capacidad nominal de 750 millones de pies cúbicos diarios en plantas de absorción, y 3,959 millones de pies cúbicos diarios en plantas criogénicas. La producción de petróleo crudo se obtiene mayormente en las regiones marinas del Golfo de Campeche, que en 1998 aportaron el 76.8% de la producción total, le siguen la región sur con 20.2% y la región norte con sólo 3.0%. Del gas producido (1677.399 PJ), el gas asociado que es extraído juntamente con el petróleo crudo, es el que se obtiene mayormente representando el 78.396%, y el restante 21.604% es gas no asociado.

La producción de gas asociado está distribuida de la siguiente manera: el 51% en la región sur, el 45.5% en la región marina y el restante 3.5% en la región norte, mientras que el gas no asociado el 83.5% se obtuvo en la región norte, y el 16.5% restante en la región sur. Con respecto al procesamiento, las refinerías y despuntadoras procesaron 2,823.524 PJ, de las cuales el 99.8% es petróleo crudo y el 0.2% condensados. Las plantas de gas y fraccionadoras procesaron 1,582.414 PJ de gas húmedo dulce, gas amargo y condensados. De las refinerías, plantas de gas y fraccionadoras se obtuvieron 4,360.7 PJ de diversos productos de los cuales el gas natural seco representa el 25.3%; el combustible el 24.2%; las gasolinas y naftas el 22.0%; el diesel el 13.9%; el gas licuado el 7.5%; finalmente los productos no energéticos, los querosenos y el coque de petróleo conjuntamente representan el restante 7.1%. De estos productos, 722.2 PJ se destinaron a usos propios en refinerías, plantas de gas y fraccionadoras, 1,169.3 PJ se utilizaron en la generación de energía eléctrica, y 2,469.2 PJ se utilizaron en los otros sectores.

Las pérdidas por transformación en refinerías, plantas de gas y fraccionadoras es de 45.238 PJ lo que implica un coeficiente de conversión de 99.0%

Todo lo anterior da una panorámica de la producción procesamiento y transformación del petróleo y el gas natural de México, para el año 1998. Las cifras se obtuvieron del Balance Nacional de Energía 1998 (9).

Debido a la necesidad que existe en México de contar con un inventario confiable de emisiones de gases de efecto invernadero a escala nacional, resulta de importancia cuantificar las contribuciones de las emisiones fugitivas especialmente el metano, derivadas de las actividades rutinarias en los diversos sectores del sistema nacional de petróleo y gas. Un Potencial de Calentamiento Global (GWP siglas en inglés) se define como la radiación acumulada, que tiene efectos directos e indirectos en un horizonte de tiempo especificado (100 años), como resultado de la emisión de una unidad de masa de gas con respecto a un gas de referencia. Los efectos directos ocurren cuando el gas en sí es un gas de efecto invernadero. Los efectos indirectos de radiación ocurren cuando transformaciones químicas que involucran al gas original producen un gas o gases que son considerados como gases de efecto invernadero, o cuando un gas influye en los tiempos de vida en la atmósfera de otros gases. El metano resulta importante particularmente por su tiempo de vida media en la

atmósfera y su poder de calentamiento global (3). Tomando en consideración lo mencionado hasta aquí, resulta imprescindible elaborar una Guía para la realización de futuros inventarios de emisiones fugitivas de metano provenientes de la producción, procesamiento, transporte y uso del petróleo y el gas natural, así como de la combustión no productiva como es la quema en antorchas del gas natural.

Las estimaciones de las emisiones fugitivas de metano se hicieron para los años 1992, 1994, 1996 y 1998, empleando para ello la metodología desarrollada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC) versión 1996. La cual se caracteriza por tener una serie de adiciones, que en materia de emisiones fugitivas considera la contribución de las emisiones de precursores del ozono y de bióxido de azufre procedentes de la refinación del petróleo.

Asimismo, la metodología tiene como elemento de apoyo, la Guía de las Buenas Prácticas y el Manejo de la Incertidumbre para llevar a cabo una adecuada realización de los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero.

3.2. Generalidades

3.2.1 Fuentes de Emisión en el Sistema de Petróleo y Gas Natural.

Los sistemas de petróleo y de gas natural son considerados en el mundo como una de las fuentes mayores de metano, en 1996 representó el 1.7% del total de emisiones de gases de efecto invernadero (16).

Esta categoría de fuente contiene muchas distintas subcategorías, por lo que es importante tomar en consideración las emisiones por separado de los sistemas de petróleo y de gas natural para diferenciar entre las emisiones asociadas a los combustibles en particular. Los términos gas natural o gas en este documento se usan para referirse, tanto al gas natural que se extrae del subsuelo, como al gas natural sintético constituido principalmente de metano y que se produce de otros productos basados en el petróleo. Dependiendo de su origen, y como es procesado el gas natural que se distribuye comercialmente puede contener varias cantidades de hidrocarburos que no son metano (etano, propano, butano y pentano), monóxido de carbono, bióxido de carbono y nitrógeno.

El término petróleo se utiliza en este documento para referirnos al petróleo que se extrae directamente del subsuelo y al recuperado de arenas bituminosas. El metano se emite durante la producción, el almacenamiento, y distribución del petróleo y el gas. Las fuentes de emisiones "fugitivas" dentro de los sistemas de petróleo y gas incluyen (a) las liberaciones durante las operaciones normales tales como aquellas emisiones asociadas con venteo y quema en antorchas durante la producción de petróleo y gas, (b) las fugas crónicas o desfuegos de las ventilas de proceso, (c) las emisiones durante el mantenimiento de rutina como son las reparaciones de ductos, y (d) las emisiones durante descontroles y accidentes en el sistema. A continuación se presenta una panorámica de los sistemas de petróleo y gas natural.

3.2.2 Producción de Petróleo y Gas.

El petróleo y gas natural se extraen normalmente usando pozos costa adentro y costa afuera, en la mayoría de los casos se extraen simultáneamente de la misma formación geológica (caso de México) y luego se separan. Generalmente se usan líneas de acopio para llevar las corrientes de petróleo crudo y gas crudo por separado a uno o más puntos de recolección dentro de un campo de producción. Puesto que el metano es el mayor componente del gas natural, las fugas y el proceso de venteo de estos sistemas dan como resultado emisiones de metano.

3.2.3 Transportación y Refinación del Petróleo.

El petróleo crudo se transporta a través de oleoductos (caso México) y barcos tanque a las refinerías en donde se almacena en grandes tanques por un cierto tiempo. Puesto que el petróleo crudo tiene disuelto, en proporciones variables, gas que contiene metano, las fugas o venteo de vapores durante el transporte y almacenamiento del petróleo crudo produce emisiones de metano particularmente de los barcos tanque. Durante el proceso de refinación, los gases disueltos se separan siendo algunos de ellos venteados, por lo tanto los productos de la refinación en general contienen cantidades despreciables de metano que no se estiman en el transporte y distribución de los productos refinados.

3.2.4 Procesamiento, Transportación y Distribución del Gas Natural.

El gas natural producido se procesa para recuperar los hidrocarburos más pesados (etano, propano, butano) y para preparar el gas seco para ser transportado a los consumidores. La mayor parte del gas seco es transportado por gasoductos y líneas de distribución, solamente una pequeña cantidad de gas se transporta en buques tanque como gas natural licuado (GNL), y sus emisiones de metano no se incluyen en los métodos de emisiones por defecto.

Las emisiones de metano en las actividades que se realizan en los varios sectores del sistema nacional de petróleo y gas, se pueden dividir en tres categorías a saber: aquellas que se presentan durante las operaciones normales; aquellas que se presentan durante el mantenimiento, y aquellas originadas en la alteración del sistema y los accidentes. Las mayores emisiones, sin embargo, se derivan de las operaciones normales. En esta categoría hay dos fuentes principales; venteo y quemado en antorchas por una parte, y los desfuegos de proceso, las fugas crónicas, etc., por la otra. La primera categoría se refiere a la disposición del gas que no puede contenerse o de otra forma manipularse y está asociada con la producción combinada de petróleo y gas y se lleva a cabo en las áreas de producción. Para estimar las emisiones de metano de esta categoría en forma satisfactoria, es preciso conocer las tasas de eficiencia de los quemadores de las antorchas y las cantidades de gas que se envía a la atmósfera y la que se quema en ellos. En los países que producen petróleo y gas es normal que reporten una cantidad para el gas que se ventea y quema en antorchas,

debido a que las cantidades que se ventean y se queman en antorchas no se miden sino se infieren de las diferencias entre la producción total y las disposiciones.

En la segunda categoría se encuentran las emisiones de los sistemas neumáticos, que están en función del tamaño, tipo, edad del sistema, la frecuencia de su operación, y la frecuencia de su mantenimiento. Las fugas de los componentes del sistema que no son intencionales, las emisiones de las ventilas de proceso, las emisiones debidas al arranque y detención de los motores recíprocos y turbinas, y las emisiones durante las actividades de perforación.

3.3. Metodología

3.3.1 Aspectos Generales de la Metodología para Estimar las Emisiones Fugitivas de Metano.

La metodología que recomienda el Panel Intergubernamental de Cambio Climático para la estimación de las emisiones de metano fugitivo generadas en las varias actividades en el sistema de petróleo y gas, reporta tres niveles diferentes de detalle. El primer nivel o Método de Factores Medios de Emisión, utiliza datos de producción del país y la selección de los factores de emisión típicos de la región donde se ubica el país. El segundo nivel o Método del Balance de Masa se recomienda solamente para la estimación de metano en el sistema de petróleo, utiliza datos estándar de petróleo y gas que fácilmente se obtienen, como son los volúmenes de producción, las relaciones de volúmenes de gas producido por volumen de petróleo producido, y las composiciones del gas, para estimar la cantidad máxima de metano que se podría emitir a la atmósfera en los diferentes sectores de la industria, y luego escalarlas para reflejar las emisiones reales aplicando los factores de emisión adecuados.

Los factores de emisión mínimos toman en cuenta la cantidad de gas que se dispone en los dispositivos de control, que se consume en los equipos de combustión, que se conserva o se vuelve a inyectar a los pozos. Los factores de emisión por fugas toman en consideración las cantidades perdidas a través de fugas en los sistemas de control o de utilización. El tercer nivel o Método de Evaluaciones Rigurosas de Fuentes Específicas, generalmente requiere una interacción significativa con la industria y las agencias de regulación asociadas e involucra la compilación de los siguientes tipos de información: inventarios detallados de la cantidad y tipos de la infraestructura de proceso (pozos, instalaciones menores en campo, instalaciones mayores de procesamiento y producción); análisis de la disposición de la producción (producción de petróleo y gas, volúmenes de gas que se ventea, que se quema en antorchas, y se vuelve a inyectar, consumo de gas como combustible); liberaciones accidentales (explosiones de pozos, rupturas de ductos); diseño y prácticas de operación típicas y sus impactos en el nivel global del control de emisiones. La cantidad de emisiones se valora aplicando factores de emisión adecuados, correlaciones empíricas, resultados de simulaciones de procesos y mediciones en campo de esos datos (3).

3.3.2 Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre (GBPMI)

La Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre (GPGUM siglas en inglés) propone, como primer punto, el establecimiento del método que se va a aplicar mediante un árbol de decisiones, el cual de acuerdo a una serie de consideraciones referente a la disponibilidad de información de la actividad y factores de emisión, permite decidir el método adecuado en cada caso.

El segundo punto que considera la GPGUM, se refiere a la documentación empleada como referencia para efectuar el cálculo de las emisiones, la cual debe incluirse para que esté accesible en caso de revisiones externas.

Y el tercer punto propuesto por la GPGUM se refiere a las actividades de aseguramiento de calidad/control de calidad (QA/QC siglas en inglés), que consisten en la comparación de los resultados obtenidos en campo con los resultados estimados con la metodología por defecto, así como comparar los resultados locales con los resultados obtenidos en países con características similares a las del país en cuestión. Y de la misma manera, se hacen las comparaciones respectivas con los factores de emisión e información de la actividad en estudio (4).

3.3.3 Evaluación de la Incertidumbre.

Como parte fundamental del inventario, la versión 1996 de la Metodología del IPCC establece que se debe evaluar la incertidumbre asociada a las estimaciones de gases efecto invernadero en cuestión.

De acuerdo con la Metodología del IPCC, la incertidumbre tiene básicamente tres componentes: el primero se refiere a la metodología empleada; el segundo a la información de la actividad, y el tercero a los factores de emisión. Para cada caso estos factores son diferentes, y están en dependencia con las fuentes de emisiones consideradas (4).

La incertidumbre se evaluó en este reporte de acuerdo a los valores propuestos por el GPGUM, como se describe en el Anexo B de este documento.

3.3.4 Método de los Factores Medios de Emisión.

En conformidad con éste método (2), la estimación de las emisiones requiere reunir los siguientes datos de actividad: para petróleo y gas: número de pozos perforados; cantidad de petróleo producido; cantidad de petróleo refinado; cantidad de gas producido; y cantidad de gas consumido para los años 1992, 1994, 1996, y 1998. Hacer la selección de los factores de emisión que correspondan a la región donde se encuentra el país, en este caso "Otros países exportadores de petróleo". La multiplicación de los datos de actividad y los factores de emisión asociados permite obtener la estimación de las emisiones de las principales subcategorías incluidas en este submódulo tal y como lo presenta la hoja de trabajo I-7, que es una copia del formato de cálculo que se realiza con el software incluido en la metodología utilizada. Los resultados se reportan en Gigagramos de metano al año y se presentan para los años considerados en el anexo A.

3.3.5 Método del Balance de Masa.

Los procedimientos básicos para realizar el cálculo del balance de masa para cada actividad del sistema combinado de petróleo y gas, son los siguientes:

- **Producción de petróleo.**

Las emisiones de la producción de petróleo se estima usando la relación siguiente.

$$E_{P-p} = V_{P-p} \times RGP \times Y_{CH_4} \times D_{RGP} \times K_{P-p} \times 10^{-12}$$

E_{P-p} representa las emisiones de metano derivadas de la producción de petróleo en unidades de Teragramos de metano por año.

V_{P-p} representa la cantidad de petróleo producido, en unidades de metros cúbicos anuales.

RGP representa la relación entre los volúmenes de gas producidos por volumen de petróleo producido, sin dimensiones.

Y_{CH_4} representa la fracción de gas que está disuelto en el petróleo y que es metano, sin dimensiones.

D_{RGP} representa la densidad del metano determinada a la temperatura y presión a la cual se determinó la RGP, el valor reportado a 20°C y 1 atmósfera de presión es 666.6 g/m³. El dato proporcionado por la industria (3) para las mismas condiciones es 667.3 g/m³.

K_{P-p} representa el factor de emisión para la producción de petróleo, sin dimensiones.

10^{-12} representa el factor de conversión a Teragramos.

$$K_{P-p} = K_{P-p-min} + K_{P-p-f}$$

$$K_{P-p-min} = 1 - [(V_{G-comb} + V_{G-iny} + V_{G-antorcha} + V_{G-otro}) / (V_{P-p} \times RGP)]$$

$$K_{P-p-f} = [((V_{G-comb} \times L_{comb}) + (V_{G-iny} \times L_{iny}) + (V_{G-antorcha} \times L_{antorcha}) + (V_{G-otro} \times L_{otro})) / (V_{P-p} \times RGP)]$$

$K_{P-p-min}$ representa el factor de emisión mínimo para la producción de petróleo, sin dimensiones.

V_{G-comb} representa la cantidad de gas que es usado como combustible, en unidades de metros cúbicos anuales.

V_{G-iny} representa la cantidad de gas que se vuelve a inyectar a los pozos, en unidades de metros cúbicos anuales.

$V_{G-antorcha}$ representa la cantidad de gas que se quema en antorchas, en unidades de metros cúbicos anuales.

V_{G-otro} representa la cantidad de gas que se toma en cuenta en otras disposiciones y que no es emitido, en unidades de metros cúbicos anuales.

K_{P-p-f} representa el factor de emisión para fugas en sistemas usados para manipular el gas durante la producción de petróleo, sin dimensiones.

L_{comb} representa la tasa de fuga en la manipulación del gas como combustible, se expresa como una fracción menor que la unidad.

L_{iny} representa la tasa de fuga en la manipulación del gas para su inyección en los pozos, se expresa como una fracción menor que la unidad.

$L_{antorcha}$ representa la tasa de fuga en la manipulación del gas en el sistema de antorchas, se expresa como una fracción menor que la unidad.

L_{otro} representa la tasa de fuga en la manipulación del gas en otras disposiciones, se expresa como una fracción menor que la unidad.

Cuando nada del gas se usa como combustible, se quema en antorchas, se vuelve a inyectar o se maneja de otra forma, entonces el factor de emisión mínimo es la unidad, es decir que todo el gas que se extrae del subsuelo juntamente con el petróleo se emite. En forma semejante, cuando nada del gas se usa como combustible, se quema en antorchas, se vuelve a inyectar, o se maneja de otra forma, entonces las fugas serán cero, por lo tanto el factor de emisión para la producción de petróleo será la unidad.

• *Transportación y Refinación del Petróleo.*

El petróleo crudo de las instalaciones de producción inicialmente contiene cierta cantidad de gas disuelto, este gas particularmente la fracción que corresponde al metano se evapora rápidamente conforme el petróleo avanza a través de los sistemas de almacenamiento y transportación hacia la refinería. Cuando todo el petróleo llega a la refinería se encuentra normalmente aclimatado y esencialmente libre de metano libre. El cálculo de las emisiones de metano para estas actividades se realiza utilizando las siguientes expresiones

$$E_{P-t} = V_{P-t} \times F \times Y_{CH4-F} \times D_F \times K_{P-t} \times 10^{-12}$$

$$K_{P-t} = 1 - (V_{CH4-colec} / V_{P-t} \times F \times Y_{CH4-F})$$

E_{P-t} representa las emisiones de metano para el transporte y refinación del petróleo, en unidades de Teragramos anuales.

V_{P-t} representa la cantidad de petróleo transportado y refinado, en unidades de metros cúbicos anuales.

F representa los volúmenes de gas que están disueltos en la unidad de volumen de petróleo, sin dimensiones.

Y_{CH4-F} representa el volumen de metano que se encuentra en el volumen de gas que está disuelto en el petróleo, sin dimensiones.

D_F representa la densidad del metano a la temperatura y presión a la cual se determina F , el valor reportado a 20°C y 1 atmósfera es 666.6 g/m³, mientras en valor que es suministrado por la industria (3) es 667.3 g/m³.

K_{P-t} representa el factor de emisión para el transporte y la refinación del petróleo, sin dimensiones.

10^{-12} representa el factor de conversión a Teragramos.

$V_{\text{CH}_4\text{-colec}}$ representa la cantidad de metano que se colecta y que no se emite durante el transporte y refinado del petróleo, en unidades de metros cúbicos anuales. En ausencia de valor alguno en este concepto se utiliza el valor por defecto de la unidad para el factor de emisión para el transporte y refinado del petróleo.

- ***Pérdidas en Exploración y Perforación.***

Las emisiones totales de metano en el sector de exploración y perforación usualmente serán pequeñas en comparación con las cantidades emitidas por los otros sectores, en consecuencia resulta apropiado utilizar un procedimiento nivel 1 para este sector. La relación básica a utilizar es:

$$E_D = N_{\text{pozos}} \times F_D$$

E_D representa las emisiones totales de metano para la perforación y prueba de pozos de petróleo y gas, en Teragramos.

N_{pozos} representa el número de pozos perforados y probados.

F_D representa la cantidad media de metano que es emitida por pozo, en unidades de Teragramos por pozo.

3.3.6 Método para Estimar las Emisiones SO_2 y de los Precursores del Ozono en la Refinación del Petróleo.

Este método cubre dos niveles, en el primer nivel se hace la estimación de las emisiones de CO , NO_x , COVNM y SO_2 con base en el volumen de petróleo crudo que se procesa en las refinerías y utilizando los factores de emisión por defecto de estos cuatro gases. Es recomendable el uso de los factores de emisión locales siempre que sea posible, particularmente con aquel de los COVNM (compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano), debido a que éste puede oscilar en forma considerable, las emisiones se reportan en unidades de masa Gg.

Los valores de los factores de emisión por defecto reportados en las Tablas 1-65, 1-66, 1-67, y 1-68 de la sección 1.8.9 del Manual de Referencia del IPCC, corresponden a emisiones que no son por combustión.

En el segundo nivel, la estimación de los cuatro gases anteriormente mencionados, se hace para la desintegración catalítica, mientras que para la recuperación de azufre se hace únicamente la estimación de las emisiones de SO_2 , y para el almacenamiento de petróleo se hace la estimación de las emisiones de COVNM . Como se menciona en el análisis presentado en la Sección 1.8.9 del Manual de Referencia del IPCC, los valores por defecto de los factores de emisión correspondientes a SO_2 y NO_x pueden variar en forma considerable, por lo que es recomendable emplear los valores locales para estas emisiones y para las de COVNM .

Para la desintegración catalítica, el parámetro de actividad corresponde al volumen de petróleo que se procesa en las unidades de desintegración catalítica. La metodología utiliza

unidades de miles de toneladas, siempre y cuando se utilicen los valores por defecto de los factores de emisión de los precursores de ozono y del SO₂ expresados en (kg/t de aceite procesado), de otra forma se pueden utilizar unidades de (m³/a) para el parámetro de actividad y los factores de emisión expresados en unidades de (kg/m³ de aceite procesado) tal y como aparece en el manual de factores de emisión API-42. En la recuperación de azufre, el parámetro de actividad considerado es la cantidad de azufre recuperado expresado en toneladas y el factor de emisión en unidades de (kg de SO₂/t de azufre producido). En lo referente al almacenamiento de petróleo, la metodología presenta tres opciones de tipos de tanques que comúnmente se utilizan en esta actividad. Cada país identifica los principales tipos de almacenamiento utilizados, y la suma de los volúmenes de petróleo crudo para cada tipo de almacenamiento es el parámetro de actividad considerado, las unidades de los factores de emisión por defecto son (t de COVDM/kt de petróleo crudo almacenado).

3.4. Resultados

3.4.1 Emisiones de Metano Fugitivo con Tier I.

La aplicación de la metodología IPCC para estimar las emisiones de metano fugitivo en la industria del petróleo, requiere del uso de los factores de emisión propios del país para el que se hace el inventario, siempre y cuando existan estos o la utilización de los valores típicos de las regiones donde se ubique el país. Para el caso de México hasta el momento no existen factores de emisión propios, por lo que es preciso aplicar aquellos de la región "Otros países exportadores de petróleo" donde el IPCC ubica a México (3). Estos factores de emisión se presentan en la Tabla 3.1 siguiente.

TABLA 3.1 Factores de Emisión de la Región "Otros Países Exportadores de Petróleo" (kg CH₄/PJ)

Tipo de fuente	Base	Factor de Emisión
Producción de Petróleo y Gas		
Emisiones fugitivas durante el mantenimiento en la producción de petróleo	Petróleo producido	300 - 5000
Emisiones fugitivas durante el mantenimiento en la producción de gas	Gas producido	46000 - 96000
Venteo y quema en antorchas en la producción de petróleo y gas	Petróleo y gas producidos	
	Petróleo producido	
	Gas producido	758000 - 1046000
Transporte, Almacenamiento y Refinación del Petróleo Crudo		
Transporte	Petróleo en buques tanque	745
Refinación	Petróleo refinado	90 - 1400
Almacenamiento en Tanques	Petróleo refinado	20 - 250
Proceso, Transporte y Distribución del Gas Natural		
Emisiones procedentes del proceso, transporte y distribución	Gas producido	288000 (b)
	Gas consumido	118000 (bb)
Fugas en plantas industriales y centrales eléctricas	Gas consumido no residencial	0 - 175000
Fugas en los sectores residenciales y comerciales	Gas consumido residencial	0 - 87000
(b) este factor de emisión de 288000 kg/PJ de gas producido se emplea para la estimación de las emisiones elevadas.		
(bb) este factor de emisión de 118000 kg/PJ de gas consumido se emplea para la estimación de las emisiones bajas.		

En la Tabla 3.2 se presenta la información referente a los datos de actividad necesarios para realizar los cálculos para el periodo 1990 a 1998. Esta información se obtuvo tanto de los Balances Nacionales de Energía 1996, 1997, y 1998 (7, 8, 9), los Anuarios Estadísticos de Petróleos Mexicanos 1996, 1997, y 1998 (10, 11, 12), y las memorias de Petróleos Mexicanos 1996, 1997, y 1998 (13, 14, 15).

TABLA 3.2 Parámetros Energéticos del Sistema de Petróleo y Gas en México, periodo 1990 - 1998.

producción anual	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
petróleo (PJ)	5573.458	5854.583	5844.317	5861.197	5755.278	5554.085	6079.177	6463.785	6562.912
gas asoc (PJ)	1232.918	1188.458	1176.727	1302.149	1333.956	1275.606	1432.514	1489.9	1490.161
gas no asoc (PJ)	244.152	233.201	220.559	190.045	203.475	238.07	286.903	281.251	362.383
condensados (PJ)	227.789	256.98	268.22	151.585	141.47	148.713	148.404	148.4	145.902
Poder calorífico neto									
petróleo prom (MJ/bl)	5993	5994	5986	6007	5872	5814	5811	5860	5856
maya (MJ/bl)	6112	6140	6125	6182	6103	6131	6144	6135	5718
istmo (MJ/bl)	5853	5861	5868	5898	5890	5787	5857	5912	6032
olmeca (MJ/bl)	5724	5720	5706	5765	5723	5684	5722	5433	6046
gas asoc (kJ/m3)	42772	41574	41442	41280	41532	39132	39739	39705	38932
gas no asoc (kJ/m3)	38099	37983	38069	38069	38069	38050	38619	32526	32292
condensados (MJ/bl)	4002	4003	4003	4006	3784	3883	3944	4184	4194
gas natural seco (kJ/m3)	36547	36732	36513	36513	36513	36513	36784	35217	35021
procesamiento anual									
petróleo (PJ)	2750.114	2798.681	2799.005	2854.523	2906.633	2711.962	2708.357	2714.419	2816.771
gas asoc (PJ)	1161.61	1121.487	1106.78	1216.157	1330.598	1233.408	1288.931	1302.936	1288.385
gas no asoc (PJ)	193.052	185.606	163.412	128.139	144.934	141.554	158.462	146.075	154.877
condensados ref(PJ)	8.185	6.626	2.192	2.927	3.415	4.555	7.693	3.241	6.753
condensados gas(PJ)	133.456	181.642	182.377	180.679	137.373	143.461	140.311	145.052	139.152
transporte anual									
petróleo en ductos (PJ)	5573.458	5854.583	5844.317	5861.197	5755.278	5554.085	6079.177	6463.785	6562.912
petróleo en buquetanque (PJ)	2793.5	2994.635	2996.508	2931.476	2801.439	2769.403	3283.834	3680.582	3721.857
almacenamiento anual									
petróleo en tanques (PJ)	2750.114	2798.681	2799.005	2854.523	2906.633	2711.962	2708.357	2714.419	2816.771
consumo de gas anual									
gas no asoc (PJ)	42.433	38.491	50.342	52.727	58.628	74.718	110.702	128.089	199.921
gas no asoc residencial (PJ)	4.371	3.941	5.189	5.434	5.901	7.472	11.068	12.811	19.992
gas no asoc industrial (PJ)	38.062	34.55	45.153	47.293	52.727	67.246	99.634	115.278	179.929
gas nat seco (PJ)	444.81	486.721	460.369	474.553	512.667	549.316	471.136	412.802	343.867
gas nat seco residencial (PJ)	29.55	32.387	32.278	34.719	29.797	23.864	24.88	22.379	12.271
gas nat seco industrial (PJ)	415.26	454.334	428.091	439.834	482.87	525.452	446.256	390.008	331.596
gas nat seco no energ (PJ)	105.79	102.847	97.379	79.522	72.021	74.463	69.994	53.470	49.589
TOTAL	593.033	628.059	608.09	606.802	643.316	698.497	651.832	694.360	593.377
gas no aprovechado									
gas asociado (PJ)	46.246	43.401	45.168	58.575	57.950	86.248	111.745	253.865	173.893
gas no asociado (PJ)	0.471	0.863	0.852	1.066	0.392	0.592	1.004	0	0
GOR (M3 gas/M3 petróleo)	213	203	200	206	214	216	214	214	216
AZUFRE (kton/año)									
PGyPB	624	649	646	664	704	719	761	750	739
REFN	77	106	129	146	172	164	160	173	173
producn	701	755	775	810	876	883	921	923	912
Desintegración Cat (kbl/d)	295.5	271.5	271.5	331.5	372	372	377	368	368

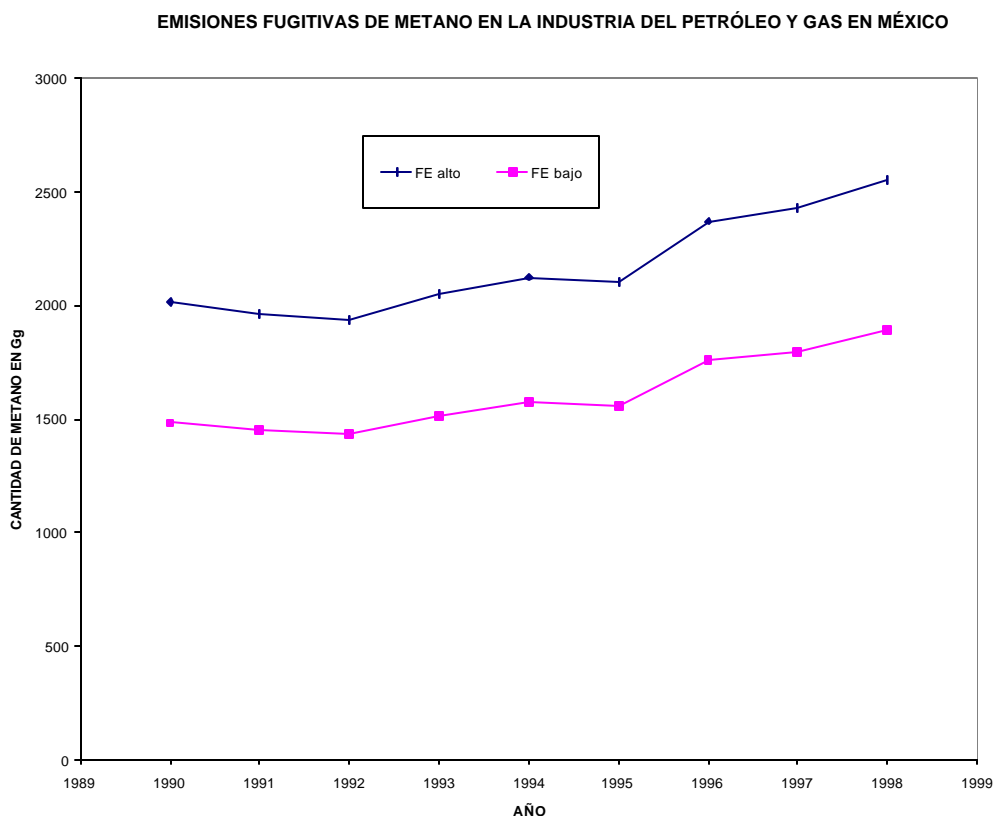
Las emisiones estimadas de metano fugitivo aplicando el procedimiento de factores medios de emisión de la metodología IPCC a los parámetros de producción y consumo de las actividades de petróleo y gas natural por año seleccionado presentados en la tabla 3.2, y los factores de emisión presentados en la tabla 3.1, se resumen en la tabla 3.3 siguiente.

TABLA 3.3 Emisiones de Metano Fugitivo en el Sistema de Petróleo y Gas Natural en México, (Gg CH₄/año)

Emisiones	1992	1994	1996	1998
F E ALTO	1938.4	2124.7	2371.4	2552.8
F E BAJO	1434.4	1573.5	1757.5	1891.4

En la figura 3.1, se muestra gráficamente la tendencia de las emisiones de metano fugitivo aplicando tanto el valor alto como el valor bajo de los factores de emisión, a los datos de actividad para los años 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, y 1998. Se observa en la gráfica un aumento en las emisiones de metano con respecto a las correspondientes al año 1990 esto se debe al incremento en la producción de gas natural asociado y no asociado en los últimos años, y a las limitaciones existentes en los sistemas de aprovechamiento del gas asociado al crudo.

FIGURA 3.1 EMISIONES DE METANO FUGITIVO EN EL SISTEMA DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL, (GG CH₄/AÑO)



La aplicación del método de balance de masa (Tier II) para el sistema de petróleo y gas no se realizó debido a que no se estuvo disponible parte de la información requerida para el estimado de las emisiones de metano, y no se pudo en consecuencia comparar los valores de estas emisiones con las obtenidas aplicando el Tier I.

3.4.2 Emisiones Fugitivas de COVNM, SO₂, NO_x y CO en la Refinación del Petróleo Crudo.

A pesar de que el metano es el gas de efecto invernadero más importante que se emite en forma fugitiva en las actividades rutinarias en los sistemas del petróleo y del gas, existen otros gases de efecto invernadero que también se emiten en las instalaciones de estos sistemas y que deben ser incluidos en un inventario nacional general. Aparte del metano, las emisiones fugitivas más significativas son de compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano que se liberan a través del proceso de evaporación o fugas siempre que los combustibles o sus productos entran en contacto con la atmósfera.

Las emisiones fugitivas de compuestos orgánicos volátiles en el refinado, transporte y distribución de los productos intermedios y finales del petróleo, representan un componente mayor de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles a escala nacional en muchos países y México no es la excepción. Se ha estimado que las actividades de almacenamiento y manejo de los productos intermedios y finales del petróleo contribuyen entre 1.0 y 8.0 por ciento de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles del país, habiendo también emisiones significativas de SO₂, NO_x, y CO que no son de combustión. La metodología proporciona una serie de factores de emisión para COVNM, SO₂, NO_x, y CO, que en ausencia de datos locales se aplican estos para estimar las emisiones en el proceso global de refinación. En la Tabla 3.4 se presentan las estimaciones obtenidas de estos gases para los años 1992, 1994, 1996, y 1998.

TABLA 3.4 Emisiones de COVNM, SO₂, NO_x y CO resultantes de la Operación de Refinación, (Gg/año)

Gas	1992	1994	1996	1998
COVNM	39.40	41.71	39.27	40.53
SO₂	59.47	62.96	59.28	61.18
NO_x	3.72	3.93	3.70	3.82
CO	5.95	6.30	5.93	6.12

Con relación a las emisiones de precursores de ozono y de bióxido de azufre que se presentan en la desintegración catalítica, la tabla 3.5 muestra los estimados obtenidos utilizando los valores de los factores de emisión por defecto reportados en el AP-42 expresados en unidades de (kg/m³ de aceite procesado).

En cuanto a las emisiones de bióxido de azufre procedentes de las instalaciones de recuperación de azufre, se tomó el valor por defecto que tiene la metodología, las estimaciones se muestran en la Tabla 3.6.

TABLA 3.5 Emisiones de COVNM, SO₂ NO_x y CO resultantes de la Desintegración Catalítica en la refinación del Petróleo. (Gg/año)

Gas	1992	1994	1996	1998
COVNM	9.453	12.952	13.126	12.814
SO ₂	22.059	30.222	30.628	29.899
NO _x	3.151	4.318	4.376	4.271
CO	617.656	846.29	857.664	837.190

TABLA 3.6 Emisiones de SO₂ procedentes de las instalaciones de recuperación de azufre. (Gg/año)

Gas	1992	1994	1996	1998
SO ₂	107.73	112.59	128.02	126.77

Finalmente, la estimación de los compuestos orgánicos volátiles que son diferentes al metano, procedentes del almacenamiento y manipulación del petróleo crudo en las refineras, se utilizó el valor por defecto del factor de emisión asignado a tanques de techo flotante con sello primario ya que son el tipo que más abunda en la industria petrolera del país. Las estimaciones se muestran en la Tabla 3.7 siguiente.

TABLA 3.7 Emisiones de COVNM procedentes del almacenamiento y la manipulación del Petróleo Crudo, (Gg/año)

Gas	1992	1994	1996	1998
COVNM	47.88	50.68	47.72	49.25

3.5. Discusión

3.5.1 Emisiones Fugitivas de Metano

El estimado de las emisiones de metano derivadas de las actividades que se realizan en los diferentes sectores de la industria del petróleo del país, se realizó aplicando los factores de emisión por defecto reportados en la Tabla 1-58 del Manual de Referencia (3) en la región "Otros Países Productores de Petróleo" donde ubican a México. La razón de usar estos factores de emisión es que aún no se cuenta con factores de emisión propios.

En la tabla 3.1 se observa que las emisiones fugitivas de metano registraron un incremento moderado durante el período considerado (1992 - 1998) como resultado del aumento en la producción de gas natural asociado, la cantidad de gas que no se aprovecha, la mayor parte se quema en las antorchas y el resto escapa a la atmósfera, esto ocurre principalmente en el sector de producción de petróleo crudo. Así en 1990 no se aprovecharon 46.717PJ, equivalentes a 1,081 millones de metros cúbicos, mientras que en 1998 la cifra creció un poco más de 4 veces a 173.893 PJ equivalentes a 4,467 millones de metros cúbicos. De continuar esta tendencia de crecimiento es menester promover la recuperación y aprovechamiento de estas emisiones de gas natural como una medida de mitigación de las emisiones de metano en la industria del petróleo.

Se actualizó el inventario para 1990 con la nueva versión del IPCC, de manera que ahora los estimados de las emisiones tienen la misma base de cálculo y la utilización de los mismos factores de emisión. Tal y como se muestra en la figura 3.1. Esto permite hacer comparaciones más congruentes de los datos de emisiones por año. A pesar de esto existe una gran incertidumbre en los factores de actividad y en los factores de emisión considerados ya que no se cuenta con un inventario confiable de las fuentes de emisión del sistema de petróleo y gas del país y en consecuencia la falta de factores de emisión propios. Aunado a esto, la aplicación del método de balance de masa para el sistema de petróleo no es confiable debido a que en México se reporta en forma conjunta las cantidades de gas que se vende y que se quema en antorchas, tanto para el gas asociado como para el no asociado, asimismo existe incongruencia en los datos reportados por la Secretaría de Energía y Petróleos Mexicanos en cuanto a las cantidades de gas que no se aprovechan particularmente en los cuatro últimos años. Por lo anterior nos vemos obligados a reportar las emisiones de metano fugitivo utilizando el método de factores de emisión medios o Tier 1 que contiene el software IPCC.

Por otra parte, la nueva versión de la metodología IPCC incluye la estimación de otros gases que son considerados como precursores de ozono y de bióxido de azufre en el sector refinación del sistema de petróleo. Las emisiones que se obtienen, son las procedentes de la refinación del petróleo crudo, las procedentes de la desintegración catalítica, las procedentes de las instalaciones de recuperación de azufre, y las procedentes del almacenamiento y manipulación del petróleo crudo en la zona de tanques de almacenamiento.

3.6. Conclusiones y Recomendaciones

La Metodología 1996 del IPCC, proporciona el marco de referencia y establece los pasos necesarios para la elaboración de un inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero confiable. En el caso particular de las emisiones fugitivas de metano derivadas de las actividades desarrolladas en forma rutinaria en los diversos sectores que integran el sistema de petróleo y gas del país, la metodología provee tres niveles de cálculo con un grado de detalle mayor en cada nivel para incrementar la precisión en la estimación de estas emisiones. El cálculo presentado en este reporte está basado fundamentalmente en la aplicación del primer nivel debido a que no se cuenta con suficiente información sobre los inventarios de fuentes de emisión correspondientes al sector de gas natural, ni con factores de emisión propios. En consecuencia las cifras de emisiones de metano aquí reportadas, son

los estimados basados en datos de producción, susceptibles de mejorarse y actualizarse conforme se disponga de información complementaria en los rubros antes señalados.

Esto obliga a la industria del petróleo del país a tener un inventario tanto de fuentes de emisión como de factores de emisión, que permitan cuantificar las emisiones de estos gases de una manera más confiable y no por aplicación de los valores por defecto incluidos en esta metodología, que si bien dan el orden de magnitud aproximado no reflejan las emisiones reales del país.

La Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre de la Metodología facilita, en función de la disponibilidad de información de la actividad y los factores de emisión, la selección de la metodología a seguir para la mejor estimación de las emisiones de metano fugitivo. Sin embargo ésta resulta un tanto repetitiva con los otros documentos de la metodología.

Con base en los anteriores comentarios es recomendable establecer convenios de colaboración con las oficinas gubernamentales responsables de los sectores que generan la información requerida por la metodología del IPCC, con el propósito de facilitar la elaboración de los inventarios y, más importante aún, de reducir la incertidumbre asociada a esta información.

3.6.1 Reconocimientos

Nuestro más cumplido reconocimiento al Instituto Nacional de Ecología por el apoyo brindado en la realización de este documento, y en particular por las gestiones realizadas para obtener parte de la información requerida para efectuar el presente inventario. Así mismo nuestro agradecimiento a la Secretaría Energía, a Petróleos Mexicanos y al Instituto Mexicano del Petróleo por el apoyo y el oportuno aprovisionamiento de la información que se utilizó en este trabajo.

Referencias

1. IPCC, (1996); "Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories"; Reporting Instructions (Volume 1).
2. IPCC, (1996); "Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories"; Workbook (Volume 2).
3. IPCC, (1996); "Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories"; Reference Manual (Volume 3).
4. IPCC, (2000); "Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories"; This report was accepted by the IPCC Plenary at its 16th session held in Montreal, 1-8 May, 2000.
5. IPCC, (1996); "Software for Workbook".
6. UNEP/PROJET, (1995); "Preliminary National Inventory of Greenhouse Gas: Mexico"; GF/4102-92-01 (PP/3011); FUGITIVE EMISSIONS FROM FUELS, pp 27-34; September 1995.
7. Balance Nacional de Energía, (1996); Secretaría de Energía; Cuadros 15a, 36a, 37, 38, 39, 40, y 41.
8. Balance Nacional de Energía, (1997); Secretaría de Energía; Cuadro 15a.
9. Balance Nacional de Energía, (1998); Secretaría de Energía; Cuadro 15a.
10. Anuario Estadístico, (1996); Petróleo Mexicanos.
11. Anuario Estadístico, (1997); Petróleos Mexicanos.
12. Anuario Estadístico, (1998); Petróleos Mexicanos.
13. Memorias de Labores de Petróleos Mexicanos, (1996).
14. Memorias de Labores de Petróleos Mexicanos, (1997).
15. Memorias de Labores de petróleo Mexicanos, (1998).
16. U.S. EPA, (1998). "Inventory of US Greenhouse Gas Emissions and Sinks (1990-1996). EPA 236-R-98-006.

Apéndice A
Tablas estándar de reporte del IPCC

Inventario de Emisiones de CH₄ de las Actividades en el Sistema de Petróleo y Gas para 1992

MODULE		ENERGY		
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM OIL AND GAS ACTIVITIES (TIER 1)		
WORKSHEET		1-7		
SHEETS		1 OF 1		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1992		
Category	A Activity	B Emission Factor	C CH ₄ Emissions (Kg CH ₄)	D Emissions CH ₄ (Gg CH ₄)
			C = (A x B)	D = (C / 1 000 000)
OIL				
Exploration <i>(Optional if data is locally available)^(a)</i>	<i>number of wells drilled</i>	<i>Kg CH₄ / well drilled</i>		
	129	270	34,830.00	0.03
Production ^(b)	<i>PJ oil produced</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	5844.317	5000	29,221,585.00	29.22
Transport	<i>PJ oil loaded in tankers</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	2996.508	745	2,232,398.46	2.23
Refining	<i>PJ oil refined</i>	<i>Kg CH₄ / PJ refined</i>		
	2799.005	1400	3,918,607.00	3.92
Storage	<i>PJ oil refined</i>	<i>Kg CH₄ / PJ refined</i>		
	2799.005	250	699,751.25	0.70
TOTAL CH₄ FROM OIL				36.11
GAS				
Production ^(b) / Processing	<i>PJ gas produced</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	1397.286	96000	134,139,456.00	134.14
Transmission and Distribution	<i>PJ gas consumed</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	1057.704	118000	124,809,072.00	124.81
Other Leakage	<i>PJ gas consumed</i>			
	<i>- non-residential gas consumed</i>			
	1020.237	175000	178,541,475.00	178.54
	<i>- Residential gas consumed</i>			
	37.467	87000	3,259,629.00	3.26
TOTAL CH₄ FROM GAS				440.75
VENTING AND FLARING FROM OIL/GAS PRODUCTION^(c)	<i>PJ oil and gas produced</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	<i>- Oil</i>		0.00	0.00
	<i>- Gas</i>		0.00	0.00
	<i>- Combined</i>			
	1397.286	1046000	1,461,561,156.00	1,461.56
TOTAL CH₄ FROM OIL AND GAS				1,461.56

Inventario de Emisiones de CH₄ de las Actividades en el Sistema de Petróleo y Gas para 1994.

MODULE	ENERGY			
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM OIL AND GAS ACTIVITIES (TIER 1)			
WORKSHEET	1-7			
SHEETS	1 OF 1			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1994			
Category	A Activity	B Emission Factor	C CH ₄ Emissions (Kg CH ₄)	D Emissions CH ₄ (Gg CH ₄)
			C = (A x B)	D = (C / 1 000 000)
OIL				
Exploration <i>(Optional if data is locally available)^(a)</i>	<i>number of wells drilled</i>	<i>Kg CH₄ / well drilled</i>		
	63	270	17,010.00	0.02
Production ^(b)	<i>PJ oil produced</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	5755.278	5000	28,776,390.00	28.78
Transport	<i>PJ oil loaded in tankers</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	2801.439	745	2,087,072.06	2.09
Refining	<i>PJ oil refined</i>	<i>Kg CH₄ / PJ refined</i>		
	2906.633	1400	4,069,286.20	4.07
Storage	<i>PJ oil refined</i>	<i>Kg CH₄ / PJ refined</i>		
	2906.633	250	726,658.25	0.73
TOTAL CH₄ FROM OIL				35.68
GAS				
Production ^(b) / Processing	<i>PJ gas produced</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	1537.431	96000	147,593,376.00	147.59
Transmission and Distribution	<i>PJ gas consumed</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	1148.037	118000	135,468,366.00	135.47
Other Leakage	<i>PJ gas consumed</i>			
	<i>- non-residential gas consumed</i>			
	1112.339	175000	194,659,325.00	194.66
	<i>- Residential gas consumed</i>			
	35.698	87000	3,105,726.00	3.11
TOTAL CH₄ FROM GAS				480.83
VENTING AND FLARING FROM OIL/GAS PRODUCTION ^(c)	<i>PJ oil and gas produced</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	<i>- Oil</i>		0.00	0.00
	<i>- Gas</i>		0.00	0.00
	<i>- Combined</i>			
	1537.431	1046000	1,608,152,826.00	1,608.15
TOTAL CH₄ FROM OIL AND GAS				1,608.15

Inventario de Emisiones de CH₄ de las Actividades en el Sistema de Petróleo y Gas para 1996.

MODULE		ENERGY		
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM OIL AND GAS ACTIVITIES (TIER		
WORKSHEET		1-7		
SHEETS		1 OF 1		
COUNTRY		MEXICO		
YEAR		1996		
Category	A Activity	B Emission Factor	C CH ₄ Emissions (Kg CH ₄)	D Emissions CH ₄ (Gg CH ₄)
			$C = (A \times B)$	$D = (C / 1,000,000)$
OIL				
Exploration (Optional if data is locally available) ^(a)	number of wells drilled	Kg CH ₄ / well drilled		
	114	270	30,780.00	0.03
Production ^(b)	PJ oil produced	Kg CH ₄ / PJ		
	6079.177	5000	30,395,885.00	30.40
Transport	PJ oil loaded in tankers	Kg CH ₄ / PJ		
	3283.834	745	2,446,456.33	2.45
Refining	PJ oil refined	Kg CH ₄ / PJ refined		
	2708.357	1400	3,791,699.80	3.79
Storage	PJ oil refined	Kg CH ₄ / PJ refined		
	2708.357	250	677,089.25	0.68
TOTAL CH₄ FROM OIL				37.34
GAS				
Production ^(b) / Processing	PJ gas produced	Kg CH ₄ / PJ		
	1719.417	96000	165,064,032.00	165.06
Transmission and Distribution	PJ gas consumed	Kg CH ₄ / PJ		
	1278.134	118000	150,819,812.00	150.82
Other Leakage	PJ gas consumed			
	- non- residential gas consumed			
	1232.353	175000	215,661,775.00	215.66
	- Residential gas consumed			
	45.781	87000	3,982,947.00	3.98
TOTAL CH₄ FROM GAS				535.53
VENTING AND FLARING FROM OIL/GAS PRODUCTION^(c)	PJ oil and gas produced	Kg CH ₄ / PJ		
	- Oil		0.00	0.00
	- Gas		0.00	0.00
	- Combined			
	1719.417	902000	1,550,914,134.00	1,550.91
TOTAL CH₄ FROM OIL AND GAS				1,550.91

Inventario de Emisiones de CH₄ de las Actividades en el Sistema Petróleo y Gas para 1998.

MODULE		ENERGY		
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM OIL AND GAS ACTIVITIES (TIER 1)		
WORKSHEET		1-7		
SHEETS		1 OF 1		
COUNTRY		MEXICO		
YEAR		1998		
Category	A Activity	B Emission Factor	C CH ₄ Emissions (Kg CH ₄)	D Emissions CH ₄ (Gg CH ₄)
			C = (A x B)	D = (C / 1 000 000)
OIL				
Exploration				
<i>(Optional if data is locally available)^(a)</i>	<i>number of wells drilled</i>	<i>Kg CH₄ / well drilled</i>		
	203	270	54,810.00	0.05
Production ^(b)	<i>PJ oil produced</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	6562.912	5000	32,814,560.00	32.81
Transport	<i>PJ oil loaded in tankers</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	3721.857	745	2,772,783.47	2.77
Refining	<i>PJ oil refined</i>	<i>Kg CH₄ / PJ refined</i>		
	2816.771	1400	3,943,479.40	3.94
Storage	<i>PJ oil refined</i>	<i>Kg CH₄ / PJ refined</i>		
	2816.771	250	704,192.75	0.70
TOTAL CH₄ FROM OIL				40.29
GAS				
Production ^(b) / Processing	<i>PJ gas produced</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	1852.544	96000	177,844,224.00	177.84
Transmission and Distribution	<i>PJ gas consumed</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	1364.18	118000	160,973,240.00	160.97
Other Leakage	<i>PJ gas consumed</i>			
	<i>- non-residential gas consumed</i>			
	1331.917	175000	233,085,475.00	233.09
	<i>- Residential gas consumed</i>			
	32.263	87000	2,806,881.00	2.81
TOTAL CH₄ FROM GAS				574.71
VENTING AND FLARING FROM OIL/GAS PRODUCTION^(c)	<i>PJ oil and gas produced</i>	<i>Kg CH₄ / PJ</i>		
	<i>- Oil</i>		0.00	0.00
	<i>- Gas</i>		0.00	0.00
	<i>- Combined</i>			
	1852.544	1046000	1,937,761,024.00	1,937.76
TOTAL CH₄ FROM OIL AND GAS				1,937.76

Inventario de Emisiones de COVNM, CO, NO_x, SO₂ de las Actividades del Sector Refinación para 1992.

MODULE		ENERGY		
SUBMODULE		OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING		
WORKSHEET		1-8 OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM REFINING		
SHEETS		1 of 4		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1992		
A	B	C	D	E
ude Oil Throughput (m3)	Pollutant	Emission factor ^(a) (kg/m3)	Emissions (kg)	Emissions (Gg)
			D=(AxC)	E=D/1000 000
74341170.7	CO	0.08	5,947,293.66	5.95
	NO _x	0.05	3,717,058.54	3.72
	COVNM	0.53	39,400,820.47	39.40
	SO ₂	0.8	59,472,936.56	59.47

MODULE		ENERGY		
SUBMODULE		OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING		
WORKSHEET		1-8 OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM CATALYTIC CRACKING		
SHEETS		2 OF 4		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1992		
A	B	C	D	E
Catalytic Cracker Throughput (m3)	Pollutant	Emission factor ^(a) (kg/m3)	Emissions (kg)	Emissions (Gg)
			D=(AxC)	E=D/1000 000
15756502.5	CO	39.2	617,654,898.00	617.65
	NO _x	0.2	3,151,300.50	3.15
	NM VOC	0.6	9,453,901.50	9.45
	SO ₂	1.4	22,059,103.50	22.06

MODULE		ENERGY	
SUBMODULE		OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING	
WORKSHEET		1-8 SO ₂ FROM SULPHUR RECOVERY PLANTS	
SHEETS		3 OF 4	
COUNTRY		Mexico	
YEAR		1992	
A	B	C	D
Quantity of Sulphur Recovered (t)	Emission Factor (kg/t)	Emissions (kg)	Emissions (Gg)
		$C=A \times B$	$D=(C/1\,000\,000)$
775000	139	107,725,000.00	107.73

MODULE		ENERGY		
SUBMODULE		OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING		
WORKSHEET		1-8 NMVOC EMISSIONS FROM STORAGE AND HANDLING		
SHEETS		4 OF 4		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1992		
A	B	C	D	E
Crude Oil Throughput (kt)	Storage Type	Emission factor (t/kt)	Emissions (t)	Emissions (Gg)
			$D=(A \times C)$	$E=D/1000$
	Secondary Seals	0.2	0.00	0.00
65571.2217	Primary Seals	0.7	45,899.86	45.90
	Fixed Roof	4.9	0.00	0.00

Inventario de Emisiones de COVNM, CO, NO_x, SO₂ de las Actividades en el Sector Refinación para 1994.

MODULE	ENERGY			
SUBMODULE	OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING			
WORKSHEET	1-8 OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM REFINING			
SHEETS	1 of 4			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1994			
A	B	C	D	E
ude Oil Throughput (m3)	Pollutant	Emission factor ^(a) (kg/m3)	Emissions (kg)	Emissions (Gg)
			D=(AxC)	E=D/1000 000
78698524	CO	0.08	6,295,881.92	6.30
	NO _x	0.05	3,934,926.20	3.93
	COVNM	0.53	41,710,217.72	41.71
	SO ₂	0.8	62,958,819.20	62.96

MODULE	ENERGY			
SUBMODULE	OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING			
WORKSHEET	1-8 OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM CATALYTIC CRACKING			
SHEETS	2 OF 4			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1994			
A	B	C	D	E
Catalytic Cracker Throughput (m3)	Pollutant	Emission factor ^(a) (kg/m3)	Emissions (kg)	Emissions (Gg)
			D=(AxC)	E=D/1000 000
21589020	CO	39.2	846,289,584.00	846.29
	NO _x	0.2	4,317,804.00	4.32
	NM VOC	0.6	12,953,412.00	12.95
	SO ₂	1.4	30,224,628.00	30.22

MODULE		ENERGY	
SUBMODULE		OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING	
WORKSHEET		1-8 SO ₂ FROM SULPHUR RECOVERY PLANTS	
SHEETS		3 OF 4	
COUNTRY		Mexico	
YEAR		1994	
A	B	C	D
Quantity of Sulphur Recovered (t)	Emission Factor (kg/t)	Emissions (kg)	Emissions (Gg)
		$C=A \times B$	$D=(C/1\ 000\ 000)$
810000	139	112,590,000.00	112.59

MODULE		ENERGY		
SUBMODULE		OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING		
WORKSHEET		1-8 NMVOC EMISSIONS FROM STORAGE AND HANDLING		
SHEETS		4 OF 4		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1994		
A	B	C	D	E
Crude Oil Throughput (kt)	Storage Type	Emission factor (t/kt)	Emissions (t)	Emissions (Gg)
			$D=(A \times C)$	$E=D/1000$
	Secondary Seals	0.2	0.00	0.00
69970.579	Primary Seals	0.7	48,979.41	48.98
	Fixed Roof	4.9	0.00	0.00

Inventario de Emisiones de COVNM, CO, NO_x, SO₂ de las Actividades en el Sector Refinación para 1996.

MODULE	ENERGY			
SUBMODULE	OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING			
WORKSHEET	1-8 OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM REFINING			
SHEETS	1 of 4			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1996			
A	B	C	D	E
Crude Oil Throughput (m3)	Pollutant	Emission factor (a) (kg/m3)	Emissions (kg)	Emissions (Gg)
			D=(AxC)	E=D/1000 000
74099873.8	CO	0.08	5,927,989.90	5.93
	NO _x	0.05	3,704,993.69	3.70
	COVNM	0.53	39,272,933.11	39.27
	SO ₂	0.8	59,279,899.04	59.28

MODULE	ENERGY			
SUBMODULE	OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING			
WORKSHEET	1-8 OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM CATALYTIC CRACKING			
SHEETS	2 OF 4			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1996			
A	B	C	D	E
Catalytic Cracker Throughput (m3)	Pollutant	Emission factor (a) (kg/m3)	Emissions (kg)	Emissions (Gg)
			D=(AxC)	E=D/1000 000
21879195	CO	39.2	857,664,444.00	857.66
	NO _x	0.2	4,375,839.00	4.38
	NM VOC	0.6	13,127,517.00	13.13
	SO ₂	1.4	30,630,873.00	30.63

MODULE		ENERGY	
SUBMODULE		OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING	
WORKSHEET		1-8 SO ₂ FROM SULPHUR RECOVERY PLANTS	
SHEETS		3 OF 4	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1996	
A	B	C	D
Quantity of Sulphur Recovered (t)	Emission Factor (kg/t)	Emissions (kg)	Emissions (Gg)
		$C=A \times B$	$D=(C/1\ 000\ 000)$
921000	139	128,019,000.00	128.02

MODULE		ENERGY		
SUBMODULE		OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING		
WORKSHEET		1-8 NMVOC EMISSIONS FROM STORAGE AND HANDLING		
SHEETS		4 OF 4		
COUNTRY		MEXICO		
YEAR		1996		
A	B	C	D	E
Crude Oil Throughput (kt)	Storage Type	Emission factor (t/kt)	Emissions (t)	Emissions (Gg)
			$D=(A \times C)$	$E=D/1000$
	Secondary Seals	0.2	0.00	0.00
77663.715	Primary Seals	0.7	54,364.60	54.36
	Fixed Roof	4.9	0.00	0.00

Inventario de Emisiones de COVNM, CO, NO_x, SO₂ de las Actividades en el Sector Refinación para 1998.

MODULE		ENERGY		
SUBMODULE		OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING		
WORKSHEET		1-8 OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM REFINING		
SHEETS		1 of 4		
COUNTRY		MEXICO		
YEAR		1998		
A	B	C	D	E
Crude Oil Throughput (m3)	Pollutant	Emission factor ^(a) (kg/m3)	Emissions (kg)	Emissions (Gg)
			D=(AxC)	E=D/1000 000
76473841.5	CO	0.08	6,117,907.32	6.12
	NO _x	0.05	3,823,692.08	3.82
	COVNM	0.53	40,531,136.00	40.53
	SO ₂	0.8	61,179,073.20	61.18

MODULE		ENERGY		
SUBMODULE		OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING		
WORKSHEET		1-8 OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM CATALYTIC CRACKING		
SHEETS		2 OF 4		
COUNTRY		MEXICO		
YEAR		1998		
A	B	C	D	E
Catalytic Cracker Throughput (m3)	Pollutant	Emission factor ^(a) (kg/m3)	Emissions (kg)	Emissions (Gg)
			D=(AxC)	E=D/1000 000
21356880	CO	39.2	837,189,696.00	837.19
	NO _x	0.2	4,271,376.00	4.27
	NM VOC	0.6	12,814,128.00	12.81
	SO ₂	1.4	29,899,632.00	29.90

MODULE		ENERGY	
SUBMODULE		OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING	
WORKSHEET		1-8 SO ₂ FROM SULPHUR RECOVERY PLANTS	
SHEETS		3 OF 4	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1998	
A	B	C	D
Quantity of Sulphur Recovered (t)	Emission Factor (kg/t)	Emissions (kg)	Emissions (Gg)
		$C=A \times B$	$D=(C/1\,000\,000)$
912000	139	126,768,000.00	126.77

MODULE		ENERGY		
SUBMODULE		OZONE PRECURSORS AND SO ₂ FROM OIL REFINING		
WORKSHEET		1-8 NMVOC EMISSIONS FROM STORAGE AND HANDLING		
SHEETS		4 OF 4		
COUNTRY		MEXICO		
YEAR		1998		
A	B	C	D	E
Crude Oil Throughput (kt)	Storage Type	Emission factor (t/kt)	Emissions (t)	Emissions (Gg)
			$D=(A \times C)$	$E=D/1000$
	Secondary Seals	0.2	0.00	0.00
69349.067	Primary Seals	0.7	48,544.35	48.54
	Fixed Roof	4.9	0.00	0.00

Apéndice B

Notas sobre Incertidumbre

Como parte fundamental del Inventario, la Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre del IPCC, resalta que se debe evaluar la incertidumbre asociada a las estimaciones de gases de efecto invernadero. De acuerdo con la Metodología 1996 del IPCC, la incertidumbre tiene básicamente tres componentes. El primero se refiere a la metodología empleada, el segundo a la información sobre los factores de actividad (*activity data*) de cada categoría considerada, y el tercero a los factores de emisión (*emission factors*) utilizados para estimar las emisiones.

Las incertidumbres debidas a la metodología pueden determinarse a partir de las desviaciones standard cuando se aplican dos o más metodologías, en este caso al aplicar sólo una metodología, esta incertidumbre no existe. Y sólo se considera las debidas a la información de las actividades (*activity data*), y las debidas a los factores de emisión (*emission factors*).

Para estimar las incertidumbres asociadas a las emisiones de metano fugitivo, se consideraron para cada fuente, las incertidumbres sugeridas por el Manual de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre del IPCC. Tanto para la información de las diferentes actividades (*activity data*), como de los valores por defecto empleados para efectuar el inventario de los factores de emisión (*emission factors*).

Se estima que las incertidumbres correspondientes a las emisiones reportadas en este inventario están en el orden del 40% en lo referente a los parámetros de actividad, y del 55% en los factores de emisión que se reportan en el Manual de Referencia de la metodología IPCC, todo esto debido a la falta de un inventario confiable de fuentes de emisiones en el sistema de petróleo y gas, así como de factores de emisión determinados experimentalmente.

Apéndice C

Memoria de Cálculo

C.1 Generalidades Sobre el Software de la Metodología 1996 del PICC.

De acuerdo con el Manual de Software de la Metodología del PICC de 1996 (5), está en versión comercial de hojas de cálculo Excel 5 o posterior, y puede ser instalado en ambiente Windows 3.1, Windows 95 o NT y versiones posteriores como es el caso en que se instaló en ambiente Windows 98 y se corrió en Excel 97. Para lo cual basta colocar el disquete 1 en la unidad y seleccionar Start > Run de la barra de menús iniciar, y a continuación escribir A:\setup en el cuadro de diálogo. Deberán seguirse las instrucciones que aparecen en la pantalla hasta que haya terminado la instalación.

La pantalla principal de Overview.xls, pide los datos generales del inventario, como país, institución responsable, dirección, contacto, teléfono, etc. El sistema de menús normales de Excel es reemplazado por un sistema especial de menús que se pueden emplear para desplazarse en las tablas y hacer todos los cálculos del inventario.

La opción **Sectors** del menú permitirá abrir los demás archivos para realizar los cálculos del Libro de trabajo correspondientes a los sectores Energía... Desechos. Los menús **Long Summary**, **Short Summary** y **Uncertainty** ofrecen y permiten acceder a diferentes sitios del inventario. En tanto que los menús **File**, **Edit**, **Window** y **Help** operan normalmente de acuerdo a Excel.

El **Module1.xls** corresponde al archivo donde se efectúan los cálculos del inventario correspondiente a la sección de emisiones de metano fugitivo, este archivo puede visualizarse seleccionando la opción **Sectors > Energy** del menú **Overview.xls**. Una vez seleccionada la sección se tiene acceso a los diferentes rubros. En la ventana que aparece como **Module1.xls** hay 3 opciones que son **CO₂ Combustion**, **Non-CO₂ Combustion**, **Fugitive**. Esta última opción presenta tres opciones más **Coal Mining**, **Oil and Gas**, y **Oil Refining**. La opción **Oil and Gas** tiene una sola hoja de trabajo (I-7), mientras que la opción **Oil Refining** tiene cuatro hojas de cálculo **Refining**, **Catalytic Cracking**, **Sulfur Recovery Plants**, **Storage and Handling**. Siendo en total veinte tablas, cinco para cada año del inventario considerado y en este caso son para los años de 1992, 1994 1996 y 1998. Estas tablas se presentan en el anexo A de este documento.

C.2 Emisiones de Metano Fugitivo.

En conformidad con el procedimiento establecido en el Módulo Energía, Submódulo Emisiones Fugitivas de Metano que proceden de las Actividades en el Sistema de Petróleo y Gas de la metodología del IPCC versión 1996 se calculan las emisiones de metano fugitivo utilizando el procedimiento descrito como Tier I. Las estimaciones se hacen, considerando los valores por defecto de los factores de emisión para la región donde está ubicado el país, según la tabla 1-58 del Manual de Referencia y los datos de actividad requeridos como son: las cantidades de petróleo y gas natural que se producen, las cantidades de petróleo que se refina, y los datos de consumo del gas natural tanto en el sector industrial como en el residencial, todo esto para cada uno de los años que se consideran en el estudio. Esto se hace siempre y cuando no se dispongan de factores de emisión locales como es nuestro caso.

La ecuación general utilizada para la estimación de las emisiones en cada una de las subcategorías que integran las categorías Petróleo y Gas respectivamente es:

$$\text{Factor de Actividad} \times \text{Factor de Emisión} \times 10^{-6} = \text{Emisiones de Metano}$$

$$\text{(PJ)} \qquad \qquad \text{(kg CH}_4\text{/PJ)} \qquad \qquad \text{(Gg CH}_4\text{)}$$

En la Categoría Petróleo, Subcategoría Exploración, se considera como parámetro de actividad el número de pozos de petróleo y gas perforados al año. En la Subcategoría Producción, se considera, como el parámetro de actividad, la cantidad de petróleo producido al año, reportada en unidades de energía (PJ), en la Subcategoría Transporte se considera como el parámetro de actividad, la cantidad de petróleo que es transportado en buques tanque al extranjero al año, expresada en (PJ). Las Subcategorías Refinación y Almacenamiento consideran como parámetro de actividad la cantidad de petróleo que se refina al año, expresada en unidades de energía (PJ).

En la Categoría de Gas, Subcategoría Producción/Procesamiento, se considera como el parámetro de actividad la cantidad de gas que se produce al año, expresada en unidades de energía (PJ), La Subcategoría Transmisión y Distribución, utiliza la cantidad total de gas que se consume al año, expresada en PJ, como el parámetro de actividad. La Subcategoría Otras Fugas considera como los parámetros de actividad los consumos de gas natural al año expresados en unidades de energía (PJ) en los sectores residenciales y no residenciales. Finalmente en la Subcategoría Venteo y quema en antorchas que procede de la producción de petróleo y gas, se considera como el parámetro de actividad la cantidad de gas total que se produce, expresada en unidades de energía (PJ).

El primer paso para aplicar la metodología es obtener y analizar la información referente a los parámetros de actividad, así como los factores de emisión propios. El segundo paso es llenar el formulario de cálculo contenido en el software IPCC con los datos de actividad y los factores de emisión aplicables. El tercer paso es repetir la anterior para cada año considerado. Las emisiones de metano fugitivo se expresan en unidades de masa (Gg).

C.3 Emisiones de Precursores del Ozono y Bióxido de Azufre procedentes de la Refinación del Petróleo.

La estimación de las emisiones tanto de los precursores del ozono como del bióxido de azufre, que proceden de las actividades de refinación del petróleo crudo, sigue una secuencia semejante a la anterior en el sentido de proporcionar los valores de los parámetros de actividad en unidades compatibles con aquellas de los factores de emisión por defecto que se aplican. El software IPCC también tiene los formularios de cálculo para estas emisiones.

Información del Documento

Formato

MARC, **Campo**, valor

008/11, **País**, mx

008/35-37, **Idioma**, spa

100, **Autor**, Dr. Dick Homero Cuatecontzi Santacruz; Instituto Mexicano del Petróleo

110, **Autor Institucional**, Instituto Nacional de Ecología

245, **Título**, INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO:
1992 - 1998

740, **Otro título**, Emisiones Fugitivas de Metano en la Industria del Petróleo en México

260, **Lugar, editor y fecha**, Cd. de México, México, Ruiz Suárez, L.G., Martínez J.,
24/10/20011

300, **Descripción física**, 43 p

355, **Seguridad**, 0

400, **Serie o colección**, Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

520, **Resumen**, El objetivo fundamental de este reporte es presentar los datos de emisiones
de metano (CH₄) provenientes de las actividades que

650 **Temas**, (palabras extraídas de un thesaurus, no se usa)

653, **Palabras clave**, INEGEI, metano, emisiones, industria petrolera

700, **Coautores**, Jorge Gasca Ramírez

710, **Coautores institucionales**, Red de Desarrollo Sustentable y US Environmental
Protection Agency

700 e, **Revisión**, Xochitl Cruz, Elvia Segura

852, **Ubicación**, Dirección de Cambio Climático, INE, Nivel 31

856, **Localización electrónica**, Buscar en www.ine.gob.mx

270, **Dirección**, Adrián Fernández, afernand@ine.gob.mx, tel (52) 5624-34-58, fax (52)
5624-35-84, Dir. G. Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global INE,
Av. Revolución 1425, Nivel 8, C.P. 01040. México D.F.

Parte 4 ; Procesos Industriales



**Inventario Nacional
de
Emisiones de Gases
de
Efecto Invernadero
1994 -1998**

**Instituto Nacional de Ecología
Secretaría de Medio Ambiente
y Recursos Naturales**

Dr. Víctor Lichtinger Waismar
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dr. Exequiel Ezcurra
Presidente del Instituto Nacional de Ecología

Dr. Adrián Fernández Bremauntz
*Director General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional
y Global*

Biól. Julia Martínez Fernández
Directora de Investigación sobre Cambio Climático

Fecha: Octubre, 2000.

Resumen

Se presentan las emisiones de CO₂ derivado de proceso industriales de producción de cemento, fierro, acero y ferroaleaciones, coque del petróleo, cal, amoniaco y aluminio, así como del proveniente del uso industrial del carbonato de sodio. Las únicas emisiones de N₂O cuantificadas en este inventario son derivadas de la producción de ácido nítrico, ya que en el país no se cuenta con ninguna otra fuente industrial significativa de este gas. Las emisiones de CF₄ y C₂F₆ se derivan en el proceso de fundido del aluminio. Además, se presentan emisiones de metano derivado de la producción de algunos compuestos químicos. Debido a que en los últimos cinco años se ha estado haciendo la sustitución de los CFCs por PFCs y/o HFCs, no se tienen fuentes confiables de información sobre importación o producción que pueda ser consideradas e integradas en este inventario.

Las emisiones presentadas en este Inventario fueron calculadas a partir de información recopilada básicamente en fuentes oficiales o de organismos representativos de la industria nacional y de la utilización de Factores de Emisión dados por defecto en los procedimientos de cálculo de la metodología del IPCC. Las principales fuentes de información utilizada fue el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), informes anuales de la Secretaría de Energía (SE) y de PEMEX en particular, así como reportes de algunas cámaras de comercio.

Las emisiones totales equivalentes a dióxido de carbono para los tres años de inventario, 1994, 1996 y 1998, son de 46 150.2, 52 369.1 y 55 091.8 Gg , respectivamente. Pudiéndose observar una tendencia sostenida al aumento en las emisiones de GEI derivados tanto de los procesos productores de minerales como de los de metales, en tanto que las producidas en la industria química no muestran una tendencia clara. Además, las emisiones de CO₂, en cada uno de los años, representan un 95% de las emisiones totales equivalentes en dióxido de carbono.

También se puede observar que si se suman las cantidades equivalentes obtenidas de los Potenciales Globales de Calentamiento a un horizonte de 100 años, resulta que las emisiones totales para los años 1996 y 1998 representan incremento de 13.5 % y 19.4 %, respectivamente, con respecto a las emisiones totales de 1994.

Palabras clave: INEGI, SE, PEMEX, CANACERO,

Tabla de Contenido

Resumen	ii
<i>Palabras clave: INEGI, SE, PEMEX, CANACERO,</i>	<i>ii</i>
Tabla de Contenido	iii
Lista de Tablas	v
Glosario	vi
4.1. Introducción	7
4.2. Método	8
4.2.1 Cemento	8
4.2.2 Cal	8
4.2.3 Carbonato de Sodio	8
4.2.4 Amoníaco	8
4.2.5 Acido Nítrico	9
4.2.6 Coque	9
4.2.7 Fierro y Acero	9
4.2.8 Aluminio	9
4.2.9 Productos Químicos	9
4.2.10 Generalidades	10
4.3. Resultados	10
4.3.1 Observaciones	12
4.4. Discusión	12
4.5. Conclusiones y recomendaciones	12
Reconocimientos	13
Referencias	13
Apéndice A	14
Tablas estándar de reporte del PICC	14
Apéndice B	67
Notas Sobre Incertidumbre	67
Apéndice C	68
Notas Sobre Aseguramiento y Control de Calidad	68
Datos usados para estimar las emisiones de gases de efecto de invernadero en México	69

<i>Módulo: Procesos Industriales</i>	69
<i>Año: 1992</i>	69
<i>Datos usados para estimar las emisiones de gases de efecto de invernadero en México</i>	76
<i>Módulo: Procesos Industriales</i>	76
<i>Año: 1994</i>	76
<i>Datos usados para estimar las emisiones de gases de efecto de invernadero en México</i>	83
<i>Módulo: Procesos Industriales</i>	83
<i>Año: 1996</i>	83
<i>Datos usados para estimar las emisiones de gases de efecto de invernadero en México</i>	90
<i>Módulo: Procesos Industriales</i>	90
<i>Año: 1998</i>	90
<i>Manuel Estrada y Francisco Estrada</i>	90
Información del Documento	97

Lista de Tablas

TABLA 4.1 EMISIONES, EN GG, DE GEI DERIVADOS DE PROCESO INDUSTRIALES EN MÉXICO EN LOS AÑOS 1994, 1996 Y 1998	10
TABLA 4.2 EMISIONES, ENGG, DE GASES PRECURSORES DE OZONO Y AEROSOL EN PROCESOS INDUSTRIALES DE MÉXICO DURANTE LOS AÑOS 1994,1996 Y 1998	11
TABLA 4.3 FACTORES DE EMISIÓN EMPLEADOS EN EL CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN PROCESOS INDUSTRIALES DE MÉXICO DURANTE LOS AÑOS 1994, 1996 Y 1998.....	11

Glosario

- PEMEX** – Petróleos Mexicanos
- SE** – Secretaría de Energía
- INEGI** - Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
- CF₄** – Tetrafluoruro de Carbono
- C₂F₆** – Hexafluoruro de Carbono
- PFC** – Perfluorocarbono
- HFC** - Hidrofluorocarbono
- PICC** – Panel Intergubernamental de Cambio Climático ó IPCC por sus siglas en inglés.
- FE** – Factores de Emisión; cantidad de emisiones por unidad de masa
- Gg** – Unidad de medida de masa equivalente a 10⁹ gramos
- GEI** – Gases con Efecto Invernadero.
- QA/QC** - Aseguramiento de Calidad/Control de Calidad (Quality Assurance/ Quality Control)
- Software/ PICC** – Programa de cálculo en Excel proporcionado por el PICC para sistematizar en forma generalizada la elaboración de los inventarios de GEI.
- GPGUM** – Significa Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre
- GPO** - Gases Precursores de Ozono

4.1. Introducción

La elaboración de los inventarios nacionales de las emisiones de gases con efecto invernadero es una obligación de todos los países signatarios de la Convención sobre el Cambio Climático y deberían representar el saldo de GEI de cada país calculado a partir de las emisiones de origen natural como las de origen artificial, menos la cantidad de dichos gases retenida por los cuerpos de agua y por la capa vegetal del territorio. En este Inventario sólo se presentan las emisiones de los GEI derivados de los principales procesos industriales del país, como respuesta a uno de los cuatro grupos de trabajo que constituyen la organización del IPCC.

El objetivo fundamental de este trabajo es establecer los niveles de referencia sobre las emisiones de GEI y de gases precursores de ozono y aerosoles provenientes de la industria del país, mediante la aplicación de una metodología establecida por el grupo de trabajo del IPCC, para uso generalizado.

La propia metodología del IPCC, tiene como elemento innovador de apoyo, la Guía de Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre (Good Practice Guidance and Uncertainty Management GPGUM), la cual propone la aplicación de tres puntos básicos para la realización adecuada de los inventarios de emisiones en cuestión.

La GPGUM propone como primer punto el establecimiento del método a aplicar mediante la utilización de un árbol de decisiones, el cual de acuerdo a una serie de consideraciones referente a la disponibilidad de información de la actividad y factores de emisión, permite decidir el método a aplicar en cada caso (Tier 1, Tier 2, ...).

El segundo punto considerado por la GPGUM, se refiere a la documentación empleada como referencia para evaluar las emisiones, la cual debe ser incluida con toda claridad para que esté accesible en caso de revisiones externas.

Y el tercer punto propuesto se refiere a las actividades de aseguramiento de calidad/control de calidad (QA/QC).

Como parte fundamental del inventario, la versión 1996 de la Metodología del IPCC establece que se debe evaluar la incertidumbre asociada a las estimaciones de gases efecto invernadero en cuestión, de acuerdo con los siguientes componentes: el primero se refiere a la metodología empleada; el segundo a la información de la actividad y el tercero a los factores de emisión. Para cada caso estos factores son diferentes, así como están en dependencia de las fuentes de emisiones consideradas.

La evaluación del Inventario de emisiones de gases con efecto invernadero derivado de Procesos Industriales, en términos de su calidad y su integridad, se basa en los procedimientos de aseguramiento de calidad y de control de calidad. Estos procedimientos deberán reflejar el cuidado y dedicación con que se elaboraron, así como la experiencia del personal participante, dándosele un valor agregado de transparencia, consistencia, comparabilidad, integridad y credibilidad.

4.2. Método

La parte teórica en que se fundamenta este inventario y sobre todo el cálculo de los factores de emisión, está ampliamente documentada en la revisión de 1996 del IPCC de las Guías para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (*Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*) por lo que no se considera relevante hacer referencia a la parte teórica de cada proceso industrial.

El método general empleada para estimar las emisiones asociadas con cada proceso industrial incluye: la cantidad del material producido o consumido y un Factor de Emisión asociado por unidad consumida o producida.

4.2.1 Cemento

Para la estimación de CO₂ a partir de la producción de cemento se utiliza la cantidad total de cemento producido por año y se aplicó el FE de 0.4985 toneladas de CO₂ por tonelada de cemento. Esta simplificación fue necesaria debido a que no se contó con la información sobre la producción de clinker y comprende todas las clases de cemento producidas en el país incluyendo mortero.

4.2.2 Cal

Para la estimación de dióxido de carbono a partir de la producción de cal, se multiplicó la cantidad anual de cal por un FE de 0.79 toneladas de dióxido de carbono por toneladas de cal. Aquí se considera que en nuestro país la mayor parte de la cal producida es derivada del uso de mineral de carbonato de calcio y no se tienen datos de cuánta es producida a partir de dolomita o de mezcla carbonato de calcio/carbonato de magnesio.

4.2.3 Carbonato de Sodio

El CO₂ emitido en el proceso de uso de carbonato de sodio se calcula basándose en que por cada mol de carbonato de sodio se genera una mol de dióxido de carbono o aplicando el factor de emisión de 415 kg de CO₂ por tonelada de Na₂CO₃. En nuestro país se produce carbonato de sodio pero, al no contar con la información de producción, es que se usó la información referente a la cantidad de carbonato de sodio usado.

4.2.4 Amoniaco

La emisión de dióxido de carbono a partir de la producción de amoniaco tomó en cuenta que es producido a partir de gas natural (si se utiliza hidrógeno se eliminaría la emisión de CO₂) con un factor de emisión de 1.5 toneladas de CO₂ por tonelada de amoniaco producido.

4.2.5 Acido Nítrico

La emisión de N_2O durante el proceso de producción de ácido nítrico es dependiente del proceso utilizado, encontrándose, en los procesos modernos, FE menores a 2 kg de óxido nitroso por tonelada de ácido nítrico producido y FE hasta 9 para aquellos procesos de producción altamente ineficientes o que no cuentan con proceso de recuperación de gases. Como no se tiene información sobre los diferentes procesos que se utilizan en el país para la producción de HNO_3 , se escogió un FE de 5.5 kg N_2O por tonelada de HNO_3 producido, que representa una media entre el FE mínimo y el FE máximo que se reportan.

4.2.6 Coque

La emisión de dióxido de carbono a partir del uso de coque como agente reductor se calculó con un FE de 3.6 toneladas de CO_2 por tonelada de agente reductor. Este FE está referido a coque del petróleo siendo de 3.1 para coque derivado del carbón pero, al no tener definido el origen del coque utilizado en los procesos de reducción, se opta por el primer FE por lo que pudiera estar sobreestimada la emisión.

4.2.7 Fierro y Acero

En la producción de fierro y acero, la emisión de dióxido de carbono se calcula con un FE de 1.6 toneladas de CO_2 por tonelada de fierro o acero producidos. En la cuantificación de la producción anual total de estos productos se tomaron en cuenta la producción de los diferentes procesos.

4.2.8 Aluminio

El dióxido de carbono emitido en el proceso de producción de aluminio se calculó considerando un FE de 1.5 toneladas de CO_2 por tonelada de aluminio producido. Este FE se selecciona sin tener referencias de cuál o cuáles son los procesos dominantes en México.

El cálculo de CF_4 emitido en el fundido de aluminio consideró un factor de emisión de 1.68 kg de CF_4 por tonelada de aluminio. La emisión de C_2F_6 se considera un décimo de la de CF_4 en este mismo proceso.

4.2.9 Productos Químicos

En los procesos químicos de producción de negro de humo, etileno, estireno, metanol y coque del petróleo se emite metano, utilizándose los siguientes factores de emisión para el cálculo de sus emisiones: 11 g CH_4 kg de negro de humo, 1 kg de metano por tonelada de etileno, 4 kg de metano por tonelada de estireno, 2 kg de metano por tonelada de metanol y 0.5 kg de CH_4 por tonelada de coque del petróleo. Individualmente pueden representar pequeñas emisiones de metano pero, en conjunto es importante su emisión.

4.2.10 Generalidades

Como primer paso en la determinación de las emisiones de GEI derivados de procesos industriales considerando la metodología de 1996 del IPCC se toma en cuenta lo siguiente:

Aplicar el árbol de decisiones correspondiente, para definir el nivel a seguir de acuerdo con los recursos y tiempo con que se cuente: Nivel 1, Nivel 2 (Tier 1, Tier 2). En nuestro caso se seleccionó el nivel 1 y se aplicaron los FE por defecto del PICC empleando el software de la misma.

Ordenar, clasificar y procesar la información requerida por la metodología seleccionada.

Aplicar la metodología (software) y obtener los resultados para cada caso.

Discutir y analizar los resultados y formular conclusiones, observaciones recomendaciones.

4.3. Resultados

En las Tabla 1.5.1 y 1.5.2 se muestran las emisiones, en Gg, parciales y totales de Gases de Efecto Invernadero y de Gases Precusores de Ozono y de Aerosoles derivados de Procesos Industriales, para cada uno de los años comprendidos en el inventario.

En la Tabla 1.5.3 se resumen los Factores de emisión que se utilizaron en el cálculo de las emisiones de GEI.

Tabla 4.1 Emisiones, en Gg, de GEI derivados de Proceso Industriales en México en los años 1994, 1996 y 1998

PROCESO	1994				1996				1998			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CF ₄	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CF ₄	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CF ₄
P. Mineral												
Cemento	15061				14030				15395			
Cal	690				2523				2829			
Na ₂ CO ₃	114				105				ND*			
T. Parcial	15865				16658				18224			
I. Química												
Amoniaco	3702				3750				2721			
Ac. Nítrico			2.24				3.25				2.29	
Otros		4.8				4.6				4.52		
T. Parcial	3702				3750				2721			
P. Metales												
Fierro-acero	16416				21075				22691			
Aluminio	153			0.17	184			0.21	279			0.31
A. Reductores	7145				7863				7929			
Ferro – Aleaciones	302				370				428			
T. Parcial	24016				29492				31327			
T. Total	43583	4.8	2.24	0.17	49900	4.6			52272	4.52	2.29	0.31
Equivalente en CO₂ **	43583	100.8	694.4	1105	49900	96.6	1007.5	1365	52272	94.9	709.9	2015

• ND = No se encontraron datos.

** Se consideran los Potenciales Globales de Calentamiento a un horizonte de 100 años.

Tabla 4.2 Emisiones, enGg, de Gases Precusores de Ozono y Aerosoles en Procesos Industriales de México durante los años 1994,1996 y 1998

PROCESO	1994				1996				1998			
	NO _x	NMVO C	CO	SO ₂	NO _x	NMVO C	CO	SO ₂	NO _x	NMVO C	CO	SO ₂
<i>P.Mineral</i>												
Cemento				9.48				8.45				9.27
Asfalto- techos		0.11				0.16				0.17		
Pavimento		423				245				260.7		
Otros		0.41				0.43				0.52		
<i>I. Química</i>												
Amoniaco		11.6	19.5	0.07		11.25	19.75	0.08		8.16	14.33	0.05
Ac. Nítrico	4.9				7.1				4.99			
Otros	0.05	4.6	1.37	0.42	0.04	5.09	1.08	0.33	0.048	4.03	1.2	0.37
P.Metal												
Fierro- acero	0.27	0.07	0.39	0.11	0.32	0.08	0.47	0.13	0.34	0.09	0.51	0.14
Aluminio			40.98	0.09			49.15	0.11			74.49	0.17
<i>Otros</i>												
Papel	0.69	1.7	2.57	3.22	0.49	1.2	1.82	2.27	0.5	1.22	1.85	2.31
Bebidas		18.71				28.15				10.46		
Comida		50.86				59.03				58.93		
Totales	5.91	511.06	64.81	3.91	7.95	350.39	72.27	11.37	5.83	344.28	92.38	12.31

Tabla 4.3 Factores de Emisión empleados en el cálculo de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Procesos Industriales de México durante los años 1994, 1996 y 1998

PRODUCTO	GAS DE EFECTO INVERNADERO	FACTOR DE EMISION
Cemento	Dióxido de carbono	0.4985ton CO ₂ /ton cemento
Cal	Dióxido de carbono	0.79 ton CO ₂ / ton de cal
Uso de Carbonato de Sodio	Dióxido de carbono	415 kgCO ₂ / ton Na ₂ CO ₃
Amoniaco	Dióxido de carbono	1.5 ton CO ₂ / ton NH ₃
Acido Nítrico	Oxido nitroso	5.5kg N ₂ O /ton HNO ₃
Negro de Humo	Metano	11 kg CH ₄ / ton Negro de humo
Etileno	Metano	1 kg CH ₄ / ton etileno
Estireno	Metano	4 kg CH ₄ / ton estireno
Metanol	Metano	2 kg CH ₄ / ton metanol
Coque del Petróleo	Metano	0.5 kg CH ₄ / ton coque
Coque del Petróleo (A.Reductor)	Dióxido de carbono	3.6 ton CO ₂ / ton coque
Aluminio	Dióxido de carbono	1.5 ton CO ₂ / ton aluminio
Aluminio	CF ₄	1.68 kg CF ₄ / ton aluminio
Aluminio	C ₂ F ₆	0.168 kg C ₂ F ₆ /ton aluminio
Fierro y Acero	Dióxido de carbono	1.6 ton CO ₂ / ton fierro y acero

4.3.1 Observaciones

La totalidad de los factores de emisión empleados en este inventario fueron tomados de los datos por la metodología de 1996 del IPCC.

Este Inventario no comprende GEI de la familia de los HFCs debido a que no se cuenta con una fuente de datos confiable.

La información referente a la producción de cemento, cal, aluminio y acero se tomo en forma global, sin discriminar los diferentes procesos o usos.

En la totalidad del proceso de preparación del Inventario se consideró el Nivel 1 (Tier 1) de la metodología del IPCC.

En el caso del cálculo de las emisiones de óxido nitroso durante el proceso de producción de ácido nítrico, se tomó un FE promedio entre el más bajo y el más alto reportado en la metodología del IPCC, considerando que en nuestro país se tiene una mezcla de proceso para la producción de este ácido mineral.

4.4. Discusión.

La preparación del presente inventario sobre GEI (gases de efecto invernadero) y de GPO (gases precursores de ozono) derivados de procesos industriales, puede tener por lo menos dos repercusiones significativas en autoridades ambientalistas del país y en estudiosos del cambio climático.

- a). Al haberse identificado los proceso industriales de mayor contribución al inventario se podrá, posteriormente, localizar geográficamente sus fuentes y su particular impacto ambiental local y regional.
- b). En base a la información ya obtenida, sustentar los criterios para mejorar los aspectos de aseguramiento de calidad y control de calidad de inventarios posteriores mediante la mejor identificación de fuentes clave y sobre la toma de decisiones para la utilización de recursos y esfuerzos.

4.5. Conclusiones y recomendaciones

Existe un incremento del 19.4 % en las emisiones de GEI del año 1998 respecto a las emisiones del año 1994.

Los procesos químicos sólo contribuyen con un porcentaje que está entre el 7 y 10 % de las emisiones totales, siendo así los proceso de minerales y de metales los de mayor contribución al inventario.

En las emisiones de GPO, son los NMVOC los de mayor peso cuantitativo.

Se recomienda canalizar recursos y esfuerzos para involucrar a instituciones y a empresas del país en la elaboración del Inventario proporcionando información cada vez más real y oportuna.

Reconocimientos

Se reconoce ampliamente la participación de Manuel Estrada y Francisco Estrada en la búsqueda y recopilación de información.

Referencias

EPA (1998) Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-1996

INEGI – Banco de datos del Instituto Nacional de estadística, Geografía e Informática

PEMEX (1999) Anuario estadístico

SE (Varios años) Anuario estadístico sobre Petroquímica

CANACERO (1992-1996) Gerencia de Análisis y Evaluación Económica. La Industria Siderúrgica Mexicana en Cifras

CANACERO (1989-1999) Diez años de Estadística Siderúrgica

Apéndice A

Tablas estándar de reporte del PICC

Se presentan las tablas de cálculo de emisiones dadas por el software del IPCC para uso generalizado.

Se dan los cálculos de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Gases Precursores de Ozono y Aerosoles, derivados de Procesos Industriales en México, para los años 1994, 1996 y 1998

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-1, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		CEMENT PRODUCTION	
WORKSHEET		2-1	
SHEET		1 OF 2 CO₂ EMISSIONS	
COUNTRY		Mexico	
YEAR		1994	
STEP 1			
A	B	C	D
Quantity of Clinker or Cement Produced (t)	Emission Factor (t CO ₂ /t clinker or cement produced)	CO ₂ Emitted (t)	CO ₂ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1000
30243326	0.4985	15,076,298.01	15,076.30

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-1, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		CEMENT PRODUCTION	
WORKSHEET		2-1	
SHEET		2 OF 2 SO₂ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1994	
STEP 2			
A	B	C	D
Quantity of Cement Produced (t)	Emission Factor (kg SO ₂ /t cement produced)	SO ₂ Emitted (kg)	SO ₂ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1 000 000
31591865	0.3	9,477,559.50	9.48

This spreadsheet contains Worksheet 2-2, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION OF LIME			
WORKSHEET	2-2			
SHEET	1 OF 1 CO₂ EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1994			
Lime Type	A Quantity of Lime Produced (t)	B Emission Factor (t CO ₂ /t quicklime or dolomitic lime produced)	C CO ₂ Emitted (t) C = (A x B)	D CO ₂ Emitted (Gg) D = C/1000
Quicklime	868471	0.79	686,092.09	686.09
Dolomitic Lime			0.00	0.00
Total (Gg):				686.09

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-4, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	SODA ASH PRODUCTION AND USE		
WORKSHEET	2-4		
SHEET	2 OF 2 SODA ASH USE - CO₂ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1994		
STEP 2			
A Quantity of Soda Ash Used (t)	B Emission Factor (kg CO ₂ /t soda ash used)	C CO ₂ Emitted (kg) C = (A x B)	D CO ₂ Emitted (Gg) D = C/1 000 000
275143	415	114,184,345.00	114.18

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-5, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION AND USE OF MISCELLANEOUS MINERAL PRODUCTS			
WORKSHEET	2-5			
SHEET	1 OF 5 ASPHALT ROOFING PRODUCTION - NMVOC EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1994			
STEP 1				
Process Type	A Quantity of Asphalt Roofing Produced (t)	B Emission Factor (kg NMVOC/t asphalt roofing produced)	C NMVOC Emitted (kg)	D NMVOC Emitted (Gg)
			C = (A x B)	D = C/1 000 000
Saturation Process	45451	0.16	7,272.16	0.01
Blowing Process	43149	2.4	103,557.60	0.10
			Total (Gg):	0.11

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-5, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	PRODUCTION AND USE OF MISCELLANEOUS MINERAL PRODUCTS		
WORKSHEET	2-5		
SHEET	2 OF 5 ASPHALT ROOFING PRODUCTION - CO EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1994		
STEP 2			
A Quantity of Asphalt Roofing Produced (t)	B Emission Factor (kg CO /t asphalt roofing produced)	C CO Emitted (kg)	D CO Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1 000 000
88600	0.0095	841.70	0.00

This spreadsheet contains sheet 3 of Worksheet 2-5, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE INDUSTRIAL PROCESSES				
SUBMODULE PRODUCTION AND USE OF MISCELLANEOUS MINERAL PRODUCTS				
WORKSHEET 2-5				
SHEET 3 OF 5 ROAD PAVING WITH ASPHALT- NMVOC EMISSIONS				
COUNTRY MEXICO				
YEAR 1994				
STEP 3				
Emission Source	A Quantity of Road Paving Material Used (t)	B Emission Factor (kg NMVOC/t road paving material used)	C NMVOC Emitted (kg)	D NMVOC Emitted (Gg)
			C = (A x B)	D = C/1 000 000
Asphalt Plant	66244	0.023	1,523.61	0.00
Road Surface	1323749	320	423,599,680.00	423.60
Total (Gg):				423.60

This spreadsheet contains sheet 4 of Worksheet 2-5, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE INDUSTRIAL PROCESSES				
SUBMODULE PRODUCTION AND USE OF MISCELLANEOUS MINERAL PRODUCTS				
WORKSHEET 2-5				
SHEET 4 OF 5 PRODUCTION OF OTHER MINERAL PRODUCTS - GLASS PRODUCTION - NMVOC EMISSIONS				
COUNTRY MEXICO				
YEAR 1994				
STEP 4				
Glass Type	A Quantity of Glass Produced (t)	B Emission Factor (kg NMVOC/t glass produced)	C NMVOC Emitted (kg)	D NMVOC Emitted (Gg)
			C = (A x B)	D = C/1 000 000
Container Glass			0.00	0.00
Flat Glass	92166	4.5	414,747.00	0.41
Total (Gg):				0.41

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-6, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		AMMONIA PRODUCTION	
WORKSHEET		2-6	
SHEET		2 OF 3 TIER 1b - CO ₂ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1994	
STEP 2			
A	B	C	D
Amount of Ammonia Produced (t)	Emission Factor (t CO ₂ /t ammonia produced)	CO ₂ Emitted (t)	CO ₂ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1000
2468000	1.5	3,702,000.00	3,702.00

This spreadsheet contains sheet 3 of Worksheet 2-6, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		AMMONIA PRODUCTION	
WORKSHEET		2-6	
SHEET		3 OF 3 NMVOC, CO AND SO ₂ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1994	
STEP 3			
A	B	C	D
Amount of Ammonia Produced (t)	Emission Factor (kg pollutant/ t ammonia produced)	Pollutant Emitted (kg)	Pollutant Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1 000 000
2468000	NMVOC 4.7	11,599,600.00	NMVOC 11.60
2468000	CO 7.9	19,497,200.00	CO 19.50
2468000	SO ₂ 0.03	74,040.00	SO ₂ 0.07

This spreadsheet contains Worksheet 2-7, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		NITRIC ACID PRODUCTION	
WORKSHEET		2-7	
SHEET		1 OF 1 N ₂ O AND NO _x EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1994	
A	B	C	D
Amount of Nitric Acid Produced (t)	Emission Factor (kg pollutant/t nitric acid produced)	Pollutant Emitted (kg)	Pollutant Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1 000 000
408160	N ₂ O 5.5	2,244,880.00	N ₂ O 2.24
408160	NO _x 12	4,897,920.00	NO _x 4.90

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-10, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE		PRODUCTION OF OTHER CHEMICALS		
WORKSHEET		2-10		
SHEET		1 OF 5 CH ₄ EMISSIONS		
COUNTRY		MEXICO		
YEAR		1994		
STEP 1				
Chemical	A	B	C	D
	Amount of Chemical Produced (t)	Emission Factor (kg CH ₄ / t chemical produced)	CH ₄ Emitted (kg)	CH ₄ Emitted (Gg)
			C = (A x B)	D = C/1 000 000
Etileno	1317000	1	1,317,000.00	1.32
Estireno	162000	4	648,000.00	0.65
Metanol	185000	2	370,000.00	0.37
Coque	1938556	0.5	969,278.00	0.97
Negro de humo	137000	11	1,507,000.00	1.51
			0.00	0.00
			0.00	0.00
Total (Gg):				4.81

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-10, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION OF OTHER CHEMICALS			
WORKSHEET	2-10			
SHEET	2 OF 5 NO_x EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1994			
STEP 2				
Chemical	A Amount of Chemical Produced (t)	B Emission Factor (kg NO _x / t chemical produced)	C NO _x Emitted (kg) C = (A x B)	D NO _x Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Negro de humo	137000	0.4	54,800.00	0.05
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			Total (Gg):	0.05

This spreadsheet contains sheet 3 of Worksheet 2-10, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION OF OTHER CHEMICALS			
WORKSHEET	2-10			
SHEET	3 OF 5 NMVOC EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1994			
STEP 3				
Chemical	A Amount of Chemical Produced (t)	B Emission Factor (kg NMVOC / t chemical produced)	C NMVOC Emitted (kg) C = (A x B)	D NMVOC Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Acilonitrilo	161000	1	161,000.00	0.16
Etilbenceno	160000	2	320,000.00	0.32
Etileno	1317000	1.4	1,843,800.00	1.84
Propileno	364000	1.4	509,600.00	0.51
Formaldehído	102600	5	513,000.00	0.51
Anhídrido ftálico	59400	6	356,400.00	0.36
Polipropileno	76000	12	912,000.00	0.91
			Total (Gg):	4.62

This spreadsheet contains sheet 4 of Worksheet 2-10, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION OF OTHER CHEMICALS			
WORKSHEET	2-10			
SHEET	4 OF 5 CO EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1994			
STEP 4				
Chemical	A Amount of Chemical Produced (t)	B Emission Factor (kg CO / t chemical produced)	C CO Emitted (kg) C = (A x B)	D CO Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Negro de humo	137000	10	1,370,000.00	1.37
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			Total (Gg):	1.37

This spreadsheet contains sheet 5 of Worksheet 2-10, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION OF OTHER CHEMICALS			
WORKSHEET	2-10			
SHEET	5 OF 5 SO₂ EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1994			
STEP 5				
Chemical	A Amount of Chemical Produced (t)	B Emission Factor (kg SO ₂ / t chemical produced)	C SO ₂ Emitted (kg) C = (A x B)	D SO ₂ Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Negro de humo	137000	3.1	424,700.00	0.42
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			Total (Gg):	0.42

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE		METAL PRODUCTION			
WORKSHEET		2-11			
SHEET		1 OF 11 TIER 1a - CO ₂ EMISSIONS			
COUNTRY		MEXICO			
YEAR		1994			
STEP 1					
	A Mass of Reducing Agent (t)	B Emission Factor (t CO ₂ /t reducing agent)	C (Carbon content of ore minus carbon content of metal) x 3.67 (t CO ₂)	D CO ₂ Emitted (t)	E CO ₂ Emitted (Gg)
				D = (A x B) + C	E = D/1000
Iron and steel production	1984730	3.6		7,145,028.00	7,145.03
Ferroalloys production				0.00	0.00
Aluminium production				0.00	0.00
Other				0.00	0.00

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		METAL PRODUCTION	
WORKSHEET		2-11	
SHEET		2 OF 11 IRON AND STEEL - TIER 1b - CO ₂ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1994	
STEP 2			
A Amount of Iron or Steel Produced (t)	B Emission Factor (t CO ₂ /t of iron or steel produced)	C CO ₂ Emitted (t)	D CO ₂ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1000
10260109	1.6	16,416,174.40	16,416.17

This spreadsheet contains sheet 3 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		METAL PRODUCTION	
WORKSHEET		2-11	
SHEET		3 OF 11 IRON AND STEEL - NO _x , NMVOC, CO AND SO ₂ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1994	
STEP 3			
A	B	C	D
Amount of Iron or Steel Produced (t)	Emission Factor (g gas/t of iron or steel produced)	Gas Emitted (g)	Gas Emitted (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/1\ 000\ 000\ 000$
3501000	NO _x 76	266,076,000.00	NO _x 0.27
3501000	NMVOC 20	70,020,000.00	NMVOC 0.07
3501000	CO 112	392,112,000.00	CO 0.39
3501000	SO ₂ 30	105,030,000.00	SO ₂ 0.11

This spreadsheet contains sheet 4 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		METAL PRODUCTION	
WORKSHEET		2-11	
SHEET		4 OF 11 FERROALLOYS - TIER 1b - CO ₂ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1994	
STEP 4			
A	B	C	D
Amount of Ferroalloy Produced (t)	Emission Factor (t CO ₂ /t ferroalloy produced)	CO ₂ Emitted (t)	CO ₂ Emitted (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/1000$
189156	1.6	302,649.60	302.65

This spreadsheet contains sheet 5 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		METAL PRODUCTION	
WORKSHEET		2-11	
SHEET		5 OF 11 ALUMINIUM - TIER 1b - CO ₂ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1994	
STEP 5			
A Amount of Aluminium Produced (t)	B Emission Factor (t CO ₂ /t aluminium produced)	C CO ₂ Emitted (t)	D CO ₂ Emitted (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/1000$
102478	1.5	153,717.00	153.72

This spreadsheet contains sheet 8 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		METAL PRODUCTION	
WORKSHEET		2-11	
SHEET		8 OF 11 ALUMINIUM - TIER 1c - CF ₄ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1994	
STEP 8			
A Amount of Aluminium Produced (t)	B Emission Factor (kg CF ₄ /t aluminium produced)	C CF ₄ Emitted (kg)	D CF ₄ Emitted (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/1\ 000\ 000$
102458	1.68	172,129.44	0.17

This spreadsheet contains sheet 9 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE	METAL PRODUCTION	
WORKSHEET	2-11	
SHEET	9 OF 11 ALUMINIUM - TIER 1c - C₂F₆ EMISSIONS	
COUNTRY	MEXICO	
YEAR	1994	
STEP 9		
A Total CF ₄ Emissions (Gg)	B C ₂ F ₆ Emission Factor (C ₂ F ₆ /CF ₄)	C C ₂ F ₆ Emitted (Gg)
	0.1	C = (A x B)
0.17	0.1	0.02

This spreadsheet contains sheet 10 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	METAL PRODUCTION -		
WORKSHEET	2-11		
SHEET	10 OF 11 ALUMINIUM - NO_x, CO, SO₂ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1994		
STEP 10			
A Amount of Aluminium Produced (t)	B Emission Factor (kg gas/t aluminium produced)	C Pollutant Emitted (kg)	D Pollutant Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1 000 000
	<i>NO_x</i>	0.00	<i>NO_x</i> 0.00
102458	<i>CO</i> 400	40,983,200.00	<i>CO</i> 40.98
102458	<i>SO₂</i> 0.9	92,212.20	<i>SO₂</i> 0.09

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-12, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PULP AND PAPER INDUSTRIES			
WORKSHEET	2-12			
SHEET	1 OF 2 NO_x, NMVOC AND CO EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1994			
STEP 1				
Pulp Process Type	A Quantity of Air Dried Pulp Produced (t)	B Emission Factor (kg gas /t air dried pulp produced)	C Pollutant Emitted (kg) C = (A x B)	D Pollutant Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Kraft	459581	<i>NO_x</i> 1.5	689,371.50	<i>NO_x</i> 0.69
Kraft	459581	<i>NMVOC</i> 3.7	1,700,449.70	<i>NMVOC</i> 1.70
Kraft	459581	<i>CO</i> 5.6	2,573,653.60	<i>CO</i> 2.57

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-12, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PULP AND PAPER INDUSTRIES			
WORKSHEET	2-12			
SHEET	2 OF 2 SO₂ EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1994			
STEP 2				
Pulp Process Type	A Quantity of Air Dried Pulp Produced (t)	B Emission Factor (kg SO ₂ /t air dried pulp produced)	C SO ₂ Emittid (kg)	D SO ₂ Emittid (Gg)
			C = (A x B)	D = C/1 000 000
Kraft	459581	7	3,217,067.00	3.22
Acid Sulphite			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
Total (Gg):				3.22

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-13, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	FOOD AND DRINK			
WORKSHEET	2-13			
SHEET	1 OF 2 ALCOHOLIC BEVERAGE PRODUCTION - NMVOC EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1994			
STEP 1				
Alcoholic Beverage Type	A Quantity of Alcoholic Beverage Produced (hl)	B Emission Factor (kg NMVOC/hL beverage produced)	C NMVOC Emitted (kg) C = (A x B)	D NMVOC Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Vino tinto	100680	0.08	8,054.40	0.01
Vino blanco	22140	0.035	774.90	0.00
Cerveza	45059570	0.035	1,577,084.95	1.58
Brandy	836030	3.5	2,926,105.00	2.93
Otras	946740	15	14,201,100.00	14.20
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			Total (Gg):	18.71

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-13, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	FOOD AND DRINK			
WORKSHEET	2-13			
SHEET	2 OF 2 BREAD AND OTHER FOOD PRODUCTION - NMVOC EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1994			
STEP 2				
Food Production Type	A Quantity of Food Produced (t)	B Emission Factor (kg NMVOC/t food processed)	C NMVOC Emitted (kg) C = (A x B)	D NMVOC Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Margarina y manteca	422149	10	4,221,490.00	4.22
Alimento para animales	6825544	1	6,825,544.00	6.83
Azúcar	3599558	10	35,995,580.00	36.00
Carnes frías	269012	0.3	80,703.60	0.08
Pan	453964	8	3,631,712.00	3.63
Pastelillos	104173	1	104,173.00	0.10
Café tostado	1324	0.55	728.20	0.00
			0.00	0.00
			Total (Gg):	50.86

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-1, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	CEMENT PRODUCTION		
WORKSHEET	2-1		
SHEET	1 OF 2 CO ₂ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1996		
STEP 1			
A	B	C	D
Quantity of Clinker or Cement Produced (t)	Emission Factor (t CO ₂ /t clinker or cement produced)	CO ₂ Emitted (t)	CO ₂ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1000
28174335	0.498	14,030,818.83	14,030.82

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-1, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	CEMENT PRODUCTION		
WORKSHEET	2-1		
SHEET	2 OF 2 SO ₂ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1996		
STEP 2			
A	B	C	D
Quantity of Cement Produced (t)	Emission Factor (kg SO ₂ /t cement produced)	SO ₂ Emitted (kg)	SO ₂ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1 000 000
28174335	0.3	8,452,300.50	8.45

This spreadsheet contains Worksheet 2-2, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION OF LIME			
WORKSHEET	2-2			
SHEET	1 OF 1 CO ₂ EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1996			
Lime Type	A Quantity of Lime Produced (t)	B Emission Factor (t CO ₂ /t quicklime or dolomitic lime produced)	C CO ₂ Emitted (t) C = (A x B)	D CO ₂ Emitted (Gg) D = C/1000
Quicklime	3194411	0.79	2,523,584.69	2,523.58
Dolomitic Lime			0.00	0.00
Total (Gg):				2,523.58

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-4, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	SODA ASH PRODUCTION AND USE		
WORKSHEET	2-4		
SHEET	2 OF 2 SODA ASH USE - CO ₂ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1996		
STEP 2			
A Quantity of Soda Ash Used (t)	B Emission Factor (kg CO ₂ /t soda ash used)	C CO ₂ Emitted (kg) C = (A x B)	D CO ₂ Emitted (Gg) D = C/1 000 000
253684	415	105,278,860.00	105.28

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-5, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION AND USE OF MISCELLANEOUS MINERAL PRODUCTS			
WORKSHEET	2-5			
SHEET	1 OF 5 ASPHALT ROOFING PRODUCTION - NMVOC EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1996			
STEP 1				
Process Type	A Quantity of Asphalt Roofing Produced (t)	B Emission Factor (kg NMVOC/t asphalt roofing produced)	C NMVOC Emitted (kg)	D NMVOC Emitted (Gg)
			C = (A x B)	D = C/1 000 000
Saturation Process	30421	0.16	4,867.36	0.00
Blowing Process	64702	2.4	155,284.80	0.16
			Total (Gg):	0.16

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION AND USE OF MISCELLANEOUS MINERAL PRODUCTS			
WORKSHEET	2-5			
SHEET	2 OF 5 ASPHALT ROOFING PRODUCTION - CO EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1996			
STEP 2				
A Quantity of Asphalt Roofing Produced (t)	B Emission Factor (kg CO /t asphalt roofing produced)	C CO Emitted (kg)	D CO Emitted (Gg)	
		C = (A x B)	D = C/1 000 000	
95123	0.0095	903.67	0.00	

This spreadsheet contains sheet 3 of Worksheet 2-5, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE		PRODUCTION AND USE OF MISCELLANEOUS MINERAL PRODUCTS		
WORKSHEET		2-5		
SHEET		3 OF 5 ROAD PAVING WITH ASPHALT- NMVOC EMISSIONS		
COUNTRY		MEXICO		
YEAR		1996		
STEP 3				
Emission Source	A Quantity of Road Paving Material Used (t)	B Emission Factor (kg NMVOC/t road paving material used)	C NMVOC Emitted (kg)	D NMVOC Emitted (Gg)
			C = (A x B)	D = C/1 000 000
Asphalt Plant	51042	0.023	1,173.97	0.00
Road Surface	765872	320	245,079,040.00	245.08
Total (Gg):				245.08

This spreadsheet contains sheet 4 of Worksheet 2-5, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE		PRODUCTION AND USE OF MISCELLANEOUS MINERAL PRODUCTS		
WORKSHEET		2-5		
SHEET		4 OF 5 PRODUCTION OF OTHER MINERAL PRODUCTS - GLASS PRODUCTION - NMVOC EMISSIONS		
COUNTRY		MEXICO		
YEAR		1996		
STEP 4				
Glass Type	A Quantity of Glass Produced (t)	B Emission Factor (kg NMVOC/t glass produced)	C NMVOC Emitted (kg)	D NMVOC Emitted (Gg)
			C = (A x B)	D = C/1 000 000
Container Glass			0.00	0.00
Flat Glass	95745	4.5	430,852.50	0.43
Total (Gg):				0.43

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-6, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		AMMONIA PRODUCTION	
WORKSHEET		2-6	
SHEET		2 OF 3 TIER 1b - CO ₂ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1996	
STEP 2			
A	B	C	D
Amount of Ammonia Produced (t)	Emission Factor (t CO ₂ /t ammonia produced)	CO ₂ Emitted (t)	CO ₂ Emitted (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/1000$
2500000	1.5	3,750,000.00	3,750.00

This spreadsheet contains sheet 3 of Worksheet 2-6, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		AMMONIA PRODUCTION	
WORKSHEET		2-6	
SHEET		3 OF 3 NMVOC, CO AND SO ₂ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1996	
STEP 3			
A	B	C	D
Amount of Ammonia Produced (t)	Emission Factor (kg pollutant/ t ammonia produced)	Pollutant Emitted (kg)	Pollutant Emitted (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/1\ 000\ 000$
2500000	<i>NMVOC</i> 4.5	11,250,000.00	<i>NMVOC</i> 11.25
2500000	<i>CO</i> 7.9	19,750,000.00	<i>CO</i> 19.75
2500000	<i>SO₂</i> 0.03	75,000.00	<i>SO₂</i> 0.08

This spreadsheet contains Worksheet 2-7, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE		NITRIC ACID PRODUCTION			
WORKSHEET		2-7			
SHEET		1 OF 1 N ₂ O AND NO _x EMISSIONS			
COUNTRY		MEXICO			
YEAR		1996			
STEP 1					
A	B	C	D		
Amount of Nitric Acid Produced (t)	Emission Factor (kg pollutant/t nitric acid produced)	Pollutant Emitted (kg)	Pollutant Emitted (Gg)		
		C = (A x B)	D = C/1 000 000		
591763	N ₂ O	5.5	3,254,696.50	N ₂ O	3.25
591763	NO _x	12	7,101,156.00	NO _x	7.10

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-10, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE		PRODUCTION OF OTHER CHEMICALS			
WORKSHEET		2-10			
SHEET		1 OF 5 CH ₄ EMISSIONS			
COUNTRY		MEXICO			
YEAR		1996			
STEP 1					
Chemical	A	B	C	D	
	Amount of Chemical Produced (t)	Emission Factor (kg CH ₄ / t chemical produced)	CH ₄ Emitted (kg)	CH ₄ Emitted (Gg)	
			C = (A x B)	D = C/1 000 000	
Etileno	1340000	1	1,340,000.00	1.34	
Estireno	155000	4	620,000.00	0.62	
Metanol	211000	2	422,000.00	0.42	
Coque	2077284	0.5	1,038,642.00	1.04	
Negro de humo	107800	11	1,185,800.00	1.19	
			0.00	0.00	
			0.00	0.00	
Total (Gg):				4.61	

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-10, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION OF OTHER CHEMICALS			
WORKSHEET	2-10			
SHEET	2 OF 5 NO_x EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1996			
STEP 2				
Chemical	A Amount of Chemical Produced (t)	B Emission Factor (kg NO _x / t chemical produced)	C NO _x Emitted (kg)	D NO _x Emitted (Gg)
			C = (A x B)	D = C/1 000 000
Negro de humo	107800	0.4	43,120.00	0.04
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			Total (Gg):	0.04

This spreadsheet contains sheet 3 of Worksheet 2-10, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION OF OTHER CHEMICALS			
WORKSHEET	2-10			
SHEET	3 OF 5 NMVOC EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1996			
STEP 3				
Chemical	A Amount of Chemical Produced (t)	B Emission Factor (kg NMVOC / t chemical produced)	C NMVOC Emitted (kg) C = (A x B)	D NMVOC Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Acrilonitrilo	173000	1	173,000.00	0.17
Etilbenceno	161000	2	322,000.00	0.32
Etileno	1340000	1.4	1,876,000.00	1.88
Propileno	490000	1.4	686,000.00	0.69
Formaldehído	117600	5	588,000.00	0.59
Anhídrido ftálico	63000	6	378,000.00	0.38
Polipropileno	89000	12	1,068,000.00	1.07
			Total (Gg):	5.09

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE		METAL PRODUCTION			
WORKSHEET		2-11			
SHEET		1 OF 11 TIER 1a - CO ₂ EMISSIONS			
COUNTRY		MEXICO			
YEAR		1996			
STEP 1					
	A Mass of Reducing Agent (t)	B Emission Factor (t CO ₂ /t reducing agent)	C (Carbon content of ore minus carbon content of metal) x 3.67 (t CO ₂)	D CO ₂ Emitted (t)	E CO ₂ Emitted (Gg)
				D = (A x B) + C	E = D/1000
Iron and steel production	2184363	3.6		7,863,706.80	7,863.71
Ferrous alloys production				0.00	0.00
Aluminium production				0.00	0.00
Other				0.00	0.00

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		METAL PRODUCTION	
WORKSHEET		2-11	
SHEET		2 OF 11 IRON AND STEEL - TIER 1b - CO ₂ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1996	
STEP 2			
A Amount of Iron or Steel Produced (t)	B Emission Factor (t CO ₂ /t of iron or steel produced)	C CO ₂ Emitted (t)	D CO ₂ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1000
13172000	1.6	21,075,200.00	21,075.20

This spreadsheet contains sheet 3 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	METAL PRODUCTION		
WORKSHEET	2-11		
SHEET	3 OF 11 IRON AND STEEL - NO _x , NMVOC, CO AND SO ₂ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1996		
STEP 3			
A Amount of Iron or Steel Produced (t)	B Emission Factor (g gas/t of iron or steel produced)	C Gas Emitted (g)	D Gas Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1 000 000 000
4229000	NO _x 76	321,404,000.00	NO _x 0.32
4229000	NMVOC 20	84,580,000.00	NMVOC 0.08
4229000	CO 112	473,648,000.00	CO 0.47
4229000	SO ₂ 30	126,870,000.00	SO ₂ 0.13

This spreadsheet contains sheet 4 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	METAL PRODUCTION		
WORKSHEET	2-11		
SHEET	4 OF 11 FERROALLOYS - TIER 1b - CO ₂ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1996		
STEP 4			
A Amount of Ferroalloy Produced (t)	B Emission Factor (t CO ₂ /t ferroalloy produced)	C CO ₂ Emitted (t)	D CO ₂ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1000
231608	1.6	370,572.80	370.57

This spreadsheet contains sheet 5 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	METAL PRODUCTION		
WORKSHEET	2-11		
SHEET	5 OF 11 ALUMINIUM - TIER 1b - CO₂ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1996		
STEP 5			
A Amount of Aluminium Produced (t)	B Emission Factor (t CO ₂ /t aluminium produced)	C CO ₂ Emitted (t)	D CO ₂ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1000
122863	1.5	184,294.50	184.29

This spreadsheet contains sheet 8 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	METAL PRODUCTION		
WORKSHEET	2-11		
SHEET	8 OF 11 ALUMINIUM - TIER 1c - CF₄ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1996		
STEP 8			
A Amount of Aluminium Produced (t)	B Emission Factor (kg CF ₄ /t aluminium produced)	C CF ₄ Emitted (kg)	D CF ₄ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1 000 000
122863	1.68	206,409.84	0.21

This spreadsheet contains sheet 9 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE	METAL PRODUCTION	
WORKSHEET	2-11	
SHEET	9 OF 11 ALUMINIUM - TIER 1c - C₂F₆ EMISSIONS	
COUNTRY	MEXICO	
YEAR	1996	
STEP 9		
A Total CF ₄ Emissions (Gg)	B C ₂ F ₆ Emission Factor (C ₂ F ₆ /CF ₄)	C C ₂ F ₆ Emitted (Gg)
	0.1	C = (A x B)
0.21	0.1	0.02

This spreadsheet contains sheet 10 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	METAL PRODUCTION -		
WORKSHEET	2-11		
SHEET	10 OF 11 ALUMINIUM - NO_x, CO, SO₂ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1996		
STEP 10			
A Amount of Aluminium Produced (t)	B Emission Factor (kg gas/t aluminium produced)	C Pollutant Emitted (kg)	D Pollutant Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1 000 000
	<i>NO_x</i>	0.00	<i>NO_x</i> 0.00
122863	<i>CO</i> 400	49,145,200.00	<i>CO</i> 49.15
122863	<i>SO₂</i> 0.9	110,576.70	<i>SO₂</i> 0.11

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-12, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE INDUSTRIAL PROCESSES				
SUBMODULE PULP AND PAPER INDUSTRIES				
WORKSHEET 2-12				
SHEET 1 OF 2 NO _x , NMVOC AND CO EMISSIONS				
COUNTRY MEXICO				
YEAR 1996				
STEP 1				
Pulp Process Type	A Quantity of Air Dried Pulp Produced (t)	B Emission Factor (kg gas /t air dried pulp produced)	C Pollutant Emitted (kg) C = (A x B)	D Pollutant Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Kraft	324124	NO _x 1.5	486,186.00	NO _x 0.49
Kraft	324124	NMVOC 3.7	1,199,258.80	NMVOC 1.20
Kraft	324124	CO 5.6	1,815,094.40	CO 1.82

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-12, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE INDUSTRIAL PROCESSES				
SUBMODULE PULP AND PAPER INDUSTRIES				
WORKSHEET 2-12				
SHEET 2 OF 2 SO ₂ EMISSIONS				
COUNTRY MEXICO				
YEAR 1996				
STEP 2				
Pulp Process Type	A Quantity of Air Dried Pulp Produced (t)	B Emission Factor (kg SO ₂ /t air dried pulp produced)	C SO ₂ Emitted (kg) C = (A x B)	D SO ₂ Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Kraft	324124	7	2,268,868.00	2.27
Acid Sulphite			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
Total (Gg):				2.27

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-13, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	FOOD AND DRINK			
WORKSHEET	2-13			
SHEET	1 OF 2 ALCOHOLIC BEVERAGE PRODUCTION - NMVOC EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1996			
STEP 1				
Alcoholic Beverage Type	A Quantity of Alcoholic Beverage Produced (hl)	B Emission Factor (kg NMVOC/hL beverage produced)	C NMVOC Emitted (kg) C = (A x B)	D NMVOC Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Vino tinto	86850	0.08	6,948.00	0.01
Vino blanco	30550	0.035	1,069.25	0.00
Cerveza	48111450	0.035	1,683,900.75	1.68
Brandy	689010	3.5	2,411,535.00	2.41
Otros	1603180	15	24,047,700.00	24.05
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			Total (Gg):	28.15

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-13, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE		FOOD AND DRINK		
WORKSHEET		2-13		
SHEET		2 OF 2 BREAD AND OTHER FOOD PRODUCTION - NMVOC EMISSIONS		
COUNTRY		MEXICO		
YEAR		1996		
STEP 2				
Food Production Type	A Quantity of Food Produced (t)	B Emission Factor (kg NMVOC/t food processed)	C NMVOC Emitted (kg) C = (A x B)	D NMVOC Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Margarina y manteca	374285	10	3,742,850.00	3.74
Alimento para animales	5625699	1	5,625,699.00	5.63
Azúcar	4543851	10	45,438,510.00	45.44
Carnes frías	305170	0.3	91,551.00	0.09
Pan	506030	8	4,048,240.00	4.05
Pastelillos	87497	1	87,497.00	0.09
Café tostado	333	0.55	183.15	0.00
			0.00	0.00
			Total (Gg):	59.03

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-1, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	CEMENT PRODUCTION		
WORKSHEET	2-1		
SHEET	1 OF 2 CO₂ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1998		
STEP 1			
A	B	C	D
Quantity of Clinker or Cement Produced (t)	Emission Factor (t CO ₂ /t clinker or cement produced)	CO ₂ Emitted (t)	CO ₂ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1000
30915245	0.498	15,395,792.01	15,395.79

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-1, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	CEMENT PRODUCTION		
WORKSHEET	2-1		
SHEET	2 OF 2 SO₂ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1998		
STEP 2			
A	B	C	D
Quantity of Cement Produced (t)	Emission Factor (kg SO ₂ /t cement produced)	SO ₂ Emitted (kg)	SO ₂ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1 000 000
30915245	0.3	9,274,573.50	9.27

This spreadsheet contains Worksheet 2-2, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION OF LIME			
WORKSHEET	2-2			
SHEET	1 OF 1 CO ₂ EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1998			
Lime Type	A Quantity of Lime Produced (t)	B Emission Factor (t CO ₂ /t quicklime or dolomitic lime produced)	C CO ₂ Emitted (t) C = (A x B)	D CO ₂ Emitted (Gg) D = C/1000
Quicklime	3581414	0.79	2,829,317.06	2,829.32
Dolomitic Lime			0.00	0.00
Total (Gg):				2,829.32

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-5, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION AND USE OF MISCELLANEOUS MINERAL PRODUCTS			
WORKSHEET	2-5			
SHEET	1 OF 5 ASPHALT ROOFING PRODUCTION - NMVOC EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1998			
STEP 1				
Process Type	A Quantity of Asphalt Roofing Produced (t)	B Emission Factor (kg NMVOC/t asphalt roofing produced)	C NMVOC Emitted (kg) C = (A x B)	D NMVOC Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Saturation Process	36653	0.16	5,864.48	0.01
Blowing Process	68370	2.4	164,088.00	0.16
Total (Gg):				0.17

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-5, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		PRODUCTION AND USE OF MISCELLANEOUS MINERAL PRODUCTS	
WORKSHEET		2-5	
SHEET		2 OF 5 ASPHALT ROOFING PRODUCTION - CO EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1998	
STEP 2			
A	B	C	D
Quantity of Asphalt Roofing Produced (t)	Emission Factor (kg CO /t asphalt roofing produced)	CO Emitted (kg)	CO Emitted (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/1\ 000\ 000$
105023	0.0095	997.72	0.00

This spreadsheet contains sheet 3 of Worksheet 2-5, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE		PRODUCTION AND USE OF MISCELLANEOUS MINERAL PRODUCTS		
WORKSHEET		2-5		
SHEET		3 OF 5 ROAD PAVING WITH ASPHALT- NMVOC EMISSIONS		
COUNTRY		MEXICO		
YEAR		1998		
STEP 3				
Emission Source	A	B	C	D
	Quantity of Road Paving Material Used (t)	Emission Factor (kg NMVOC/t road paving material used)	NMVOC Emitted (kg)	NMVOC Emitted (Gg)
			$C = (A \times B)$	$D = C/1\ 000\ 000$
Asphalt Plant	38329	0.023	881.57	0.00
Road Surface	814711	320	260,707,520.00	260.71
Total (Gg):				260.71

This spreadsheet contains sheet 4 of Worksheet 2-5, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE		PRODUCTION AND USE OF MISCELLANEOUS MINERAL PRODUCTS		
WORKSHEET		2-5		
SHEET		4 OF 5 PRODUCTION OF OTHER MINERAL PRODUCTS - GLASS PRODUCTION - NMVOC EMISSIONS		
COUNTRY		MEXICO		
YEAR		1998		
STEP 4				
Glass Type	A Quantity of Glass Produced (t)	B Emission Factor (kg NMVOC/t glass produced)	C NMVOC Emitted (kg) C = (A x B)	D NMVOC Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Container Glass			0.00	0.00
Flat Glass	115679	4.5	520,555.50	0.52
Total (Gg):				0.52

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-6, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE		AMMONIA PRODUCTION		
WORKSHEET		2-6		
SHEET		2 OF 3 TIER 1b - CO ₂ EMISSIONS		
COUNTRY		MEXICO		
YEAR		1998		
STEP 2				
A Amount of Ammonia Produced (t)	B Emission Factor (t CO ₂ /t ammonia produced)	C CO ₂ Emitted (t) C = (A x B)	D CO ₂ Emitted (Gg) D = C/1000	
1814000	1.5	2,721,000.00	2,721.00	

This spreadsheet contains sheet 3 of Worksheet 2-6, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		AMMONIA PRODUCTION	
WORKSHEET		2-6	
SHEET		3 OF 3 NMVOC, CO AND SO ₂ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1998	
STEP 3			
A	B	C	D
Amount of Ammonia Produced (t)	Emission Factor (kg pollutant/ t ammonia produced)	Pollutant Emitted (kg)	Pollutant Emitted (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/1\ 000\ 000$
1814000	NMVOC 4.5	8,163,000.00	NMVOC 8.16
1814000	CO 7.9	14,330,600.00	CO 14.33
1814000	SO ₂ 0.03	54,420.00	SO ₂ 0.05

This spreadsheet contains Worksheet 2-7, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		NITRIC ACID PRODUCTION	
WORKSHEET		2-7	
SHEET		1 OF 1 N ₂ O AND NO _x EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1998	
A	B	C	D
Amount of Nitric Acid Produced (t)	Emission Factor (kg pollutant/t nitric acid produced)	Pollutant Emitted (kg)	Pollutant Emitted (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/1\ 000\ 000$
416	N ₂ O 5.5	2,288.00	N ₂ O 0.00
416000	NO _x 12	4,992,000.00	NO _x 4.99

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-10, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION OF OTHER CHEMICALS			
WORKSHEET	2-10			
SHEET	1 OF 5 CH₄ EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1998			
STEP 1				
Chemical	A Amount of Chemical Produced (t)	B Emission Factor (kg CH ₄ / t chemical produced)	C CH ₄ Emitted (kg) C = (A x B)	D CH ₄ Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Etileno	1246000	1	1,246,000.00	1.25
Estireno	128000	4	512,000.00	0.51
Metanol	193000	2	386,000.00	0.39
Coque	2108119	0.5	1,054,059.50	1.05
Negro de humo	119800	11	1,317,800.00	1.32
			0.00	0.00
			0.00	0.00
Total (Gg):				4.52

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-10, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION OF OTHER CHEMICALS			
WORKSHEET	2-10			
SHEET	2 OF 5 NO_x EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1998			
STEP 2				
Chemical	A Amount of Chemical Produced (t)	B Emission Factor (kg NO _x / t chemical produced)	C NO _x Emitted (kg)	D NO _x Emitted (Gg)
			C = (A x B)	D = C/1 000 000
Negro de humo	119800	0.4	47,920.00	0.05
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			Total (Gg):	0.05

This spreadsheet contains sheet 3 of Worksheet 2-10, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	PRODUCTION OF OTHER CHEMICALS			
WORKSHEET	2-10			
SHEET	3 OF 5 NMVOC EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1998			
STEP 3				
Chemical	A Amount of Chemical Produced (t)	B Emission Factor (kg NMVOC / t chemical produced)	C NMVOC Emitted (kg) C = (A x B)	D NMVOC Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Acilonitrilo	130000	1	130,000.00	0.13
Etilbenceno	143000	2	286,000.00	0.29
Propileno	285000	1.4	399,000.00	0.40
Etileno	1246000	1.4	1,744,400.00	1.74
Formaldeído	130800	5	654,000.00	0.65
Anhídrido ftalico	53700	6	322,200.00	0.32
Polipropileno	41000	12	492,000.00	0.49
			Total (Gg):	4.03

This spreadsheet contains sheet 4 of Worksheet 2-10, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE		PRODUCTION OF OTHER CHEMICALS		
WORKSHEET		2-10		
SHEET		4 OF 5 CO EMISSIONS		
COUNTRY		MEXICO		
YEAR		1998		
STEP 4				
Chemical	A Amount of Chemical Produced (t)	B Emission Factor (kg CO / t chemical produced)	C CO Emitted (kg) C = (A x B)	D CO Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Negro de humo	119800	10	1,198,000.00	1.20
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			Total (Gg):	1.20

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE		METAL PRODUCTION			
WORKSHEET		2-11			
SHEET		1 OF 11 TIER 1a - CO ₂ EMISSIONS			
COUNTRY		MEXICO			
YEAR		1998			
STEP 1					
	A Mass of Reducing Agent (t)	B Emission Factor (t CO ₂ /t reducing agent)	C (Carbon content of ore minus carbon content of metal) x 3.67 (t CO ₂)	D CO ₂ Emitted (t)	E CO ₂ Emitted (Gg)
				D = (A x B) + C	E = D/1000
Iron and steel production	2202558	3.6		7,929,208.80	7,929.21
Ferrous alloys production				0.00	0.00
Aluminium production				0.00	0.00
Other				0.00	0.00

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		METAL PRODUCTION	
WORKSHEET		2-11	
SHEET		2 OF 11 IRON AND STEEL - TIER 1b - CO ₂ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1998	
STEP 2			
A Amount of Iron or Steel Produced (t)	B Emission Factor (t CO ₂ /t of iron or steel produced)	C CO ₂ Emitted (t)	D CO ₂ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1000
14182000	1.6	22,691,200.00	22,691.20

This spreadsheet contains sheet 3 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		METAL PRODUCTION	
WORKSHEET		2-11	
SHEET		3 OF 11 IRON AND STEEL - NO _x , NMVOC, CO AND SO ₂ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1998	
STEP 3			
A	B	C	D
Amount of Iron or Steel Produced (t)	Emission Factor (g gas/t of iron or steel produced)	Gas Emitted (g)	Gas Emitted (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/1\ 000\ 000\ 000$
4532000	NO _x 76	344,432,000.00	NO _x 0.34
4532000	NMVOC 20	90,640,000.00	NMVOC 0.09
4532000	CO 112	507,584,000.00	CO 0.51
4532000	SO ₂ 30	135,960,000.00	SO ₂ 0.14

This spreadsheet contains sheet 4 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE		INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE		METAL PRODUCTION	
WORKSHEET		2-11	
SHEET		4 OF 11 FERROALLOYS - TIER 1b - CO ₂ EMISSIONS	
COUNTRY		MEXICO	
YEAR		1998	
STEP 4			
A	B	C	D
Amount of Ferroalloy Produced (t)	Emission Factor (t CO ₂ /t ferroalloy produced)	CO ₂ Emitted (t)	CO ₂ Emitted (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/1000$
268079	1.6	428,926.40	428.93

This spreadsheet contains sheet 5 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	METAL PRODUCTION		
WORKSHEET	2-11		
SHEET	5 OF 11 ALUMINIUM - TIER 1b - CO₂ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1998		
STEP 5			
A Amount of Aluminium Produced (t)	B Emission Factor (t CO ₂ /t aluminium produced)	C CO ₂ Emitted (t)	D CO ₂ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1000
186230	1.5	279,345.00	279.35

This spreadsheet contains sheet 8 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	METAL PRODUCTION		
WORKSHEET	2-11		
SHEET	8 OF 11 ALUMINIUM - TIER 1c - CF₄ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1998		
STEP 8			
A Amount of Aluminium Produced (t)	B Emission Factor (kg CF ₄ /t aluminium produced)	C CF ₄ Emitted (kg)	D CF ₄ Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1 000 000
186230	1.68	312,866.40	0.31

This spreadsheet contains sheet 9 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES	
SUBMODULE	METAL PRODUCTION	
WORKSHEET	2-11	
SHEET	9 OF 11 ALUMINIUM - TIER 1c - C₂F₆ EMISSIONS	
COUNTRY	MEXICO	
YEAR	1998	
STEP 9		
A Total CF ₄ Emissions (Gg)	B C ₂ F ₆ Emission Factor (C ₂ F ₆ /CF ₄)	C C ₂ F ₆ Emitted (Gg)
	0.1	C = (A x B)
0.31	0.1	0.03

This spreadsheet contains sheet 10 of Worksheet 2-11, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES		
SUBMODULE	METAL PRODUCTION -		
WORKSHEET	2-11		
SHEET	10 OF 11 ALUMINIUM - NO_x, CO, SO₂ EMISSIONS		
COUNTRY	MEXICO		
YEAR	1998		
STEP 10			
A Amount of Aluminium Produced (t)	B Emission Factor (kg gas/t aluminium produced)	C Pollutant Emitted (kg)	D Pollutant Emitted (Gg)
		C = (A x B)	D = C/1 000 000
	<i>NO_x</i>	0.00	<i>NO_x</i> 0.00
186230	<i>CO</i> 400	74,492,000.00	<i>CO</i> 74.49
186230	<i>SO₂</i> 0.9	167,607.00	<i>SO₂</i> 0.17

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-12, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE INDUSTRIAL PROCESSES				
SUBMODULE PULP AND PAPER INDUSTRIES				
WORKSHEET 2-12				
SHEET 1 OF 2 NO _x , NMVOC AND CO EMISSIONS				
COUNTRY MEXICO				
YEAR 1998				
STEP 1				
Pulp Process Type	A Quantity of Air Dried Pulp Produced (t)	B Emission Factor (kg gas /t air dried pulp produced)	C Pollutant Emitted (kg) C = (A x B)	D Pollutant Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Kraft	330185	NO _x 1.5	495,277.50	NO _x 0.50
Kraft	330185	NMVOC 3.7	1,221,684.50	NMVOC 1.22
Kraft	330185	CO 5.6	1,849,036.00	CO 1.85

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-12, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE INDUSTRIAL PROCESSES				
SUBMODULE PULP AND PAPER INDUSTRIES				
WORKSHEET 2-12				
SHEET 2 OF 2 SO ₂ EMISSIONS				
COUNTRY MEXICO				
YEAR 1998				
STEP 2				
Pulp Process Type	A Quantity of Air Dried Pulp Produced (t)	B Emission Factor (kg SO ₂ /t air dried pulp produced)	C SO ₂ Emitted (kg) C = (A x B)	D SO ₂ Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Kraft	330185	7	2,311,295.00	2.31
Acid Sulphite			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
Total (Gg):				2.31

This spreadsheet contains sheet 1 of Worksheet 2-13, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE INDUSTRIAL PROCESSES				
SUBMODULE FOOD AND DRINK				
WORKSHEET 2-13				
SHEET 1 OF 2 ALCOHOLIC BEVERAGE PRODUCTION - NMVOC EMISSIONS				
COUNTRY MEXICO				
YEAR 1998				
STEP 1				
Alcoholic Beverage Type	A Quantity of Alcoholic Beverage Produced (hl)	B Emission Factor (kg NMVOC/hL beverage produced)	C NMVOC Emitted (kg) C = (A x B)	D NMVOC Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Vino tinto	97360	0.08	7,788.80	0.01
Vino blanco	24640	0.035	862.40	0.00
Cerveza	54569030	0.035	1,909,916.05	1.91
Brandy	625230	3.5	2,188,305.00	2.19
Otras	423810	15	6,357,150.00	6.36
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			0.00	0.00
			Total (Gg):	10.46

This spreadsheet contains sheet 2 of Worksheet 2-13, in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

MODULE	INDUSTRIAL PROCESSES			
SUBMODULE	FOOD AND DRINK			
WORKSHEET	2-13			
SHEET	2 OF 2 BREAD AND OTHER FOOD PRODUCTION - NMVOC EMISSIONS			
COUNTRY	MEXICO			
YEAR	1998			
STEP 2				
Food Production Type	A Quantity of Food Produced (t)	B Emission Factor (kg NMVOC/t food processed)	C NMVOC Emitted (kg) C = (A x B)	D NMVOC Emitted (Gg) D = C/1 000 000
Margarina y manteca	73607	10	736,070.00	0.74
Alimento para animales	6536361	1	6,536,361.00	6.54
Azúcar	4698919	10	46,989,190.00	46.99
Carnes frías	380133	0.3	114,039.90	0.11
Pan	557373	8	4,458,984.00	4.46
Pastillos	95029	1	95,029.00	0.10
Café tostado	321	0.55	176.55	0.00
			0.00	0.00
			Total (Gg):	58.93

Apéndice B

Notas Sobre Incertidumbre

Como resultado del nivel de información que se manejó y del uso de los Factores de Emisión usados “por defecto” no se realizó un estudio de incertidumbre.

Apéndice C

Notas Sobre Aseguramiento y Control de Calidad

Derivado de las “Guías de Buenas Prácticas” dadas por el IPCC, se desprendió el Plan para el Control de Calidad llevado a cabo durante el desarrollo de este Parte 4 del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.

1.- Revisión de los anuarios de las instituciones gubernamentales y asociaciones de la industria nacional involucradas en la producción: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Anuario de la Secretaría de Energía (SE), Anuario de Pemex, Informes de Cámaras de comercio del país¹, etc.

2.-Identificación de nuestras mayores fuentes de error: Actualización de la información, multiplicidad de proceso con diferentes factores de emisión, falta de clasificación de velocidades de emisión variables con el uso de los diferentes productos en conjunto con los procesos de elaboración.

3.-Documentar la metodología que se utilizó al recabar los datos. En este documento se aplicó el Nivel 1 (Tier 1) ya que se utilizaron factores de emisión dados por lo que el énfasis se pondrá en la presentación de la documentación y en la revisión del cálculo de los datos.

¹ Se pueden observar varias inconsistencias entre datos de actividad en las tablas 2-1, 2-2, 2-7, 2-10 y 2-11 en el Apéndice A y los datos en éste. El origen de las mismas es la falta de concordancia entre datos de cámaras industriales e INEGI, incompletez de datos de INEGI al momento de elaborar el inventario. Estas diferencias fueron documentadas pero no correctamente archivadas por lo que al imprimir este documento esa información no se puede incluir en este apéndice.

Datos usados para estimar las emisiones de gases de efecto de invernadero en México

Módulo: Procesos Industriales

Año: 1992

Manuel Estrada y Francisco Estrada

Producción de cemento	Clave 2-1s1	Emisiones de CO₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. cemento Portland: 26,137,822ton.		
Observaciones: Al no disponerse de información sobre la producción de clinker, se consideró la producción de cemento Portland, que en 1992, de acuerdo con los datos disponibles del INEGI, representó el 98% del total de cemento producido en el país. Se supone que la fracción de cal en el cemento es de 0.635 (Valor por default del IPCC).		

Producción de cemento	Clave 2-1s2	Emisiones de SO₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. cemento Portland: 26,137,822 ton.		
Observaciones: Se utilizó la producción de cemento Portland y por no contarse con información sobre el contenido de azufre y el grado de absorción se tomo el valor por default del IPCC de 0.3 kg SO ₂ /tonelada de cemento.		

Producción de cal	Clave 2-2s1	Emisiones de CO₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. Cal viva: no hay datos para el 92 Prod. Cal dolomítica: 25,303 ton		
Observaciones: Para las estimaciones se supuso que la producción de cal viva es la que reporta el INEGI como " cal viva para la venta ", para la cal dolomítica se usaron los datos de INEGI de "dolomita calcinada". En ambos casos se supone que la cal es pura.		

Uso de piedra caliza y dolomita	Clave 2-3s1	Emisiones de CO₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. de dolomita: 466,490 ton		
Observaciones: No se encontró información disponible sobre producción y uso de piedra caliza. Las estimaciones para el uso de dolomita tienen las siguientes limitaciones:		
<ul style="list-style-type: none"> • suponen que el uso es igual a la producción, sin contemplar importaciones ni exportaciones, pues no hay información disponible al respecto; • Se desconoce la cantidad que se usa en la producción de cal y cemento, en el sector forestal y en otros usos y que debería sustraerse de la cantidad aquí reportada. 		

Producción carbonato de sodio	Clave 2-4s1	Emisiones de CO₂
Fuente:		
Prod. trona: No disponible		
Observaciones: No se dispone de información sobre el proceso de producción que se usa en México (uno natural o el Solvay), ni del uso de trona (procesos naturales).		

Uso de carbonato de sodio	Clave 2-4s2	Emissiones de CO₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. carbonato de sodio: 454,899 ton		
Observaciones: No se dispone de información sobre el uso de carbonato de sodio, por lo que se supuso que éste es igual a la producción.		

Producción de techado de asfalto	Clave 2-5s1	Emissiones de COVNM
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. impermeabilizantes asfálticos: No hay datos para el 92		
Prod. cartón asfáltico impregnado: No hay datos para el 92		
Observaciones: Falta considerar el proceso de saturación de techado de asfalto con y sin spray por no saber cuál se usa en México. De acuerdo con la metodología del IPCC, "se supone que todo el asfalto que no se usa para pavimentación se sopla". El factor de emisión para el proceso de soplado supone que no se cuenta con dispositivos de reducción de emisiones.		

Producción de techado de asfalto	Clave 2-5s2	Emissiones de CO
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. impermeabilizantes asfálticos: No hay datos para el 92		
Prod. cartón asfáltico impregnado: No hay datos para el 92		
Observaciones: Se supone que toda la producción se satura sin spray (no existe un factor de emisión para el proceso con spray).		

Pavimentación de caminos con asfalto	Clave 2-5s3	Emissiones de COVNM
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. asfalto No hay datos para el 92		
Prod. concreto asfáltico: No hay datos para el 92		
Observaciones: Se supone que el asfalto reportado por INEGI como "asfaltos" y "concreto asfáltico" se usa para pavimentación de caminos.		

Producción de vidrio	Clave 2-5s4	Emissiones de COVNM
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. vidrio plano liso 0.00 ton		
Observaciones: La producción de vidrio plano liso, según datos del INEGI, es de 0.00 para este año. No se incluyen las emisiones por producción de envases, ya que INEGI proporciona información en miles de botellas y el factor de emisión del IPCC está basado en toneladas producidas.		

Producción de piedra pómez	Clave 2-5s5	Emissiones de SO₂
Fuente:		
Prod. no disponible		
Observaciones: No se cuenta con información. Hay información sobre exportación e importación pero no sobre producción.		

Producción de amoníaco Tier 1a	Clave 2-6s1	Emissiones de CO₂
Fuente:		
Prod.:		
Observaciones: Este es el Tier 1a de la metodología del IPCC y se basa en el consumo de gas para la producción de amoníaco, por no contar con esta información se usó el Tier 1b.		

Producción de amoníaco Tier 1b	Clave 2-6s2	Emisiones de CO₂
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. amoníaco 2,678,000 ton		
Observaciones: Se aplicó el Tier 1b por los motivos que se señalaron anteriormente.		

Producción de amoníaco	Clave 2-6s3	Emisiones de COVM, CO y SO₂
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. amoníaco 2,678,000 ton		
Observaciones:		

Producción de ácido nítrico	Clave 2-7s1	Emisiones de N₂O y NO_x
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. 182,800ton		
Observaciones: El factor de emisión de N ₂ O se tomó del libro de trabajo del IPCC y corresponde al ejemplo de la planta de Estados Unidos con el factor más alto.		

Producción de ácido adípico	Clave 2-8s1	Emisiones de N₂O, NO_x, COVM y CO
Fuente:.		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de ácido adípico en México. Hay datos sobre exportación e importación pero no producción.		

Producción de carburo de silicio	Clave 2-9s1	Emisiones de CO₂
Fuente:.		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de silicio en México.		

Producción de carburo de silicio Tier 1a	Clave 2-9s2	Emisiones de CH₄
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de silicio en México ni de la cantidad de coque que se usa en el proceso.		

Producción de carburo de silicio Tier 1b	Clave 2-9s3	Emisiones de CH₄
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de silicio en México ni de la cantidad de coque que se usa en el proceso.		

Producción de carburo de calcio	Clave 2-9s4	Emisiones de CO₂
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de calcio en México, ni sobre la cantidad de piedra caliza y coque que se usa en el proceso.		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s1	Emisiones de CH₄
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Etileno: 1,482,000 ton Estireno: 160,000 ton Metanol: 200,000 ton Coque: 1,794,770 ton Negro de humo: 89,800 ton		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de dicloroetileno en México.		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s2	Emisiones de NO_x
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Negro de humo: 89,800 ton		
Observaciones:		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s3	Emisiones de COVNM
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Acrilonitrilo: 166,000 ton Etilbenceno: 164,000 ton Etileno: 1,482,000 ton Propileno: 344,000 ton Formaldehído: 98,200 ton Anhídrido ftálico: 70,600 ton Polipropileno: 69,000 ton Polietileno baja densidad 355,000 ton Polietileno alta densidad 220,000 ton Estireno 160,000 ton Dicloroetano 386,000 ton		
Observaciones: Los datos sobre formaldehído se refieren a formaldehído al 37%. Debido a que no hay espacio en la hoja de cálculo del IPCC para incluir todos estos químicos, se introdujo el rubro de "Otros" que incluye polipropileno, polietileno baja densidad, polietileno alta densidad, estireno y dicloroetano, sumando 9.00 Gg COVNM. El libro de referencia del IPCC muestra dos factores de emisión para el dicloroetano, una de 2.2 y otra de 7.3 (números SNAP 40505 y 40503 respectivamente). Para los cálculos se tomó el más alto de los dos, pues salvo los números SNAP no se señala ninguna diferencia entre ambos.		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s4	Emisiones de CO
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Negro de humo: 89,800 ton		
Observaciones:		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s5	Emisiones de SO₂
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Negro de humo: 89,800 ton		
Observaciones: Falta información sobre la producción de otros químicos emisores de SO ₂ en México, como son ácido sulfúrico y dióxido de titanio.		

Producción de metales Tier 1a	Clave 2-11s1	Emisiones de CO₂
Fuente: CANACERO. Gerencia de Análisis y Evaluación Económica. Circulares (varios años) y La Industria Siderúrgica Mexicana en Cifras, 1992-1996.		
Coque usado como materia prima en prod. de acero: 2,033,003 ton		
Observaciones: SE PRESENTA SOLO CON FINES ILUSTRATIVOS. Debido a la gran diferencia entre los resultados de este cálculo y los que se obtienen con el Tier 1b, se prefirió conservar los segundos en la hoja de cálculo del IPCC. La diferencia se puede deber al uso de "carbón todo uno" y carbón lavado como materias primas adicionales al coque. Se supuso que el coque usado para producir acero es coque de petróleo. No se cuenta con información sobre la cantidad de reductor usada en la producción de ferroaleaciones y aluminio.		

Producción de hierro y acero Tier 1b	Clave 2-11s2	Emisiones de CO₂
Fuente: CANACERO. Gerencia de Análisis y Evaluación Económica. Circulares (varios años) y La Industria Siderúrgica Mexicana en Cifras, 1992-1996.		
Prod. de acero: 8,459,000 ton		
Observaciones:		

Producción de hierro y acero	Clave 2-11s3	Emisiones de NO_x, CVONM, CO y SO₂
Fuente: CANACERO. Diez años de estadística siderúrgica: 1989-1999.		
Prod. de arrabio: 3,404,000 ton		
Observaciones: Los cálculos se hicieron tomando como base la producción de arrabio (pig iron), aunque la metodología del IPCC incluye también otros procesos para los cuales se cuenta con información (producción de laminados).		

Producción de ferroaleaciones Tier 1b	Clave 2-11s4	Emisiones de CO₂
Fuente: CANACERO. Diez años de estadística siderúrgica: 1989-1999.		
Prod. ferromanganeso: 131,203 ton silicomanganeso: 58,631 ton		
Observaciones: La hoja de cálculo del IPCC solamente da espacio para una ferroaleación, por lo que se hicieron estimaciones aparte y se escribió el total en dicha hoja, multiplicándolo por 1000 (pues la hoja lo divide entre 100 para dar el resultado en Gg) y atribuyéndole un factor de emisión de 1 para no alterar el resultado final.		

Producción de aluminio Tier 1b	Clave 2-11s5	Emisiones de CO₂
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 17,371 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes. Se supuso que el proceso de producción es con ánodos de aluminio precocido pues de acuerdo con el libro de trabajo del IPCC "es un proceso bien establecido". Con este proceso se tiene un factor de emisión de 1.5 tonCO ₂ /ton aluminio producido, contra 1.8 ton que se generan por medio del proceso Soderberg.		

Producción de aluminio Tier 1b	Clave 2-11s6	Emisiones de CF₄
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 17,371 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Falta información sobre la tecnología empleada en la producción (eficiencia actual, número de efectos de ánodo por día, duración de los efectos de ánodo) para poder calcular las emisiones siguiendo este Tier.		

Producción de aluminio Tier 1b	Clave 2-11s7	Emisiones de C₂F₆
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 17,371 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Falta información sobre la tecnología empleada en la producción (eficiencia actual, número de efectos de ánodo por día, duración de los efectos de ánodo) para poder calcular las emisiones siguiendo este Tier.		

Producción de aluminio Tier 1c	Clave 2-11s8	Emisiones de CF₄
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 17,371 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes.		

Producción de aluminio Tier 1c	Clave 2-11s9	Emisiones de C₂F₆
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Emisiones CF ₄ : 0.02 Gg		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes.		

Producción de aluminio	Clave 2-11s10	Emisiones de NO_x, CO y SO₂
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 17,371 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes. Se supuso que el proceso de producción es con ánodos de aluminio precocido pues de acuerdo con el libro de trabajo del IPCC "es un proceso bien establecido".		

SF₆ usado en fundiciones de aluminio y magnesio	Clave 2-11s11	Emisiones de SF₆
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción y consumo de SF ₆ en fundiciones de aluminio y magnesio.		

Industria de celulosa y papel	Clave 2-12s1	Emisiones de NO_x, COVNM y CO
Fuente: Memoria estadística Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y Papel (CNICP)		
Prod. 280,272 ton celulosa química de madera		
Observaciones:		

Industria de celulosa y papel	Clave 2-12s2	Emisiones de SO₂
Fuente: Memoria estadística Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y Papel (CNICP)		
Prod. 280,272 ton celulosa química de madera		
Observaciones: En México no se produce celulosa al sulfito.		

Producción de bebidas alcohólicas	Clave 2-13s1	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. Vino tinto: 411,540 hl Vino blanco: 163,250 hl Cerveza: 42,262,350 hl Brandy: 927,810 hl Tequila: 462,680 hl Ron: 713,150 hl Aguardiente: 46,230 hl Licores: 120,940 hl		
Observaciones:		

Producción de pan y otros alimentos	Clave 2-13s2	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI, SAGAR Comité de la Industria Agroazucarera (azúcar).		
Prod. Margarina: 35,328 ton Manteca: 353,807 ton Alimento para animales: 2,694,393 ton Azúcar: 4,076,711 ton Carnes frías: 163,884 ton Pan: Datos no disponibles Pastelillos: no disponibles Café tostado: no disponibles		
Observaciones: Las carnes frías incluyen jamón, tocino, salchicha, longaniza y chorizo.		

Datos usados para estimar las emisiones de gases de efecto de invernadero en México

Módulo: Procesos Industriales

Año: 1994

Manuel Estrada y Francisco Estrada

Producción de cemento	Clave 2-1s1	Emisiones de CO ₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. cemento Portland: 30,243,326 ton.		
Observaciones: Al no disponerse de información sobre la producción de clinker, se consideró la producción de cemento Portland, que en 1994 representó el 95% del total de cemento producido en el país. Se supone que la fracción de cal en el cemento es de 0.635 (Valor por default del IPCC).		

Producción de cemento	Clave 2-1s2	Emisiones de SO ₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. cemento Portland: 30,243,326 ton.		
Observaciones: Se utilizó la producción de cemento Portland y por no contarse con información sobre el contenido de azufre y el grado de absorción se tomo el valor por default del IPCC de 0.3 kg SO ₂ /tonelada de cemento.		

Producción de cal	Clave 2-2s1	Emisiones de CO ₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. Cal viva: 459,648 ton Prod. Cal dolomítica: 19,824 ton		
Observaciones: Para las estimaciones se supuso que la producción de cal viva es la que reporta el INEGI como "cal viva para la venta" , para la cal dolomítica se usaron los datos de INEGI de "dolomita calcinada". En ambos casos se supone que la cal es pura.		

Uso de piedra caliza y dolomita	Clave 2-3s1	Emisiones de CO ₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. de dolomita: 601,649 ton		
Observaciones: No se encontró información disponible sobre producción y uso de piedra caliza. Las estimaciones para el uso de dolomita tienen las siguientes limitaciones:		
<ul style="list-style-type: none"> • suponen que el uso es igual a la producción, sin contemplar importaciones ni exportaciones, pues no hay información disponible al respecto; • Se desconoce la cantidad que se usa en la producción de cal y cemento, en el sector forestal y en otros usos y que debería sustraerse de la cantidad aquí reportada. 		

Producción carbonato de sodio	Clave 2-4s1	Emisiones de CO ₂
Fuente:		
Prod. trona: No disponible		
Observaciones: No se dispone de información sobre el proceso de producción que se usa en México (uno natural o el Solvay), ni del uso de trona (procesos naturales).		

Uso de carbonato de sodio	Clave 2-4s2	Emisiones de CO₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. carbonato de sodio: 275,143 ton		
Observaciones: No se dispone de información sobre el uso de carbonato de sodio, por lo que se supuso que éste es igual a la producción.		

Producción de techado de asfalto	Clave 2-5s1	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. impermeabilizantes asfálticos: 45,451 ton		
Prod. cartón asfáltico impregnado: 43,149 ton		
Observaciones: Falta considerar el proceso de saturación de techado de asfalto con y sin spray por no saber cuál se usa en México. De acuerdo con la metodología del IPCC, "se supone que todo el asfalto que no se usa para pavimentación se sopla". El factor de emisión para el proceso de soplado supone que no se cuenta con dispositivos de reducción de emisiones.		

Producción de techado de asfalto	Clave 2-5s2	Emisiones de CO
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. impermeabilizantes asfálticos: 45,451 ton		
Prod. cartón asfáltico impregnado: 43,149 ton		
Observaciones: Se supone que toda la producción se satura sin spray (no existe un factor de emisión para el proceso con spray).		

Pavimentación de caminos con asfalto	Clave 2-5s3	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. asfalto 66,244 ton		
Prod. concreto asfáltico: 1,323,749 ton		
Observaciones: Se supone que el asfalto reportado por INEGI como "asfaltos" y "concreto asfáltico" se usa para pavimentación de caminos.		

Producción de vidrio	Clave 2-5s4	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. vidrio plano liso 92,166 ton		
Observaciones: No se incluyen las emisiones por producción de envases, ya que INEGI proporciona información en miles de botellas y el factor de emisión del IPCC está basado en toneladas producidas.		

Producción de piedra pómez	Clave 2-5s5	Emisiones de SO₂
Fuente:		
Prod. no disponible		
Observaciones: No se cuenta con información. Hay información sobre exportación e importación pero no sobre producción.		

Producción de amoníaco Tier 1a	Clave 2-6s1	Emisiones de CO₂
Fuente:		
Prod.:		
Observaciones: Este es el Tier 1a de la metodología del IPCC y se basa en el consumo de gas para la producción de amoníaco, por no contar con esta información se usó el Tier 1b.		

Producción de amoníaco Tier 1b	Clave 2-6s2	Emisiones de CO₂
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. amoníaco 2,468,000 ton		
Observaciones: Se aplicó el Tier 1b por los motivos que se señalaron anteriormente.		

Producción de amoníaco	Clave 2-6s3	Emisiones de COVM, CO y SO₂
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. amoníaco 2,468,000 ton		
Observaciones:		

Producción de ácido nítrico	Clave 2-7s1	Emisiones de N₂O y NO_x
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. 249,600 ton		
Observaciones: El factor de emisión de N ₂ O se tomó del libro de trabajo del IPCC y corresponde al ejemplo de la planta de Estados Unidos con el factor más alto.		

Producción de ácido adípico	Clave 2-8s1	Emisiones de N₂O, NO_x, COVM y CO
Fuente:.		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de ácido adípico en México. Hay datos sobre exportación e importación pero no producción.		

Producción de carburo de silicio	Clave 2-9s1	Emisiones de CO₂
Fuente:.		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de silicio en México.		

Producción de carburo de silicio Tier 1a	Clave 2-9s2	Emisiones de CH₄
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de silicio en México ni de la cantidad de coque que se usa en el proceso.		

Producción de carburo de silicio Tier 1b	Clave 2-9s3	Emisiones de CH₄
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de silicio en México ni de la cantidad de coque que se usa en el proceso.		

Producción de carburo de calcio	Clave 2-9s4	Emisiones de CO₂
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de calcio en México, ni sobre la cantidad de piedra caliza y coque que se usa en el proceso.		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s1	Emisiones de CH₄
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Etileno: 1,317,000 ton Estireno: 162,000 ton Metanol: 185,000 ton Coque: 1,938,556 ton Negro de humo: 84,400 ton		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de dicloroetileno en México.		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s2	Emisiones de NO_x
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Negro de humo: 84,400 ton		
Observaciones:		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s3	Emisiones de COVNM
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Acrilonitrilo: 161,000 ton Etilbenceno: 160,000 ton Etileno: 1,317,000 ton Propileno: 364,000 ton Formaldehído: 102,600 ton Anhídrido ftálico: 59,400 ton Polipropileno: 76,000 ton Polietileno baja densidad 341,000 ton Polietileno alta densidad 202,000 ton Estireno 162,000 ton Dicloroetano 356,000 ton		
Observaciones: Los datos sobre formaldehído se refieren a formaldehído al 37%. Debido a que no hay espacio en la hoja de cálculo del IPCC para incluir todos estos químicos, se introdujo el rubro de "Otros" que incluye polipropileno, polietileno baja densidad, polietileno alta densidad, estireno y dicloroetano, sumando 8.74 Gg COVNM. El libro de referencia del IPCC muestra dos factores de emisión para el dicloroetano, una de 2.2 y otra de 7.3 (números SNAP 40505 y 40503 respectivamente). Para los cálculos se tomó el más alto de los dos, pues salvo los números SNAP no se señala ninguna diferencia entre ambos.		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s4	Emisiones de CO
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Negro de humo: 84,400 ton		
Observaciones:		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s5	Emisiones de SO₂
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Negro de humo: 84,400 ton		
Observaciones: Falta información sobre la producción de otros químicos emisores de SO ₂ en México, como son ácido sulfúrico y dióxido de titanio.		

Producción de metales Tier 1a	Clave 2-11s1	Emisiones de CO₂
Fuente: CANACERO. Gerencia de Análisis y Evaluación Económica. Circulares (varios años) y La Industria Siderúrgica Mexicana en Cifras, 1992-1996.		
Coque usado como materia prima en prod. de acero: 1,984,730 ton		
Observaciones: SE PRESENTA SOLO CON FINES ILUSTRATIVOS. Debido a la gran diferencia entre los resultados de este cálculo y los que se obtienen con el Tier 1b, se prefirió conservar los segundos en la hoja de cálculo del IPCC. La diferencia se puede deber al uso de "carbón todo uno" y carbón lavado como materias primas adicionales al coque. Se supuso que el coque usado para producir acero es coque de petróleo. No se cuenta con información sobre la cantidad de reductor usada en la producción de ferroaleaciones y aluminio.		

Producción de hierro y acero Tier 1b	Clave 2-11s2	Emisiones de CO₂
Fuente: CANACERO. Gerencia de Análisis y Evaluación Económica. Circulares (varios años) y La Industria Siderúrgica Mexicana en Cifras, 1992-1996.		
Prod. de acero: 10,260,109 ton		
Observaciones:		

Producción de hierro y acero	Clave 2-11s3	Emisiones de NO_x, CVONM, CO y SO₂
Fuente: CANACERO. Diez años de estadística siderúrgica: 1989-1999.		
Prod. de arrabio: 3,501,000 ton		
Observaciones: Los cálculos se hicieron tomando como base la producción de arrabio (pig iron), aunque la metodología del IPCC incluye también otros procesos para los cuales se cuenta con información (producción de laminados).		

Producción de ferroaleaciones Tier 1b	Clave 2-11s4	Emisiones de CO₂
Fuente: CANACERO. Diez años de estadística siderúrgica: 1989-1999.		
Prod. ferromanganeso: 117,062 ton silicomanganeso: 72,094 ton		
Observaciones: La hoja de cálculo del IPCC solamente da espacio para una ferroaleación, por lo que se hicieron estimaciones aparte y se escribió el total en dicha hoja, multiplicándolo por 1000 (pues la hoja lo divide entre 100 para dar el resultado en Gg) y atribuyéndole un factor de emisión de 1 para no alterar el resultado final.		

Producción de aluminio Tier 1b	Clave 2-11s5	Emisiones de CO₂
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 28,878 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes. Se supuso que el proceso de producción es con ánodos de aluminio precocido pues de acuerdo con el libro de trabajo del IPCC "es un proceso bien establecido". Con este proceso se tiene un factor de emisión de 1.5 tonCO ₂ /ton aluminio producido, contra 1.8 ton que se generan por medio del proceso Soderberg.		

Producción de aluminio Tier 1b	Clave 2-11s6	Emisiones de CF₄
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 28,878 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Falta información sobre la tecnología empleada en la producción (eficiencia actual, número de efectos de ánodo por día, duración de los efectos de ánodo) para poder calcular las emisiones siguiendo este Tier.		

Producción de aluminio Tier 1b	Clave 2-11s7	Emisiones de C₂F₆
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 28,878 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Falta información sobre la tecnología empleada en la producción (eficiencia actual, número de efectos de ánodo por día, duración de los efectos de ánodo) para poder calcular las emisiones siguiendo este Tier.		

Producción de aluminio Tier 1c	Clave 2-11s8	Emisiones de CF₄
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 28,878 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes.		

Producción de aluminio Tier 1c	Clave 2-11s9	Emisiones de C₂F₆
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Emisiones CF ₄ : 0.04 Gg		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes.		

Producción de aluminio	Clave 2-11s10	Emisiones de NO_x, CO y SO₂
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 28,878 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes. Se supuso que el proceso de producción es con ánodos de aluminio precocido pues de acuerdo con el libro de trabajo del IPCC "es un proceso bien establecido".		

SF₆ usado en fundiciones de aluminio y magnesio	Clave 2-11s11	Emisiones de SF₆
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción y consumo de SF ₆ en fundiciones de aluminio y magnesio.		

Industria de celulosa y papel	Clave 2-12s1	Emisiones de NO_x, COVNM y CO
Fuente: Memoria estadística Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y Papel (CNICP)		
Prod. 159,581 ton celulosa química de madera		
Observaciones:		

Industria de celulosa y papel	Clave 2-12s2	Emisiones de SO₂
Fuente: Memoria estadística Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y Papel (CNICP)		
Prod. 159,581 ton celulosa química de madera		
Observaciones: En México no se produce celulosa al sulfito.		

Producción de bebidas alcohólicas	Clave 2-13s1	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. Vino tinto: 100,680 hl Vino blanco: 22,140 hl Cerveza: 45,059,570 hl Brandy: 836,030 hl Tequila: 614,740 hl Ron: 641,070 hl Aguardiente: 170,720 hl Licores: 134,950 hl		
Observaciones:		

Producción de pan y otros alimentos	Clave 2-13s2	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI, SAGAR Comité de la Industria Agroazucarera (azúcar).		
Prod. Margarina: 33,713 ton Manteca: 388,436 ton Alimento para animales: 6,825,544 ton Azúcar: 4,277,785 ton Carnes frías: 269,012 ton Pan: 453,964 ton Pastelillos: 104,173 ton Café tostado: 1,324 ton		
Observaciones: Las carnes frías incluyen jamón, tocino, salchicha, longaniza y chorizo.		

Datos usados para estimar las emisiones de gases de efecto de invernadero en México

Módulo: Procesos Industriales

Año: 1996

Manuel Estrada y Francisco Estrada

Producción de cemento	Clave 2-1s1	Emisiones de CO₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. cemento Portland: 26,440,746 ton.		
Observaciones: Al no disponerse de información sobre la producción de clinker, se consideró la producción de cemento Portland, que en 1996 representó el 89% del total de cemento producido en el país. Se supone que la fracción de cal en el cemento es de 0.635 (Valor por default del IPCC).		

Producción de cemento	Clave 2-1s2	Emisiones de SO₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. cemento Portland: 26,440,746 ton.		
Observaciones: Se utilizó la producción de cemento Portland y por no contarse con información sobre el contenido de azufre y el grado de absorción se tomó el valor por default del IPCC de 0.3 kg SO ₂ /tonelada de cemento.		

Producción de cal	Clave 2-2s1	Emisiones de CO₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. Cal viva: 613,589 ton Prod. Cal dolomítica: 207,208		
Observaciones: Para las estimaciones se supuso que la producción de cal viva es la que reporta el INEGI como "cal viva para la venta" . Se supone que la cal es pura.		

Uso de piedra caliza y dolomita	Clave 2-3s1	Emisiones de CO₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. de dolomita: 929,933 ton		
Observaciones: No se encontró información sobre producción y uso de piedra caliza. Las estimaciones para el uso de dolomita tienen las siguientes limitaciones: <ul style="list-style-type: none"> • suponen que el uso es igual a la producción, sin contemplar importaciones ni exportaciones, pues no hay información disponible al respecto; • Se desconoce la cantidad que se usa en la producción de cal y cemento, en el sector forestal y en otros usos y que debería sustraerse de la cantidad aquí reportada. 		

Producción carbonato de sodio	Clave 2-4s1	Emisiones de CO₂
Fuente:		
Prod. trona: No disponible		
Observaciones: No se dispone de información sobre el proceso de producción que se usa en México (uno natural o el Solvay), ni del uso de trona (procesos naturales).		

Uso de carbonato de sodio	Clave 2-4s2	Emisiones de CO₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. carbonato de sodio: No hay información		
Observaciones: No se dispone de información sobre la producción y uso de carbonato de sodio en 1996.		

Producción de techado de asfalto	Clave 2-5s1	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. impermeabilizantes asfálticos: 30,421ton Prod. cartón asfáltico impregnado: 64,702 ton		
Observaciones: Falta considerar el proceso de saturación de techado de asfalto con y sin spray por no saber cuál se usa en México. De acuerdo con la metodología del IPCC, "se supone que todo el asfalto que no se usa para pavimentación se sopla". El factor de emisión para el proceso de soplado supone que no se cuenta con dispositivos de reducción de emisiones.		

Producción de techado de asfalto	Clave 2-5s2	Emisiones de CO
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. impermeabilizantes asfálticos: 30,421 ton Prod. cartón asfáltico impregnado: 64,702 ton		
Observaciones: Se supone que toda la producción se satura sin spray (no existe un factor de emisión para el proceso con spray).		

Pavimentación de caminos con asfalto	Clave 2-5s3	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. asfalto 51,042 ton Prod. concreto asfáltico: 765,872 ton		
Observaciones: Se supone que el asfalto reportado por INEGI como "asfaltos" y "concreto asfáltico" se usa para pavimentación de caminos.		

Producción de vidrio	Clave 2-5s4	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. vidrio plano liso 95,745 ton		
Observaciones: No se incluyen las emisiones por producción de envases, ya que INEGI proporciona información en miles de botellas y el factor de emisión del IPCC está basado en toneladas producidas.		

Producción de piedra pómez	Clave 2-5s5	Emisiones de SO₂
Fuente:		
Prod. no disponible		
Observaciones: No se cuenta con información. Hay información sobre exportación e importación pero no sobre producción.		

Producción de amoníaco Tier 1a	Clave 2-6s1	Emisiones de CO₂
Fuente:		
Prod.:		
Observaciones: Este es el Tier 1a de la metodología del IPCC y se basa en el consumo de gas para la producción de amoníaco, por no contar con esta información se usó el Tier 1b.		

Producción de amoníaco Tier 1b	Clave 2-6s2	Emisiones de CO₂
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. amoníaco 2,500,000 ton		
Observaciones: Se aplicó el Tier 1b por los motivos que se señalaron anteriormente.		

Producción de amoníaco	Clave 2-6s3	Emisiones de COVM, CO y SO₂
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. amoníaco 2,500,000 ton		
Observaciones:		

Producción de ácido nítrico	Clave 2-7s1	Emisiones de N₂O y NO_x
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. 591,800 ton		
Observaciones: El factor de emisión de N ₂ O se tomó del libro de trabajo del IPCC y corresponde al ejemplo de la planta de Estados Unidos con el factor más alto.		

Producción de ácido adípico	Clave 2-8s1	Emisiones de N₂O, NO_x, COVM y CO
Fuente:.		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de ácido adípico en México. Hay datos sobre exportación e importación pero no producción.		

Producción de carburo de silicio	Clave 2-9s1	Emisiones de CO₂
Fuente:.		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de silicio en México.		

Producción de carburo de silicio Tier 1a	Clave 2-9s2	Emisiones de CH₄
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de silicio en México ni de la cantidad de coque que se usa en el proceso.		

Producción de carburo de silicio Tier 1b	Clave 2-9s3	Emisiones de CH₄
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de silicio en México ni de la cantidad de coque que se usa en el proceso.		

Producción de carburo de calcio	Clave 2-9s4	Emisiones de CO₂
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de calcio en México, ni sobre la cantidad de piedra caliza y coque que se usa en el proceso.		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s1	Emisiones de CH₄
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Etileno: 1,340,000 ton Estireno: 155,000 ton Metanol: 211,000 ton Coque: 2,077,284 ton Negro de humo: 107,800 ton		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de dicloroetileno en México.		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s2	Emisiones de NO_x
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Negro de humo: 107,800 ton		
Observaciones:		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s3	Emisiones de COVNM
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Acrilonitrilo: 173,000 ton Etilbenceno: 161,000 ton Etileno: 1,340,000 ton Propileno: 490,000 ton Formaldehído: 117,600 ton Anhídrido ftálico: 63,000 ton Polipropileno: 89,000 ton Polietileno baja densidad 336,000 ton Polietileno alta densidad 192,000 ton Estireno 155,000 ton Dicloroetano 319,000 ton		
Observaciones: Los datos sobre formaldehído se refieren a formaldehído al 37%. Debido a que no hay espacio en la hoja de cálculo del IPCC para incluir todos estos químicos, se introdujo el rubro de "Otros" que incluye polipropileno, polietileno baja densidad, polietileno alta densidad, estireno y dicloroetano, sumando 8.42 Gg COVNM. El libro de referencia del IPCC muestra dos factores de emisión para el dicloroetano, una de 2.2 y otra de 7.3 (números SNAP 40505 y 40503 respectivamente). Para los cálculos se tomó el más alto de los dos, pues salvo los números SNAP no se señala ninguna diferencia entre ambos.		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s4	Emisiones de CO
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Negro de humo: 107,800 ton		
Observaciones:		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s5	Emisiones de SO₂
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Negro de humo: 107,800 ton		
Observaciones: Falta información sobre la producción de otros químicos emisores de SO ₂ en México, como son ácido sulfúrico y dióxido de titanio.		

Producción de metales Tier 1a	Clave 2-11s1	Emisiones de CO₂
Fuente: CANACERO. Gerencia de Análisis y Evaluación Económica. Circulares (varios años) y La Industria Siderúrgica Mexicana en Cifras, 1992-1996.		
Coque usado como materia prima en prod. de acero: 2,184,363 ton		
Observaciones: SE PRESENTA SOLO CON FINES ILUSTRATIVOS. Debido a la gran diferencia entre los resultados de este cálculo y los que se obtienen con el Tier 1b, se prefirió conservar los segundos en la hoja de cálculo del IPCC. La diferencia se puede deber al uso de "carbón todo uno" y carbón lavado como materias primas adicionales al coque. Se supuso que el coque usado para producir acero es coque de petróleo. No se cuenta con información sobre la cantidad de reductor usada en la producción de ferroaleaciones y aluminio.		

Producción de hierro y acero Tier 1b	Clave 2-11s2	Emisiones de CO₂
Fuente: CANACERO. Gerencia de Análisis y Evaluación Económica. Circulares (varios años) y La Industria Siderúrgica Mexicana en Cifras, 1992-1996.		
Prod. de acero: 13,172,000 ton		
Observaciones:		

Producción de hierro y acero	Clave 2-11s3	Emisiones de NO_x, CVONM, CO y SO₂
Fuente: CANACERO. Diez años de estadística siderúrgica: 1989-1999.		
Prod. de arrabio: 4,229,000 ton		
Observaciones: Los cálculos se hicieron tomando como base la producción de arrabio (pig iron), aunque la metodología del IPCC incluye también otros procesos para los cuales se cuenta con información (producción de laminados).		

Producción de ferroaleaciones Tier 1b	Clave 2-11s4	Emisiones de CO₂
Fuente: CANACERO. Diez años de estadística siderúrgica: 1989-1999.		
Prod. ferromanganeso: 126,494 ton silicomanganeso: 105,114 ton		
Observaciones: La hoja de cálculo del IPCC solamente da espacio para una ferroaleación, por lo que se hicieron estimaciones aparte y se escribió el total en dicha hoja, multiplicándolo por 1000 (pues la hoja lo divide entre 100 para dar el resultado en Gg) y atribuyéndole un factor de emisión de 1 para no alterar el resultado final.		

Producción de aluminio Tier 1b	Clave 2-11s5	Emisiones de CO₂
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 69,282 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes. Se supuso que el proceso de producción es con ánodos de aluminio precocido pues de acuerdo con el libro de trabajo del IPCC "es un proceso bien establecido". Con este proceso se tiene un factor de emisión de 1.5 tonCO ₂ /ton aluminio producido, contra 1.8 ton que se generan por medio del proceso Soderberg.		

Producción de aluminio Tier 1b	Clave 2-11s6	Emisiones de CF₄
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 69,282 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Falta información sobre la tecnología empleada en la producción (eficiencia actual, número de efectos de ánodo por día, duración de los efectos de ánodo) para poder calcular las emisiones siguiendo este Tier.		

Producción de aluminio Tier 1b	Clave 2-11s7	Emisiones de C₂F₆
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 69,282 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Falta información sobre la tecnología empleada en la producción (eficiencia actual, número de efectos de ánodo por día, duración de los efectos de ánodo) para poder calcular las emisiones siguiendo este Tier.		

Producción de aluminio Tier 1c	Clave 2-11s8	Emisiones de CF₄
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 69,282 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes.		

Producción de aluminio Tier 1c	Clave 2-11s9	Emisiones de C₂F₆
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Factor de emisión: 1/10 de las emisiones de CF ₄ (default IPCC)		
Emisiones CF ₄ : 0.10 Gg		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes.		

Producción de aluminio	Clave 2-11s10	Emisiones de NO_x, CO y SO₂
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 69,282 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes. Se supuso que el proceso de producción es con ánodos de aluminio precocido pues de acuerdo con el libro de trabajo del IPCC "es un proceso bien establecido".		

SF₆ usado en fundiciones de aluminio y magnesio	Clave 2-11s11	Emisiones de SF₆
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción y consumo de SF ₆ en fundiciones de aluminio y magnesio.		

Industria de celulosa y papel	Clave 2-12s1	Emisiones de NO_x, COVNM y CO
Fuente: Memoria estadística Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y Papel (CNICP)		
Prod. 324,124 ton celulosa química de madera		
Observaciones:		

Industria de celulosa y papel	Clave 2-12s2	Emisiones de SO₂
Fuente: Memoria estadística Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y Papel (CNICP)		
Prod. 324,124 ton celulosa química de madera		
Observaciones: En México no se produce celulosa al sulfito.		

Producción de bebidas alcohólicas	Clave 2-13s1	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. Vino tinto: 86,850 hl Vino blanco: 30,550 hl Cerveza: 48,111,450 hl Brandy: 689,010 hl Tequila: 818,890 hl Ron: 467,030 hl Aguardiente: 201,660 hl Licores: 115,600 hl		
Observaciones:		

Producción de pan y otros alimentos	Clave 2-13s2	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI, SAGAR Comité de la Industria Agroazucarera (azúcar).		
Prod. Margarina: 37,485 ton Manteca: 336,800 ton Alimento para animales: 5,625,699 ton Azúcar: 4,543,851 ton Carnes frías: 305,170 ton Pan: 506,030 ton Pastelillos: 87,497 ton Café tostado: 333 ton		
Observaciones: Las carnes frías incluyen jamón, tocino, salchicha, longaniza y chorizo.		

Datos usados para estimar las emisiones de gases de efecto de invernadero en México

Módulo: Procesos Industriales

Año: 1998

Manuel Estrada y Francisco Estrada

Producción de cemento	Clave 2-1s1	Emisiones de CO ₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. cemento Portland: 28,955,781 ton.		
Observaciones: Al no disponerse de información sobre la producción de clinker, se consideró la producción de cemento Portland, que en 1996 representó el 92% del total de cemento producido en el país. Se supone que la fracción de cal en el cemento es de 0.635 (Valor por default del IPCC).		

Producción de cemento	Clave 2-1s2	Emisiones de SO ₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. cemento Portland: 28,955,781 ton.		
Observaciones: Se utilizó la producción de cemento Portland y por no contarse con información sobre el contenido de azufre y el grado de absorción se tomo el valor por default del IPCC de 0.3 kg SO ₂ /tonelada de cemento.		

Producción de cal	Clave 2-2s1	Emisiones de CO ₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. Cal viva: 514,508 ton Prod. Cal dolomítica: 225,052 ton		
Observaciones: Para las estimaciones se supuso que la producción de cal viva es la que reporta el INEGI como “cal viva para la venta” . Se supone que la cal es pura.		

Uso de piedra caliza y dolomita	Clave 2-3s1	Emisiones de CO ₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. de dolomita (1998p): 790,506 ton		
Observaciones: No se encontró información sobre producción y uso de piedra caliza. Las estimaciones para el uso de dolomita tienen las siguientes limitaciones:		
<ul style="list-style-type: none"> • suponen que el uso es igual a la producción, sin contemplar importaciones ni exportaciones, pues no hay información disponible al respecto; • Se desconoce la cantidad que se usa en la producción de cal y cemento, en el sector forestal y en otros usos y que debería sustraerse de la cantidad aquí reportada. 		

Producción carbonato de sodio	Clave 2-4s1	Emisiones de CO ₂
Fuente:		
Prod. trona: No disponible		
Observaciones: No se dispone de información sobre el proceso de producción que se usa en México (uno natural o el Solvay), ni del uso de trona (procesos naturales).		

Uso de carbonato de sodio	Clave 2-4s2	Emisiones de CO₂
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. carbonato de sodio: <u>No hay información</u>		
Observaciones: <u>No se dispone de información sobre la producción y uso de carbonato de sodio en 1998.</u>		

Producción de techado de asfalto	Clave 2-5s1	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. impermeabilizantes asfálticos: 36,653 ton Prod. cartón asfáltico impregnado: 68,370 ton		
Observaciones: Falta considerar el proceso de saturación de techado de asfalto con y sin spray por no saber cuál se usa en México. De acuerdo con la metodología del IPCC, "se supone que todo el asfalto que no se usa para pavimentación se sopla". El factor de emisión para el proceso de soplado supone que no se cuenta con dispositivos de reducción de emisiones.		

Producción de techado de asfalto	Clave 2-5s2	Emisiones de CO
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. impermeabilizantes asfálticos: 36,653 ton Prod. cartón asfáltico impregnado: 68,370ton		
Observaciones: Se supone que toda la producción se satura sin spray (no existe un factor de emisión para el proceso con spray).		

Pavimentación de caminos con asfalto	Clave 2-5s3	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. asfalto 38,329 ton Prod. concreto asfáltico: 814,711 ton		
Observaciones: Se supone que el asfalto reportado por INEGI como "asfaltos" y "concreto asfáltico" se usa para pavimentación de caminos.		

Producción de vidrio	Clave 2-5s4	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod. vidrio plano liso 115,679 ton		
Observaciones: No se incluyen las emisiones por producción de envases, ya que INEGI proporciona información en miles de botellas y el factor de emisión del IPCC está basado en toneladas producidas.		

Producción de piedra pómez	Clave 2-5s5	Emisiones de SO₂
Fuente:		
Prod. no disponible		
Observaciones: No se cuenta con información. Hay información sobre exportación e importación pero no sobre producción.		

Producción de amoníaco Tier 1a	Clave 2-6s1	Emisiones de CO₂
Fuente:		
Prod.:		
Observaciones: Este es el Tier 1a de la metodología del IPCC y se basa en el consumo de gas para la producción de amoníaco, por no contar con esta información se usó el Tier 1b.		

Producción de amoníaco Tier 1b	Clave 2-6s2	Emisiones de CO₂
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. amoníaco (1998p) 1,814,000 ton		
Observaciones: Se aplicó el Tier 1b por los motivos que se señalaron anteriormente.		

Producción de amoníaco	Clave 2-6s3	Emisiones de COVM, CO y SO₂
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. amoníaco 1,814,000 ton		
Observaciones:		

Producción de ácido nítrico	Clave 2-7s1	Emisiones de N₂O y NO_x
Fuente: Encuesta Industrial Mensual, INEGI.		
Prod.(1998p) 416,000 ton		
Observaciones: El factor de emisión de N ₂ O se tomó del libro de trabajo del IPCC y corresponde al ejemplo de la planta de Estados Unidos con el factor más alto.		

Producción de ácido adípico	Clave 2-8s1	Emisiones de N₂O, NO_x, COVM y CO
Fuente:.		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de ácido adípico en México. Hay datos sobre exportación e importación pero no producción.		

Producción de carburo de silicio	Clave 2-9s1	Emisiones de CO₂
Fuente:.		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de silicio en México.		

Producción de carburo de silicio Tier 1a	Clave 2-9s2	Emisiones de CH₄
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de silicio en México ni de la cantidad de coque que se usa en el proceso.		

Producción de carburo de silicio Tier 1b	Clave 2-9s3	Emisiones de CH₄
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de silicio en México ni de la cantidad de coque que se usa en el proceso.		

Producción de carburo de calcio	Clave 2-9s4	Emisiones de CO₂
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de carburo de calcio en México, ni sobre la cantidad de piedra caliza y coque que se usa en el proceso.		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s1	Emisiones de CH₄
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Etileno: 1,246,000 ton Estireno: 128,000 ton Metanol: 193,000 ton Coque: 2,108,119 ton Negro de humo: 119,800 ton		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción de dicloroetileno en México.		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s2	Emisiones de NO_x
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Negro de humo: 119,800 ton		
Observaciones:		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s3	Emisiones de COVNM
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Acrilonitrilo: 130,000 ton Etilbenceno: 143,000 ton Etileno: 1,246,000 ton Propileno: 285,000 ton Formaldehído: 130,800 ton Anhídrido ftálico: 53,700 ton Polipropileno: 41,000 ton Polietileno baja densidad 313,000 ton Polietileno alta densidad 184,000 ton Estireno 128,000 ton Dicloroetano 321,000 ton		
Observaciones: Los datos sobre formaldehído se refieren a formaldehído al 37%. Debido a que no hay espacio en la hoja de cálculo del IPCC para incluir todos estos químicos, se introdujo el rubro de "Otros" que incluye polipropileno, polietileno baja densidad, polietileno alta densidad, estireno y dicloroetano, sumando 7.26 Gg COVNM. El libro de referencia del IPCC muestra dos factores de emisión para el dicloroetano, una de 2.2 y otra de 7.3 (números SNAP 40505 y 40503 respectivamente). Para los cálculos se tomó el más alto de los dos, pues salvo los números SNAP no se señala ninguna diferencia entre ambos.		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s4	Emisiones de CO
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Negro de humo: 119,800 ton		
Observaciones:		

Producción de otros químicos	Clave 2-10s5	Emisiones de SO₂
Fuente: PEMEX Anuario estadístico 1999 y SE Petroquímica, Anuario estadístico (varios años).		
Prod. Negro de humo: 119,800 ton		
Observaciones: Falta información sobre la producción de otros químicos emisores de SO ₂ en México, como son ácido sulfúrico y dióxido de titanio.		

Producción de metales Tier 1a	Clave 2-11s1	Emisiones de CO₂
Fuente: CANACERO. Gerencia de Análisis y Evaluación Económica. Circulares (varios años) y La Industria Siderúrgica Mexicana en Cifras, 1992-1996.		
Coque usado como materia prima en prod. de acero: 2,202,558 ton		
Observaciones: SE PRESENTA SOLO CON FINES ILUSTRATIVOS. Debido a la gran diferencia entre los resultados de este cálculo y los que se obtienen con el Tier 1b, se prefirió conservar los segundos en la hoja de cálculo del IPCC. La diferencia se puede deber al uso de "carbón todo uno" y carbón lavado como materias primas adicionales al coque. Se supuso que el coque usado para producir acero es coque de petróleo. No se cuenta con información sobre la cantidad de reductor usada en la producción de ferroaleaciones y aluminio.		

Producción de hierro y acero Tier 1b	Clave 2-11s2	Emisiones de CO₂
Fuente: CANACERO. Gerencia de Análisis y Evaluación Económica. Circulares (varios años) y La Industria Siderúrgica Mexicana en Cifras, 1992-1996.		
Prod. de acero: 14,182,000 ton		
Observaciones:		

Producción de hierro y acero	Clave 2-11s3	Emisiones de NO_x, CVONM, CO y SO₂
Fuente: CANACERO. Diez años de estadística siderúrgica: 1989-1999.		
Prod. de arrabio: 4,532,000 ton		
Observaciones: Los cálculos se hicieron tomando como base la producción de arrabio (pig iron), aunque la metodología del IPCC incluye también otros procesos para los cuales se cuenta con información (producción de laminados).		

Producción de ferroaleaciones Tier 1b	Clave 2-11s4	Emisiones de CO₂
Fuente: CANACERO. Diez años de estadística siderúrgica: 1989-1999.		
Prod. ferromanganeso: 153,513 ton silicomanganeso: 114,566 ton		
Observaciones: La hoja de cálculo del IPCC solamente da espacio para una ferroaleación, por lo que se hicieron estimaciones aparte y se escribió el total en dicha hoja, multiplicándolo por 1000 (pues la hoja lo divide entre 100 para dar el resultado en Gg) y atribuyéndole un factor de emisión de 1 para no alterar el resultado final.		

Producción de aluminio Tier 1b	Clave 2-11s5	Emisiones de CO₂
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 68,461 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes. Se supuso que el proceso de producción es con ánodos de aluminio precocido pues de acuerdo con el libro de trabajo del IPCC "es un proceso bien establecido". Con este proceso se tiene un factor de emisión de 1.5 tonCO ₂ /ton aluminio producido, contra 1.8 ton que se generan por medio del proceso Soderberg.		

Producción de aluminio Tier 1b	Clave 2-11s6	Emisiones de CF₄
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 68,461 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Falta información sobre la tecnología empleada en la producción (eficiencia actual, número de efectos de ánodo por día, duración de los efectos de ánodo) para poder calcular las emisiones siguiendo este Tier.		

Producción de aluminio Tier 1b	Clave 2-11s7	Emisiones de C₂F₆
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 68,461 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Falta información sobre la tecnología empleada en la producción (eficiencia actual, número de efectos de ánodo por día, duración de los efectos de ánodo) para poder calcular las emisiones siguiendo este Tier.		

Producción de aluminio Tier 1c	Clave 2-11s8	Emisiones de CF₄
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 68,461 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes.		

Producción de aluminio Tier 1c	Clave 2-11s9	Emisiones de C₂F₆
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Factor de emisión: 1/10 de las emisiones de CF ₄ (default IPCC)		
Emisiones CF ₄ : 0.10 Gg		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes.		

Producción de aluminio	Clave 2-11s10	Emisiones de NO_x, CO y SO₂
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. 68,461 ton lingotes de aluminio		
Observaciones: Se consideró que la producción de aluminio primario se reduce a la producción de lingotes. Se supuso que el proceso de producción es con ánodos de aluminio precocido pues de acuerdo con el libro de trabajo del IPCC "es un proceso bien establecido".		

SF₆ usado en fundiciones de aluminio y magnesio	Clave 2-11s11	Emisiones de SF₆
Fuente:		
Prod.		
Observaciones: No se cuenta con información sobre la producción y consumo de SF ₆ en fundiciones de aluminio y magnesio.		

Industria de celulosa y papel	Clave 2-12s1	Emisiones de NO_x, COVNM y CO
Fuente: Memoria estadística Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y Papel (CNICP)		
Prod. 330,185 ton celulosa química de madera		
Observaciones:		

Industria de celulosa y papel	Clave 2-12s2	Emisiones de SO₂
Fuente: Memoria estadística Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y Papel (CNICP)		
Prod. 330,185 ton celulosa química de madera		
Observaciones: En México no se produce celulosa al sulfito.		

Producción de bebidas alcohólicas	Clave 2-13s1	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI.		
Prod. Vino tinto: 97,360 hl Vino blanco: 24,640 hl Cerveza: 54,569,030 hl Brandy: 625,230 hl Tequila: 1,057,240 hl Ron: 407,800 hl Aguardiente: 306,290 hl Licores: 117,520 hl		
Observaciones:		

Producción de pan y otros alimentos	Clave 2-13s2	Emisiones de COVNM
Fuente: Encuesta industrial mensual INEGI, SAGAR Comité de la Industria Agroazucarera (azúcar).		
Prod. Margarina: 37,485 ton Manteca: 36,122 ton Alimento para animales: 6,536,361 ton Azúcar: 4,698,919 ton Carnes frías: 380,133 ton Pan: 557,373 ton Pastelillos: 95,029 ton Café tostado: 321 ton		
Observaciones: Las carnes frías incluyen jamón, tocino, salchicha, longaniza y chorizo.		

Información del Documento

Formato

MARC ,Campo, valor

008/11, País, mx

008/35-37, Idioma, spa

100, Autor, Dr. Rigoberto Longoria Ramírez Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

110, Autor Institucional, Instituto Nacional de Ecología

245, Título, Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: 94-98

740, Otro título, Procesos Industriales

260, Lugar, editor y fecha, Cd. de México, Ruiz Suárez, L.G., Martínez J., 24/09/2001

300, Descripción física, 97 p

355, Seguridad, 0

400, Serie o colección, Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

520, Resumen, Se presentan las emisiones de CO2 derivado de proceso industriales de producción de cemento, fierro, acero y ferroaleaciones,

650 Temas (palabras extraídas de un thesaurus, no se usa)

653, Palabras clave, INEGEI, SE, PEMEX, CANACERO, Procesos Industriales

700, Coautores, Luis Gerardo Ruiz Suárez y Manuel Estrada

710, Coautores institucionales, Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM

852, Ubicación, Dirección de Cambio Climático, INE, Piso 31

856, Localización electrónica, Buscar en www.ine.gob.mx

270, Dirección, Adrián Fernández, afernand@ine.gob.mx, tel (52) 5624-34-58, fax (52) 5624-35-84, Dir. G. Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global INE, Av. Revolución 1425, Nivel 8, C.P. 01040. México D.F.

Parte 5 ; Agricultura



**Inventario Nacional
de
Emisiones de Gases
de
Efecto Invernadero
1994 -1998**

**Instituto Nacional de Ecología
Secretaría de Medio Ambiente
y Recursos Naturales**

Dr. Víctor Lichtinger Waismar
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dr. Exequiel Ezcurra
Presidente del Instituto Nacional de Ecología

Dr. Adrián Fernández Bremauntz
*Director General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional
y Global*

Biól. Julia Martínez Fernández
Directora de Investigación sobre Cambio Climático

Fecha: Octubre, 2000.

Resumen

Se presentan las emisiones de Gases de Efecto Invernadero para 1994, 1996 y 1998 por el sector Agricultura. Este sector incluye la actividad agrícola y pecuaria del país. Se aplica la metodología revisada del PICC de 1996 usando factores de emisión por defecto para casi todas las fuentes. Se usaron factores de emisión ponderados por tipo de producción y masa para las emisiones de metano por ganado bovino. Las emisiones acumuladas del sector en términos de CO₂ equivalente fueron estimadas en 57,627 Gg, 55,821 Gg y 54,399 Gg para esos años. Esta reducción se debe más a un estancamiento de la actividad ganadera que a un incremento en la eficiencia del sector.

Abstract

Emissions of Green House Gases for 1994, 1996 and 1998 from Agriculture are shown. This sector includes crops and livestock. Revised IPCC methodology of 1996 was used with default emission factors for almost all sources. Emission factors for cattle were obtained by weighted averages of different typical animals by type of production and animal mass. The overall emissions from agriculture in CO₂ equivalent were estimated to be 57,627 Gg, 55,821 Gg and 54,399 Gg for these years. This reduction is due more to a stagnant livestock sector than to an increase on the efficiency

Palabras clave: INEGEI, agricultura, metano, oxido nitroso, inventario

Tabla de Contenido

Resumen	ii
Tabla de Contenido	iii
Glosario	4
5.1. <i>Introducción</i>.....	5
5.2. <i>Ganadería</i>.....	6
5.2.1 <i>Metano</i>.....	6
5.2.1.1 <i>Factores de emisión</i>	6
5.2.2 <i>Óxido nitroso</i>.....	7
5.3. <i>Cultivos</i>.....	7
5.3.1 <i>Metano por Arroz</i>	7
5.3.2 <i>Quema de residuos agrícolas</i>.....	7
5.3.3 <i>Óxido nitroso por suelos agrícolas</i>.....	8
5.4. <i>Incertidumbre y Buenas Prácticas</i>.....	8
5.5. <i>Conclusiones y recomendaciones</i>	8
Reconocimientos	8
Referencias	9
<i>Apéndice A</i>	10
Tablas estándar de reporte del PICC	10
 <i>Apéndice B</i>	 51
Notas Sobre Incertidumbre	51
<i>Apéndice C</i>	53
Notas Sobre Aseguramiento y Control de Calidad	53
Información del Documento	63

Glosario

FAO Food and Agriculture Organization. Organización para la Agricultura y Alimentación, organismo dependiente de la Organización de las Naciones Unidas, ampliamente conocido por sus siglas en inglés.

GBPMI Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre del PICC

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

PICC Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático

SIACON Sistema de Información Agropecuaria de Consulta de la SAGAR

SAGAR Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

5.1. Introducción

En el inventario de 1990 las emisiones totales por agricultura y ganadería en México en términos de CO₂ equivalente fueron de 38 863.356 Gg (Tabla 5.1), de las cuales el 97 % correspondió a metano y el 3% a óxido nitroso. En los inventarios para 1994 y 1996 las emisiones fueron de 57,627 , 55,581 y 54,399 Gg en CO₂ equivalente, respectivamente. La fracción correspondiente a metano fue de 82%, 82% y 79%, respectivamente, para cada uno de esos años. El restante correspondió a óxido nitroso. En 1990 las emisiones del sector correspondían a un 7.97% del total nacional en CO₂ equivalente. En 1994 éstas correspondían a un 8.85%, en 1996 al 8.11% y en 1998 al 7.25%. El aumento de 1990 a 1994 se debe en mucho a un cambio en la metodología usada. El decremento de observado de 1994 a 1998 se debe a un estancamiento del sector.

Tabla 5.1 Emisiones del sector Agricultura por gas en CO₂ equivalente (Gg)

	1994	1996	1998
Metano	47,397	45,491	43,239
Óxido Nitroso	10,230	10,230	11,160
Total	57,627	55,821	54,399

El inventario de 1990 se estimó con una combinación de la metodología del PICC de 1994 y metodologías propias, las cuales fueron en realidad una adecuación de la metodología de PICC (Ruiz-Suárez y González-Avalos E, 1977). La parte en que se aplicó esa metodología fue en la estimación de los factores de emisión de metano por fermentación entérica y manejo de desechos por ganado bovino. Esta actualización está totalmente basada en la metodología revisada en 1996 del PICC (IPCC-NGGIP 1996).

En el inventario de 1990 demostramos cómo la aplicación del nivel 1 de la metodología y el uso de los factores de emisión por defecto para México para la fermentación entérica y la fermentación anaeróbica de los desechos del ganado bovino conducía a una considerable sobre estimación de las emisiones. Una gran cantidad de esfuerzo se dedicó a obtener la información necesaria para analizar al hato nacional con detalle de distribución climática, función, forma de explotación y estrato de edad. Esto nos permitió mejorar considerablemente los datos de actividad y los factores de emisión. En los años posteriores a la presentación del inventario de 1990 y con financiamiento del PNUD (Ruiz Suárez L.G., 1999) y la AID de los Estados Unidos (Ruiz Suárez 1997) se realizaron varios estudios para determinar experimentalmente factores de emisión por manejo de desechos y para estimar el potencial de mitigación de emisiones en el sector.

Lamentablemente el desarrollo de la información disponible no siguió el mismo desarrollo. Por un lado la facilidad de acceso a la información pública disponible sobre el sector agropecuario ha mejorado considerablemente con el desarrollo de la Internet y su asimilación en el sector público. Por otro lado, los sistemas de estadísticas del sector parecen haber sufrido un serio retroceso en el detalle de la información recolectada o en el enfoque de la información, por lo menos en lo que se refiere a la gestión ambiental del sector, cambio climático incluido. Por ejemplo, ahora es posible conocer cuánta carne en canal se produce por estado, pero no logramos conocer cuántas cabezas de ganado de carne

existen en cada estado por forma de explotación. Esta limitación nos obliga usar el nivel 1 de la metodología PICC revisada en 1996 aún sabiendo que esto implica una sobre estimación de las emisiones. Otra consecuencia de la pérdida de resolución del inventario es la limitación que sobre la selección de las estrategias de mitigación impone la falta de información sobre estructura del hato, función y forma de explotación. El posible cambio estructural en el sector debido a la entrada en vigor del TLC y la severa sequía sufrida por el país durante la década de los años 90 que culminó con El Niño de 1997-1998, nos impide una extrapolación simple de los datos anteriores.

5.2. Ganadería

La información sobre ganado se obtuvo de diferentes fuentes. Totales por estado se obtuvieron de SIACON (SAGAR) de la SAGAR y del portal de la FAO (Food and Agriculture Organization).

5.2.1 Metano

Las emisiones totales de metano del sector ganadero en 1994 fueron 2,211 Gg, con el ganado bovino responsable por 1,908 Gg, representando el 86% de las emisiones. De ese porcentaje, 20 corresponde al ganado de leche y 66 corresponde al ganado de carne y doble propósito. En 1996 las emisiones del sector pecuario fueron 2124 Gg, sin un cambio significativo en la distribución de las emisiones por tipo de ganado. En 1998 las emisiones estimadas fueron 2034 Gg, pero en este caso se trata de solo el promedio de 2 años y faltó información para algunos grupos de bovinos.

En 1990 las emisiones combinadas de metano por fermentación entérica y desechos para el ganado bovino fueron de 1,545 Gg utilizando metodologías desarrolladas (Ruiz-Suárez 1997) a partir de la del PICC. Esa modificación se desarrolló para resolver un error en las fórmulas que permiten obtener los factores de emisión con detalle dependiendo de los diferentes usos de la energía ingerida por un animal típico de un estrato, función y forma de explotación. Si ahora aplicamos la metodología de 1996 del PICC nivel 1 tal como se usa en esta actualización para el ganado bovino de 1990 estas serían de 1,929 Gg. Esta diferencia representa una sobre estimación del 25% en las emisiones debido a la pérdida de resolución en la información sobre ganado bovino. Utilizando los factores por defecto del PICC, las emisiones por el ganado bovino habrían sido 1,654 Gg, una sobre estimación del 7%, la causa de esta aparente concordancia con los factores por defecto se discute en la siguiente sección. Las emisiones combinadas de metano por fermentación entérica y manejo de desechos de otros animales apenas alcanza a representar el 9% de las emisiones por ganadería.

5.2.1.1 Factores de emisión

Los factores de emisión por fermentación entérica de ganado bovino son promedios ponderados de los correspondientes a los animales típicos de cada estrato del hato definido por función, forma de producción y edad. La estructura del hato que se toma como modelo

es la correspondiente a 1990 dado que para ese año se cuenta con información detallada, la cual ya no está disponible para años posteriores. Debe notarse que el factor de emisión de ganado lechero que se obtiene es equivalente al de los países desarrollados, mientras que el factor de emisión para el ganado de carne y doble propósito es incluso ligeramente menor que el asignado por defecto a todos los países de Latinoamérica. Esta estructura no refleja posibles cambios recientes debido al efecto en la industria ganadera de la entrada en vigor del TLC o de la sequía de los años 90.

El factor de emisión por fermentación anaeróbica de desechos de ganado es un promedio ponderado de factores específicos que se obtuvieron de un estudio experimental desarrollado en México (González 1999, González y Ruiz-Suárez, 2001), cuyos resultados pueden aplicarse a otros países..

5.2.2 Óxido nitroso

En el inventario de 1990 no se estimaron las emisiones de óxido nitroso por manejo de desechos en el sector, pues la metodología todavía no lo requería. En 1994 estas emisiones fueron de 0.02 Gg cuando sólo se considera el tratamiento de los desechos y no las emisiones por la aplicación de estiércol como fertilizante o por excretas en pastoreo, las cuales se consideran en otra sección.

5.3. Cultivos

Los datos de volumen de la producción de cultivos se tomaron de SIACON y del portal de la FAO. La información sobre el consumo de fertilizantes se obtuvo del portal de la FAO. Debe notarse que en algunos cultivos la FAO ofrece información más actualizada que SIACON a nivel nacional.

5.3.1 Metano por Arroz

Las emisiones de metano por el cultivo de arroz en 1994 fueron de 11 Gg, representando el 0.5 de las emisiones del sector agropecuario. Las emisiones en 1996 y 1998 fueron de 14 Gg y 15 Gg.

5.3.2 Quema de residuos agrícolas

En México, la mayoría de los desechos de cultivos como el maíz, trigo, sorgo y arroz se usan como forraje para ganado. Ocasionalmente, en cultivos de temporal, se queman las parcelas como una forma de preparación para el cultivo siguiente. De esta forma los residuos remanentes y plantas nocivas se queman juntos. En comparación con los residuos agrícolas usados como forraje esta es pequeña y no hay datos disponibles.

En relación a la caña de azúcar, la quema de desechos *in situ* es una práctica común. Estos están formados por puntas, hojas verdes y secas. Estos forman el 28% de la caña completa

(GEPLACEA 1988), (Collado 1996)). La cantidad de masa seca se tomó como el 30% (Humbert 1974). La relación de nitrógeno a carbón y la fracción de carbón en el residuo se tomaron de los valores por defecto del PICC.

5.3.3 Óxido nítrico por suelos agrícolas

En 1990 las emisiones fueron de 5.51 Gg. Con la metodología revisada de 1996 las emisiones fueron de 33 Gg para 1994, 32 Gg para 1996 y 36 Gg para 1998. Aquí se incluyen las emisiones directas e indirectas por el uso de fertilizantes industriales y el uso del estiércol de ganado como fertilizante ó arrojado por el ganado durante el pastoreo.

5.4. Incertidumbre y Buenas Prácticas

Para estimar la incertidumbre se sigue la Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre (GBPMI) del PICC (IPCC-NGGIP 2000), los comentarios al respecto se encuentran en el Apéndice B.

5.5. Conclusiones y recomendaciones

Se observó una pérdida de resolución en la información disponible sobre la estructura del hato de ganado bovino por función, forma de producción y masa que limitó el alcance del inventario. Algunas categorías de cultivos están deficientemente reportadas en SIACON, fue necesario recurrir a las estadísticas de la FAO para caña de azúcar y el consumo de fertilizantes. Se recomienda fortalecer estos aspectos y extender la base de datos de factores de emisión de óxido nítrico. Los valores puntuales obtenidos muestran una sobre estimación en los valores por defecto.

Reconocimientos

Loa autores agradecen a Xochitl Cruz, Elvia Segura, Mará E. Grijalva y Luis Conde por su revisión de este trabajo

Referencias

- Collado, G. (1996). Ingenio Emiliano Zapata; Comunicación Personal a. E. González. Zacatepec, Morelos.
- GEPLACEA (1988). Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe exportadores de Azúcar. Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar. México.
- González, Á., Eugenio (1994). Inventario de Emisiones por Actividades Pecuarias. El Caso de los Desechos de Ganado Bovino y su Relación. Facultad de Ciencias. México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, Á., Eugenio (1999). Determinación Experimental de los Factores de emisión de Metano por Excretas de Bovino en México. Colegio de Ciencias y Humanidades, UACEPIP. México, Universidad Nacional Autónoma de México: 155.
- Humbert (1974). El cultivo de la caña de azúcar. México, Continental.
- IPCC-NGGIP (1996). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC.
- IPCC-NGGIP (2000). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, IPCC.
- Longoria-Ramírez R., R.-S. L. G., Carvajal-Benítez G. (2000). "Emission Factors of Nitrous Oxide from Maize and Wheat Crop Soils in the Central Region of Mexico During "El Niño" Year, 1998." Chemosphere, Global change submitted.
- Ruiz Suárez, L. G. y. G.-A. E., Ed. (1997). Análisis de opciones tecnológicas para mitigación de metano y otros gases de efecto invernadero por agricultura en México. México, Instituto de Ingeniería, UNAM.
- Ruiz-Suárez, L. G., and González-Avalos E. (1997). "Modeling methane emissions from cattle in México." The Science of the Total Environment 206: 177-186.
- Ruiz Suárez, L. G., González Avalos, E. Báez Pedrajo, A. (1999). Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero por Sistemas Vivos en el Centro de México; Factores de emisión de metano por bovinos en el Centro de México: Proyecto MEX/95/G31/NIG/99. México, D.F., Instituto Nacional de Ecología y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo SAGAR Sistema Automatizado de Consulta. Mexico.

Apéndice A

Tablas estándar de reporte del PICC

MODULE	AGRICULTURE					
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT					
WORKSHEET	4-1					
SHEET	1 OF 2 METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT					
COUNTRY	Mexico					
YEAR	1994					
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Emissions Factor for Enteric Fermentation (kg/head/yr)	C Emissions from Enteric Fermentation (t/yr)	D Emissions Factor for Manure Management (kg/head/yr)	E Emissions from Manure Management (t/yr)	F Total Annual Emissions from Domestic Livestock (Gg)
			$C = (A \times B)$		$E = (A \times D)$	$F = (C + E)/1000$
Dairy Cattle	4246.6	104.353	443,145.45	0.1809	768.21	443.91
Non-dairy Cattle	30602.18	47.409	1,450,818.75	0.2882	8,819.55	1,459.64
Buffalo			0.00		0.00	0.00
Sheep	6234.78	5	31,173.90	0.139195428	867.85	32.04
Goats	9947.75	5	49,738.75	0.149195428	1,484.16	51.22
Camels			0.00		0.00	0.00
Horses	6191.67	18	111,450.06	1.802574207	11,160.94	122.61
Mules & Asses	6433.33	10	64,333.30	0.986166382	6,344.33	70.68
Swine	15714.14	1	15,714.14	0.694368703	10,911.41	26.63
Poultry	309136.79	0	0.00	0.015919543	4,921.32	4.92
Totals			2,166,374.35		45,277.77	2,211.65

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	ANAEROBIC LAGOONS			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1994			
	A	B	C	D
Livestock Type	Number of Animals (# of animals)	Nitrogen Excretion Nex (kg/head/(yr))	Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr) D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	30602184.33	40	0	0.00
Dairy Cattle	4246603.333	70	0	0.00
Poultry	309136.79	0.6	0	0.00
Sheep	6234778	12	0	0.00
Swine	15714143	16	0	0.00
Others	9947748	40	0	0.00
	TOTAL			0.00

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	LIQUID SYSTEMS			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1994			
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr)
				D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	30602.18	40	0	0.00
Dairy Cattle	4246.6	70	0	0.00
Poultry	309136.79	0.6	0.09	16,693.39
Sheep	6234.78	12	0	0.00
Swine	15714.14	16	0.08	20,114.10
Others	9947.75	40	0	0.00
	TOTAL			36,807.49

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	SOLID STORAGE AND DRYLOT			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1994			
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr)
				D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	30602.18	40	0.339401561	415,457.11
Dairy Cattle	4246.6	70	0.426390985	126,749.84
Poultry	309136.79	0.6	0	0.00
Sheep	6234.78	12	0	0.00
Swine	15714.14	16	0.51	128,227.38
Others	9947.75	40	0	0.00
	TOTAL			670,434.33

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	DAILY SPREAD			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1994			
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr)
				D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	30602.18	40	0	0.00
Dairy Cattle	4246.6	70	0	0.00
Poultry	309136.79	0.6	0	0.00
Sheep	6234.78	12	0	0.00
Swine	15714.14	16	0.02	5,028.52
Others	9947.75	40	0	0.00
TOTAL				5,028.52

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	PASTURE RANGE AND PADDOCK			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1994			
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr)
				D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	30602.18	40	0.660598439	808,630.09
Dairy Cattle	4246.6	70	0.573609015	170,512.16
Poultry	309136.79	0.6	0.42	77,902.47
Sheep	6234.78	12	1	74,817.36
Swine	15714.14	16	0	0.00
Others	9947.75	40	0.99	393,930.90
TOTAL				1,525,792.99

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	OTHER			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1994			
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/yr)	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg N/yr) D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	30602.18	40	0	0.00
Dairy Cattle	4246.6	70	0	0.00
Poultry	309136.79	0.6	0.49	90,886.22
Sheep	6234.78	12	0	0.00
Swine	15714.14	16	0.4	100,570.50
Others	9947.75	40	0.01	3,979.10
TOTAL				195,435.81

MODULE	AGRICULTURE		
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT		
WORKSHEET	4-1		
SHEET	2 OF 2 NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM ANIMAL PRODUCTION EMISSIONS FROM ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEMS (AWMS)		
COUNTRY	Mexico		
YEAR	1994		
Animal Waste Management System (AWMS)	A Nitrogen Excretion Nex(AWMS) (kg N/yr)	B Emission Factor For AWMS EF ₃ (kg N ₂ O-N/kg N)	C Total Annual Emissions of N ₂ O (Gg) C=(AxB)[44/28] / 1 000 000
Anaerobic lagoons	0.00	0.001	0.00
Liquid systems	36,807.49	0.001	0.00
Daily spread	5,028.52		
Solid storage & drylot	670,434.33	0.02	0.02
Pasture range and paddock	1,525,792.99		
Other	195,435.81	0.005	0.00
Total	2,433,499.14	Total	0.02

MODULE		AGRICULTURE				
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM FLOODED RICE FIELDS				
WORKSHEET		4-2				
SHEET		1 OF 1				
COUNTRY		Mexico				
YEAR		1994				
		A	B	C	D	E
Water Management Regime		Harvested Area (m ² /1 000 000 000)	Scaling Factor for Methane Emissions	Correction Factor for Organic Amendment	Seasonally Integrated Emission Factor for Continuously Flooded Rice without Organic Amendment (g/m ²)	CH ₄ Emissions (Gg)
						E = (A x B x C x D)
Irrigated	Continuously Flooded	0.380373333	1	1	20	7.61
	Intermittently Flooded	Single Aeration				0.00
		Multiple Aeration				
Rainfed	Flood Prone					0.00
	Drought Prone	0.475113333	0.4	1	20	3.80
Deep Water	Water Depth 50-100 cm					0.00
	Water Depth > 100 cm					0.00
Totals		0.86				11.41

MODULE		AGRICULTURE						
SUBMODULE		FIELD BURNING OF AGRICULTURAL RESIDUES						
WORKSHEET		4-4						
SHEET		1 OF 3						
COUNTRY		Mexico						
YEAR		1994						
Crops (specify locally important crops)	A Annual Production (Gg crop)	B Residue to Crop Ratio	C Quantity of Residue (Gg biomass)	D Dry Matter Fraction	E Quantity of Dry Residue (Gg dm)	F Fraction Burned in Fields	G Fraction Oxidised	H Total Biomass Burned (Gg dm)
			$C = (A \times B)$		$E = (C \times D)$			$H = (E \times F \times G)$
Caña de azúcar	42656.89	0.28	11,943.93	0.3	3,583.18	1	0.9	3,224.86
.			0.00		0.00			0.00
.			0.00		0.00			0.00
Total:								3,224.86

MODULE		AGRICULTURE		
SUBMODULE		FIELD BURNING OF AGRICULTURAL RESIDUES		
WORKSHEET		4-4		
SHEET		2 OF 3		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1994		
Crops	I Carbon Fraction of Residue	J Total Carbon Released (Gg C)	K Nitrogen-Carbon Ratio	L Total Nitrogen Released (Gg N)
		$J = (H \times I)$		$L = (J \times K)$
Caña de azúcar	0.4709	1,518.59	0.02	30.37
0		0.00		0.00
.		0.00		0.00
.		0.00		0.00
.		0.00		0.00
.		0.00		0.00
Total:		1,518.59		30.37

MODULE		AGRICULTURE		
SUBMODULE		FIELD BURNING OF AGRICULTURAL RESIDUES		
WORKSHEET		4-4		
SHEET		3 OF 3		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1994		
	M Emission Ratio	N Emissions (Gg C or Gg N)	O Conversion Ratio	P Emissions from Field Burning of Agricultural Residues (Gg)
		$N = (J \times M)$		$P = (N \times O)$
CH ₄	0.005	7.59	16/12	10.12
CO	0.06	91.12	28/12	212.60
		$N = (L \times M)$		$P = (N \times O)$
N ₂ O	0.007	0.21	44/28	0.33
NO _x	0.121	3.67	46/14	12.07

MODULE		AGRICULTURE		
SUBMODULE		AGRICULTURAL SOILS		
WORKSHEET		4-5		
SHEET		1 OF 5 DIRECT NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM AGRICULTURAL FIELDS, EXCLUDING CULTIVATION OF HISTOSOLS		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1994		
Type of N input to soil	A Amount of N Input (kg N/yr)	B Factor for Direct Emissions EF ₁ (kg N ₂ O-N/kg N)	C Direct Soil Emissions (Gg N ₂ O-N/yr)	
			$C = (A \times B)/1\ 000\ 000$	
Synthetic fertiliser (F _{SN})	468,446,024.70	0.0125	5.86	
Animal waste (F _{AW})	1,898,129.33	0.0125	0.02	
N-fixing crops (F _{BN})	116,646,360.00	0.0125	1.46	
Crop residue (F _{CR})	712,283,224.95	0.0125	8.90	
		Total	16.24	

MODULE		AGRICULTURE			
SUBMODULE		AGRICULTURAL SOILS			
WORKSHEET		4-5A (SUPPLEMENTAL)			
SHEET		1 OF 1 MANURE NITROGEN USED			
COUNTRY		Mexico			
YEAR		1994			
A	B	C	D	E	F
Total Nitrogen Excretion (kg N/yr)	Fraction of Nitrogen Burned for Fuel (fraction)	Fraction of Nitrogen Excreted During Grazing (fraction)	Fraction of Nitrogen Excreted Emitted as NO _x and NH ₃ (fraction)	Sum (fraction)	Manure Nitrogen Used (corrected for NO _x and NH ₃ emissions), F _{AW} (kg N/yr)
				$F = 1 - (B + C + D)$	$F = (A \times E)$
2,433,499.14	0	0.02	0.2	0.78	1,898,129.33

MODULE		AGRICULTURE				
SUBMODULE		AGRICULTURAL SOILS				
WORKSHEET		4-5B (SUPPLEMENTAL)				
SHEET		1 OF 1 NITROGEN INPUT FROM CROP RESIDUES				
COUNTRY		Mexico				
YEAR		1994				
A	B	C	D	E	F	G
Production of non - N - Fixing Crops (kg dry biomass/yr)	Fraction of Nitrogen of non - N - Fixing Crops, (kg N/kg dry biomass)	Production of Pulses and Soybeans (kg dry biomass/yr)	Fraction of Nitrogen in N-Fixing Crops, (kg N/kg dry biomass)	One minus the Fraction of Crop Residue Removed From Field, (fraction)	One minus the Fraction of Crop Residue Burned (fraction)	Nitrogen Input from Crop Residues, F _{CR} (kg N/yr)
						$G = 2 \times (A \times B + C \times D) \times E \times F$
44076988333	0.015	1944106000	0.03	0.55	0.9	712,283,224.95

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	AGRICULTURAL SOILS			
WORKSHEET	4-5			
SHEET	2 OF 5 DIRECT NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM CULTIVATION OF HISTOSOLS			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1994			
	D	E	F	G
	Area of Cultivated Organic Soils F_{OS} (ha)	Emission Factor for Direct Soil Emissions EF_2 (kg N ₂ O-N/ha/yr)	Direct Emissions from Histosols (Gg N ₂ O-N/yr)	Total Direct Emissions of N ₂ O (Gg)
			$F=(D \times E)/1\ 000\ 000$	$G = (C+F)[44/28]$
Subtotal	0	7.5	0.00	25.52

MODULE	AGRICULTURE		
SUBMODULE	AGRICULTURAL SOILS		
WORKSHEET	4-5		
SHEET	3 OF 5 NITROUS OXIDE SOIL EMISSIONS FROM GRAZING ANIMALS - PASTURE RANGE AND PADDOCK		
COUNTRY	Mexico		
YEAR	1994		
Animal Waste Management System (AWMS)	A Nitrogen Excretion $Ne_{X(AWMS)}$ (kg N/yr)	B Emission Factor for AWMS EF_3 (kg N ₂ O-N/kg N)	C Emissions Of N ₂ O from Grazing Animals (Gg)
			$C = (A \times B)[44/28]/1\ 000\ 000$
Pasture range & paddock	1,525,792.99	0.02	0.05

MODULE	AGRICULTUR E							
SUBMODULE	AGRICULTURAL SOILS							
WORKSHEET	4-5							
SHEET	4 OF 5 INDIRECT NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM ATMOSPHERIC DEPOSITION OF NH ₃ AND NO _x							
COUNTRY	Mexico							
YEAR	1994							
Type of Deposition	A Synthetic Fertiliser N Applied to Soil, N _{FERT} (kg N/yr)	B Fraction of Synthetic Fertiliser N Applied that Volatilizes Frac _{GASFS} (kg N/kg N)	C Amount of Synthetic N Applied to Soil that Volatilizes (kg N/kg N)	D Total N Excretion by Livestock N _{EX} (kg N/yr)	E Fraction of Total Manure N Excreted that Volatilizes Frac _{GASM} (kg N/kg N)	F Total N Excretion by Livestock that Volatilizes (kg N/kg N)	G Emission Factor EF ₄ (kg N ₂ O–N/kg N)	H Nitrous Oxide Emissions (Gg N ₂ O–N/yr)
			C = (A x B)			F = (D x E)		H = (C + F) x G /1 000 000
Total	520495583	0.1	52,049,558.30	2,433,499.14	0.2	486,699.83	0.01	0.53

MODULE	AGRICULTURE						
SUBMODULE	AGRICULTURAL SOILS						
WORKSHEET	4-5						
SHEET	5 OF 5 INDIRECT NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM LEACHING						
COUNTRY	Mexico						
YEAR	1994						
	I	J	K	L	M	N	O
	Synthetic Fertiliser Use N_{FERT}	Livestock N Excretion N_{EX}	Fraction of N That Leaches $Frac_{LEACH}$	Emission Factor EF_5	Nitrous Oxide Emissions From Leaching	Total Indirect Nitrous Oxide Emissions	Total Nitrous Oxide Emissions
	(kg N/yr)	(kg N/yr)	(kg N/kg N)		(Gg N_2O-N/yr)	(Gg N_2O/yr)	(Gg)
					$M = (I + J) \times K \times L / 1\ 000$	$N = (H + M) [44/28]$	$O = (G + C + N)$ (G from Worksheet 4-5, sheet 2, Step 4; C from Worksheet 4-5, sheet 3, Step 5; N from Worksheet 4-5, sheet 5, Step 8).
Total	520,495,583.00	2,433,499.14	0.3	0.025	3.92	6.99	32.56

1996

MODULE	AGRICULTURE					
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK					
	ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT					
WORKSHEET	4-1					
SHEET	1 OF 2 METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT					
COUNTRY	Mexico					
YEAR	1996					
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Emissions Factor for Enteric Fermentation (kg/head/yr)	C Emissions from Enteric Fermentation (t/yr)	D Emissions Factor for Manure Management (kg/head/yr)	E Emissions from Manure Management (t/yr)	F Total Annual Emissions from Domestic Livestock (Gg)
			$C = (A \times B)$		$E = (A \times D)$	$F = (C + E)/1000$
Dairy Cattle	4141.22	104.353	432,148.73	0.1809	749.15	432.90
Non-dairy Cattle	29096.55	47.409	1,379,438.34	0.2882	8,385.63	1,387.82
Buffalo			0.00		0.00	0.00
Sheep	6044.56	5	30,222.80	0.139195428	841.38	31.06
Goats	9307.2	5	46,536.00	0.149195428	1,388.59	47.92
Camels			0.00		0.00	0.00
Horses	6233.33	18	112,199.94	1.802574207	11,236.04	123.44
Mules & Asses	6506.67	10	65,066.70	0.986166382	6,416.66	71.48
Swine	15057.19	1	15,057.19	0.694368703	10,455.24	25.51
Poultry	217962.12	0	0.00	0.015919543	3,469.86	3.47
Totals			2,080,669.70		42,942.54	2,123.61

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	ANAEROBIC LAGOONS			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1996			
Livestock Type	A Number of Animals (# of animals)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr)
				D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	29096554	40	0	0.00
Dairy Cattle	4141215.667	70	0	0.00
Poultry	217962116.7	0.6	0	0.00
Sheep	6044562.833	12	0	0.00
Swine	15057194.67	16	0	0.00
Others	9307202	40	0	0.00
TOTAL				0.00

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	LIQUID SYSTEMS			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1996			
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr)
				D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	29096.55	40	0	0.00
Dairy Cattle	4141.22	70	0	0.00
Poultry	217962.12	0.6	0.09	11,769.95
Sheep	6044.56	12	0	0.00
Swine	15057.19	16	0.08	19,273.20
Others	9307.2	40	0	0.00
TOTAL				31,043.16

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS SHEET	SOLID STORAGE AND DRYLOT NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1996			
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr)
				D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	29096.55	40	0.339401561	395,016.58
Dairy Cattle	4141.22	70	0.426390985	123,604.52
Poultry	217962.12	0.6	0	0.00
Sheep	6044.56	12	0	0.00
Swine	15057.19	16	0.51	122,866.67
Others	9307.2	40	0	0.00
			TOTAL	641,487.77

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	DAILY SPREAD			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1996			
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/yr)	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr)
				$D = (A \times B \times C)$
Non-dairy Cattle	29096.55	40	0	0.00
Dairy Cattle	4141.22	70	0	0.00
Poultry	217962.12	0.6	0	0.00
Sheep	6044.56	12	0	0.00
Swine	15057.19	16	0.02	4,818.30
Others	9307.2	40	0	0.00
TOTAL				4,818.30

MODULE		AGRICULTURE		
SUBMODULE		METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT		
WORKSHEET		4-1 (SUPPLEMENTAL)		
SPECIFY AWMS		PASTURE RANGE AND Paddock		
SHEET		NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1996		
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr) D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	29096.55	40	0.660598439	768,845.42
Dairy Cattle	4141.22	70	0.573609015	166,280.88
Poultry	217962.12	0.6	0.42	54,926.45
Sheep	6044.56	12	1	72,534.72
Swine	15057.19	16	0	0.00
Others	9307.2	40	0.99	368,565.12
TOTAL				1,431,152.59

MODULE		AGRICULTURE		
SUBMODULE		METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT		
WORKSHEET		4-1 (SUPPLEMENTAL)		
SPECIFY AWMS		OTHER		
SHEET		NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1996		
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr) D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	29096.55	40	0	0.00
Dairy Cattle	4141.22	70	0	0.00
Poultry	217962.12	0.6	0.49	64,080.86
Sheep	6044.56	12	0	0.00
Swine	15057.19	16	0.4	96,366.02
Others	9307.2	40	0.01	3,722.88
TOTAL				164,169.76

MODULE	AGRICULTURE		
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT		
WORKSHEET	4-1		
SHEET	2 OF 2 NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM ANIMAL PRODUCTION EMISSIONS FROM ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEMS (AWMS)		
COUNTRY	Mexico		
YEAR	1996		
Animal Waste Management System (AWMS)	A Nitrogen Excretion $N_{ex(AWMS)}$ (kg N/yr)	B Emission Factor For AWMS EF_3 (kg N ₂ O-N/kg N)	C Total Annual Emissions of N ₂ O (Gg) $C=(AxB)[44/28] / 1\ 000\ 000$
Anaerobic lagoons	0.00	0.001	0.00
Liquid systems	31,043.16	0.001	0.00
Daily spread	4,818.30		
Solid storage & drylot	641,487.77	0.02	0.02
Pasture range and paddock	1,431,152.59		
Other	164,169.76	0.005	0.00
Total	2,272,671.58	Total	0.02

MODULE		AGRICULTURE				
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM FLOODED RICE FIELDS				
WORKSHEET		4-2				
SHEET		1 OF 1				
COUNTRY		Mexico				
YEAR		1996				
Water Management Regime		A Harvested Area (m ² / 1 000 000 000)	B Scaling Factor for Methane Emissions	C Correction Factor for Organic Amendment	D Seasonally Emission Factor for Continuously Flooded Rice without Organic Amendment (g/m ²)	E Integrated Factor for CH ₄ Emissions (Gg)
		E = (A x B x C x D)				
Irrigated	Continuously Flooded	0.450626667	1	1	20	9.01
	Intermittently Flooded	Single Aeration				0.00
		Multiple Aeration				
Rainfed	Flood Prone					0.00
	Drought Prone	0.56514	0.4	1	20	4.52
Deep Water	Water Depth 50-100 cm					0.00
	Water Depth > 100 cm					0.00
Totals		1.02				13.53

MODULE		AGRICULTURE						
SUBMODULE		FIELD BURNING OF AGRICULTURAL RESIDUES						
WORKSHEET		4-4						
SHEET		1 OF 3						
COUNTRY		Mexico						
YEAR		1996						
Crops (specify locally important crops)	A Annual Production (Gg crop)	B Residue to Crop Ratio	C Quantity of Residue (Gg biomass)	D Dry Matter Fraction	E Quantity of Dry Residue (Gg dm)	F Fraction Burned in Fields	G Fraction Oxidised	H Total Biomass Burned (Gg dm)
			$C = (A \times B)$		$E = (C \times D)$			$H = (E \times F \times G)$
Caña de azúcar	44917.7	0.28	12,576.96	0.3	3,773.09	1	0.9	3,395.78
			0.00		0.00			0.00
			0.00		0.00			0.00
			0.00		0.00			0.00
			0.00		0.00			0.00
.			0.00		0.00			0.00
.			0.00		0.00			0.00
.			0.00		0.00			0.00
.			0.00		0.00			0.00
Total:								3,395.78

MODULE		AGRICULTURE		
SUBMODULE		FIELD BURNING OF AGRICULTURAL RESIDUES		
WORKSHEET		4-4		
SHEET		2 OF 3		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1996		
Crops	I Carbon Fraction of Residue	J Total Carbon Released (Gg C)	K Nitrogen- Carbon Ratio	L Total Nitrogen Released (Gg N)
		J = (H x I)		L = (J x K)
Caña de azúcar	0.4709	1,599.07	0.02	31.98
0		0.00		0.00
0		0.00		0.00
0		0.00		0.00
.		0.00		0.00
.		0.00		0.00
.		0.00		0.00
.		0.00		0.00
Total:		1,599.07		31.98

MODULE		AGRICULTURE		
SUBMODULE		FIELD BURNING OF AGRICULTURAL RESIDUES		
WORKSHEET		4-4		
SHEET		3 OF 3		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1996		
	M Emission Ratio	N Emissions (Gg C or Gg N)	O Conversion Ratio	P Emissions from Field Burning of Agricultural Residues (Gg)
		N = (J x M)		P = (N x O)
CH ₄	0.005	8.00	16/12	10.66
CO	0.06	95.94	28/12	223.87
		N = (L x M)		P = (N x O)
N ₂ O	0.007	0.22	44/28	0.35
NO _x	0.121	3.87	46/14	12.71

MODULE	AGRICULTURE		
SUBMODULE	AGRICULTURAL SOILS		
WORKSHEET	4-5		
SHEET	1 OF 5 DIRECT NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM AGRICULTURAL FIELDS, EXCLUDING CULTIVATION OF HISTOSOLS		
COUNTRY	Mexico		
YEAR	1996		
Type of N input to soil	A Amount of N Input (kg N/yr)	B Factor for Direct Emissions EF ₁ (kg N ₂ O-N/kg N)	C Direct Soil Emissions (Gg N ₂ O-N/yr) C = (A x B)/1 000 000
Synthetic fertiliser (F _{SN})	438,330,061.53	0.0125	5.48
Animal waste (F _{AW})	1,772,683.83	0.0125	0.02
N-fixing crops (F _{BN})	98,006,015.60	0.0125	1.23
Crop residue (F _{CR})	765,805,970.80	0.0125	9.57
		Total	16.30

MODULE	AGRICULTURE				
SUBMODULE	AGRICULTURAL SOILS				
WORKSHEET	4-5A (SUPPLEMENTAL)				
SHEET	1 OF 1 MANURE NITROGEN USED				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1996				
A Total Nitrogen Excretion (kg N/yr)	B Fraction of Nitrogen Burned for Fuel (fraction)	C Fraction of Nitrogen Excreted During Grazing (fraction)	D Fraction of Nitrogen Excreted Emitted as NO _x and NH ₃ (fraction)	E Sum (fraction)	F Manure Nitrogen Used (corrected for NO _x and NH ₃ emissions), F _{AW} (kg N/yr)
				F = 1 - (B + C + D)	F = (A x E)
2,272,671.58	0	0.02	0.2	0.78	1,772,683.83

MODULE		AGRICULTURE				
SUBMODULE		AGRICULTURAL SOILS				
WORKSHEET		4-5B (SUPPLEMENTAL)				
SHEET		1 OF 1 NITROGEN INPUT FROM CROP RESIDUES				
COUNTRY		Mexico				
YEAR		1996				
A Production of non - N - Fixing Crops (kg dry biomass/yr)	B Fraction of Nitrogen of non - N - Fixing Crops, (kg N/kg dry biomass)	C Production of Pulses and Soybeans (kg dry biomass/yr)	D Fraction of Nitrogen in N- Fixing Crops, (kg N/kg dry biomass)	E One minus the Fraction of Crop Residue Removed From Field, (fraction)	F One minus the Fraction of Crop Residue Burned (fraction)	G Nitrogen Input from Crop Residues, F _{CR} (kg N/yr)
						$G = 2 \times (A \times B + C \times D) \times E \times F$
48302558457	0.015	1633433593	0.03	0.55	0.9	765,805,970.80

ULE		AGRICULTURE		
SUBMODULE		AGRICULTURAL SOILS		
WORKSHEET		4-5		
SHEET		2 OF 5 DIRECT NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM CULTIVATION OF HISTOSOLS		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1996		
	D Area of Cultivated Organic Soils F _{os} (ha)	E Emission Factor for Direct Soil Emissions EF ₂ (kg N ₂ O-N/ha/yr)	F Direct Emissions from Histosols (Gg N ₂ O-N/yr)	G Total Direct Emissions of N ₂ O (Gg)
			$F=(D \times E)/1\ 000\ 000$	$G = (C+F)[44/28]$
Subtotal	0	7.5	0.00	25.61

MODULE	AGRICULTURE		
SUBMODULE	AGRICULTURAL SOILS		
WORKSHEET	4-5		
SHEET	3 OF 5 NITROUS OXIDE SOIL EMISSIONS FROM GRAZING ANIMALS - PASTURE RANGE AND PADDOCK		
COUNTRY	Mexico		
YEAR	1996		
Animal Waste Management System (AWMS)	A Nitrogen Excretion $Ne_{x(AWMS)}$ (kg N/yr)	B Emission Factor for AWMS EF_3 (kg N ₂ O-N/kg N)	C Emissions Of N ₂ O from Grazing Animals (Gg)
			$C = (A \times B)[44/28]/1\ 000\ 000$
Pasture range & paddock	1,431,152.59	0.02	0.04

MODULE	AGRICULTUR E							
SUBMODULE	AGRICULTURAL SOILS							
WORKSHEET	4-5							
SHEET	4 OF 5 INDIRECT NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM ATMOSPHERIC DEPOSITION OF NH ₃ AND NO _x							
COUNTRY	Mexico							
YEAR	1996							
Type of Deposition	A Synthetic Fertiliser N Applied to Soil, N _{FERT} (kg N/yr)	B Fraction of Synthetic Fertiliser N Applied that Volatilizes Frac _{GASFS} (kg N/kg N)	C Amount of Synthetic N Applied to Soil that Volatilizes (kg N/kg N)	D Total N Excretion by Livestock N _{EX} (kg N/yr)	E Fraction of Total Manure N Excreted that Volatilizes Frac _{GASM} (kg N/kg N)	F Total N Excretion by Livestock that Volatilizes (kg N/kg N)	G Emission Factor EF ₄ (kg N ₂ O-N/kg N)	H Nitrous Oxide Emissions (Gg N ₂ O-N/yr)
			C = (A x B)			F = (D x E)		H = (C + F) x G /1 000 000
Total	487033401.7	0.1	48,703,340.17	2,272,671.58	0.2	454,534.32	0.01	0.49

MODULE	AGRICULTURE						
SUBMODULE	AGRICULTURAL SOILS						
WORKSHEET	4-5						
SHEET	5 OF 5 INDIRECT NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM LEACHING						
COUNTRY	Mexico						
YEAR	1996						
	I Synthetic Fertiliser Use N_{FERT} (kg N/yr)	J Livestock N Excretion N_{EX} (kg N/yr)	K Fraction of N That Leaches $Frac_{LEACH}$ (kg N/kg N)	L Emission Factor EF_5	M Nitrous Oxide Emissions From Leaching (Gg N_2O-N /yr)	N Total Indirect Nitrous Oxide Emissions (Gg N_2O /yr)	O Total Nitrous Oxide Emissions (Gg)
					$M = (I + J) \times K \times L / 1\,000\,000$	$N = (H + M)[44/28]$	$O = (G + C + N)$ (G from Worksheet 4-5, sheet 2, Step 4; C from Worksheet 4-5, sheet 3, Step 5; N from Worksheet 4-5, sheet 5, Step 8).
Total	487,033,401.70	2,272,671.58	0.3	0.025	3.67	6.54	32.20

1998

MODULE	AGRICULTURE					
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT					
WORKSHEET	4-1					
SHEET	1 OF 2 METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT					
COUNTRY	Mexico					
YEAR	1998					
Livestock Type	A Number Animals (1000s)	B Emissions Factor for Enteric Fermentation (kg/head/yr)	C Emissions from Enteric Fermentation (t/yr)	D Emissions Factor for Manure Management (kg/head/yr)	E Emissions from Manure Management (t/yr)	F Total Annual Emissions from Domestic Livestock (Gg)
			$C = (A \times B)$		$E = (A \times D)$	$F = (C + E)/1000$
Dairy Cattle	3175.81	104.353	331,405.30	0.694368703	2,205.18	333.61
Non-dairy Cattle	29051.1	47.409	1,377,283.60	1	29,051.10	1,406.33
Buffalo			0.00		0.00	0.00
Sheep	5657.56	5	28,287.80	0.139195428	787.51	29.08
Goats	8846.57	5	44,232.85	0.149195428	1,319.87	45.55
Camels			0.00		0.00	0.00
Horses	6233.33	18	112,199.94	1.802574207	11,236.04	123.44
Mules & Asses	6520	10	65,200.00	0.986166382	6,429.80	71.63
Swine	13967.01	1	13,967.01	0.694368703	9,698.25	23.67
Poultry	0	0	0.00	0.015919543	0.00	0.00
Totals			1,972,576.50		60,727.76	2,033.30

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	ANAEROBIC LAGOONS			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1998			
Livestock Type	A Number of Animals (# of animals)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr) D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	29051098	40	0	0.00
Dairy Cattle	3175810	70	0	0.00
Poultry	0	0.6	0	0.00
Sheep	5657595	12	0	0.00
Swine	13967012	16	0	0.00
Others	8846569	40	0	0.00
TOTAL				0.00

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	LIQUID SYSTEMS			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1998			
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr)
				D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	29051.1	40	0	0.00
Dairy Cattle	3175.81	70	0	0.00
Poultry	0	0.6	0.09	0.00
Sheep	5657.6	12	0	0.00
Swine	13967	16	0.08	17,877.76
Others	8846.57	40	0	0.00
TOTAL				17,877.76

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	DAILY SPREAD			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1998			
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr)
				D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	29051.1	40	0	0.00
Dairy Cattle	3175.81	70	0	0.00
Poultry	0	0.6	0	0.00
Sheep	5657.6	12	0	0.00
Swine	13967	16	0.02	4,469.44
Others	8846.57	40	0	0.00
TOTAL				4,469.44

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	SOLID STORAGE AND DRYLOT			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1998			
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr)
				D = (A x B x C)
Non-dairy Cattle	29051.1	40	0.339401561	394,399.55
Dairy Cattle	3175.81	70	0.426390985	94,789.57
Poultry	0	0.6	0	0.00
Sheep	5657.6	12	0	0.00
Swine	13967	16	0.51	113,970.72
Others	8846.57	40	0	0.00
	TOTAL			603,159.84

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	PASTURE RANGE AND PADDOCK			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1998			
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr)
				$D = (A \times B \times C)$
Non-dairy Cattle	29051.1	40	0.660598439	767,644.45
Dairy Cattle	3175.81	70	0.573609015	127,517.13
Poultry	0	0.6	0.42	0.00
Sheep	5657.6	12	1	67,891.20
Swine	13967	16	0	0.00
Others	8846.57	40	0.99	350,324.17
	TOTAL			1,313,376.95

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	OTHER			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1998			
Livestock Type	A Number of Animals (1000s)	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/(yr))	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr)
				$D = (A \times B \times C)$
Non-dairy Cattle	29051.1	40	0	0.00
Dairy Cattle	3175.81	70	0	0.00
Poultry	0	0.6	0.49	0.00
Sheep	5657.6	12	0	0.00
Swine	13967	16	0.4	89,388.80
Others	8846.57	40	0.01	3,538.63
	TOTAL			92,927.43

MODULE	AGRICULTURE		
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT		
WORKSHEET	4-1		
SHEET	2 OF 2 NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM ANIMAL PRODUCTION EMISSIONS FROM ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEMS (AWMS)		
COUNTRY	Mexico		
YEAR	1998		
Animal Waste Management System (AWMS)	A Nitrogen Excretion $N_{ex(AWMS)}$ (kg N/yr)	B Emission Factor For AWMS EF_3 (kg N ₂ O-N/kg N)	C Total Annual Emissions of N ₂ O (Gg)
			$C=(AxB)[44/28] / 1\ 000\ 000$
Anaerobic lagoons	0.00	0.001	0.00
Liquid systems	17,877.76	0.001	0.00
Daily spread	4,469.44		
Solid storage & drylot	603,159.84	0.02	0.02
Pasture range and paddock	1,313,376.95		
Other	92,927.43	0.005	0.00
Total	2,031,811.42	Total	0.02

MODULE		AGRICULTURE				
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM FLOODED RICE FIELDS				
WORKSHEET		4-2				
SHEET		1 OF 1				
COUNTRY		Mexico				
YEAR		1998				
Water Management Regime		A Harvested Area (m ² / 1 000 000 000)	B Scaling Factor for Methane Emissions	C Correction Factor for Organic Amendment	D Seasonally Integrated Emission Factor for Continuously Flooded Rice without Organic Amendment (g/m ²)	E CH ₄ Emissions (Gg)
		E = (A x B x C x D)				
Irrigated	Continuously Flooded	0.4697775	1	1	20	9.40
	Intermittently Flooded	Single Aeration				0.00
		Multiple Aeration				0.00
Rainfed	Flood Prone					0.00
	Drought Prone	0.664296	0.4	1	20	5.31
Deep Water	Water Depth 50-100 cm					0.00
	Water Depth > 100 cm					0.00
Totals		1.13				14.71

MODULE		AGRICULTURE		
SUBMODULE		FIELD BURNING OF AGRICULTURAL RESIDUES		
WORKSHEET		4-4		
SHEET		2 OF 3		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1998		
Crops	I Carbon Fraction of Residue	J Total Carbon Released (Gg C) J = (H x I)	K Nitrogen- Carbon Ratio	L Total Nitrogen Released (Gg N) L = (J x K)
Caña de azúcar	0.4709	1,662.70	0.02	33.25
0		0.00		0.00
0		0.00		0.00
0		0.00		0.00
0		0.00		0.00
0		0.00		0.00
0		0.00		0.00
0		0.00		0.00
0		0.00		0.00
.		0.00		0.00
.		0.00		0.00
.		0.00		0.00
.		0.00		0.00
.		0.00		0.00
.		0.00		0.00
Total:		1,662.70		33.25

MODULE		AGRICULTURE		
SUBMODULE		FIELD BURNING OF AGRICULTURAL RESIDUES		
WORKSHEET		4-4		
SHEET		3 OF 3		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1998		
	M Emission Ratio	N Emissions (Gg C or Gg N)	O Conversion Ratio	P Emissions from Field Burning of Agricultural Residues (Gg)
		$N = (J \times M)$		$P = (N \times O)$
CH ₄	0.005	8.31	16/12	11.08
CO	0.06	99.76	28/12	232.78
		$N = (L \times M)$		$P = (N \times O)$
N ₂ O	0.007	0.23	44/28	0.37
NO _x	0.121	4.02	46/14	13.22

MODULE		AGRICULTURE		
SUBMODULE		AGRICULTURAL SOILS		
WORKSHEET		4-5		
SHEET		1 OF 5 DIRECT NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM AGRICULTURAL FIELDS, EXCLUDING CULTIVATION OF HISTOSOLS		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1998		
Type of N input to soil	A Amount of N Input (kg N/yr)	B Factor for Direct Emissions EF ₁ (kg N ₂ O-N/kg N)	C Direct Soil Emissions (Gg N ₂ O-N/yr)	
			$C = (A \times B)/1\ 000\ 000$	
Synthetic fertiliser (F _{SN})	508,906,265.40	0.0125	6.36	
Animal waste (F _{AW})	1,584,812.91	0.0125	0.02	
N-fixing crops (F _{BN})	94,781,100.60	0.0125	1.18	
Crop residue (F _{CR})	830,901,011.54	0.0125	10.39	
		Total	17.95	

MODULE		AGRICULTURE			
SUBMODULE		AGRICULTURAL SOILS			
WORKSHEET		4-5A (SUPPLEMENTAL)			
SHEET		1 OF 1 MANURE NITROGEN USED			
COUNTRY		Mexico			
YEAR		1998			
A	B	C	D	E	F
Total Nitrogen Excretion (kg N/yr)	Fraction of Nitrogen Burned for Fuel (fraction)	Fraction of Nitrogen Excreted During Grazing (fraction)	Fraction of Nitrogen Excreted Emitted as NO _x and NH ₃ (fraction)	Sum (fraction)	Manure Nitrogen Used (corrected for NO _x and NH ₃ emissions), F _{AW} (kg N/yr)
				$F = 1 - (B + C + D)$	$F = (A \times E)$
2,031,811.42	0	0.02	0.2	0.78	1,584,812.91

MODULE		AGRICULTURE				
SUBMODULE		AGRICULTURAL SOILS				
WORKSHEET		4-5B (SUPPLEMENTAL)				
SHEET		1 OF 1 NITROGEN INPUT FROM CROP RESIDUES				
COUNTRY		Mexico				
YEAR		1998				
A	B	C	D	E	F	G
Production of non - N - Fixing Crops (kg dry biomass/yr)	Fraction of Nitrogen of non - N - Fixing Crops, (kg N/kg dry biomass)	Production of Pulses and Soybeans (kg dry biomass/yr)	Fraction of Nitrogen in N-Fixing Crops, (kg N/kg dry biomass)	One minus the Fraction of Crop Residue Removed From Field, (fraction)	One minus the Fraction of Crop Residue Burned (fraction)	Nitrogen Input from Crop Residues, F _{CR} (kg N/yr)
						$G = 2 \times (A \times B + C \times D) \times E \times F$
52793560050	0.015	1579685010	0.03	0.55	0.9	830,901,011.54

MODULE	AGRICULTURE			
SUBMODULE	AGRICULTURAL SOILS			
WORKSHEET	4-5			
SHEET	2 OF 5 DIRECT NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM CULTIVATION OF HISTOSOLS			
COUNTRY	Mexico			
YEAR	1998			
	D Area of Cultivated Organic Soils F_{OS} (ha)	E Emission Factor for Direct Soil Emissions EF_2 (kg N ₂ O-N/ha/yr)	F Direct Emissions from Histosols (Gg N ₂ O-N/yr)	G Total Direct Emissions of N ₂ O (Gg)
			$F=(D \times E)/1\ 000\ 000$	$G = (C+F)[44/28]$
Subtotal	0	7.5	0.00	28.21

MODULE	AGRICULTURE		
SUBMODULE	AGRICULTURAL SOILS		
WORKSHEET	4-5		
SHEET	3 OF 5 NITROUS OXIDE SOIL EMISSIONS FROM GRAZING ANIMALS - PASTURE RANGE AND PADDOCK		
COUNTRY	Mexico		
YEAR	1998		
Animal Waste Management System (AWMS)	A Nitrogen Excretion $N_{ex(AWMS)}$ (kg N/yr)	B Emission Factor for AWMS EF_3 (kg N ₂ O-N/kg N)	C Emissions Of N ₂ O from Grazing Animals (Gg)
			$C = (A \times B)[44/28]/1\ 000\ 000$
Pasture range & paddock	1,313,376.95	0.02	0.04

MODULE	AGRICULTURE							
SUBMODULE	AGRICULTURAL SOILS							
WORKSHEET	4-5							
SHEET	4 OF 5 INDIRECT NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM ATMOSPHERIC DEPOSITION OF NH ₃ AND NO _x							
COUNTRY	Mexico							
YEAR	1998							
Type of Deposition	A Synthetic Fertiliser N Applied to Soil, N _{FERT} (kg N/yr)	B Fraction of Synthetic Fertiliser N Applied that Volatilizes Frac _{GASFS} (kg N/kg N)	C Amount of Synthetic N Applied to Soil that Volatilizes (kg N/kg N)	D Total N Excretion by Livestock N _{EX} (kg N/yr)	E Fraction of Total Manure N Excreted that Volatilizes Frac _{GASM} (kg N/kg N)	F Total N Excretion by Livestock that Volatilizes (kg N/kg N)	G Emission Factor EF ₄ (kg N ₂ O–N/kg N)	H Nitrous Oxide Emissions (Gg N ₂ O–N/yr)
			C = (A x B)			F = (D x E)		H = (C + F) x G / 1 000 000
Total	565451406	0.1	56,545,140.60	2,031,811.42	0.2	406,362.28	0.01	0.57

MODULE	AGRICULTURE						
SUBMODULE	AGRICULTURAL SOILS						
WORKSHEET	4-5						
SHEET	5 OF 5 INDIRECT NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM LEACHING						
COUNTRY	Mexico						
YEAR	1998						
	I Synthetic Fertiliser Use N_{FERT} (kg N/yr)	J Livestock N Excretion N_{EX} (kg N/yr)	K Fraction of N That Leaches $\text{Fra}_{\text{LEACH}}$ (kg N/kg N)	L Emission Factor EF_5	M Nitrous Oxide Emissions From Leaching (Gg N_2O -N/yr)	N Total Indirect Nitrous Oxide Emissions (Gg N_2O /yr)	O Total Nitrous Oxide Emissions (Gg)
					$M = (I + J) \times K \times L / 1\,000\,000$	$N = (H + M)[44/28]$	$O = (G + C + N)$ (G from Worksheet 4-5, sheet 2, Step 4; C from Worksheet 4-5, sheet 3, Step 5; N from Worksheet 4-5, sheet 5, Step 8).
Total	565,451,406.00	2,031,811.42	0.3	0.025	4.26	7.58	35.83

Apéndice B

Notas Sobre Incertidumbre

Ganado

La incertidumbre sobre la estructura del hato es del 6% (González 1994) y la incertidumbre sobre la distribución climática fue evaluada en 10% (González 1994). Por lo anterior la incertidumbre en la información sobre la población de ganado, total o por estados se considera del 12%.

Para los factores de emisión por fermentación entérica de ganado bovino se toma la incertidumbre de los factores de emisión por defecto del Nivel 1. Estos se obtuvieron aplicando la metodología del Nivel 2 a un animal típico por región o continente. En nuestro caso se obtuvieron las características de un animal típico por función que representa un promedio ponderado del hato por forma de producción y por edad (masa).

Para los factores de emisión por desechos de ganado bovino también se toma la incertidumbre de los factores de emisión por defecto por la misma razón que la anterior, los promedios ponderados se toman a partir de los factores de emisión obtenido experimentalmente (González 1999).

A pesar de contar con algunos factores de emisión experimentales en México (Longoria-Ramírez R. 2000), para las emisiones de óxido nitroso se usaron los factores de emisión por defecto con sus incertidumbres asociadas dado que la base de datos es aún muy limitada para generalizar a nivel nacional. La GBPMI propone una incertidumbre combinada de actividad y factores de emisión del 50%.

Cultivos

Para la quema de desechos agrícolas solo se reportan las emisiones para el cultivo de la caña de azúcar. La incertidumbre por defecto es del 20%. En México la quema in situ de desechos agrícolas no es una práctica muy extendida, aunque se aplica, pero no hay información disponible sobre ello.

Para las emisiones directas del óxido nitroso por la aplicación de fertilizantes la incertidumbre por defecto para los factores de emisión se considera del 25%.

Apéndice C

Notas Sobre Aseguramiento y Control de Calidad

Datos utilizados para los sectores de agricultura del Inventario

Población ganadera en México (cabezas)

Bovinos

	1993	1994	1995	1996	1997
Total nacional	34,414,611	35,198,983	33,772,941	33,099,289	29,022,231

Fuente: Anuarios estadísticos estatales INEGI

Bovinos para carne

	1993	1994	1995	1996	1997
Total nacional	31,004,875	31,401,529	29,637,220	28,601,344	29,051,098

Fuente: SAGAR

Ovinos

	1993	1994	1995	1996	1997
Total nacional	6,253,396	6,196,003	6,252,638	6,032,464	5,657,595

Fuente: Anuarios estadísticos estatales INEGI

Caprinos

	1993	1994	1995	1996	1997
Total nacional	10,306,611	9,701,959	9,709,981	8,861,685	8,846,569

Fuente: Anuarios estadísticos estatales INEGI

Porcinos

	1993	1994	1995	1996	1997
Total nacional	16,059,226	15,813,971	15,269,232	14,874,583	13,967,012

Fuente: Anuarios estadísticos estatales INEGI

Caballos, asnos y mulas

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Asnos	3,190,000	3,200,000	3,230,000	3,250,000	3,250,000	3,250,000	3,250,000
Caballos	6,185,000	6,190,000	6,200,000	6,250,000	6,250,000	6,250,000	6,250,000
Mulas	3,210,000	3,220,000	3,250,000	3,270,000	3,270,000	3,270,000	3,270,000

Fuente: SIACOM

Ave total (carne y huevo)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Total nacional	301,020,781.00	299,868,889.00	326,520,710.00	327,365,640.00	0.00	0.00

Fuente: SIACOM

Producción agrícola (ton)

Cultivos no fijadores de nitrógeno

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Total cereales	22,085,058.00	22,802,758.00	22,232,124.00	21,919,048.62	21,883,483.00	22,242,280.28
Total forrajes	13,051,336.00	13,548,993.00	14,205,016.00	18,582,319.08	17,292,391.00	23,238,664.60
Total hortalizas	5,841,395.00	5,204,273.00	5,974,433.00	6,414,250.12	7,234,020.49	7,830,537.73
Total industriales	712,148.00	737,649.00	1,179,219.00	1,424,851.70	1,206,374.00	1,198,904.94
Total legumbres secas	107,421.00	79,644.00	116,077.00	223,112.00	201,118.00	98,468.69
Total oleaginosas	95,632.00	94,323.00	144,788.00	242,712.50	194,120.00	203,485.51
Total otros	137,701.00	116,253.00	87,837.00	138,711.70	11,800.00	37,143.00
Total tubérculos	1,170,559.00	1,204,425.00	1,301,903.00	1,319,949.16	1,378,017.00	1,336,311.86

Fuente: SIACOM

Cultivos fijadores de nitrógeno

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Chícharo	36,265.00	35,734.00	39,894.00	56,765.70	45,710.50	40,471
Chícharo (semilla)					200.00	
Ejote	36,898.00	41,594.00	55,083.00	63,039.30	67,305.00	49,940.85
Haba verde	46,628.00	42,463.00	40,297.00	55,673.76	53,536.00	49,925.42
Arvejón	2,484.00	2,557.00	2,082.00	2,474.30	2,377.00	1,329.61
Haba grano	7,805.00	7,510.00	16,850.00	8,563.76	5,962.00	3,233.25
Lenteja	9,706.00	10,109.00	11,509.00	8,243.00	8,087.00	2,953.87
Soya	497566	522,583.00	189,774.00	56,074.00	184,526.00	150,295.80
Soya (semilla)		11.00		132.00		
Frijol	1287573	1,364,239.00	1,270,915.00	1,349,098.14	965,055.74	1,260,657.85
Frijol canario				104.00		
Cacahuete	82600	80,136.00	91,453.00	112,316.88	137,199.70	130,603.39

Fuente: SIACOM

Producción caña de azúcar(Mt)

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
42,930,960.00	40,586,768.00	44,452,952.00	45,080,648.00	45,219,512.00	48,895,256.00	46,000,000.00

Fuente: FAO

Fertilizantes (Mt)

Item	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Import. De fert. complejos (K2o)						7,200.00	20,000.00	15,000.00
Prod. fertilizantes de nitrógeno	1,453,300.00	1,345,600.00	1,262,000.00	1,268,100.00	1,314,000.00	1,487,400.00	1,287,900.00	1,137,400.00
Import. fertilizantes de nitrógeno		64,500.00	182,000.00	187,200.00	48,000.00	134,000.00	231,100.00	460,900.00
Prod.otros fertilizantes de nitrógeno	315,000.00	263,000.00	260,000.00	171,000.00	166,000.00	175,400.00	197,300.00	117,000.00
Import. Otros fertilizantes de nitrógeno			1,300.00	9,900.00	48,300.00			
TOTAL	1,768,300.00	1,673,100.00	1,705,300.00	1,636,200.00	1,576,300.00	1,804,000.00	1,736,300.00	1,730,300.00

Fuente: FAO

Arroz de riego

Superficie Sembrada (Ha.)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Total nacional ha	28,022	43,366	43,439	39,494	53,304	41,558
Total nacional riego sin tierras altas ha	27,772	43,171	43,169	39,131	52,888	41,068

Fuente: SIACOM

Arroz de temporal Año Agrícola

Superficie Sembrada (Ha.)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Total nacional ha	37,343	56,008	49,183	55,277	65,082	67,777

Fuente: SIACOM

Parte de la información que se incluye a continuación se encuentra en un archivo Excel 97 que se adjunta a este informe (Calculos good practice 3.XLS). Ese archivo se utilizó para calcular las emisiones del sector para el inventario de 1990. A partir de 1994 ya no se pudo dar seguimiento a esa información. Se asume que la estructura del hato no ha cambiado desde entonces. Esta suposición se volverá obsoleta con el paso del tiempo y la estructura del hato deberá actualizarse. Este archivo es necesario para estimar los factores de emisión por fermentación entérica de ganado bovino.

CLIMAS

RELACION PORCENTUAL CLIMA-SUPERFICIE EN MEXICO POR REGIONES Y GRUPOS DE CLIMAS SEGUN SUS TEMPERATURAS.					
TEMPERATURA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
T > 25 C	6.38	6.32	69.42	96.92	24.67
15 C < T < 25 C	12.85	61.65	25.07	0.00	20.10
T < 15 C, ó ARIDOS	80.77	32.04	5.52	3.08	55.23
SUMA	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Distribución de la población y masa de bovinos por edad y función

		Masa ponderada por estrato y región					
		%	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
CARNE (%)	0-1 AÑOS	21.22	33.69	32.16	33.50	32.41	32.94
	1-2 AÑOS	16.50	41.29	46.20	41.18	47.79	44.11
	2-3 AÑOS	13.84	46.04	49.46	46.97	55.76	49.56
	+3 AÑOS	5.60	24.32	24.98	24.24	26.48	25.01
	VIENTRES	42.84	168.53	168.86	157.84	184.01	169.81
TOTAL		100.00	313.87	321.65	303.74	346.45	321.43

		Masa ponderada por estrato y región					
		%	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
LECHE (%)	0-1 AÑOS	22.63	90.86	89.40	82.83	82.79	86.48
	1-2 AÑOS	10.86	34.85	35.76	33.04	34.41	34.37
	2-3 AÑOS	11.90	17.47	17.87	18.53	19.45	18.33
	+3 AÑOS	4.61	11.54	12.91	11.51	13.35	12.33
	VIENTRES	50.00	166.40	184.44	180.99	169.93	175.44
TOTAL		100.00	321.12	340.39	326.90	319.93	326.94

CONSTANTES

CONSTANTES USADAS EN EL CALCULO DE LAS EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, SEGUN EL IPCC/OECD.

SISTEMA	Factor de Emisión por clima			BoXMFC				%climas			factor de emisión ponderado
	FRIO/ARI DO	TEMPLA DO	CALIDO	FRIO/ARIDO	TEMPLADO	CALIDO		frio	temp	calido	
INT. CDP 0.064	0.230	0.430	1.310	0.015	0.028	0.084		24.67	20.10	55.23	
INT. L 0.188	0.230	0.433	1.310	0.043	0.081	0.246	leche	0.016	0.127	0.274	
S- 0.038	0.100	6.750	7.940	0.004	0.257	0.303	carne	0.021	0.102	0.475	
INT.CDP											
S-INT. L 0.037	0.100	6.750	7.940	0.004	0.250	0.294	leche	0.004	0.025	0.152	0.181
EXT. CDP 0.045	0.020	1.040	6.060	0.001	0.046	0.270	carne	0.005	0.020	0.263	0.288
EXT. L 0.047	0.020	1.040	6.060	0.001	0.049	0.283					

Fuente: tesis doctoral de Eugenio González (González 1999)

Se supone que el ganado de carne y leche se divide entre las diferentes formas de explotación intensivo, semi intensivo y doble proposito igual que en el 90, porque ya no existe información con ese grado de detalle

Población ganadera en México 1991-1997 (cabezas)							
Bovinos							
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Aguascalientes	188,725	144,800	143,600	140,300	140,450	127,523	107,440
Baja California Norte	181,272	167,739	185,264	184,845	218,894	217,761	176,083
Baja California Sur	173,392	120,670	133,871	140,564	144,952	143,021	146,254
Coahuila	767,023	711,950	742,912	766,593	590,628	467,910	419,338
Chihuahua	1,942,086	2,223,550	2,130,424	1,661,627	1,131,003	1,343,812	1,301,491
Durango	1,102,045	1,274,816	1,334,714	1,350,570	1,491,002	1,351,775	1,035,485
Nayarit	416,099	643,162	665,085	623,284	610,821	612,759	657,860
Nuevo León	694,319	391,839	512,422	577,510	555,506	469,916	457,000
San Luis Potosí	737,663	696,385	919,299	927,200	921,488	943,181	951,716
Sinaloa	1,256,948	2,001,703	1,582,963	1,613,073	1,617,591	1,616,208	1,606,973
Sonora	1,652,771	1,638,402	1,690,383	1,683,476	1,597,193	1,556,617	1,534,041
Tamaulipas	996,354	1,045,789	1,076,247	1,107,357	1,122,219	917,069	1,039,774
Zacatecas	973,357	1,158,421	1,163,426	1,163,118	1,172,340	1,158,740	1,150,004
Colima	173,590	236,247	245,451	255,043	265,030	275,440	167,820
Distrito Federal	18,628	10,200	10,200	9,650	17,300	17,350	21,012
Guanajuato	660,090	854,347	835,100	829,800	812,530	804,180	818,650
Hidalgo	387,382	543,698	551,653	562,815	568,709	556,754	552,234
Jalisco	1,937,174	3,112,404	3,192,523	3,384,005	3,426,222	3,410,624	3,375,119
México	573,823	677,274	629,325	646,250	657,897	670,573	685,520
Michoacán	1,118,772	1,783,980	1,816,910	1,872,521	1,767,826	1,763,189	n.d.
Querétaro	218,935	240,210	236,045	n.d.	238,306	239,495	240,832
Tlaxcala	70,298	89,683	107,714	108,074	110,367	120,919	123,022
Chiapas	1,664,194	2,952,380	2,960,740	2,940,685	2,895,250	2,900,000	1,412,354
Guerrero	888,427	1,306,433	1,208,137	1,213,470	1,217,640	1,377,063	1,430,365
Morelos	128,057	116,358	117,782	118,300	110,150	103,477	104,742
Oaxaca	907,845	3,464,954	1,617,720	1,557,256	1,571,207	1,581,776	1,597,587
Puebla	483,723	544,590	554,276	607,312	623,267	647,623	669,199

Tabasco	1,022,924	1,745,862	1,720,818	1,719,512	1,782,828	1,735,724	1,721,402
Veracruz	2,532,676	4,766,000	4,766,000	4,782,228	4,762,000	4,567,724	4,136,376
Campeche	326,453	n.d.	591,852	619,700	658,368	678,355	648,351
Quintana Roo	56,980	n.d.	105,000	1,130,466	90,720	105,000	116,398
Yucatán	359,837	n.d.	866,755	902,379	883,237	617,731	617,789
Total nacional	24,611,862	34,663,846	34,414,611	35,198,983	33,772,941	33,099,289	29,022,231

Promedios de tres años (cabezas)			
Bovinos			
Estado	1992	1994	1996
Aguascalientes	159,042	141,450	125,138
Baja California Norte	178,092	196,334	204,246
Baja California Sur	142,644	139,796	144,742
Coahuila	740,628	700,044	492,625
Chihuahua	2,098,687	1,641,018	1,258,769
Durango	1,237,192	1,392,095	1,292,754
Nayarit	574,782	633,063	627,147
Nuevo León	532,860	548,479	494,141
San Luis Potosí	784,449	922,662	938,795
Sinaloa	1,613,871	1,604,542	1,613,591
Sonora	1,660,519	1,657,017	1,562,617
Tamaulipas	1,039,463	1,101,941	1,026,354
Zacatecas	1,098,401	1,166,295	1,160,361
Región Norte	11,860,630	11,844,738	10,941,279
Colima	218,429	255,175	236,097
Distrito Federal	13,009	12,383	18,554
Guanajuato	783,179	825,810	811,787
Hidalgo	494,244	561,059	559,232
Jalisco	2,747,367	3,334,250	3,403,988
México	626,807	644,491	671,330
Michoacán	1,573,221	1,819,086	1,765,508
Querétaro	231,730	237,176	239,544
Tlaxcala	89,232	108,718	118,103
Región Centro	6,777,219	7,798,147	7,824,143
Chiapas	2,525,771	2,932,225	2,402,535
Guerrero	1,134,332	1,213,082	1,341,689
Morelos	120,732	115,411	106,123
Oaxaca	1,996,840	1,582,061	1,583,523
Puebla	527,530	594,952	646,696
Tabasco	1,496,535	1,741,053	1,746,651
Veracruz	4,021,559	4,770,076	4,488,700
Región Sur	11,823,299	12,948,859	12,315,918
Campeche	459,153	623,307	661,691
Quintana Roo	80,990	442,062	104,039
Yucatán	613,296	884,124	706,252
Región Sureste	1,153,439	1,949,492	1,471,983
Nacional	31,614,586	34,541,237	32,553,323
Promedios de dos años por falta de información			

Fuente SIACON

Información del Documento

Formato

MARC ,Campo, valor

008/11, País, mx

008/35-37, Idioma, spa

100, Autor, Luis Gerardo Ruiz Suárez, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

110, Autor Institucional, Instituto Nacional de Ecología

245, Título, Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: 94-98

740, Otro título, Agricultura

260, Lugar, editor y fecha, Cd. de México, Ruiz Suárez, L.G., Martínez J., 24/09/2001

300, Descripción física, 63 p

355, Seguridad, 0

400, Serie o colección, Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

520, Resumen, El resumen se debe escribir dentro de este marcador Deberá ser breve, no mayor de 500 palabras, tan informativo como lo permit

650 Temas (palabras extraídas de un thesaurus, no se usa)

653, Palabras clave, INEGEI, agricultura, metano, oxido nitroso, inventario

700, Coautores, Manuel Estrada

e710, Revisor, Elvia Segura, Luis Conde, Israel Laguna

710, Coautores institucionales, Red de Desarrollo Sustentable, Environmental Protection Agency, UNAM

852, Ubicación, Dirección de Cambio Climático, INE, Piso 31

856, Localización electrónica, Buscar en www.ine.gob.mx

270, Dirección, Adrián Fernández, afernand@ine.gob.mx, tel (52) 5624-34-58, fax (52) 5624-35-

84, Dir. G. Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global INE, Av. Revolución 1425, Nivel 8, C.P. 01040. México D.F.

**Parte 6 ; Cambio de Uso de Suelo
y Silvicultura**



**Inventario Nacional
de
Emisiones de Gases
de
Efecto Invernadero
1994 -1998**

**Instituto Nacional de Ecología
Secretaría de Medio Ambiente
y Recursos Naturales**

Dr. Víctor Lichtinger Waismar
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dr. Exequiel Ezcurra
Presidente del Instituto Nacional de Ecología

Dr. Adrián Fernández Bremauntz
*Director General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional
y Global*

Biól. Julia Martínez Fernández
Directora de Investigación sobre Cambio Climático

Fecha: Octubre, 2000.

Resumen

Se presenta el inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero para el sector cambio de uso del suelo y bosques para el año 1996. Los resultados pueden estar sujetos a cambio pues no se ha podido contar con la información actualizada de los patrones de cambio de uso del suelo en México derivada del Inventario Nacional Forestal para el año 2000 que está actualmente en curso.

Para el presente estudio se adaptó la metodología propuesta por el IPCC (1996) a las condiciones particulares del sector forestal de México. El estudio parte de una revisión detallada de la literatura disponible en el país sobre: contenido de carbono para los principales tipos de vegetación y suelos, manejo de bosques nativos, reforestación y plantaciones forestales, uso de los productos forestales y leña. Se analiza también detalladamente el proceso de cambio de uso del suelo en el periodo 1980-1996.

Abstract

The chapter presents the national greenhouse gas emission inventory for the land use change and forestry sector in México for the year 1996. The results are preliminary as it was not possible to use the information about deforestation and land use change patterns from the National Forest Inventory 2000 that is currently under development.

For the present study we adapted the methodology proposed by IPCC (1996) to specific conditions of Mexico. The chapter is the result of an in-depth revision of the locally available literature on: carbon content for the main vegetation and soil types, management of native forests, afforestation and forest plantations, commercial wood products and fuelwood. We analyze in detail the process of land use change in the period 1980-1996.

Our preliminary estimates indicate total net emissions of 42,901 kt C (157,302 kt CO₂). These net emissions are the result of a balance between emissions of 30,020 kt C due to combustion and decay of aboveground biomass lost in the deforestation process. There are additional 24,333 kt C due to emissions from mineral soils. Carbon sequestration reaches 11,452 kt C in managed forests and abandoned lands.

It is difficult to quantify the uncertainty associated to the total emission estimates. Available information is still very poor and fragmented on critical parameters such as: the average carbon content in vegetation and soils by main vegetation type, historic trends about deforestation and biophysical parameters associated to the different emission factors.

Due to the importance of the forestry sector in total country emissions and the high level of uncertainties associated to the current estimates it is essential to substantially increase the research in this area.

Palabras clave: México, deforestación, bosques, suelos, emisiones, captura de carbono

Tabla de Contenido

Resumen.....	ii
Abstract	ii
<i>Palabras clave: México, deforestación, bosques, suelos, emisiones, captura de carbono</i>	<i>ii</i>
Tabla de Contenido	3
Lista de Tablas	4
Lista de Figuras.....	4
6.1. Introducción.....	5
6.2. Método.....	5
6.2.1 Clasificación de la vegetación.....	6
6.2.2 Superficie por tipo de bosque	6
6.2.3 Emisiones y Absorción de Carbono en Bosques Manejados	7
6.2.4 Tasas de Deforestación.....	7
6.2.5 Densidades de Biomasa antes y después del cambio de uso del suelo	8
6.2.6 Emisiones diferidas por cambio de uso del suelo.....	8
6.2.7 Absorción de carbono en tierras abandonadas.....	8
6.2.8 Emisiones por cambio en el contenido de carbono en suelos	8
6.3. Resultados.....	9
6.3.1 Emisiones de Dióxido de Carbono.....	9
6.3.2 Emisiones de otros gases de efecto invernadero	11
6.4. Discusión.....	11
6.5. Conclusiones y recomendaciones	12
Referencias	15
Apéndice A.....	18
Tablas estándar de reporte del PICC	18
Apéndice B.....	31
Notas Sobre Incertidumbre	31
Apéndice C.....	32
Otros ANEXOS.....	32
Información del Documento.....	43

Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Resumen de las emisiones netas de gases de efecto invernadero provenientes del sector forestal de México.....</i>	<i>13</i>
---	-----------

Lista de Figuras

<i>Figura 1. Emisiones totales de CO₂ por tipo de ecosistema (Kt C)</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2. Emisiones netas de GEI provenientes del sector forestal en Kt C</i>	<i>11</i>

6.1. Introducción

Este capítulo presenta las estimaciones preliminares de las emisiones de gases efecto invernadero derivadas del sector forestal y el cambio del uso del suelo en México para el año 1996. Se cuantifican las emisiones de carbono y otros gases de efecto invernadero por categorías de emisión y/o captura.

El trabajo concentra la información más reciente sobre las estimaciones de carbono concernientes al sector forestal en el país y, es el reflejo de un esfuerzo amplio por actualizar las estimaciones del inventario nacional de gases de efecto invernadero realizadas en 1990. Para su desarrollo se adaptó la metodología propuesta por el PICC (IPCC por sus siglas en inglés) (1996) a las condiciones particulares del sector forestal de México. El estudio parte de una revisión detallada de la literatura disponible en el país sobre: contenido de carbono para los principales tipos de vegetación y suelos, manejo de bosques nativos, reforestación y plantaciones forestales, uso de los productos forestales y leña. Se analiza también detalladamente el proceso de cambio de uso del suelo en el periodo 1980-1996. Desafortunadamente a la fecha de cierre del estudio no se pudo contar con las estadísticas de deforestación en el periodo 1993-2000 derivadas del Inventario Nacional Forestal para el año 2000 que está actualmente en curso en la SEMARNAP, por lo que los resultados deberán actualizarse una vez que esta información esté disponible.

Las estimaciones preliminares indican emisiones totales netas de 42,901 kt C (157,302 kt CO₂). Estas emisiones netas son resultado del balance entre emisiones de 30,020 kt C (110.072 kt CO₂) por la combustión y descomposición de biomasa aérea asociada a los procesos de conversión de bosques a otros usos y 24,333 kt C (89,221 ky CO₂) por emisiones derivadas de los suelos minerales y 11,452 kt C (41,991 kt CO₂) de absorción en bosques manejados y tierras abandonadas.

Es difícil cuantificar la incertidumbre asociada a las estimaciones de este estudio pues se tiene todavía información muy fragmentada sobre parámetros críticos para determinar las emisiones del sector. Específicamente, el contenido de carbono promedio en vegetación y suelos por tipo de vegetación, tendencias históricas de los patrones de deforestación, y otros parámetros biofísicos asociados a las emisiones por combustión y descomposición de la biomasa.

Dada la importancia del sector forestal en el total de emisiones del país y el alto nivel de incertidumbre que todavía presentan sus emisiones asociadas, es prioritario reforzar sustancialmente la investigación en el área.

6.2. Método

En este estudio realizamos la estimación de captura de carbono provenientes de la deforestación basándonos en una extensa revisión bibliográfica sobre la cobertura forestal a nivel nacional, las tasas de deforestación, la superficie nacional reforestada, y las plantaciones comerciales y no comerciales. Asimismo, se integraron estudios de caso sobre

el carbono contenido en vegetación (aérea y raíces) y carbono contenido en suelos. Para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero se siguió la metodología propuesta por el IPCC (1996).

Se utilizó prioritariamente la información nacional proveniente de diferentes fuentes oficiales y estudios de caso. La integración de esta información fue tan exhaustiva como fue posible; se usaron valores por defecto propuestos por el IPCC sólo cuando la información local no estuvo disponible. En el estudio se incluyeron todas las categorías principales de bosques en el país tales como bosques templados de pino, templados de latifoliadas, bosque mesófilo, selva perennifolia, selva caducifolia y matorrales xerófilos.

En las siguientes subsecciones se explican los principales supuestos y métodos usados para la obtención de los parámetros más relevantes para el análisis.

6.2.1 Clasificación de la vegetación

La clasificación de la vegetación propuesta por el IPCC no es totalmente adecuada para México por lo que se tuvo que realizar algunas modificaciones. En particular, se realizaron adaptaciones a las categorías sugeridas para las plantaciones forestales y opciones de manejo forestal, pues no existe información detallada para el año 1996 en el país. Específicamente, reclasificamos la información existente para obtener cifras promedio para especies tropicales principalmente (Anexo 6.1).

En lo que concierne a las categorización de las clases forestales, se utilizaron las más representativas del territorio nacional: bosque templado de coníferas, bosque templado de latifoliadas, bosque mesófilo, selva perennifolia, selva caducifolia y matorral xerófilo, cada una incluye un subgrupo de tipos de vegetación (Anexo 6.2). Para lograr integrar la información disponible en estas categorías se partió del sistema de clasificación de la vegetación propuesta en el documento Planeación Territorial y Deforestación 1999 (SEMARNAP, 2000). Se agrupó en “otros” tipos de vegetación, el resto de clases forestales.

6.2.2 Superficie por tipo de bosque

La información oficial sobre la superficie forestal, presenta una serie de inconsistencias derivadas de los criterios usados para clasificar la cobertura vegetal y el tipo de uso del suelo aunados a la escala; esto hace difícil comparar cifras de inventarios anteriores con los recientes.

La meta original del trabajo fue utilizar los datos del nuevo Inventario Nacional Forestal que está actualmente en curso en la SEMARNAP. Sin embargo no se pudo contar con esta información a tiempo por lo que se recurrió a los datos oficiales más actualizados publicados (Proyecto de Planeación Territorial y Deforestación 1999, SEMARNAP, 1999) (Anexo 6.2 y 6.3). Estos datos corresponden al año 1996 y se obtuvieron de un procesamiento de imágenes de satélite a escala 1:1,000,000, por lo que presentan un grado relativamente alto de incertidumbre.

6.2.3 Emisiones y Absorción de Carbono en Bosques Manejados

Los procesos de deforestación y degradación forestal en nuestro país, constituyen la segunda fuente de emisiones de gases de efecto invernadero; sin embargo, los bosques mexicanos tienen un enorme potencial para convertirse en “captadores netos” de carbono bajo una adecuada política de apoyo e implementación de nuevas tecnologías, así mismo, tienen la capacidad de reducir el crecimiento de las emisiones de CO₂ generadas por el sector energético, convirtiéndose en una de las opciones de mitigación más importante a corto y mediano plazo (Sheinbaum y Masera, 2000).

La información necesaria para estimar las emisiones y absorción de carbono en bosques manejados fue agrupada en los anexos 6.4, 6.4.A, 6.4.B y 6.5. Esta información proviene de las estimaciones de la superficie bajo manejo forestal que utiliza la SEMARNAP.

En México más del 95% de los aprovechamientos forestales se realizan sobre bosques nativos. Existen tres grandes sistemas de manejo: a) el manejo selectivo tradicional de bosques templados (principalmente bosques de pino y pino-encino); b) el manejo selectivo mejorado de bosques templados y c) el manejo selectivo de selvas (básicamente selvas perennifolias). En este estudio se estima asimismo una superficie bajo manejo para leña, al ser esta última el producto forestal de mayor demanda en el país. Se supone que toda la superficie bajo extracción de leña se maneja bajo métodos tradicionales.

6.2.4 Tasas de Deforestación

Al igual que para la superficie forestal, se tenía inicialmente como meta utilizar los datos del nuevo Inventario Nacional Forestal del año 2000. Sin embargo, ante la imposibilidad de contar con esta información a tiempo se tuvo que recurrir a los datos oficiales del Proyecto Planeación Territorial y Deforestación 1999, el cual compara las superficies forestales por categorías en dos años separados por un periodo de 16 años (1980 y 1996) a escala 1:1,000,000. La diferencia de área en cada categoría promediada para los 16 años, se tomó como la tasa promedio de cambio para el año 1996. Ante la ausencia de información más detallada, esta misma tasa se utilizó como el promedio anual de los 10 años anteriores y de los 20 años anteriores (Anexo 6.3).

En el análisis de deforestación no se incorporó la categoría de “otros tipos de vegetación” pues resultó imposible asignarle densidades de biomasa. Las cifras totales obtenidas (626,000 ha/año de pérdida) resultan congruentes en lo global con otros estudios detallados conducidos con anterioridad en el país (Masera et al. (1997) mencionan una tasa de deforestación, sin incluir incendios, de 670,000 ha para mediados de los años ochenta). Sin embargo, algunas categorías particulares de vegetación presentan tendencias incongruentes, dada la escala de análisis. Específicamente, el estudio reporta un crecimiento neto de la superficie de encinares –que por lo tanto quedaron excluidas del análisis de emisiones por cambio de uso del suelo- y una tasa de deforestación relativamente baja para las selvas

caducifolias. Estas cifras, deberán por lo tanto actualizarse tan pronto se tenga acceso a los datos del nuevo inventario forestal nacional.

6.2.5 Densidades de Biomasa antes y después del cambio de uso del suelo

Para este segundo inventario se contó con información de estudios de caso en los que se realizaron mediciones directas de carbono en vegetación y suelos para tres de los cinco principales tipos de vegetación (Anexo 6.6). Estos estudios se utilizaron, en conjunto con información del inventario previo, para estimar las densidades promedio de biomasa antes de la deforestación para cada tipo de vegetación y uso del suelo.

Para obtener las densidades de biomasa después del cambio de uso del suelo se realizó un análisis de las proporciones de cada tipo de vegetación que se convierten a cada uso alternativo (agricultura, pastizales, tierras degradadas). Posteriormente se obtuvo un promedio ponderado por tipo de vegetación, mismo que representa la biomasa promedio del área deforestada (Anexo 6.7 y 6.8).

En las secciones correspondientes a manejo forestal, las densidades de biomasa se estimaron a través de los factores de expansión para convertir el volumen comercial en biomasa total, mismos que se mantuvieron con respecto al inventario anterior (Anexo 6.1).

6.2.6 Emisiones diferidas por cambio de uso del suelo

Para estas emisiones se asumió que las tasas de deforestación promedio de 10 años son similares a las actuales. Los factores de emisión asociados al decaimiento de la biomasa se tomaron del inventario anterior y de los valores por defecto sugeridos por el IPCC (Hoja de Trabajo 5.2 y Anexo 6.3).

6.2.7 Absorción de carbono en tierras abandonadas

Hasta el momento la información que se tiene acerca de la absorción de carbono en tierras abandonadas es incipiente en el país. Se estimó el contenido de carbono en la biomasa aérea en este tipo de tierras como una proporción de la densidad de carbono de la vegetación original. Asimismo, se realizó una proyección del incremento anual de la vegetación (Anexo 6.9) en función del tiempo estimado para alcanzar cierta proporción de la biomasa total.

6.2.8 Emisiones por cambio en el contenido de carbono en suelos

La superficie por tipo de suelos dominante de México, fue estimada en la oficina del Inventario Nacional de Suelos, de la Dirección General de Conservación y Restauración de

Suelos, de la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, a partir de datos cartográficos del INEGI (Anexo 6.10).

Dentro de cada tipo de vegetación, y de acuerdo con los criterios establecidos por el IPCC, se establecieron 4 tipos de sistemas de manejo de los suelos: Vegetación, Pastizal, Agrícola y Otros. Dentro de cada sistema de manejo se colocaron 6 grandes tipos de suelos: Muy activos, Poco activos, Arenosos, Volcánicos, Pantanosos y Otros. Los sistemas de manejo de los suelos no categorizados dentro de vegetación, pastizal o agrícola, se integraron dentro de una sección denominada “otros tipos de sistemas de manejo” (Anexo 6.11 y 6.12).

No existe todavía en el país una base de datos con los contenidos de carbono promedio por principal clase de suelo, tipo de vegetación original y uso del suelo alternativo. Por esta razón, las estimaciones del presente inventario tienen una gran incertidumbre y deben verse como una primera aproximación.

Para conocer el contenido del carbono en los suelos de cada uno de los tipos de suelos dentro de cada sistema de manejo se tomaron los valores por defecto del Cuadro 5-11 sugeridos en el manual de referencia del IPCC (1996) y se ajustaron de acuerdo a las condiciones en el país. Consecuentemente, los valores para “bosques” se tomaron de la fila denominada “warm temperate dry”; los valores para “selvas altas” de la fila “tropical moist (short dry season)”; los valores para “selvas bajas” de la fila “tropical moist (long dry season)” y los valores para “matorral” de la fila “tropical dry”. Los valores para otros tipos de suelos se obtuvieron de una media ponderada; es decir promediando el valor de aquellos suelos presentes en cada sistema de manejo.

La metodología del IPCC requiere que se conozca el tipo de suelo afectado por los procesos de deforestación. Esta información no está disponible actualmente en el país. Por el momento, y como una primera estimación, se trabajó exclusivamente con los probables cambios en contenido de carbono del área convertida a agricultura, dejando para posteriores estudios el análisis de los cambios en contenido de suelos debidos a pastizales y otros usos alternativos del suelo.

6.3. Resultados

6.3.1 Emisiones de Dióxido de Carbono

Las tasas de deforestación en México utilizadas en este estudio para el año 1996, parte de un intervalo que va de las 65 Kha para bosques templados, 249 Kha para selvas y 311 Kha para matorrales (Anexo 6.3). La deforestación total de las clases de vegetación incluidas en este estudio es de 626 Kha/año.

Las tablas 5.1 a 5.5 del Apéndice A muestran las emisiones de carbono para cada categoría propuesta por el IPCC en la metodología de 1996. La Tabla 1 y las Figuras 1 y 2 presentan el resumen de las emisiones por distintos tipos de vegetación y procesos de emisión/absorción.

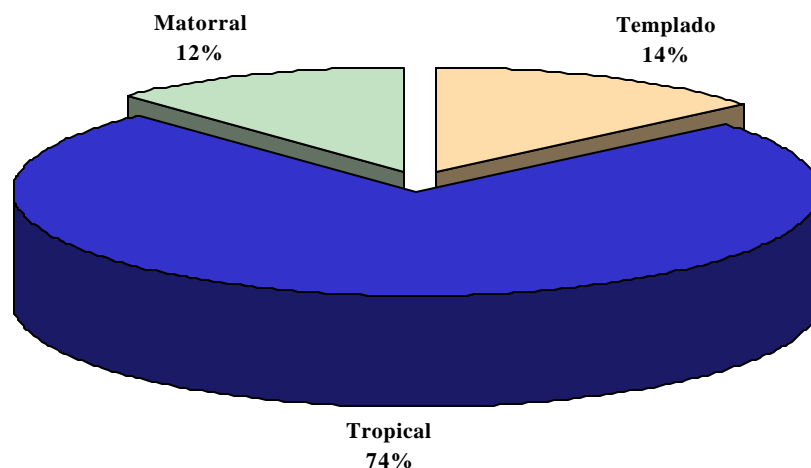


Figura 1. Emisiones totales de CO₂ por tipo de ecosistema (Kt C)

Las emisiones totales anuales de carbono fueron de 54,353 Kt C (157,302 Kt CO₂), de las cuales 30,020 Kt C fueron procedentes de las emisiones derivadas de la deforestación y 24,533 Kt C de carbono correspondieron a emisiones por pérdida de carbono en suelos (Tabla 1 y Figura 2).

La absorción anual de carbono total fue estimada en 11,452 Kt C, dividida en 8,238 KtC por bosques bajo manejo y 3,214 Kt C por tierras abandonadas en los bosques bajo manejo (Tabla 1 y Figura 2).

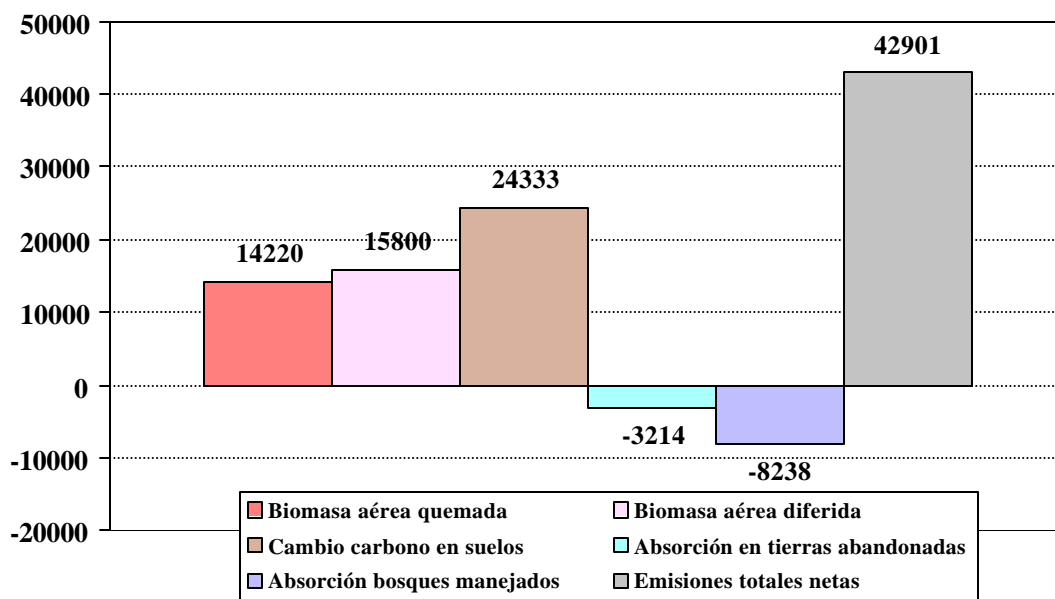


Figura 2. Emisiones netas de GEI provenientes del sector forestal en Kt C

6.3.2 Emisiones de otros gases de efecto invernadero

Las emisiones de otros gases de efecto invernadero fueron de 184 Kt de CH₄, 1,613 Kt de CO, 1 Kt de N₂O y 46 de NO_x, (Tabla 1 y Tabla 5.9 del Apéndice A).

6.4. Discusión

Las emisiones netas totales obtenidas para el sector forestal en este informe (157,302 Kt CO₂) son substancialmente mayores que las obtenidas para el inventario de 1990 (111, 784 Kt CO₂ para la estimación alta). Este aumento se debe fundamentalmente a una estimación mayor de las emisiones de carbono derivadas de los suelos y a una estimación más conservadora de la absorción de carbono en bosques abandonados.

Como indicamos en la sección de métodos estos resultados son preliminares y, por tanto, deben tomarse con cautela. Por una parte, en el estudio no se tuvo acceso a la información más actualizada y detallada sobre los procesos de cambio de uso del suelo en el país. Por otra parte, en lo que respecta a las emisiones de carbono provenientes de los suelos, se encontraron grandes dificultades para completar la información que la requiere la metodología del IPCC revisada en 1996. Es indispensable realizar mayores esfuerzos de investigación y toma de datos para poder reducir las incertidumbres actuales de las emisiones del sector forestal.

6.5. Conclusiones y recomendaciones

A través de la revisión efectuada para el presente inventario surgen varias prioridades futuras de investigación a fin de obtener estimaciones más precisas:

- Estandarizar la clasificación de los tipos de vegetación y uso del suelo del país en las diferentes dependencias oficiales para evitar discrepancias.
- Mejorar las estimaciones acerca de las tasas de deforestación por tipo de vegetación. Estos datos deberán estar disponibles próximamente a partir del Inventario Nacional Forestal para el año 2000.
- Obtener información más precisa acerca de las tasas de crecimiento e incremento medio anual de la biomasa aérea de las especies utilizadas en plantaciones comerciales y en bosques naturales.
- Cuantificar la evolución de la superficie y el incremento medio anual de la biomasa aérea en tierras abandonadas de mediano y largo plazo, para conocer más precisamente su captura o emisión anual de carbono.
- Concentrar mayores esfuerzos en la clasificación y cuantificación del contenido de carbono en los suelos del país. Es necesario también conocer la captura de carbono bajo situaciones experimentales de suelos encalados.

Tabla 1. Resumen de las emisiones netas de gases de efecto invernadero provenientes del sector forestal de México

TIPO DE ECOSISTEMA	EMISIONES PROCEDENTES DE LA DESFORESTACION					EMISIONES TOTALES (Kt C)	ABSORCION EN TIERRAS ABANDONADAS (Kt C)	ABSORCION/ EMISION EN BOSQUES MANEJADOS (Kt C)	ABSORCION TOTAL (Kt C)	EMISIONES TOTALES NETAS (Kt C)	EMISIONES TOTALES NETAS (Kt CO2)	GASES DISTINTOS DEL CO2	EMISIONES DE OTROS GASES POR LA QUEMA DE BOSQUES DESFORESTADOS (Kt)
	BIOMASA AEREA QUEMADA (Kt C)	BIOMASA AEREA DIFERIDA (Kt C)	CAMBIO NETO DEL CARBONO EN SUELOS										
			MINERAL (Gg/año)	ORGANICO (Gg/año)	CALCAREO (Gg/año)								
Templado	1,988	2,209				4,196	-1,277					CH4	184
Tropical	10,534	11,705				22,239	-1,603					CO	1,613
Matorral	1,698	1,886				3,584	-334					N2O	1
Total	14,220	15,800	24,333	s.d.	s.d.	54,353	-3,214	-8,238	-11,452	42,901	157,302	NOx	46

Agradecimientos

Este reporte es resultado de un gran esfuerzo colectivo. Queremos agradecer a todas las personas que nos facilitaron información detallada para poder integrar el inventario. Específicamente, agradecemos a las direcciones del PRONARE, PRODEPLAN, PRODEFOR, la Dirección General de Suelos por la información que nos fue proporcionada. Específicamente, queremos agradecer la información sobre tasas de deforestación brindada por Bernard Herrera y Magdalena García-Rendón y la información sobre superficie por tipos de suelos brindada por José Luis García Rodríguez. Agradecemos también el apoyo de Anthony Challenger.

Referencias

- Cannell, M. G. R., 1982. *World forest Biomass and primary production data*. Academic Press, London, UK.
- Castellanos, J., J.M. Maass & J. Kummerow. 1991. Root biomass of a tropical deciduous forest. *Plant and Soil* 24: 270-274.
- CNIF. 1993. *Memoria Estadística*. Cámara Nacional de la Industria Forestal. México.
- CNIF. 1996. *Memoria Estadística*. Cámara Nacional de la Industria Forestal. México.
- De Jong, B., M. A. Cairns, N. Ramírez-Marcial, S. Ochoa-Gaona, J. Mendoza-Vega, P.K. Haggerty, M. González-Espinosa, and I. March-Mifsut. 1997. *Land-use Change and Carbon Flux Between the 1970s and 1990s in the Central Highlands of Chiapas, Mexico*.
- Díaz Jiménez, R.2000. Consumo de Leña en el Sector Residencial de México. Evolución Histórica y Emisiones de CO₂. Tesis de Maestría en Ingeniería Energética. Facultad de Ingeniería, UNAM. México, D.F.
- Dirección de aprovechamiento forestal. 2000. *Superficie nacional forestal sujeta a manejo para el año 2000*. SEMARNAP. México.
- Dirección General Forestal. 1998. *Principales proyectos de plantaciones forestales comerciales en desarrollo en México en 1998*. SEMARNAP. México.
- Hughes, R.F., J.B. Kauffman, and V.J. Jaramillo. 1999. Biomass, carbon, and nutrient dynamics of secondary forests in a humid tropical region of Mexico. *Ecology* 80(6): 1892-1907.

- Hughes, R.F., J.B. Kauffman, and V.J. Jaramillo. 2000. Ecosystem-scale impacts of deforestation and land use in a humid tropical region of Mexico. *Ecological Applications* 10: 515-527.
- IPCC. 1996. *Directrices del IPCC para los inventarios de gases de efecto invernadero, Versión revisada en 1996*: Libro de trabajo.
- IPCC. 1996. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories: Reference Manual*.
- Masera, O., M.J. Ordoñez, and R. Dirzo. 1997. Carbon Emissions From Mexican Forests: the Current Situation and Long-Term Scenarios. *Climatic Change* 35: 265-95.
- Masera, O.R., A.D. Cerón, y Antonio Ordóñez, 2000. "Forestry Mitigation Options for México: Finding Synergies Between National Sustainable Development Priorities and Global Concerns". En prensa en *Mitigation and Adaptation Strategies for Climate Change*: Special Issue on Land Use Change and Forestry Carbon Mitigation Potential and Cost Effectiveness of Mitigations Options in Developing Countries.
- Ordóñez, A. 1998. *Estimación de la Captura de Carbono en un Estudios de Caso para Bosque Templado: San Juan Nuevo, Michoacán*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, Ciudad de México.
- Ordóñez, A. y J. Escandón. 1999. *Estimación preliminar del contenido de carbono para el Ajusco medio*. Instituto de Ecología-Instituto de Ingeniería, UNAM.
- Ordóñez, A., O. Masera y V. Jaramillo. 1998. *Estimación del contenido de carbono en la biomasa aérea, mantillo, suelos y raíces de los bosques de mesa y de pino-encino en El Carricito, en la Sierra Madre occidental*. Instituto de Ecología, UNAM.
- Ordóñez, A. 1999. *Captura de Carbono en un Bosque Templado, el Caso de San Juan Nuevo, Michoacán*. México, D.F. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. México DF. Junio. 72 pag.
- PRODEPLAN. 1999. *Programa de apoyos para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales: primera licitación y segunda licitación*. SEMARNAP. México.

Renteria, L. 1997. *Biomasa y almacenes de carbono radical en tres comunidades vegetales en la costa de Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

SARH. 1992. *Inventario Nacional Forestal de Gran Visión*. SARH. México.

SEMARNAP, Instituto Nacional de Ecología, and Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 1995. *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para México*. México, D.F.: SEMARNAP-INE-PNUMA.

SEMARNAP. 2000. *Sistema Nacional de Información Forestal*. SEMARNAP. México.

SEMARNAP-Universidad Autónoma Chapingo. 1999. *Proyecto planeación territorial y deforestación*. SEMARNAP. México.

Sheinbaum, C. y O.R. Masera 2000. "Mitigating Carbon Emissions while Advancing National Development Priorities. The Case of Mexico". En prensa en **Climatic Change** (Diciembre).

Apéndice A

Tablas estándar de reporte del PICC

MODULO	CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES				
SUBMODULO	CAMBIOS EN LA BIOMASA DE BOSQUES Y OTROS TIPOS DE VEGETACION LEÑOSA				
HOJA DE TRABAJO	5-1				
HOJA 1 DE 3					
PASO 1					
	A Superficie de las existencias de bosques/biomasa (Kha)	B Tasa de crecimiento anual (t ms / ha)	C Incremento anual de la biomasa (kt ms)	D Fracción de carbono de la materia seca	E Incremento total de la absorción de carbono (kt C)
			C= (AxB)		E= (Cx D)
Bosque templado de coníferas (Manejo tradicional)	3,380	1.28	4,309	0.45	1,939
Bosque templado de coníferas (Manejo mejorado)	2,817	5.95	16,759	0.45	7,542
Plantaciones	34	12.75	434	0.45	195
Selva perennifolia	321	2.94	943	0.45	424
Selva caducifolia	0	4.95	0	0.45	0
Matorral	0	0	0	0.45	0
Leña *	15,930	1.28	20,311	0.45	9,140
Reforestación	358	3.46	1,239	0.45	557
Sub-total	22,840	32.597	43,995		19,798
Árboles en zonas no boscosas (Especificar tipo)	A Número de árboles (miles de árboles)	B Tasa de crecimiento anual (Kt ms/1000 árboles)			
	0	0			0
				Total	19,798

Notas de la Hoja de Trabajo 5-1

- 1) Valores propuestos por el IPCC
 - * Leña: Aérea aproximada de cosecha considerando el aumento leña que es consumida sobre una base sustentable. Se asume que las tasas de crecimiento forestal son las mismas que corresponden al manejo tradicional de los bosques de coníferas.
- 2) Memoria estadística CNIF, 1996
- 3) Promedio de los factores de expansión de Cannell, 1982 y IPCC, 1996.
- 4) Díaz, R. (2000). El Total de leña consumido es de 33,851,719 millones de m³ por año, asumiendo una densidad de madera promedio de 0.6 t/m³
- 5) La madera es usada para la subsistencia como cocinar, calefacción, etc., sin embargo, no existen datos estadísticos del consumo por estado
- 6) Madera retirada por la deforestación y sustraída del total
- 7) Ver Anexo 5.4.B.
- 8) Ver Anexo 5.1.
- 9) s.d. Significa que no existen datos reportados para esa categoría
- 10) Solo se toman los valores totales para efectuar los cálculos, debido a la carencia de información por especies.

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES						
SUBMODULO		CAMBIOS EN LA BIOMASA DE BOSQUES Y OTROS TIPOS DE VEGETACION LEÑOSA						
HOJA DE TRABAJO		5-1						
HOJA		2 DE 3						
		PASO 2						
Categorías de cosechas (especificar)	F	G	H	I	J	K	L	M
	Cosecha comercial (1000 m ³ en rollo)	Relación de conversión/expansión de la biomasa (t ms/m ³)	Total de la biomasa extraída durante cosecha comercial (kt ms)	Consumo total de leña (kt ms)	Total de los otros usos de la madera (kt ms)	Consumo total de la biomasa (kt ms)	Madera extraída por la tala de los bosques (kt ms)	Consumo total de biomasa de las existencias forestales (kt ms)
			H= (FxG)			K= (H+I+J)		M= (K-L)
Pino	5,783	1.76	10,193	1,016	s.d.	11,209		
Oyamel	140	1.76	247	0	s.d.	247		
Otras coníferas	63	1.76	110	1,016	s.d.	1,126		
Encino	579	1.76	1,020	7,109	s.d.	8,129		
Otras latifoliadas	78	1.76	137	1,016	s.d.	1,152		
Subtotal	6,642		11,707	10,156		21,863		
Tropicales preciosas	32	1.69	54	0	s.d.	54		
Tropicales comunes	169	1.69	286	7,109	s.d.	7,395		
Otras tropicales	0	1.69	0	3,047	s.d.	3,047		
Subtotal	201		341	10,156	s.d.	10,496		
Totales	6,844		12,048	20,311		32,359	6,671	25,688

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES			
SUBMODULO		CAMBIOS EN LA BIOMASA DE BOSQUES Y OTROS TIPOS DE VEGETACION LEÑOSA			
HOJA DE TRABAJO		5-1			
HOJA		3 DE 3			
		PASO 3		PASO 4	
Categorías de cosechas (especificar)	N	O	P	Q	
	Fracción de carbono	Liberación anual de carbono (kt C)	Absorción (+) o liberación (-) neta anual de carbono (kt C)	Convertir a liberación (-) o absorción (+) anual de CO2 (Gg CO2)	
		O= (MxN)	P= (E-O)	Q= (Px(44/12))	
Pino	0.45				
Oyamel	0.45				
Otras coníferas	0.45				
Encino	0.45				
Otras latifoliadas	0.45				
Tropicales preciosas	0.45				
Comunes tropicales	0.45				
Otras tropicales	0.45				
Subtotal					
Totales	0.45	11,560	8,238	30,207	

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES				
SUBMODULO		CONVERSIÓN DE BOSQUES Y PRADERAS - CO ₂ PROCEDENTES DE LA BIOMASA				
HOJA DE TRABAJO		5-2				
HOJA		1 DE 5 BIOMASA TALADA				
PASO 1						
Tipos de Bosques		A	B	C	D	E
		Superficie convertida anualmente (Kha)	Biomasa antes de la conversión (t ms / ha)	Biomasa después de la conversión (t ms / ha)	Cambio neto en la densidad de la biomasa (t ms / ha)	Pérdida anual de biomasa (kt ms)
					D=(B-C)	E=(AxD)
Templado	Latifoliadas	0	78	20	57	0
	Coníferas	56	144	27	117	6,584
	Mesófilo	9	420	62	358	3,232
Tropical	Perennifolio	171	316	40	275	47,209
	Caducifolio	78	83	21	62	4,813
Matorral		311	37	10	27	8,384
TOTAL		626	1,077	181	897	70,222

Notas de la Hoja de trabajo 5-2

- 1) Valores propuestos por el IPCC
- 2) Se asume que el total de leña utilizado es de 37 millones m³ * 0.6 de densidad * 0.3 proveniente de la desforestación = 7 millones de toneladas de materia seca (Díaz, 2000)
- 3) Para mayor explicación consulte el texto sobre los supuestos utilizados
- 4) Ver Anexo 5.7.

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES					
SUBMODULO		CONVERSIÓN DE BOSQUES Y PRADERAS - CO ₂ PROCEDENTES DE LA BIOMASA					
HOJA DE TRABAJO		5-2					
HOJA		2 DE 5 EMISIONES DE CARBONO PROCEDENTES DE LA QUEMA <i>INSITU</i>					
PASO 2							
Tipos de Bosques		F	G	H	I	J	K
		Fracción de la biomasa quemada <i>in situ</i>	Cantidad de biomasa quemada <i>in situ</i> (kt ms)	Fracción de biomasa oxidada <i>in situ</i>	Cantidad de biomasa oxidada <i>in situ</i> (kt ms)	Fracción de carbono de la biomasa aérea (quemada <i>in situ</i>)	Cantidad de carbono liberado (de la biomasa quemada) (kt C)
			G=(E x F)		I=(G x H)		K=(I x J)
Templado	Latifoliadas	0.4	0	0.90	0	0.45	0
	Coníferas	0.4	2,666	0.90	2,400	0.45	1,080
	Mesófilo	0.4	1,309	0.90	1,178	0.45	530
Tropical	Perennifolio	0.4	19,120	0.90	17,208	0.45	7,743
	Caducifolio	0.4	1,949	0.90	1,754	0.45	789
Matorral		0.4	3,395	0.90	3,056	0.45	1,375
TOTAL			28,440		25,596	Sub-total	11,518

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES						
SUBMODULO		CONVERSIÓN DE BOSQUES Y PRADERAS - CO ₂ PROCEDENTES DE LA BIOMASA						
HOJA DE TRABAJO		5-2						
HOJA		3 DE 5 EMISIONES DE CARBONO PROCEDENTES DE LA QUEMA <i>IN SITU</i>						
		PASO 3			PASO 4			
Tipos de Bosques		L Fracción de la biomasa quemada fuera del bosque	M Cantidad de biomasa quemada fuera del bosque (kt ms)	N Fracción de la biomasa oxidada fuera del bosque	O Cantidad de biomasa oxidada fuera del bosque (kt ms)	P Fracción de carbono (de la biomasa aérea quemada fuera del bosque)	Q Cantidad de carbono liberado (de la biomasa quemada fuera del bosque) (kt C)	R Carbono total liberado (de la quema in situ y fuera del bosque) (kt C)
			$M=(E \times L)$		$O=(M \times N)$		$Q=(O \times P)$	$R=(K + Q)$
Templado	Latifoliadas	0.10	0	0.9	0	0.45	0	0
	Coníferas	0.10	625	0.9	563	0.45	253	1,333
	Mesófilo	0.10	307	0.9	276	0.45	124	655
Tropical	Perennifolio	0.10	4,485	0.9	4,036	0.45	1,816	9,560
	Caducifolio	0.10	457	0.9	412	0.45	185	975
Matorral		0.10	796	0.9	717	0.45	323	1,698
		Sub-total	6,671		6,004	Sub-total	2,702	14,220

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES								
SUBMODULO		CONVERSIÓN DE BOSQUES Y PRADERAS - CO ₂ PROCEDENTES DE LA BIOMASA								
HOJA DE TRABAJO		5-2								
HOJA		4 DE 5 CARBONO LIBERADO POR LA DESCOMPOSICIÓN DE LA BIOMASA								
		PASO 5								
Tipos de Bosques		A Superficie media convertida (promedio de 10 años) (Kha)	B Biomasa antes de la conversión (t ms / ha)	C Biomasa después de la conversión (t ms / ha)	D Cambio neto en la densidad de la biomasa (t ms / ha)	E Pérdida media anual de la biomasa (kt ms)	F Fracción abandonada que se descompone	G Cantidad de biomasa abandonada que se descompone (kt ms)	H Fracción de carbono en la biomasa aérea	I Carbono liberado de la biomasa aérea (kt C)
					$D= (B - C)$	$E= (A \times D)$		$G= (E \times F)$		$I = (G \times H)$
Templado	Latifoliadas	0	78	20	57	0	0.5	0	0.45	0
	Coníferas	56	144	27	117	6,584	0.5	3,292	0.45	1,481
	Mesófilo	9	420	62	358	3,232	0.5	1,616	0.45	727
Tropical	Perennifolio	171	316	40	275	47,209	0.5	23,604	0.45	10,622
	Caducifolio	78	83	21	62	4,813	0.5	2,407	0.45	1,083
Matorral		311	37	10	27	8,384	0.5	4,192	0.45	1,886
		626	1,077	181	897	70,222		35,111	Subtotal	15,800

Notas Hoja de trabajo 5-2 hoja 4 y 5

- 1) Valores propuestos por el IPCC
- 2) Para mayor información consulte el texto
- 3) Ver Anexo 5.3 y 5.7.
- 4) Valores tomados de la Hoja de trabajo 5.2 hoja 3 columna R
- 5) Valores tomados de Hoja la de trabajo 5-2 hoja 3 columna I

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES			
SUBMODULO		CONVERSIÓN DE BOSQUES Y PRADERAS - CO ₂ PROCEDENTES DE LA BIOMASA			
HOJA DE TRABAJO		5-2			
HOJA		5 of 5 RESUMEN Y CONVERSIÓN A CO ₂			
PASO 6					
Tipos de Bosques		A	B	C	D
		Liberación inmediata procedente de la combustión (kt C)	Emisiones diferidas procedentes de la descomposición (kt C)	Total anual del carbono liberado (kt C)	Total anual del CO ₂ liberado (Gg CO ₂)
			(promedio de 10 años)	C= (A+B)	D= (Dx[44/12])
Templado	Latifoliadas	0	0	0	0
	Coníferas	1,333	1,481	2,815	10,320
	Mesófilo	655	727	1,382	5,067
Tropical	Perennifolio	9,560	10,622	20,182	74,000
	Caducifolio	975	1,083	2,058	7,544
Matorral		1,698	1,886	3,584	13,141
		14,220	15,800	30,020	110,072

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES					
SUBMODULO		QUEMA IN SITU DE BOSQUES - GASES DISTINTOS DEL CO ₂ PROCEDENTES DE LA COMBUSTIÓN DE LA BIOMASA					
HOJA DE TRABAJO		5-3					
HOJA		1 DE 1 EMISIONES DE GASES DISTINTOS DEL CO ₂					
		PASO 1			PASO 2		
A	B	C		D	E	F	G
Cantidad de carbono liberado (kt C)	Relación nitrógeno-carbono	Total del nitrógeno liberado (kt N)		Relaciones de emisión de los gases distintos del CO ₂	Emisiones de gases distintos del CO ₂ (kt C)	Relación de conversión	Emisiones de la quema de bosques talados (Gg CH ₄ , CO)
(de la columna K, hoja 2 de la Hoja de trabajo 5-2)		C= (AxB)			E= (AxD)		G= (ExF)
			CH ₄	0.012	138.22	1.33	184
			CO	0.060	691.09	2.33	1,613
					(kt N)		(Gg N ₂ O, NO _x)
11,518	0.01	115.2			E= (CxD)		G= (ExF)
			N ₂ O	0.007	0.81	1.57	1
			NO _x	0.121	13.94	3.29	46

Nota Hoja de trabajo 5-3

1) Valores propuestos por el IPCC

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES			
SUBMODULO		ABANDONO DE LAS TIERRAS CULTIVADAS			
HOJA DE TRABAJO		5-4			
HOJA		1 DE 3 ABSORCIÓN DE CARBONO POR LA REGENERACIÓN DE BOSQUES PRIMEROS 20 AÑOS			
PASO 1					
Tipo de Bosque	A	B	C	D	E
	Superficie total abandonada y en etapa de regeneración en los últimos 20 años (kha)	Tasa anual de crecimiento de la biomasa aérea (t ms / ha)	Crecimiento anual de la biomasa aérea (kt ms)	Fracción de carbono de la biomasa aérea	Absorción anual de carbono en la biomasa aérea (kt C)
			$C = (A \times B)$		$E = (C \times D)$
Templado	241	3.7	881	0.45	396
Tropical	269	6.8	1,825	0.45	821
Matorral	311	0.7	230	0.45	104
	821		2,936	Subtotal	1,321

Nota Hoja de trabajo 5-4

1) Valores propuestos por el IPCC

2) Las tasas de crecimiento obtenidas asumen que las tierras degradadas alcanzan 80% de la biomasa original de los bosques. Así mismo, se asume que en 20 años los bosques templados alcanzan un 50% de la biomasa total y los bosques tropicales un 70%. Se asume que la vegetación de las tierras abandonadas tarda 50 años en alcanzar su biomasa total.

3) Los valores de esta columna son derivados de la información acerca de la deforestación en cada ecosistema multiplicados por el periodo de abandono de las tierras (menos de 20 años o más de 20 años)

4) Ver Anexo 5.9.

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES			
SUBMODULO		ABANDONO DE LAS TIERRAS CULTIVADAS			
HOJA DE TRABAJO		5-4			
HOJA		2 of 3 ABSORCIÓN DE CARBONO POR LA REGENERACIÓN -> 20 años			
PASO 2					
Tipo de Bosque	G	H	I	J	K
	Superficie total abandonada durante más de 20 años (kha)	Tasa anual de crecimiento de la biomasa aérea (t ms/ha)	Crecimiento anual de la biomasa aérea (kt ms)	Fracción de carbono de la biomasa aérea	Absorción anual de carbono de la biomasa aérea (kt C)
			$I = (G \times H)$		$K = (I \times J)$
Templado	362	2.43	881	0.45	396
Tropical	403	1.94	782	0.45	352
Matorral	467	0.49	230	0.45	104
	1,231		1,893	Sub-total	852

MODULO	CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES	
SUBMODULO	ABANDONO DE LAS TIERRAS CULTIVADAS	
HOJA DE TRABAJO	5-4	
HOJA	3 DE 3 REMOCIÓN TOTAL DE CO2 DE LAS TIERRAS	
	ABANDONADAS	
	PASO 3	
Tipo de Bosque	L Absorción total de carbono de las tierras abandonadas (kt C) L= (E+K)	M Absorción total de dióxido de carbono (Gg CO2) M= (Lx[44/12])
Templado	1,277	4,682
Tropical	1,603	5,879
Matorral	334	1,224
Subtotal	3,214	11,784

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES					
SUBMODULO		CARBONO EN LOS SUELOS EN TIERRAS AFECTADAS POR LA AGRICULTURA					
HOJA DE TRABAJO		5-5A (Adicional)					
HOJA		1 DE 1					
A'	A	B	C	D	E	F	G
Superficie potencial (Región ecológica)	Sistemas de manejo de la tierra	Tipo de suelo	Contenido de Carbono en los suelos con vegetación natural (Mg C/ha)	Factor de base	Factor de labranza	Factores de insumos	Carbono en los suelos en tierras afectadas por la agricultura (Mg C/ha)
							G= (C x D x E x F)
BOSQUES	Agrícola	Muy activos	110	0.70	1.05	1.00	80.85
		Poco activos	70	0.70	1.05	1.00	51.45
		Arenosos	25	0.70	1.05	1.00	18.38
		Volcánicos	130	0.70	1.05	1.00	95.55
		Pantanosos	230	0.60	1.05	1.00	144.90
		Otros	70	0.68	1.05	1.00	49.98

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES					
SUBMODULO		CARBONO EN LOS SUELOS EN TIERRAS AFECTADAS POR LA AGRICULTURA					
HOJA DE TRABAJO		5-5A (Adicional)					
HOJA		1 DE 1					
A'	A	B	C	D	E	F	G
Superficie potencial (Región ecológica)	Sistemas de manejo de la tierra	Tipo de suelo	Contenido de Carbono en los suelos con vegetación natural (Mg C/ha)	Factor de base	Factor de labranza	Factores de insumos	Carbono en los suelos en tierras afectadas por la agricultura (Mg C/ha)
							G= (C x D x E x F)
SELVAS ALTAS	Agrícola	Muy activos	115	0.80	1.00	1.00	92.00
		Poco activos	60	0.80	1.00	1.00	48.00
		Arenosos	7	0.80	1.00	1.00	5.60
		Volcánicos	100	0.80	1.00	1.00	80.00
		Pantanosos	115	0.80	1.00	1.00	92.00
		Otros	74	0.80	1.00	1.00	59.40

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES					
SUBMODULO		CARBONO EN LOS SUELOS EN TIERRAS AFECTADAS POR LA AGRICULTURA					
HOJA DE TRABAJO		5-5A (Adicional)					
HOJA		1 DE 1					
A'	A	B	C	D	E	F	G
Superficie potencial (Región ecológica)	Sistemas de manejo de la tierra	Tipo de suelo	Contenido de Carbono en los suelos con vegetación natural (Mg C/ha)	Factor de base	Factor de labranza	Factores de insumos	Carbono en los suelos en tierras afectadas por la agricultura (Mg C/ha)
							G= (C x D x E x F)
SELVAS BAJAS	Agrícola	Muy activos	100	0.70	1.00	1.00	70.00
		Poco activos	50	0.70	1.00	1.00	35.00
		Arenosos	5	0.70	1.00	1.00	3.50
		Volcánicos	70	0.70	1.00	1.00	49.00
		Pantanosos	100	0.70	1.00	1.00	70.00
		Otros	56.25	0.70	1.00	1.00	39.38

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES					
SUBMODULO		CARBONO EN LOS SUELOS EN TIERRAS AFECTADAS POR LA AGRICULTURA					
HOJA DE TRABAJO		5-5A (Adicional)					
HOJA		1 DE 1					
A'	A	B	C	D	E	F	G
Superficie potencial (Región ecológica)	Sistemas de manejo de la tierra	Tipo de suelo	Contenido de Carbono en los suelos con vegetación natural (Mg C/ha)	Factor de base	Factor de labranza	Factores de insumos	Carbono en los suelos en tierras afectadas por la agricultura (Mg C/ha)
							G= (C x D x E x F)
MATORRAL	Agrícola	Muy activos	60	0.80	1.00	1.00	48.00
		Poco activos	40	0.80	1.00	1.00	32.00
		Arenosos	4	0.80	1.00	1.00	3.20
		Volcánicos	50	0.80	1.00	1.00	40.00
		Pantanosos	60	0.80	1.00	1.00	48.00
		Otros	38	0.80	1.00	1.00	30.40

Notas:

- 1) IPCC valores por default

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES						
SUBMODULO		CAMBIO EN EL CONTENIDO DE CARBONO DE LOS SUELOS MINERALES						
HOJA DE TRABAJO		5-5						
HOJA		1 DE 4						
A'	A	B	C	D	E	F	G	H
Superficie potencial (Región ecológica)	Sistemas de manejo de la tierra	Tipo de suelo	Carbono en los suelos (t) (Mg C/ha)	Superficie de las tierras (t-20) (Mha)	Superficie de las tierras (t) (Mha)	Carbono en los suelos (t-20) (Tg)	Carbono en los suelos (t) (Tg)	Cambio neto en el carbono en los suelos minerales (Tg durante 20 años)
						F=(C x D)	G= (C x E)	H= (G-F)
BOSQUES	Vegetación	Muy activos	110	8.77	8.49	964.44	934.12	-30.32
		Poco activos	70	1.26	1.22	88.48	85.69	-2.78
		Arenosos	25	10.72	10.38	268.02	259.59	-8.43
		Volcánicos	130	1.21	1.17	156.97	152.03	-4.93
		Pantanosos	230	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Otros	70	13.72	13.29	960.62	930.42	-30.20
		Totales		35.68	34.56			-76.66
	Pastizal	Muy activos	110	1.54	1.67	169.27	183.49	14.22
		Poco activos	70	0.01	0.03	0.81	2.11	1.30
		Arenosos	25	0.19	0.35	4.69	8.64	3.95
		Volcánicos	130	0.09	0.10	11.25	13.56	2.31
		Pantanosos	230	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Otros	70	0.51	0.71	35.58	49.74	14.16
	Totales		2.33	2.86			35.95	
	Agrícola	Muy activos	80.85	4.85	4.93	391.90	398.52	6.62
		Poco activos	51.45	0.11	0.12	5.62	6.23	0.61
		Arenosos	18.38	0.55	0.65	10.19	12.03	1.84
		Volcánicos	95.55	0.72	0.73	68.48	69.56	1.08
		Pantanosos	144.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Otros	49.98	1.80	1.93	90.03	96.43	6.40
	Totales		8.03	8.36			16.55	
	Otros	Muy activos	110	0.30	0.37	33.26	40.25	6.99
		Poco activos	70	0.02	0.03	1.52	2.17	0.64
		Arenosos	25	0.00	0.08	0.00	1.89	1.89
Volcánicos		130	0.01	0.02	0.81	1.95	1.14	
Pantanosos		230	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Otros		70	0.00	0.08	0.00	5.25	5.25	
Totales		0.33	0.56			15.91		
GRAN TOTAL				46.37	46.34			-8.25

MODULO			CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES					
SUBMODULO			CAMBIO EN EL CONTENIDO DE CARBONO DE LOS SUELOS MINERALES					
HOJA DE TRABAJO			5-5					
HOJA			2 DE 4					
A'	A	B	C	D	E	F	G	H
Superficie potencial (Región ecológica)	Sistemas de manejo de la tierra	Tipo de suelo	Carbono en los suelos (t) (Mg C/ha)	Superficie de las tierras (t-20) (Mha)	Superficie de las tierras (t) (Mha)	Carbono en los suelos (t-20) (Tg)	Carbono en los suelos (t) (Tg)	Cambio neto en el carbono en los suelos minerales (Tg durante 20 años)
						F=(C x D)	G= (C x E)	H= (G-F)
SELVAS ALTAS	Vegetación	Muy activos	115	1.8	1.5	207.25	168.49	-38.76
		Poco activos	60	1.5	1.2	88.44	71.90	-16.54
		Arenosos	7	2.0	1.6	13.69	11.13	-2.56
		Volcánicos	100	0.0	0.0	1.16	0.94	-0.22
		Pantanosos	115	0.6	0.5	66.64	54.18	-12.46
		Otros	74	12.5	10.2	928.48	754.83	-173.64
		Totales		18.3	14.9			-244.18
	Pastizal	Muy activos	115.0	2.7	2.9	307.96	334.80	26.84
		Poco activos	60.0	1.0	1.2	58.65	70.10	11.45
		Arenosos	7.0	0.3	0.5	1.93	3.70	1.77
		Volcánicos	100.0	0.1	0.1	7.24	7.39	0.15
		Pantanosos	115.0	1.2	1.2	132.32	140.95	8.63
		Otros	74.3	0.5	2.1	34.68	154.92	120.24
		Totales		5.6	8.0			169.08
	Agrícola	Muy activos	92.0	1.8	1.9	167.48	171.83	4.34
		Poco activos	48.0	0.5	0.5	22.62	24.47	1.85
		Arenosos	5.6	0.3	0.3	1.56	1.85	0.29
		Volcánicos	80.0	0.2	0.2	12.17	12.20	0.02
		Pantanosos	92.0	0.3	0.3	28.71	30.11	1.40
		Otros	59.4	0.8	1.1	47.88	67.32	19.44
		Totales		3.8	4.3			27.34
	Otros	Muy activos	115.0	0.3	0.3	33.21	39.61	6.40
		Poco activos	60.0	0.0	0.0	0.00	2.47	2.47
		Arenosos	7.0	0.0	0.0	0.00	0.29	0.29
		Volcánicos	100.0	0.0	0.0	1.48	1.52	0.04
		Pantanosos	115.0	1.0	1.0	114.25	116.30	2.06
		Otros	74.3	0.3	0.6	19.12	47.77	28.65
Totales			1.6	2.1			39.90	
GRAN TOTAL				29.3	29.3			-7.86

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES						
SUBMODULO		CAMBIO EN EL CONTENIDO DE CARBONO DE LOS SUELOS MINERALES						
HOJA DE TRABAJO		5-5						
HOJA		3 DE 4						
A'	A	B	C	D	E	F	G	H
Superficie potencial (Región ecológica)	Sistemas de manejo de la tierra	Tipo de suelo	Carbono en los suelos (t) (Mg C/ha)	Superficie de las tierras (t-20) (Mha)	Superficie de las tierras (t) (Mha)	Carbono en los suelos (t-20) (Tg)	Carbono en los suelos (t) (Tg)	Cambio neto en el carbono en los suelos minerales (Tg durante 20 años)
						F=(C x D)	G= (C x E)	H= (G-F)
SELVAS BAJAS	Vegetación	Muy activos	100	3.79	3.75	378.82	375.18	-3.65
		Poco activos	50	0.44	0.43	21.87	21.66	-0.21
		Arenosos	5	7.73	7.65	38.63	38.25	-0.37
		Volcánicos	70	0.03	0.03	2.10	2.08	-0.02
		Pantanosos	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Otros	56.25	6.77	6.70	380.71	377.04	-3.67
		Totales		18.75	18.57			
	Pastizal	Muy activos	100	0.27	0.30	27.13	29.66	2.53
		Poco activos	50	0.00	0.00	0.04	0.19	0.15
		Arenosos	5	0.88	0.94	4.42	4.68	0.26
		Volcánicos	70	0.01	0.01	0.59	0.61	0.01
		Pantanosos	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Otros	56.25	0.68	0.72	38.00	40.54	2.54
		Totales		1.84	1.97			
	Agrícola	Muy activos	70.00	1.37	1.37	95.86	96.22	0.36
		Poco activos	35.00	0.02	0.02	0.71	0.73	0.02
		Arenosos	3.50	1.92	1.93	6.72	6.75	0.04
		Volcánicos	49.00	0.04	0.04	2.07	2.07	0.00
		Pantanosos	70.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Otros	39.38	1.79	1.80	70.67	71.03	0.36
		Totales		5.15	5.17			
	Otros	Muy activos	100	0.09	0.10	9.12	9.73	0.60
		Poco activos	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Arenosos	5	0.08	0.09	0.38	0.44	0.06
		Volcánicos	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Pantanosos	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Otros	56.25	0.25	0.26	14.21	14.82	0.60
Totales			0.42	0.45				1.27
GRAN TOTAL				26.16	26.15			-0.39

MODULO		CAMBIO EN EL USO DEL SUELO Y BOSQUES						
SUBMODULO		CAMBIO EN EL CONTENIDO DE CARBONO DE LOS SUELOS MINERALES						
HOJA DE TRABAJO		5-5						
HOJA		4 DE 4						
A'	A	B	C	D	E	F	G	H
Superficie potencial (Región ecológica)	Sistemas de manejo de la tierra	Tipo de suelo	Carbono en los suelos (t) (Mg C/ha)	Superficie de las tierras (t-20) (Mha)	Superficie de las tierras (t) (Mha)	Carbono en los suelos (t-20) (Tg)	Carbono en los suelos (t) (Tg)	Cambio neto en el carbono en los suelos minerales (Tg durante 20 años)
						F=(C x D)	G= (C x E)	H= (G-F)
MATORRAL	Vegetación	Muy activos	60	5.65	5.09	339.18	305.34	-33.85
		Poco activos	40	0.00	0.00	0.07	0.06	-0.01
		Arenosos	4	16.47	14.83	65.88	59.31	-6.57
		Volcánicos	50	0.02	0.02	1.11	1.00	-0.11
		Pantanosos	60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Otros	38	40.20	36.19	1,527.63	1,375.18	-152.45
		Totales		62.35	56.13			
	Pastizal	Muy activos	60	3.35	3.75	201.08	224.78	23.69
		Poco activos	40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Arenosos	4	2.61	3.76	10.44	15.04	4.60
		Volcánicos	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Pantanosos	60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Otros	38	5.07	7.88	192.79	299.50	106.71
		Totales		11.04	15.39			
	Agrícola	Muy activos	48.00	5.22	5.33	250.47	255.89	5.42
		Poco activos	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Arenosos	3.20	2.49	2.82	7.98	9.03	1.05
		Volcánicos	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Pantanosos	48.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Otros	30.40	8.29	9.09	251.98	276.37	24.39
		Totales		16.00	17.25			
	Otros	Muy activos	60	0.42	0.48	25.15	28.54	3.38
		Poco activos	40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Arenosos	4	1.55	1.71	6.20	6.85	0.66
		Volcánicos	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Pantanosos	60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Otros	38	2.76	3.16	104.98	120.23	15.24
Totales			4.73	5.35				19.29
TOTAL				94.12	94.11			-7.83
GRAN GRAN TOTAL				195.99	195.92			-24.33

Notas Hoja de trabajo 5-5

1) IPCC valores por default

Apéndice B

Notas Sobre Incertidumbre

Las estimaciones de emisiones de gases de efecto invernadero presentadas en este estudio presentan todavía grandes incertidumbres. Desafortunadamente no es posible arribar a una estimación cuantitativa de la incertidumbre total asociada a las emisiones del sector.

Las principales fuentes de incertidumbre son:

- Tasas de deforestación y patrones de cambio de uso del suelo. Estos datos afectan prácticamente a la totalidad de las hojas de cálculo del IPCC y por tanto tienen un gran efecto en las emisiones netas totales del sector. Ante la imposibilidad de usar los datos del nuevo inventario forestal, se utilizaron estimaciones que provienen de un procesamiento a gran escala (1:1,000,000) y, por tanto, poco preciso. Las incertidumbres están en la dirección y magnitud de cambio por tipo de vegetación y en los usos alternativos del suelo del área deforestada.
- Biomasa aérea por tipo de vegetación y uso alternativo del suelo. No se cuenta todavía con una base de datos nacional que permita obtener promedios adecuadamente representativos por tipo de vegetación.
- Distribución de suelos y contenido de carbono en suelos. No se cuenta tampoco con la distribución de suelos en grandes categorías según la superficie deforestada y el tipo de vegetación original. Se carece asimismo de una base de datos nacional sobre el contenido de carbono de los suelos según su clase y tipo de cobertura.
- El grado de no-renovabilidad del uso de leña y la distribución geográfica detallada de sus patrones de consumo. En este estudio se mejoraron las estimaciones del inventario previo. Sin embargo, se requiere de un mayor esfuerzo de investigación en este campo.

Apéndice C

Otros ANEXOS

ANEXO 5.1. ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE Y EL INCREMENTO ANUAL PARA OPCIONES DE MANEJO FORESTAL DE MÉXICO

Tipo de vegetación	1990						1996					
	Area (Kha)	Producción (m³/ha)	Densidad (ton/m³)	Factor de Expansión (tdm/m³)	Crecim. anual (tdm/ha)	Incremento anual total (Ktms)	Area (Kha)	Producción (m³/ha)	Densidad (ton/m³)	Factor de Expansión (tdm/m³)	Crecim. anual (tdm/ha)	Incremento anual total (Ktms)
Coníferas (Manejo Tradicional)	3,628	1.5	0.5	1.70	1.28	4,626	6,196	1.5	0.5	1.70	1.28	7,901
Coníferas (Manejo Mejorado)	2,817	7.0	0.5	1.70	5.95	16,759	2,817	7.0	0.5	1.70	5.95	16,759
Plantaciones	3	7.1	0.5	1.70	6.04	17	34	15.0	0.5	1.70	12.75	434
Selvas Perennifolias	900	2.7	0.7	1.56	2.94	2,644	321	2.7	0.7	1.56	2.94	943
Selvas Caducifolias							0	2.7	0.7	1.56	4.95	0
Programas de Reforestación	170				3.46		358				3.46	
Total	7,347					24,045	9,478					26,037

Anexo 5.2. Superficie Forestal por Tipo de Bosque 1996

Tipo de bosque		sup1996 Kha	Categorías que Incluye
Templado	Latifoliadas	10,755	Encino
	Coníferas	20,304	Pino, Pino-Encino, Encino-Pino, Tascate, Oyamel
	Mesófilo	1,822	Mesófilo
Tropical	Perennifolio	11,073	Alta y Baja Perennifolia, Alta y Baja Subperennifolia, Mediana Perennifolia y Subperennifolia
	Caducifolio	24,794	Baja Caducifolia, Baja Subcaducifolia, Mediana Caducifolia y Subcaducifolia, Matorral Subtropical, Baja Espinosa
Matorral	Matorral	54,993	Matorral, Huizachal, Chaparral, Mezquital
Otra Vegetación	otros	43,394	Cardonal, Manglar, Nopalera, Palmar, Popal, Pradera, Sabana, Tular, Veg. Acuática, Veg. Desértica, veg de galería, veg. gipsófila y veg. Halófila
TOTAL		167,136	

Fuente: Elaboración propia con los datos de SEMARNAP-CHAPINGO. 1999. Proyecto Planeación Territorial y Deforestación

Anexo 5.3. Tasa de cambio en la vegetación análisis a escala 1: 1,000,000

Tipo de bosque		Sup. 1980 Kha	Sup. 1996 Kha	Cambio Neto Kha	Tasa de pérdida anual (actual) Kha/año	Tasa de pérdida anual (promedio 10 años) Kha/año	Tasa de pérdida anual (promedio 20 años) Kha/año
Templado	Latifoliadas	10,208	10,755	-513	0	0	0
	Coníferas	21,235	20,304	897	56	56	56
	Mesófilo	1,967	1,822	144	9	9	9
Tropical	Perennifolio	13,815	11,073	2,742	171	171	171
	Caducifolio	26,045	24,794	1,251	78	78	78
Matorral		59,970	54,993	4,978	311	311	311
TOTAL		133,240	123,741	9,499	626	626	626

Fuente: SEMARNAP-CHAPINGO. 1999. Proyecto Planeación Territorial y Deforestación

ANEXO 5.4. PRODUCCIÓN FORESTAL POR ESPECIES*(1,000 M3 Rollo)*

ESPECIE	1992	1993	Variación %	1996
PINO	6415	5063	-21.1	5,783
OYAMEL	258	217	-15.9	140
OTRAS CONIFERAS	47	41	-12.8	63
ENCINO	418	525	25.6	579
OTRAS LATIFOLIADAS	149	165	10.7	78
PRECIOSAS	30	31	3.3	32
COMUNES TROPICALES	366	304	-16.9	169
TOTAL	7683	6346	-17.4	6,846

Fuente:

- 1) MEMORIA ESTADISTICA CNIF 1993
- 2) MEMORIA ESTADISTICA CNIF 1996

Anexo 5.4.A. Superficie nacional forestal sujeta a manejo para mediados de los 90s (ha).

Estado	Tec. Modernas de Manejo		Tec. Tradicionales		Totales
	MDs	SICODESI	Especial	MMOM	
AGUASCALIENTES					0
BAJA CALIFORNIA					0
BAJA CALIFORNIA SUR					0
CAMPECHE					69,340
COAHUILA	6,193			3,427	9,620
COLIMA	1,800				1,800
CHIAPAS	V	E	D	A	0
CHIHUAHUA	869,208	18,753		959,106	479
DISTRITO FEDERAL					0
DURANGO	508,613		200,000	1,051,022	17,419
GUANAJUATO					25,543
GUERRERO	12,236			200,127	1,514
HIDALGO	37,737				37,737
JALISCO	33,057	5,595	272,590	295,041	216,049
MEXICO	V	E	D	A	0
MICHOACAN	230,293			150,084	87
MORELOS	V	E	D	A	0
NAYARIT	39,155			36,078	3,990
NUEVO LEON	38,466			1,323	39,789
OAXACA	388,523	45,410		213,282	11,250
PUEBLA	36,356				269
QUERETARO	129				155
QUINTANA ROO					251,716
SAN LUIS POTOSI					34,644
SINALOA				21,590	24,630
SONORA	38,759			61,588	100,347
TABASCO					0
TAMAULIPAS				22,630	22,630
TLAXCALA		10,565			10,565
VERACRUZ	18,000				18,000
YUCATAN					0
ZACATECAS	5,238			28,494	33,732
TOTAL	2,263,763	80,323	472,590	3,043,792	657,085

San Rafael 34,022 34 Kha de plantaciones
 SEDEMEX 511,000
 545,022 ha

Total= 7,062,575 ha con estudio

Fuente: Dirección de Aprovechamiento Forestales.
 Dirección General forestal
 Subsecretaría de Recursos Naturales
 SEMARNAP, 2000

Anexo 5.4.B. Condensado de la superficie total bajo manejo por tipo de bosque

	Modernos	Tradicionales	Total	% modernos	% tradicionales
Templado	2,816,676	3,379,821	6,196,497	45.5	54.5
Total (Kha)	2,817	3,380	6,196	45.5	54.5
Tropical		321,056	321,056	0.0	100.0
Total (Kha)	0	321	321	0.0	100.0

Anexo 5.5 Superficie Nacional reforestada de 1960 a 1998 (continúa...)

ENTIDAD FEDERATIVA	ÁRBOLES (‘000)	HA.	TOTAL		ÁRBOLES (‘000)	HA.	ÁRBOLES (‘000)	HA.	GRAN TOTAL	
			HA.	ÁRBOLES					Árboles (‘000)	Hectáreas
			De 1991-1996	1997						
AGUASCALIENTES	2,069	709	3,705	9,454	1,900	695	3,748	4,154	20,853	13,303
BAJA CALIFORNIA	940	322	970	3,192	941	344	412	187	6,261	2,912
BAJA CALIFORNIA SUR	145	50	305	1,018	206	75	290	272	3,646	2,573
CAMPECHE	3,482	2,089	7,968	18,520	4,308	2,757	6,050	11,625	33,691	26,718
COAHUILA	3,252	1,115	3,666	8,400	5,201	1,902	2,818	4,471	32,338	25,810
COLIMA	5,500	1,886	3,763	11,449	5,793	2,118	3,423	1,512	24,049	10,887
CHIAPAS	11,044	5,490	13,850	44,126	14,000	7,424	7,167	7,398	103,838	51,083
CHIHUAHUA	6,743	2,312	7,152	22,314	3,900	1,426	4,767	3,442	44,881	24,565
DISTRITO FEDERAL	11,631	3,988	11,749	33,368	4,278	1,565	12,958	6,179	99,969	57,530
DURANGO	5,434	1,863	8,474	20,470	7,075	2,588	4,716	2,650	41,566	24,825
GUANAJUATO	7,168	2,458	7,547	25,490	14,448	5,284	10,733	6,850	57,467	26,433
GUERRERO	13,539	6,383	14,028	36,408	24,192	12,165	20,160	12,096	88,838	44,855
HIDALGO	6,700	2,297	7,195	25,582	15,684	5,736	2,365	2,159	48,945	19,669
JALISCO	20,000	7,886	19,319	62,166	26,371	11,091	25,396	12,824	131,906	59,527
MEXICO	36,096	12,376	35,555	107,416	39,800	14,555	43,887	21,943	255,397	126,047
MICHOACAN	38,000	13,029	51,207	127,247	40,000	14,629	30,429	14,174	288,508	157,318
MORELOS	4,284	1,909	7,222	20,997	10,760	5,116	8,758	4,294	47,584	23,821
NAYARIT	3,471	1,815	4,299	9,706	4,000	2,231	3,703	3,120	26,315	18,059
NUEVO LEON	5,052	1,732	4,613	17,002	4,002	1,464	1,447	836	25,241	9,545
OAXACA	11,611	5,175	9,207	23,719	9,270	4,407	4,396	8,913	48,184	33,661
PUEBLA	9,974	3,420	7,998	24,975	11,400	4,169	13,516	10,767	64,657	37,647
QUERETARO	5,600	1,920	4,332	14,194	4,089	1,495	5,304	2,127	31,225	15,365
QUINTANA ROO	4,329	2,597	12,343	18,006	3,980	2,547	8,014	11,135	36,057	35,455
SAN LUIS POTOSI	1,500	514	2,603	9,821	3,801	1,390	2,558	1,957	23,277	11,485
SINALOA	2,606	1,363	5,148	13,444	2,555	1,425	2,297	2,321	20,069	10,699
SONORA	2,126	729	2,039	7,274	2,440	892	1,340	2,918	19,370	13,883
TABASCO	5,125	3,075	8,776	17,919	4,000	2,560	1,749	1,538	38,821	27,294
TAMAULIPAS	3,434	1,177	7,050	10,548	4,197	1,535	3,723	5,893	26,154	25,872
TLAXCALA	3,808	1,306	8,215	20,839	5,597	2,047	5,315	3,546	52,683	28,940
VERACRUZ	21,779	10,827	30,238	75,022	26,711	14,164	36,690	20,600	171,630	91,315
YUCATAN	7,114	4,269	9,809	20,317	10,401	6,656	6,842	6,190	42,923	27,679
ZACATECAS	11,085	3,801	6,131	21,377	9,231	3,376	3,206	2,531	38,824	15,141
TOTAL	274,641	109,880	326,476	881,777	324,530	139,829	288,175	200,621	1,995,170	1,099,916

ANEXO 5.6. ESTUDIOS DE CASO DE CONTENIDO DE CARBONO EN VEGETACIÓN Y SUELOS

Tipo de Bosque	Contenido de Carbono				Número de muestras	Observación	Contenido de carbono (IPCC)	Biomasa Aérea (tdm/ha) (1)
	Biomasa Aérea	Biomasa Raíces	Suelo	Total				
	(Ton/ha)							
Bosque de Coníferas	65	8	100	173			0.45	144
Inventario Nal de GI (Maserá et al. 1995)	40.5		134	174.5			0.45	90
Maserá et al., 1997 (Nacional)	54	16	109	179			0.45	120
De Jong et al., 1997 (Chiapas)	128	29	154	310		Promedio Pino-Encino	0.45	283
Ordóñez, 1998 (Michoacán)	74	1.6	94	168		Uso del modelo CO2Fix, suelo estimado de la literatura	0.45	164
Ordóñez et al., 1998 (Jalisco)	91	16	63	171		Promedio Pino y Pino-Encino	0.45	203
Bosque de Latifoliadas	35	12	117	158			0.45	78
Inventario Nal de GI (Maserá et al. 1995)	28.8		134	162.8			0.45	64
Maserá et al., 1997 (Nacional)	41	12	100	153			0.45	91
Ordóñez et al., 1998 (Jalisco)	133	24	74	231		Encino-Pino, E. abundante	0.45	296
Bosque Mesófilo	189	36	205	430				420
De Jong et al., 1997 (Chiapas)*	189	36	205	430			0.45	420
Selva Baja	37.25	15	80	78.25			0.45	83
Inventario Nal de GI (Maserá et al. 1995)	38.25		100	138.25			0.45	85
Maserá et al., 1997 (Nacional)	38	23	60	121			0.45	84
Hughes et al. 2000 (Jalisco)	44			44			0.45	98
Castellanos et al., 1991 (Jalisco)	33	14		47			0.45	73
Rentería, 1997 (Jalisco)	33	8		41			0.45	73
Selva Alta	142	20.5	132	251			0.45	316
Inventario Nal de GI (Maserá et al. 1995)	108		115	223			0.45	240
Maserá et al., 1997 (Nacional)	135	27	70	232			0.45	300
Hughes et al. 1999 (Veracruz)	181		210	391			0.45	402
Rentería, 1997 (Veracruz)	144	14		158			0.45	320
Matorrales								
Inventario Nal de GI (Maserá et al. 1995)	16.65		60	76.65			0.45	37
Vegetación secundaria (selva)								
< 15 años (9 tms/ha/año) (Hughes et al. 2000)	21						0.45	47
> 15 años (10 tms/ha/año) (Hughes et al. 2000)	106						0.45	236
Bosques degradados y fragmentados								
De Jong et al., 1997 (Chiapas)	29	9	178	216			0.45	64
Bosques templados muy degradados								
Ordóñez y Escandón, 1999 (México D.F.)				80				
Pastizales								
Hughes et al. 1999 (Veracruz)	11		167				0.45	24
De Jong et al., 1997 (Chiapas)	18	4	118	140			0.45	40
Agricultura								
Hughes et al. 1999 (Veracruz)	11		200				0.45	24
De Jong et al., 1997 (Chiapas)	6	1	147	154			0.45	13

Notas: 1. Datos utilizados para estimar biomasa aérea de los bosques antes de la conversión a otro uso del suelo (Hoja 4 Tabla 5.2 de IPCC)

ANEXO 5.7. Biomasa aérea antes y después de la deforestación por tipo de vegetación

Tipo forestal	Vegetación natural tms/ha	Tierras degradadas tms/ha	Agricultura tms/ha	Pastizal tms/ha	Otros tms/ha	Tierras degradadas %	Agricultura %	Pastizal %	Otros %	Promedio tms/ha	
	Latifoliadas	78	35	13	17	35	19.5%	30.1%	45.3%	5.1%	20.4
Templado	Coníferas	144	64	13	17	64	18.5%	29.7%	46.9%	4.5%	26.9
	Mesófilo	420	188	24	24	188	18.5%	29.7%	46.9%	4.5%	61.9
Tropical	Perennifolio	316	141	24	24	141	5.0%	13.4%	72.8%	8.5%	40.1
	Caducifolio	83	37	13	17	37	6.2%	15.2%	61.5%	16.8%	21.2
Matorral		37	17	9	9	17	5.0%	20.0%	70.0%	5.0%	10.1

Fuente: Elaboración propia con base en las estimaciones de biomasa aérea para la vegetación natural y los estudios indicados en el Anexo 5.7

Los porcentajes indican la proporción de superficie deforestada por tipo de bosque que se dedica a cierto uso en particular (pastizal, agricultura, tierras degradadas y otros).

Estos datos se adaptaron a partir de Masera et. al 1997 y Masera et al. 2000.

ANEXO 5.8. Biomasa aérea antes y después de la deforestación por grandes tipos de vegetación

Tipo forestal	Vegetación natural tms/ha	Tierras degradadas tms/ha	Agricultura tms/ha	Pastizal tms/ha	Otros tms/ha	Tierras degradadas %	Agricultura %	Pastizal %	Otros %
Templado	183	82	15	18	82	19%	30%	47%	5%
Tropical	243	108	21	22	108	5%	14%	69%	11%
Matorral	37	17	9	9	17	5%	20%	70%	5%

Anexo 5.9. Promedio de biomasa en tierras abandonadas

Tipo de Bosque	Biomasa Aérea bosque original (tms/ha)	% de la biomasa original alcanzada	Biomasa total en tierras abandonadas (tms/ha)	% de la biomasa total a los 20 años	Crecimiento anual < 20 años (tms/ha/año)	Crecimiento anual 20 - 50 años (tms/ha/año)
Templado	183	80.00%	146	50.00%	3.7	2.4
Tropical	243	80.00%	194	70.00%	6.8	1.9
Matorral	37	80.00%	30	50.00%	0.7	0.5

Anexo 5.10. Superficie de suelos en los principales sistemas de manejo para cada región ecológica de México.

ECOSISTEMA	SISTEMA DE MANEJO	SUPERFICIE (ha)
Trópico	Selvas	14,900,662
	Bosques	2,196,987
	Matorrales	22,747
	Pastizales	7,994,040
Húmedo	Agricultura de riego	697,218
	Agricultura de temporal	3,623,102
	Otros usos	2,097,087
Trópico Seco	Selvas	9,990,889
	Bosques	6,676,192
	Matorrales	425,371
	Pastizales	1,965,794
	Agricultura de riego	1,240,933
	Agricultura de temporal	3,930,750
Templado	Otros usos	448,801
	Selvas	5,811,484
	Bosques	16,905,084
	Matorrales	2,513,336
	Pastizales	2,858,634
	Agricultura de riego	1,795,989
	Agricultura de temporal	6,566,009
Zonas Áridas	Otros usos	562,640
	Selvas	2,766,058
	Bosques	8,782,875
	Matorrales	53,165,126
	Pastizales	15,388,979
	Agricultura de riego	9,716,046
	Agricultura de temporal	7,529,263
TOTAL		195,924,800

Anexo 5.11. Superficie de suelos en cuatro sistemas de manejo integrados dentro de cada región ecológica de México.

SUPERFICIE POTENCIAL	SISTEMA DE MANEJO	SUPERFICIE (ha)
BOSQUES	Vegetación	34,561,138
	Pastizales	2,858,634
	Agrícola	8,361,997
	Otros	562,640
	Subtotal	46,344,410
SELVAS ALTAS	Vegetación	20,712,146
	Pastizales	7,994,040
	Agrícola	4,320,320
	Otros	2,097,087
	Subtotal	35,123,592
SELVAS BAJAS	Vegetación	12,756,947
	Pastizales	1,965,794
	Agrícola	5,171,684
	Otros	448,801
	Subtotal	20,343,225
MATORRAL	Vegetación	56,126,580
	Pastizales	15,388,979
	Agrícola	17,245,309
	Otros	5,352,705
	Subtotal	94,113,573
TOTAL		195,924,800

Anexo 5.12. Superficie de suelos por tipo, sistema de manejo y vegetación original de México.

SUPERFICIE POTENCIAL	SISTEMA DE MANEJO	TIPO DE SUELO	SUPERFICIE (ha)
BOSQUES	Vegetación	Muy activos	8,491,976
		Poco activos	1,224,198
		Arenosos	10,383,775
		Volcánicos	1,169,497
		Pantanosos	0
		Otros	13,291,693
		Subtotal	34,561,138
	Pastizales	Muy activos	1,668,095
		Poco activos	30,194
		Arenosos	345,514
		Volcánicos	104,315
		Pantanosos	0
		Otros	710,517
		Subtotal	2,858,634
	Agrícola	Muy activos	4,929,078
		Poco activos	121,011
		Arenosos	654,589
		Volcánicos	727,967
		Pantanosos	0
		Otros	1,929,353
		Subtotal	8,361,997
	Otros	Muy activos	365,903
		Poco activos	30,929
		Arenosos	75,747
Volcánicos		15,006	
Pantanosos		0	
Otros		75,056	
Subtotal		562,640	
		TOTAL	46,344,410

Nota: las selvas y selvas perturbadas ubicadas dentro de los bosques se integraron a selvas bajas

Anexo 5.12. Superficie de suelos por tipo, sistema de manejo y vegetación original de México. (continúa)

SUPERFICIE POTENCIAL	SISTEMA DE MANEJO	TIPO DE SUELO	SUPERFICIE (ha)
SELVAS ALTAS	Vegetación	Muy activos	1,465,106
		Poco activos	1,198,399
		Arenosos	1,590,513
		Volcánicos	9,424
		Pantanosos	471,095
		Otros	10,166,125
		Subtotal	14,900,662
	Pastizales	Muy activos	2,911,285
		Poco activos	1,168,367
		Arenosos	528,385
		Volcánicos	73,923
		Pantanosos	1,225,665
		Otros	2,086,414
		Subtotal	7,994,040
	Agrícola	Muy activos	1,867,665
		Poco activos	509,855
		Arenosos	329,646
		Volcánicos	152,457
		Pantanosos	327,280
		Otros	1,133,417
		Subtotal	4,320,320
	Otros	Muy activos	344,438
		Poco activos	41,144
		Arenosos	41,544
		Volcánicos	15,201
		Pantanosos	1,011,340
		Otros	643,419
		Subtotal	2,097,087
	TOTAL	29,312,108	

Anexo 5.12. Superficie de suelos por tipo, sistema de manejo y vegetación original de México. (continúa)

SUPERFICIE POTENCIAL	SISTEMA DE MANEJO	TIPO DE SUELO	SUPERFICIE (ha)
SELVAS BAJAS	Vegetación	Muy activos	3,751,763
		Poco activos	433,114
		Arenosos	7,650,877
		Volcánicos	29,749
		Pantanosos	0
		Otros	6,702,927
		Subtotal	18,568,431
	Pastizales	Muy activos	296,580
		Poco activos	3,773
		Arenosos	936,138
		Volcánicos	8,664
		Pantanosos	0
		Otros	720,640
		Subtotal	1,965,794
	Agrícola	Muy activos	1,374,578
		Poco activos	20,841
		Arenosos	1,929,900
		Volcánicos	42,327
		Pantanosos	0
		Otros	1,804,037
		Subtotal	5,171,684
	Otros	Muy activos	97,267
		Poco activos	0
		Arenosos	88,096
		Volcánicos	0
		Pantanosos	0
		Otros	263,438
		Subtotal	448,801
	TOTAL	26,154,709	

Anexo 5.12. Superficie de suelos por tipo, sistema de manejo y región ecológica de México. (continua)

SUPERFICIE POTENCIAL	SISTEMA DE MANEJO	TIPO DE SUELO	SUPERFICIE (ha)
MATORRAL	Vegetación	Muy activos	5,088,917
		Poco activos	1,508
		Arenosos	14,827,182
		Volcánicos	20,067
		Pantanosos	0
		Otros	36,188,905
		Subtotal	56,126,580
	Pastizales	Muy activos	3,746,278
		Poco activos	0
		Arenosos	3,761,112
		Volcánicos	0
		Pantanosos	0
		Otros	7,881,589
		Subtotal	15,388,979
	Agrícola	Muy activos	5,330,978
		Poco activos	0
		Arenosos	2,823,214
		Volcánicos	0
		Pantanosos	0
		Otros	9,091,117
		Subtotal	17,245,309
	Otros	Muy activos	475,663
		Poco activos	0
		Arenosos	1,713,157
		Volcánicos	0
		Pantanosos	0
		Otros	3,163,884
		Subtotal	5,352,705
		TOTAL	94,113,573
		GRAN TOTAL	195,924,800

Información del Documento

Formato

MARC Campo, valor

008/11, País, mx

008/35-37, Idioma, spa

100, Autor, Dr. Omar Masera; Instituto de Ecología, UNAM

110, Autor Institucional, Instituto Nacional de Ecología

245, Título, Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: 94-96

740, Otro título, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

260, Lugar, editor y fecha, Cd. de México, Ruiz Suárez, L.G., Martínez J., 24/09/2001

300, Descripción física, 43 p

355, Seguridad, 0

400, Serie o colección, Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

520, Resumen, Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: 94-96

650 Temas, (palabras extraídas de un thesaurus, no se usa)

653, Palabras clave, México, deforestación, bosques, suelos, emisiones, captura de carbono

700, Coautores, René D. Martínez, Tomás Hernández, Aquileo Guzmán y Antonio Ordóñez

700 e, Revisión, Luis Gerardo Ruiz Suárez, Xochitl Cruz, Elvia Segura, Antony Challenger

710, Coautores institucionales, Red de Desarrollo Sustentable y US Environmental Protection Agency

852, Ubicación, Dirección de Cambio Climático, INE, Piso 31

856, Localización electrónica, Buscar en www.ine.gob.mx

270, Dirección, Adrián Fernández, afernand@ine.gob.mx, tel (52) 5624-34-58, fax (52) 5624-35-84, Dir. G.

Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global INE, Av. Revolución 1425, Nivel 8, C.P. 01040. México D.F.

**Parte 7 ; Emisiones de GEI
de Desechos**



**Inventario Nacional
de
Emisiones de Gases
de
Efecto Invernadero
1994 -1998**

**Instituto Nacional de Ecología
Secretaría de Medio Ambiente
y Recursos Naturales**

Dr. Víctor Lichtinger Waismar
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dr. Exequiel Ezcurra
Presidente del Instituto Nacional de Ecología

Dr. Adrián Fernández Bremauntz
*Director General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional
y Global*

Biól. Julia Martínez Fernández
Directora de Investigación sobre Cambio Climático

Fecha: Octubre, 2000.

Resumen

Se presentan las emisiones de CH₄, CO₂ y N₂O derivadas de los residuos sólidos municipales, las aguas residuales municipales, las aguas residuales industriales y la incineración de residuos para los años de 1992, 1994, 1996 y 1998. Empleando para ello la Metodología del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC) versión 1996. Otro objetivo fundamental de este documento es elaborar una Guía para la realización de futuros inventario de emisiones de metano provenientes de las fuentes citadas

Los resultados obtenidos muestran que en relación a las emisiones de CH₄ reportadas para 1990, estas se duplican para el año de 1992 en el caso de los residuos sólidos municipales, se incrementan en un factor de diez en el caso de las aguas residuales municipales, y contribuyen con un valor semejante a las emisiones totales de metano las provenientes de las aguas residuales industriales, ya que en el inventario anterior no fue posible reportarlas por falta de información. De la misma manera las emisiones de CO₂ y N₂O resultantes de la incineración de residuos aparecen a diferencia del inventario de 1990.

En lo que se refiere a las emisiones de CH₄ determinadas con la Metodología 1996 para el período considerado de 1992 a 1998 en el caso de los residuos sólidos, estas crecen de 1,105.1 Gg/año a 1,981 Gg/año. En el caso de las aguas residuales municipales prácticamente permanecen constantes y son de 499 Gg/año para 1992 y de 552.4 Gg/año para 1998. En tanto que para las aguas residuales industriales van de 601.1 Gg/año a 829.2 Gg/año respectivamente, teniendo un crecimiento aproximado del 40% en el período. En el caso de las emisiones de los dióxidos resultantes de la incineración de la basura, para 1992 no existe información, y crece súbitamente de 1994 a 1998 de 3.4 Gg/año a 631.7 Gg/año en el caso del CO₂, y de 0.0005 a 0.09 en el caso del N₂O, no obstante globalmente no son importantes pero localmente pueden serlo.

Tabla de Contenido

RESUMEN.....	II
TABLA DE CONTENIDO.....	III
LISTA DE TABLAS.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	V
GLOSARIO.....	VI
PREFACIO.....	VII
7.1. INTRODUCCIÓN.....	8
7.2. GENERALIDADES.....	9
7.2.1 GUÍA DE LAS BUENAS PRÁCTICAS Y MANEJO DE LA INCERTIDUMBRE.....	9
7.2.2 EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE.....	9
7.3. INFORMACIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	10
7.3.1 RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.....	10
7.3.2 AGUAS RESIDUALES.....	10
7.3.3 INCINERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y HOSPITALARIOS.....	11
7.4. MÉTODO.....	11
7.5. RESULTADOS.....	12
7.5.1 OBSERVACIONES.....	13
7.6. DISCUSIÓN.....	14
7.6.1 RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.....	14
7.6.2 AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES.....	14
7.6.3 AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.....	15
7.6.4 INCINERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.....	15
7.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	15
<i>Reconocimientos.....</i>	<i>16</i>
REFERENCIAS.....	17
APÉNDICE A.....	18
TABLAS ESTÁNDAR DE REPORTE DEL PICC.....	18
APÉNDICE B.....	47
NOTAS SOBRE INCERTIDUMBRE.....	47
APÉNDICE C.....	50
NOTAS SOBRE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD.....	50
APÉNDICE D.....	71
INFORMACIÓN RECOPIADA.....	71
INFORMACIÓN DEL DOCUMENTO.....	93

Lista de Tablas

Tabla 7.1 Inventario de Emisiones de Metano Generadas por Residuos	12
Tabla 7.2 Emisiones de CO ₂ y N ₂ O Resultantes de la Incineración.....	12

Lista de Figuras

Figura 7.1 Emisiones de CH₄ de Desechos para los Años 1990, 1992, 1994, 1996 y 1998 .Nota: Para todos los casos excepto 1990 se determinaron con la Metodología del PICC versión 1996. 13

Glosario

PICC – Panel Intergubernamental de Cambio Climático ó IPCC por sus siglas en inglés.

Residuos Sólidos Municipales – Basura domiciliaria y de servicios urbanos, comercios, etc.

Aguas Residuales Municipales - Aguas residuales producidas en domicilios, comercios y servicios urbanos.

Aguas Residuales Industriales – Aguas usadas en procesos industriales.

Información de las actividades - Activity Data en inglés, información de las fuentes que dan lugar a los gases efecto invernadero.

Factores de Emisión - Emission Factors en inglés, cantidad de emisiones por unidad de masa de fuente generadora.

Gg – Unidad de medida de masa equivalente a 10⁹ gramos, empleada para las emisiones de GEI.

GEI – Abreviatura de Gases Efecto Invernadero.

QA/QC - Quality Assurance/ Quality Control, actividades propuestas para asegurar la calidad y el control de la misma, consistentes en la revisión y comparación de factores de emisión, metodologías e información de las actividades.

Software del PICC – Programa de cálculo en Excel proporcionado por el PICC para sistematizar y facilitar la elaboración de los inventarios de GEI.

GPGUM – Por sus siglas en inglés y significa Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre, conjunto de instrucciones propuestas por el PICC para elaborar los inventarios de GEI para reducir al mínimo las incertidumbres de los resultados de los mismos.

Arbol de Decisiones – Diagrama de Flujo que propone como primer paso el GPUGM para determinar la metodología a aplicar de acuerdo a los parámetros requeridos por la propia metodología.

Residuos Peligrosos – Residuos generados en y por la industria que requieren tratamientos específicos como la incineración a altas temperaturas para su disposición o confinamiento controlado, para evitar riesgos de salud y contaminación irreversible del medio ambiente.

Prefacio

Para lograr los objetivos establecidos, este documento esta estructurado en las partes siguientes: inicialmente se establecen claramente los objetivos anteriores; se hace énfasis en las aportaciones de la versión 1996 de la Metodología del PICC en el punto 7.1; se discute en el apartado 7.2 la importancia y deficiencia de la información requerida por la Metodología para la realización de estos inventarios; se presenta en el punto siguiente el método general aplicado a cada una de las actividades para obtener las estimaciones de emisiones objeto de este inventario en el punto 7.3; se presentan en el punto 7.4 siguiente los resultados del mismo así como las observaciones derivadas de estos resultados; a continuación se discuten estos resultados en el punto 7.5; y finalmente en esta primera parte se presentan las conclusiones y recomendaciones resultantes de los inventarios determinados para los años citados con la metodología 1996 del PICC.

El documento se complementa con los anexos A, B, C y D. En el anexo A se presentan las tablas de cálculo por actividad y por año resultantes de aplicar el Software de la Metodología del PICC. En el anexo B se presentan las consideraciones requeridas para evaluar las incertidumbres de los resultados y de los inventarios. En el anexo C se presenta la memoria de cálculo para efectuar la estimación de las emisiones. Y en el anexo D se presenta la información por actividad requerida para la aplicación de la Metodología propuesta.

En términos generales la Metodología versión 1996 reduce la incertidumbre debida a la metodología y facilita la realización de los inventarios, mediante una serie de recomendaciones propuestas en el Manual de Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre. Esta Metodología en el caso específico de los residuos sólidos, permite cuantificar la aportación en las emisiones de CH₄ de los residuos depositados en tiraderos a cielo abierto y sienta las bases para un mejor diagnóstico de las emisiones de aguas residuales municipales e industriales, así como las resultantes de la incineración de residuos.

Con las mejoras efectuadas a la Metodología del PICC versión 1996 se reducen sustancialmente las incertidumbres de las emisiones estimadas debidas a la metodología, pero las incertidumbres locales debidas a la información de las actividades (*activity data*) y factores de emisión (*emission factors*), pueden minimizarse mediante programas de experimentación para determinar los factores de emisión locales y de operación de las entidades responsables de las actividades y su información, de lo contrario las incertidumbres permanecerán con valores altos y se tendrá que continuar con el empleo de valores por defecto para la realización de los futuros inventarios.

Por lo que resulta necesario establecer convenios con las entidades responsables en cada caso, y efectuar una estrecha colaboración mediante cursos y foros de discusión abierta en torno a los inventarios de gases efecto invernadero.

7.1. Introducción

El Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) colaboró en la elaboración del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero para el año de 1990, efectuando la parte correspondiente a las emisiones de CH₄ por este sector. Para lo cual se emplearon las metodologías propuestas por el PICC (IPCC por sus siglas en inglés), y la desarrollada por el IIE, con el propósito de comparar los resultados y reducir las incertidumbres asociadas a dichas metodologías y emisiones resultantes.

Los resultados obtenidos en ese inventario de 1990 con ambas metodologías citadas, no incluían en el caso de los residuos sólidos, la contribución de las emisiones existentes en los tiraderos a cielo abierto por lo cual existe una subestimación de esas estimaciones.

En lo que respecta a los resultados obtenidos y reportados en ese inventario de las emisiones provenientes de las aguas residuales tanto municipales como industriales, también fueron subestimados tanto por la propia metodología empleada, como por las fuentes de la información de las actividades (*activity data*).

En el caso de las emisiones resultantes de la incineración de residuos, no fueron reportadas en ese inventario de 1990, debido fundamentalmente a la falta de información de la actividad en ese tiempo.

Aunado a los compromisos de México con la comunidad internacional en el ámbito de los Gases Efecto Invernadero y su impacto en el Cambio Climático Global de nuestro planeta, en este inventario, que en realidad son cuatro correspondientes a los años de 1992, 1994, 1996 y 1998, se emplea como metodología única la propuesta por el PICC. La cual tiene como resultado de su constante proceso de revisión y mejoramiento, una serie de modificaciones que permiten en el caso de los residuos sólidos municipales o urbanos, estimar la contribución de las emisiones de CH₄ de los tiraderos a cielo abierto aunado al de los rellenos sanitarios.

Esta versión 1996 de la metodología incluye las aportaciones no sólo de la Metodología desarrollada en el IIE y empleada en el inventario anterior para 1990, sino la de otras metodologías concensadas en el resto de los países de la comunidad internacional.

También permite reducir la subestimación o sobrestimación de las emisiones en general de las diferentes actividades consideradas y en particular del manejo y disposición de las aguas residuales municipales e industriales. Y por lo tanto reducir por el lado de la metodología las incertidumbres asociadas a la estimación de las emisiones en consideración, debiendo en lo futuro incrementar la confiabilidad de las emisiones estimadas reduciendo la incertidumbre de la información de las actividades (*activity data*) y los factores de emisión locales.

Otro objetivo de este trabajo es elaborar una Guía para la realización de futuros inventarios de emisiones de metano provenientes de *residuos sólidos municipales o urbanos, aguas residuales municipales, aguas residuales industriales* y emisiones de bióxido de carbono y dióxido de nitrógeno producidas por la *incineración de residuos peligrosos y hospitalarios*.

La propia metodología del PICC, tiene como elemento innovador de apoyo a la Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre (Good Practice Guidance and Uncertainty

Management GPGUM), la cual propone la aplicación de tres puntos básicos para la realización adecuada de los inventarios de emisiones en cuestión.

7.2. Generalidades

7.2.1 Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre

La GPGUM propone como primer punto el establecimiento del método a aplicar mediante un *árbol de decisiones*, el cual de acuerdo a una serie de consideraciones referente a la disponibilidad de información de la actividad y factores de emisión permite decidir el método a aplicar en cada caso.

El segundo punto considerado por la GPGUM, se refiere a la documentación empleada como referencia para efectuar las emisiones, la cual debe ser incluida con toda claridad para que esté accesible en caso de revisiones externas.

Y el tercer punto propuesto por la GPGUM se refiere a las actividades de *aseguramiento de calidad/control de calidad* (QA/QC), que consisten en la comparación de los resultados obtenidos con los resultados estimados con la metodología por defecto, así como comparar los resultados locales con los resultados obtenidos en países con características similares a las de México en demografía y economía. Y de la misma manera hacer las comparaciones respectivas con los factores de emisión e información de la actividad en estudio.

Para efectuar el inventario de las emisiones en cuestión, en este documento se empleó la metodología, de acuerdo al árbol de decisiones de cada caso. *Siendo ésta metodología la del software del PICC*. En función tanto de la información de las actividades y la existencia de los factores de emisión locales, correspondiendo en el primer caso a la información existente en el país y en el segundo a los valores por defecto para los factores de emisión considerados.

7.2.2 Evaluación de la Incertidumbre

Como parte fundamental del inventario, la versión 1996 de la Metodología del PICC establece que se debe evaluar la incertidumbre asociada a las estimaciones de gases efecto invernadero en cuestión.

De acuerdo con la Metodología del PICC, la incertidumbre tiene básicamente tres componentes: el primero se refiere a la metodología empleada; el segundo a la información de la actividad (*activity data*), y el tercero a los factores de emisión (*emission factors*). Para cada caso estos factores son diferentes, así como están en dependencia de las fuentes (*residuos sólidos, aguas residuales, etc.*) de emisiones consideradas.

La incertidumbre se evaluó en este documento de acuerdo a los valores propuestos por el GPGUM, como se describe en el Anexo B de este documento.

7.3. Información de las Actividades

7.3.1 Residuos Sólidos Municipales

La información requerida por el software de la Metodología del PICC relativa a los residuos sólidos existe parcialmente en el país. Esta se refiere a la cantidad de basura que es dispuesta en rellenos sanitarios, en tiraderos con profundidad mayor o igual a cinco metros y en tiraderos con profundidad menor a los cinco metros. Así como la composición y contenido de carbón y carbón biodegradable de los residuos, los cuales pueden ser obtenidos aplicando los valores en por ciento del contenido de papel, residuos de comida, de jardín y textiles, de los residuos y que de manera regional existen.

En el caso de los factores de emisión, no existen suficientes proyectos en el campo donde se lleven registros de emisiones de metano en los sitios de disposición de los residuos y solo existen algunos datos que han sido comparados con los valores sugeridos por la metodología del PICC, ante la falta de información al respecto en algunos casos se optó por tomar valores por defecto.

7.3.2 Aguas Residuales

La Metodología del PICC requiere información relativa a los volúmenes de aguas residuales, su carga contaminante, y las tecnologías que emplean para su tratamiento y disposición, así como los factores de emisión de metano locales. En relación con este punto las tecnologías aplicadas en su mayoría en nuestro país, son del tipo aerobio que no dan lugar a la generación de metano.

Existe información detallada relativa a los volúmenes y contenido de contaminantes en términos de sólidos volátiles, demanda química y bioquímica de oxígeno en las principales cuencas del país. Sin embargo no está disponible, y debe complementarse la información oficial con la de los censos de población donde se registran las descargas domiciliarias en el país, en el caso de las aguas residuales municipales para poder efectuar las estimaciones de las emisiones de metano de este inventario.

En el caso de las aguas residuales industriales ha existido en la presente década y especialmente en los últimos años, un impulso sin precedente para el tratamiento de las aguas residuales de esta naturaleza, duplicándose el número de plantas de tratamiento, sin embargo su eficiencia no es la requerida y el organismo oficial responsable revela que el 70% de estas plantas no cumplen con las condiciones particulares de descarga que se les ha impuesto. A este respecto existen valores globales de la carga contaminante aportada por este sector, y es el que se ha empleado y extrapolado de acuerdo a otros indicadores nacionales como el crecimiento económico del país y criterios recomendados por las actividades de QA/QC.

De tal manera que en nuestro país se trata aproximadamente el 20% de las aguas residuales municipales y el 10% de las aguas residuales industriales.

7.3.3 Incineración de Residuos Peligrosos y Hospitalarios

La información requerida al respecto por la Metodología del PICC, se refiere a la cantidad de residuos que son incinerados, a la tecnología que emplean como hornos rotatorios o lechos fluidizados, al tipo de residuo, es decir residuos sólidos municipales, residuos hospitalarios, residuos peligrosos o lodos residuales de plantas de tratamiento de aguas residuales, el contenido de carbón total y carbón fósil de los residuos. Lo mismo ocurre con los factores de emisión resultantes de la incineración de estos residuos, en donde en función de los parámetros anteriores varían y se recomienda que sean medidos los gases de combustión y su contenido de dióxidos de carbono y nitrógeno para mayor confiabilidad de los mismos factores resultantes.

En México los residuos que son incinerados son los del tipo peligroso y hospitalarios, y su aplicación y control data de cinco años a la fecha. Iniciando con los incineradores de las empresas farmacéuticas y creciendo exponencialmente en los últimos cinco años por cuestiones legales y administrativas. Sin embargo no existe información relativa a los gases de combustión emitidos, como volumen y composición, especialmente en bióxido de carbono y dióxido de nitrógeno, y por lo tanto no existen datos de factores de emisión de los mismos por lo que se tienen que obtener indirectamente y/o aplicar valores por defecto.

7.4. Método

Como regla general el procedimiento seguido para estimar las emisiones de metano de los residuos, para los años considerados de 1992, 1994, 1996 y 1998, consta de los siguientes pasos:

1. Aplicar el *árbol de decisiones* correspondiente, para definir el método a seguir para la estimación de las emisiones.
2. Revisar y establecer los parámetros requeridos por la metodología resultante en el punto anterior.
3. Ordenar, clasificar y procesar la información requerida por la metodología seleccionada.
4. Aplicar la metodología y obtener los resultados para cada caso.
5. Determinar la incertidumbre de los resultados obtenidos, discutir y analizar los mismos, y emitir las conclusiones y observaciones conducentes.

La metodología resultante de acuerdo al primer punto de este procedimiento, es la metodología por defecto del PICC empleando el software de la misma, la cual se describe para cada caso en el Anexo C de este documento.

En lo que respecta a los puntos dos y tres, los parámetros requeridos por la metodología son muy similares para las diferentes actividades, encontrando diferencias en aspectos relacionados con el procesamiento de la información de cada actividad.

Para determinar las emisiones de los dióxidos de carbono y nitrógeno se aplicó el mismo procedimiento, con la variante de que la metodología aplicada está en función de los factores de emisión empleados. Considerando a los residuos en su totalidad, como residuos peligrosos, en virtud de la carencia de información local al respecto.

7.5. Resultados

Las emisiones de metano resultantes para cada año y residuo, se presentan en el Anexo A de este documento y se resumen en la tabla 7.1 siguiente.

Tabla 7.1 Inventario de Emisiones de Metano Generadas por Residuos (Gg CH₄/año)

RESIDUO	1992	1994	1996	1998
Residuos Sólidos Municipales	1,055.5	1,038.7	1,6778.2	1,981.1
Aguas Residuales Municipales	499.0	525.5	546.73	552.4
Aguas Residuales Industriales	601.1	626.1	714.2	829.2

En tanto que las emisiones de dióxidos de carbono y nitrógeno resultantes de la incineración de los residuos peligrosos y hospitalarios, se presentan en la siguiente tabla 1.5.2.

Tabla 7.2 Emisiones de CO₂ y N₂O Resultantes de la Incineración De Residuos Peligrosos y Hospitalarios (Gg/año)

Año	Emisiones de CO₂	Emisiones de N₂O
1992	---	---
1994	3.4	0.0005
1996	15.3	0.0022
1998	631.7	0.09

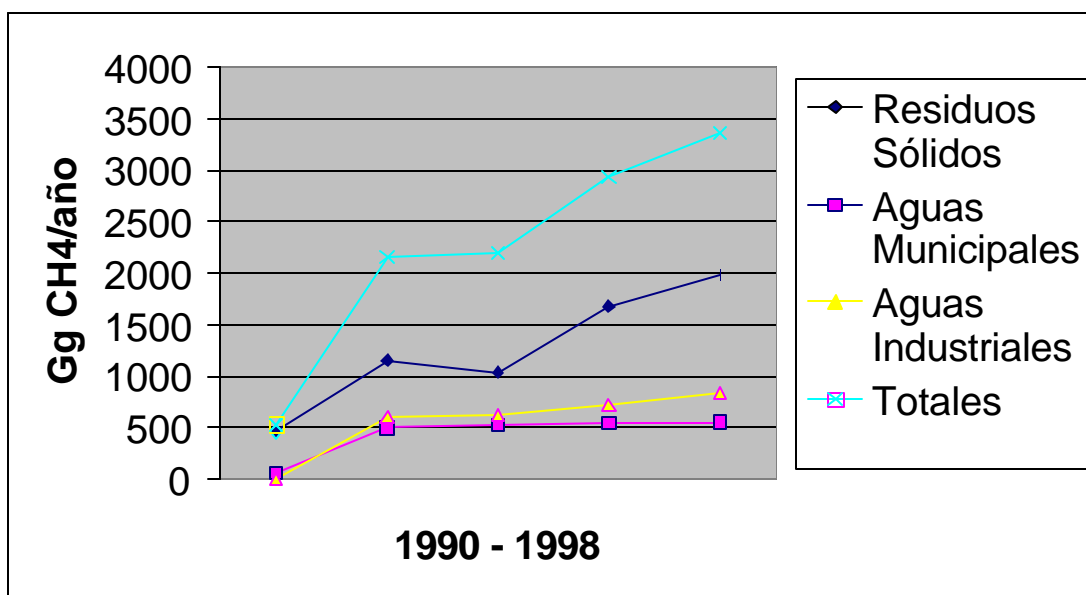


Figura 7.1 Emisiones de CH₄ de Desechos para los Años 1990, 1992, 1994, 1996 y 1998

.Nota: Para todos los casos excepto 1990 se determinaron con la Metodología del PICC versión 1996.

7.5.1 Observaciones

La descripción detallada para llegar a los resultados anteriores se presentan en la *memoria de cálculo* del Anexo C de este documento, tanto para el procesamiento de la información como de su incorporación a la metodología del PICC y la descripción de la propia metodología. En tanto que la información de las actividades (*activity data*) se presenta en el Anexo D.

En esta ocasión no se ha empleado de manera paralela la metodología desarrollada en el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), como sucedió en la elaboración del Inventario para el año de 1990, en virtud de que la revisión y versión 1996 de la metodología del PICC, considera los puntos de la metodología desarrollada en el IIE.

Las incertidumbres asociadas a las emisiones obtenidas y presentadas en el punto anterior, se resumen en e los Anexos B y C, así como la manera en que fueron obtenidas. Resaltando que para las emisiones de metano, estas incertidumbres fluctuaron del 49.5% para las emisiones de aguas residuales municipales de 1998, al 74.2% obtenida para los residuos sólidos municipales del inventario de 1994.

Las incertidumbres correspondientes a las emisiones resultantes de la incineración de residuos, no fué estimada en el caso del CO₂ por no existir valores locales de los elementos que las definen, y no existir valores propuestos sugeridos por la Metodología del PICC como sucede con las emisiones de metano y que fueron las usadas en este caso. En lo que respecta a las emisiones de N₂O, la incertidumbre sugerida por la metodología es del 100%, y puede considerarse igual para este inventario. Sin embargo dada la contribución de las

emisiones derivadas de la incineración, la cual es muy poco significativa, resulta evidente que las incertidumbres también lo son.

Para disponer de los elementos locales necesarios para determinar las incertidumbres locales, resulta indispensable validar la información de las actividades en campo, y establecer un programa experimental y operacional para determinar los factores de emisión de cada caso, para lo cual se requieren evidentemente recursos económicos importantes.

7.6. Discusión.

7.6.1 Residuos Sólidos Municipales

Como puede observarse en la tabla 7.1, las emisiones correspondientes se duplicaron prácticamente durante el período considerado, como resultado del incremento en el país de la disposición de los residuos en rellenos sanitarios, sin la recuperación de las emisiones y su consecuente escape a la atmósfera. Por lo que deberá promoverse la recuperación y aprovechamiento de estas emisiones como medida de mitigación de las mismas.

En relación al inventario efectuado para el año de 1990, las emisiones más próximas de 1992 son superiores en más del doble, como consecuencia de la consideración de la metodología versión 1996 de la aportación de las emisiones provenientes de sitios o tiraderos a cielo abierto, que no son ni fueron considerados por la metodología empleada para estimar las emisiones de 1990.

Por lo cual resulta importante tener una base de datos detallada de los sitios controlados, no controlados y sus profundidades, así como sus edades, para estar en la posibilidad de emplear la metodología 1996 y en particular la de Primer Orden propuesto por la GPGUM, y que considera el efecto del tiempo de los residuos confinados y por lo tanto incrementa la certidumbre de los inventarios.

7.6.2 Aguas Residuales Municipales

De la misma tabla de resultados podemos constatar que en el caso de las aguas residuales municipales no sucede lo mismo, es decir sí existe un incremento en las emisiones de metano durante el período considerado, pero es mitigado por la creación de nuevas plantas de tratamiento del tipo aerobio. Y por lo tanto no existe la producción de metano.

Para poder aplicar la metodología 1996 del PICC, fue necesario consultar el censo y el conteo de población y vivienda, en lo referente a las encuestas que se refieren al manejo y destino de las aguas residuales de los domicilios del país, cuestionado de la disposición y tipo de drenaje que poseen las familias en México. Esta información fue transformada para elaborar para cada año considerado, los diagramas de balance de aguas residuales del país presentados en el Anexo D de este documento

7.6.3 Aguas Residuales Industriales

Siguiendo la misma tendencia en este rubro, las emisiones de metano generadas durante el período también se incrementan un 40%, a pesar de que en 1994 se tenían registradas 177 plantas de tratamiento de esta agua y en 1998 se incrementaron hasta 1,354 plantas. En 1994 se trataba el 7% del total de estas aguas residuales, y en 1998 el 10% en términos reales, considerando que el 70% de las plantas operan fuera de las especificaciones que les han sido fijadas. La mayoría de estas plantas operan con procesos aerobios, y un proceso aerobio deficiente produce metano, por lo cual se considera que las emisiones de metano por este concepto prácticamente son las mismas, como se evidencía en los resultados presentados en la tabla 7.1.

7.6.4 Incineración de Residuos Peligrosos

Los dióxidos de carbono y nitrógeno presentados en la tabla 7.2, muestran por un lado el explosivo crecimiento que ha experimentado esta actividad en nuestro país a partir de 1994, no existiendo información para 1992. Y por el otro la necesidad de que el control por parte de las autoridades respectivas, incluya la información requerida para llevar un control preciso de estas emisiones, tal información se refiere a la cuantificación y calificación del contenido de los dióxidos citados, y disponer de factores de emisión reales para la elaboración de futuros inventarios.

La contribución de estos gases al inventario total no es significativa, pero localmente puede tener impactos importantes, sobre todo los dióxidos de nitrógeno.

7.7. Conclusiones y recomendaciones

La Metodología 1996 del PICC, permite en el caso de los residuos sólidos municipales considerar la contribución de las emisiones de los residuos dispuestos en tiraderos a cielo abierto, lo cual incrementa las emisiones por este concepto y la precisión de las estimaciones.

La Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre de la Metodología, facilita en función de la disponibilidad de información de la actividad y factores de emisión, la metodología a seguir para la mejor estimación de las emisiones de metano y dióxidos de carbono y nitrógeno. Sin embargo debe hacerse más accesible y práctica, ya que resulta un tanto repetitiva con los otros documentos de la metodología.

Las emisiones de aguas residuales municipales estimadas en este inventario, son superiores en un factor de diez en relación a las determinadas para 1990 con la metodología anterior del PICC, debido principalmente a una mayor disposición de información y los criterios recomendados por la metodología 1996. Durante el período considerado para este

inventario se mantienen prácticamente constante estas emisiones con un incremento del 10% de 1992 a 1998.

A diferencia del inventario anterior para 1990, en este existe suficiente información que permite estimar las emisiones de las aguas residuales industriales, sin embargo esta información debe enriquecerse para simplificar la elaboración del inventario. Las emisiones por este concepto son superiores a las emisiones provenientes de las aguas residuales municipales, y crecieron en el período de interés de 1992 a 1998 en casi el 40%.

La contribución de los residuos sólidos a las emisiones de metano va del 48 al 59%, de las aguas residuales municipales del 22.6 al 16.4%, y de las aguas residuales industriales del 29.2 al 24.6%, dentro del período considerado para este inventario. Y en relación al inventario de 1990, las emisiones en 1998 crecieron 6 veces, en tanto que para el propio período de 1992 a 1998 crecieron 1.5 veces. Siendo las emisiones totales de 2,205.2; 2,142.6; 2,927.2 y 3,362.7 para 1992, 1994, 1996 y 1998, en tanto que para 1990 se estimaron en 560 Gg CH₄/año.

En lo referente a las emisiones de dióxidos de carbono y nitrógeno estimadas para este inventario, son poco significativas a nivel global, sin embargo deben controlarse localmente.

En todos los casos se recomienda establecer convenios de colaboración con las oficinas gubernamentales responsables de los sectores que generan la información requerida por la metodología del PICC, con el propósito de facilitar la elaboración de los inventarios y más importante aún de reducir la incertidumbre asociada a esta información. De tal manera que se propone convocar a foros de discusión y capacitación sobre los inventarios de emisiones en general y en particular de las de metano derivadas de los residuos sólidos y líquidos producidos en el país, para la actualización de futuros inventarios.

Reconocimientos

Nuestro más cumplido reconocimiento al Instituto Nacional de Ecología por el apoyo brindado en la realización de este documento, y en particular por las gestiones realizadas para obtener parte de la información requerida para efectuar el presente inventario, y a la Red de Desarrollo Sostenible. Así mismo nuestro agradecimiento a la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, al Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, a la Comisión Nacional del Agua, a la Secretaría de Desarrollo Social y al propio Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Referencias

1. IPCC; “Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”; Reporting Instructions (Volume 1).
2. IPCC; “Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”; Workbook (Volume 2).
3. IPCC; “Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”; Reference Manual (Volume 3).
4. IPCC; “Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories”; This report was accepted by the IPCC Plenary at its 16th session held in Montreal, 1-8 May, 2000.
5. IPCC; “Software for Workbook”.
6. Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático; “Inventario de gases de efecto invernadero Software para el libro de trabajo Manual de Instrucciones”; Directrices del IPCC revisadas en 1996 para realizar el informe del inventario de gases de efecto invernadero.
7. SEDESOL; “Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1991-1992”; México, 1993.
8. SEDESOL/INE; “Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente 1993-1994”; México 1994.
9. INEGI/SEMARNAP; “Estadísticas del Medio Ambiente”; México 1997.
10. SANCHO Y CERVERA JAIME Y ROSILES CASTRO GUSTAVO: “Situación Actual del Manejo Integral de los Residuos Sólidos en México”; Federalismo y Desarrollo; Abril- Mayo-Junio de 1998, Banobras, México D.F. 1998.
11. UNEP/PROJET; “Preliminary National Inventory of Green House Gas: Mexico”; GF/4102-92-01 (PP/3011); Waste, pp 101-108; September 1995.
12. COMISION NACIONAL DEL AGUA; “ Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento a Diciembre de 1994”, México, 1994.
13. COMISION NACIONAL DEL AGUA; “ Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento a Diciembre de 1996”; México 1996.
14. COMISION NACIONAL DEL AGUA; “Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento a Diciembre de 1998”; México, 1998.
15. COMISION NACIONAL DEL AGUA/SARH; “ Informe 1989-1994”, México 1994.
16. INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA; “Características Técnicas de los Incineradores Autorizados para Residuos Peligrosos”; Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas; Dirección de Residuos Peligrosos; México 2000.

Apéndice A

Tablas estándar de reporte del PICC

Inventario de Emisiones 1992 de CH₄ de Residuos Sólidos Urbanos

Worksheets: 6-1, 6-1A, 6-1B y 6-1C

MODULE		WASTE										
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM SOLID WASTE DISPOSAL SITES										
WORKSHEET		6-1										
SHEET		1 OF 1										
COUNTRY		Mexico										
YEAR		1992										
STEP 1	STEP 2	STEP 3						STEP 4				
A Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)	B Methane Correction Factor (MCF)	C Fraction of DOC in MSW	D Fraction of DOC which Actually Degrades	E Fraction of Carbon Released as Methane	F Conversion Ratio	G Potential Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	H Realised (Country-specific) Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	J Gross Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	K Recovered Methane per Year (Gg CH ₄)	L Net Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	M One Minus Methane Oxidation Correction Factor	N Net Annual Methane Emissions (Gg CH ₄)
						$G = (C \times D \times E \times F)$	$H = (B \times G)$	$J = (H \times A)$		$L = (J - K)$		$N = (L \times M)$
10,984	0.72	0.13	0.77	0.5	16/12	0.07	0.05	527.74	0	527.74	1	527.74
5,491.75	0.72	0.13	0.77	0.5	16/12	0.07	0.05	263.87	0	263.87	1	263.87
5,491.75	0.72	0.13	0.77	0.5	16/12	0.07	0.05	263.87	0	263.87	1	263.87

MODULE		WASTE		
SUBMODULE		QUANTITY OF MSW DISPOSED OF IN SOLID WASTE DISPOSAL SITES USING COUNTRY DATA		
WORKSHEET		6-1A (SUPPLEMENTAL)		
SHEET		1 OF 1		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1992		
A Population whose Waste goes to SWDSs (Urban or Total) (persons)	B MSW Generation Rate (kg/capita/day)	C Annual Amount of MSW Generated (Gg MSW)	D Fraction of MSW Disposed to SWDSs (Urban or Total)	E Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)
		$C = (A \times B \times 365) / 1\,000\,000$		$E = (C \times D)$
		0.00		0.00

MODULE		WASTE
SUBMODULE		QUANTITY OF MSW DISPOSED OF IN SOLID WASTE DISPOSAL SITES USING DISPOSAL RATE DEFAULT DATA
WORKSHEET		6-1B (SUPPLEMENTAL)
SHEET		1 OF 1
COUNTRY		Mexico
YEAR		1992
A Population whose Waste goes to SWDSs (Urban or Total) (persons)	B MSW Disposal Rate to SWDSs (kg/capita/day)	C Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)
		$C = (A \times B \times 365) / 1\,000\,000$
		0.00

MODULE		WASTE	
SUBMODULE		METHANE CORRECTION FACTOR	
WORKSHEET		6-1C (SUPPLEMENTAL)	
SHEET		1 OF 1	
COUNTRY		Mexico	
YEAR		1992	
Type of Site	W Proportion of Waste (by weight) for Each Type of SWDSs	X Methane Correction Factor (MCF)	Y Weighted Average MCF for Each Type of SWDS
			$Y = W \times X$
Managed	0.3	1.0	0.30
Unmanaged - deep ($\geq 5m$ waste)	0.35	0.8	0.28
Unmanaged - shallow (< 5m waste)	0.35	0.4	0.14
Total		0.6	0.72

***Inventario de Emisiones 1994 de CH₄ de Residuos Sólidos Urbanos.
Worksheets: 6-1, 6-1A, 6-1B y 6-1C***

MODULE		WASTE										
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM SOLID WASTE DISPOSAL SITES										
WORKSHEET		6-1										
SHEET		1 OF 1										
COUNTRY		Mexico										
YEAR		1994										
STEP 1	STEP 2	STEP 3						STEP 4				
A Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)	B Methane Correction Factor (MCF)	C Fraction of DOC in MSW	D Fraction of DOC which Actually Degrades	E Fraction of Carbon Released as Methane	F Conversion Ratio	G Potential Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	H Realised (Country- specific) Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ / Gg MSW)	J Gross Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	K Recovered Methane per Year (Gg CH ₄)	L Net Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	M One Minus Methane Oxidation Correction Factor	N Net Annual Methane Emissions (Gg CH ₄)
						$G = (C \times D \times E \times F)$	$H = (B \times G)$	$J = (H \times A)$		$L = (J - K)$		$N = (L \times M)$
14,744	0.5446	0.126	0.77	0.5	16/12	0.06	0.04	519.34	0	519.34		519.34
7,372	0.5446	0.126	0.77	0.5	16/12	0.06	0.04	259.67	0	259.67		259.67
7,372	0.5446	0.126	0.77	0.5	16/12	0.06	0.04	259.68	0	259.68		259.68

MODULE		WASTE		
SUBMODULE		QUANTITY OF MSW DISPOSED OF IN SOLID WASTE DISPOSAL SITES USING COUNTRY DATA		
WORKSHEET		6-1A (SUPPLEMENTAL)		
SHEET		1 OF 1		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1994		
A Population whose Waste goes to SWDSs (Urban or Total) (persons)	B MSW Generation Rate (kg/capita/day)	C Annual Amount of MSW Generated (Gg MSW)	D Fraction of MSW Disposed to SWDSs (Urban or Total)	E Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)
		$C = (A \times B \times 365) / 1\ 000\ 000$		$E = (C \times D)$
		0.00		0.00

MODULE		WASTE
SUBMODULE		QUANTITY OF MSW DISPOSED OF IN SOLID WASTE DISPOSAL SITES USING DISPOSAL RATE DEFAULT DATA
WORKSHEET		6-1B (SUPPLEMENTAL)
SHEET		1 OF 1
COUNTRY		Mexico
YEAR		1994
A Population whose Waste goes to SWDSs (Urban or Total) (persons)	B MSW Disposal Rate to SWDSs (kg/capita/day)	C Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)
		$C = (A \times B \times 365) / 1\ 000\ 000$
		0.00

MODULE		WASTE	
SUBMODULE		METHANE CORRECTION FACTOR	
WORKSHEET		6-1C (SUPPLEMENTAL)	
SHEET		1 OF 1	
COUNTRY		Mexico	
YEAR		1994	
Type of Site	W Proportion of Waste (by weight) for Each Type of SWDSs	X Methane Correction Factor (MCF)	Y Weighted Average MCF for Each Type of SWDS Y = W x X
Managed	0	1.0	0.17
Unmanaged - deep (≥ 5 m waste)		0.8	0.00
Unmanaged - shallow (< 5m waste)		0.4	0.00
Total		0.6	0.17

Inventario de Emisiones 1996 de CH₄ de Residuos Sólidos Urbanos.
Worksheets: 6-1, 6-1A, 6-1B y 6-1C

MODULE		WASTE										
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM SOLID WASTE DISPOSAL SITES										
WORKSHEET		6-1										
SHEET		1 OF 1										
COUNTRY		Mexico										
YEAR		1996										
STEP 1	STEP 2	STEP 3						STEP 4				
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)	Methane Correction Factor (MCF)	Fraction of DOC in MSW	Fraction of DOC which Actually Degrades	Fraction of Carbon Released as Methane	Conversion Ratio	Potential Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	Realised (Country-specific) Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	Gross Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	Recovered Methane per Year (Gg CH ₄)	Net Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	One Minus Methane Oxidation Correction Factor	Net Annual Methane Emissions (Gg CH ₄)
						$G = (C \times D \times E \times F)$	$H = (B \times G)$	$J = (H \times A)$		$L = (J - K)$		$N = (L \times M)$
15,984.20	0.7072	0.1446	0.77	0.5	16/12	0.07	0.05	839.08	0	839.08	1	839.08
7,992.10	0.7072	0.1446	0.77	0.5	16/12	0.07	0.05	419.54	0	419.54	1	419.54
7,992.10	0.7072	0.1446	0.77	0.5	16/12	0.07	0.05	419.54	0	419.54	1	419.54

MODULE		WASTE		
SUBMODULE		QUANTITY OF MSW DISPOSED OF IN SOLID WASTE DISPOSAL SITES USING COUNTRY DATA		
WORKSHEET		6-1A (SUPPLEMENTAL)		
SHEET		1 OF 1		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1996		
A	B	C	D	E
Population whose Waste goes to SWDSs (Urban or Total) (persons)	MSW Generation Rate (kg/capita/day)	Annual Amount of MSW Generated (Gg MSW)	Fraction of MSW Disposed to SWDSs (Urban or Total)	Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)
		$C = (A \times B \times 365) / 1\,000\,000$		$E = (C \times D)$
95,512,585	0.917	31,968.54	0.268	8,567.57

MODULE		WASTE
SUBMODULE		QUANTITY OF MSW DISPOSED OF IN SOLID WASTE DISPOSAL SITES USING DISPOSAL RATE DEFAULT DATA
WORKSHEET		6-1B (SUPPLEMENTAL)
SHEET		1 OF 1
COUNTRY		Mexico
YEAR		1996
A	B	C
Population whose Waste goes to SWDSs (Urban or Total) (persons)	MSW Disposal Rate to SWDSs (kg/capita/day)	Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)
		$C = (A \times B \times 365) / 1\,000\,000$
		0.00

MODULE		WASTE	
SUBMODULE		METHANE CORRECTION FACTOR	
WORKSHEET		6-1C (SUPPLEMENTAL)	
SHEET		1 OF 1	
COUNTRY		Mexico	
YEAR		1996	
Type of Site	W Proportion of Waste (by weight) for Each Type of SWDSs	X Methane Correction Factor (MCF)	Y Weighted Average MCF for Each Type of SWDS
			$Y = W \times X$
Managed	0.268	1.0	0.27
Unmanaged - deep ($\geq 5\text{m}$ waste)	0.366	0.8	0.29
Unmanaged - shallow ($< 5\text{m}$ waste)	0.366	0.4	0.15
Total		0.6	0.71

Inventario de Emisiones 1998 de CH4 de Residuos Sólidos Urbanos
Worksheets: 6-1, 6-1A, 6-1B y 6-1C

MODULE		WASTE										
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM SOLID WASTE DISPOSAL SITES										
WORKSHEET		6-1										
SHEET		1 OF 1										
COUNTRY		Mexico										
YEAR		1998										
STEP 1	STEP 2	STEP 3					STEP 4					
A Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)	B Methane Correction Factor (MCF)	C Fraction of DOC in MSW	D Fraction of DOC which Actually Degrades	E Fraction of Carbon Released as Methane	F Conversion Ratio	G Potential Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	H Realised (Country-specific) Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH ₄ /Gg MSW)	J Gross Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	K Recovered Methane per Year (Gg CH ₄)	L Net Annual Methane Generation (Gg CH ₄)	M One Minus Methane Oxidation Correction Factor	N Net Annual Methane Emissions (Gg CH ₄)
						$G = (C \times D \times E \times F)$	$H = (B \times G)$	$J = (H \times A)$		$L = (J - K)$		$N = (L \times M)$
15,021.60	0.7969	0.1583	0.77	0.5	16/12	0.08	0.06	972.75	0	972.75	1	972.75
7,786.10	0.7969	0.1583	0.77	0.5	16/12	0.08	0.06	504.20	0	504.20	1	504.20
7,786.10	0.7969	0.1583	0.77	0.5	16/12	0.08	0.06	504.20	0	504.20	1	504.20

MODULE		WASTE		
SUBMODULE		QUANTITY OF MSW DISPOSED OF IN SOLID WASTE DISPOSAL SITES USING COUNTRY DATA		
WORKSHEET		6-1A (SUPPLEMENTAL)		
SHEET		1 OF 1		
COUNTRY		Mexico		
YEAR		1998		
A Population whose Waste goes to SWDSs (Urban or Total)	B MSW Generation Rate (kg/capita/day)	C Annual Amount of MSW Generated (Gg MSW)	D Fraction of MSW Disposed to SWDSs (Urban or Total)	E Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)
		$C = (A \times B \times 365) / 1\,000\,000$		$E = (C \times D)$
98,266,369	0.853	30,594.74	0.491	15,022.02

MODULE	WASTE	
SUBMODULE	QUANTITY OF MSW DISPOSED OF IN SOLID WASTE DISPOSAL SITES USING DISPOSAL RATE DEFAULT DATA	
WORKSHEET	6-1B (SUPPLEMENTAL)	
SHEET	1 OF 1	
COUNTRY	Mexico	
YEAR	1998	
A	B	C
Population whose Waste goes to SWDSs (Urban or Total) (persons)	MSW Disposal Rate to SWDSs (kg/capita/day)	Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)
		$C = (A \times B \times 365) / 1\,000\,000$
		0.00

MODULE	WASTE		
SUBMODULE	METHANE CORRECTION FACTOR		
WORKSHEET	6-1C (SUPPLEMENTAL)		
SHEET	1 OF 1		
COUNTRY	Mexico		
YEAR	1998		
Type of Site	W	X	Y
	Proportion of Waste (by weight) for Each Type of SWDSs	Methane Correction Factor (MCF)	Weighted Average MCF for Each Type of SWDS
			$Y = W \times X$
Managed	0.4924	1.0	0.49
Unmanaged - deep ($\geq 5m$ waste)	0.2538	0.8	0.20
Unmanaged - shallow ($< 5m$ waste)	0.2538	0.4	0.10
Total		0.6	0.80

Inventario de CH₄ 1992 a Partir de Aguas Residuales Municipales
Worksheets 6-2: Step 1, Step 2, Step 3 y Step 4

MODULE		WASTE			
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT			
WORKSHEET		6-2			
SHEET		1 OF 4 ESTIMATION OF ORGANIC WASTEWATER AND SLUDGE			
COUNTRY		Mexico			
YEAR		1992			
STEP 1					
A Region or City	B Population (1,000 persons)	C Degradable Organic Component (kg BOD/1000 persons/yr)	D Fraction of Degradable Organic Component Removed as Sludge	E Total Domestic/Commercial Organic Wastewater (kg BOD/yr)	F Total Domestic/Commercial Organic Sludge (kg BOD/yr)
				$E = [B \times C \times (1-D)]$	$F = (B \times C \times D)$
Norte	15,477	18,250	0.4	169,473,150.00	112,982,100.00
Centro	28,620	14,600	0.3	292,496,400.00	125,355,600.00
Distrito Federal	5,683	18,250	0.4	62,228,850.00	41,485,900.00
Sur	9,525	14,600	0.3	97,345,500.00	41,719,500.00
Total:				621,543,900.00	321,543,100.00

MODULE		WASTE			
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER TREATMENT			
WORKSHEET		6-2			
SHEET		2 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR WASTEWATER HANDLING SYSTEMS			
COUNTRY		Mexico			
YEAR		1992			
STEP 2					
A Wastewater Handling System	B Fraction of Wastewater Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor for the Handling System	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg BOD)	F Emission Factor for Domestic/Commercial Wastewater (kg CH ₄ /kg BOD)
			$D = (B \times C)$		$F = (D \times E)$
Reactores Anaeróbios	0.01	0.65	0.01		
Fosas Sépticas, Letrinas	0.12	0.6	0.07		
Canales Estancados	0.03	0.4	0.01		
Mar, Ríos, Lagos	0.58	0.4	0.23		
Aggregate MCF:			0.32	0.63	0.20

MODULE		WASTE			
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER TREATMENT			
WORKSHEET		6-2			
SHEET		3 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR SLUDGE HANDLING SYSTEMS			
COUNTRY		Mexico			
YEAR		1992			
STEP 3					
A	B	C	D	E	F
Sludge Handling System	Fraction of Sludge Treated by the Handling System	Methane Conversion Factor for the Handling System	Product	Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg BOD)	Emission Factor for Domestic/ Commercial Sludge (kg CH ₄ /kg BOD)
			$D = (B \times C)$		$F = (D \times E)$
Reactores Anaeróbios	0.8	0.8	0.64		
Islas Sépticas, Letrinas	0.8	0.8	0.64		
Canales Estancados	0.6	0.6	0.36		
Mar, Ríos, lagos	0.5	0.4	0.20		
Aggregate MCE:			1.84	0.63	1.16

MODULE		WASTE			
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT			
WORKSHEET		6-2			
SHEET		4 OF 4 ESTIMATION OF METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC/COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE			
COUNTRY		Mexico			
YEAR		1992			
STEP 4					
	A	B	C	D	E
	Total Organic Product (kg BOD/yr)	Emission Factor (kg CH ₄ /kg BOD)	Methane Emissions Without Recovery/Flaring	Methane Recovered and/or Flared (kg CH ₄)	Net Methane Emissions (Gg CH ₄)
	from Worksheet 6-2, Sheet 1	from Worksheet 6-2, Sheets 2 and 3	$C = (A \times B)$		$E = (C - D)/1\ 000\ 000$
Wastewater	621,543,900.00	0.20	126,282,181.88		126.28
Sludge	321,543,100.00	1.16	372,732,761.52		372.73
Total:					499.01

***Inventario de CH₄ 1994 a Partir de Aguas Residuales Municipales
Worksheets 6-2: Step 1, Step 2, Step 3 y Step 4***

MODULE		WASTE			
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT			
WORKSHEET		6-2			
SHEET		1 OF 4 ESTIMATION OF ORGANIC WASTEWATER AND SLUDGE			
COUNTRY		Mexico			
YEAR		1994			
STEP 1					
A Region or City	B Population (1,000 persons)	C Degradable Organic Component (kg BOD/1000 persons/yr)	D Fraction of Degradable Organic Component Removed as Sludge	E Total Domestic/Commercial Organic Wastewater (kg BOD/yr)	F Total Domestic/Commercial Organic Sludge (kg BOD/yr)
				$E = [B \times C \times (1-D)]$	$F = (B \times C \times D)$
Norte	20,107	18,250	0.4	220,168,912.50	146,779,275.00
Centro	28,187	14,600	0.3	288,067,052.00	123,457,308.00
Distrito Federal	7,728	18,250	0.4	84,623,790.00	56,415,860.00
Sur	8,612	14,600	0.3	88,012,596.00	37,719,684.00
Total:				680,872,350.50	364,372,127.00

MODULE		WASTE			
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER TREATMENT			
WORKSHEET		6-2			
SHEET		2 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR WASTEWATER HANDLING SYSTEMS			
COUNTRY		Mexico			
YEAR		1994			
STEP 2					
A Wastewater Handling System	B Fraction of Wastewater Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor for the Handling System	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg BOD)	F Emission Factor for Domestic/Commercial Wastewater (kg CH ₄ /kg BOD)
			$D = (B \times C)$		$F = (D \times E)$
Reactores Anaeróbios	0.01	0.65	0.01		
Basinas Sépticas, Letrinas	0.11	0.6	0.07		
Canales estancados...	0.02	0.4	0.01		
Mar, Ríos, Lagos	0.64	0.3	0.19		
Aggregate MCF:			0.27	0.63	0.17

MODULE		WASTE			
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER TREATMENT			
WORKSHEET		6-2			
SHEET		3 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR SLUDGE HANDLING SYSTEMS			
COUNTRY		Mexico			
YEAR		1994			
STEP 3					
A Sludge Handling System	B Fraction of Sludge Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor for the Handling System	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg BOD)	F Emission Factor for Domestic/ Commercial Sludge (kg CH ₄ /kg BOD)
			D = (B x C)		F = (D x E)
Reactores Anaeróbios	0.8	0.65	0.52		
Fosas Sépticas...	0.8	0.65	0.52		
Canales Estancados	0.7	0.6	0.42		
Mar, Ríos, Lagos	0.8	0.4	0.32		
Aggregate MCF:			1.78	0.63	1.12

MODULE		WASTE			
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT			
WORKSHEET		6-2			
SHEET		4 OF 4 ESTIMATION OF METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC/COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE			
COUNTRY		Mexico			
YEAR		1994			
STEP 4					
	A Total Organic Product (kg BOD/yr)	B Emission Factor (kg CH ₄ /kg BOD)	C Methane Emissions Without Recovery/Flaring	D Methane Recovered and/or Flared (kg CH ₄)	E Net Methane Emissions (Gg CH ₄)
	from Worksheet 6-2, Sheet 1	from Worksheet 6-2, Sheets 2 and 3	C = (A x B)		E = (C - D)/1 000 000
Wastewater	680,872,350.50	0.17	116,888,760.77	0	116.89
Sludge	364,372,127.00	1.12	408,606,903.22	0	408.61
Total:					525.50

Inventario de CH₄ 1996 a Partir de Aguas Residuales Municipales
Worksheets 6-2: Step 1, Step 2, Step 3 y Step 4

MODULE		WASTE			
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT			
WORKSHEET		6-2			
SHEET		1 OF 4 ESTIMATION OF ORGANIC WASTEWATER AND SLUDGE			
COUNTRY		Mexico			
YEAR		1996			
STEP 1					
A Region or City	B Population (1,000 persons)	C Degradable Organic Component (kg BOD/1000 persons/yr)	D Fraction of Degradable Organic Component Removed as Sludge	E Total Domestic/Commercial Organic Wastewater (kg BOD/yr)	F Total Domestic/Commercial Organic Sludge (kg BOD/yr)
				$E = [B \times C \times (1-D)]$	$F = (B \times C \times D)$
Norte	21,223	18,250	0.4	232,391,850.00	154,927,900.00
Centro	31,770	16,400	0.3	364,719,600.00	156,308,400.00
Distrito Federal	8,161	18,250	0.4	89,362,950.00	59,575,300.00
Sur	7,306	16,400	0.3	83,872,880.00	35,945,520.00
Total:				770,347,280.00	406,757,120.00

MODULE		WASTE			
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER TREATMENT			
WORKSHEET		6-2			
SHEET		2 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR WASTEWATER HANDLING SYSTEMS			
COUNTRY		Mexico			
YEAR		1996			
STEP 2					
A Wastewater Handling System	B Fraction of Wastewater Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor for the Handling System	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg BOD)	F Emission Factor for Domestic/Commercial Wastewater (kg CH ₄ /kg BOD)
			$D = (B \times C)$		$F = (D \times E)$
Reactores Anaeróbios	0.04	0.65	0.03		
Fosas Sépticas, Letrin	0.01	0.6	0.01		
Canales Estancados ...	0.01	0.4	0.00		
Mar, Ríos, Lagos	0.69	0.3	0.21		
Aggregate MCF:			0.24	0.6	0.15

MODULE		WASTE			
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER TREATMENT			
WORKSHEET		6-2			
SHEET		3 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR SLUDGE HANDLING SYSTEMS			
COUNTRY		Mexico			
YEAR		1996			
STEP 3					
A Sludge Handling System	B Fraction of Sludge Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor for the Handling System	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg BOD)	F Emission Factor for Domestic/ Commercial Sludge (kg CH ₄ /kg BOD)
			D = (B x C)		F = (D x E)
Reactores Anaeróbios	0.8	0.65	0.52		
Posas Sépticas, Letri.	0.8	0.65	0.52		
Canales Estancados	0.7	0.6	0.42		
Mar, Ríos, Lagos	0.8	0.4	0.32		
Aggregate MCF:			1.78	0.6	1.07

MODULE		WASTE			
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT			
WORKSHEET		6-2			
SHEET		4 OF 4 ESTIMATION OF METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC/COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE			
COUNTRY		Mexico			
YEAR		1996			
STEP 4					
	A Total Organic Product (kg BOD/yr)	B Emission Factor (kg CH ₄ /kg BOD)	C Methane Emissions Without Recovery/Flaring	D Methane Recovered and/or Flared (kg CH ₄)	E Net Methane Emissions (Gg CH ₄)
	from Worksheet 6-2, Sheet 1	from Worksheet 6-2, Sheets 2 and 3	C = (A x B)		E = (C - D)/1 000 000
Wastewater	770,347,280.00	0.15	112,316,633.42		112.32
Sludge	406,757,120.00	1.07	434,416,604.16		434.42
Total:					546.73

Inventario de CH₄ 1998 a Partir de Aguas Residuales Municipales
Worksheets 6-2: Step 1, Step 2, Step 3 y Step 4

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT				
WORKSHEET	6-2				
SHEET	1 OF 4 ESTIMATION OF ORGANIC WASTEWATER AND SLUDGE				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1998				
STEP 1					
A Region or City	B Population (1,000 persons)	C Degradable Organic Component (kg BOD/1000 persons/yr)	D Fraction of Degradable Organic Component Removed as Sludge	E Total Domestic/Commercial Organic Wastewater (kg BOD/yr)	F Total Domestic/Commercial Organic Sludge (kg BOD/yr)
				$E = [B \times C \times (1-D)]$	$F = (B \times C \times D)$
Norte	21,971	18,250	0.4	240,582,450.00	160,388,300.00
Centro	33,226	14,600	0.3	339,569,720.00	145,529,880.00
Distrito Federal	7,381	18,250	0.4	80,821,950.00	53,881,300.00
Sur	7,569	14,600	0.3	77,355,180.00	33,152,220.00
Total:				738,329,300.00	392,951,700.00

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER TREATMENT				
WORKSHEET	6-2				
SHEET	2 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR WASTEWATER HANDLING SYSTEMS				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1998				
STEP 2					
A Wastewater Handling System	B Fraction of Wastewater Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor for the Handling System	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg BOD)	F Emission Factor for Domestic/Commercial Wastewater (kg CH ₄ /kg BOD)
			$D = (B \times C)$		$F = (D \times E)$
Reactores Anaeróbios	0.01	0.65	0.01		
Fosas Sépticas, Letrin.	0.12	0.6	0.07		
Canales Estancados...	0.06	0.2	0.01		
Mar, Ríos, Lagos	0.7	0.2	0.14		
Aggregate MCF:			0.23	0.6	0.14

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER TREATMENT				
WORKSHEET	6-2				
SHEET	3 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR SLUDGE HANDLING SYSTEMS				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1998				
STEP 3					
A Sludge Handling System	B Fraction of Sludge Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor for the Handling System	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg BOD)	F Emission Factor for Domestic/ Commercial Sludge (kg CH ₄ /kg BOD)
			D = (B x C)		F = (D x E)
Reactor Anaeróbio	0.9	0.65	0.59		
osas Sépticas, Letri.	0.9	0.65	0.59		
anales Estancados...	0.7	0.6	0.42		
Mar, Ríos, Lagos	0.8	0.4	0.32		
Aggregate MCF:			1.91	0.6	1.15

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT				
WORKSHEET	6-2				
SHEET	4 OF 4 ESTIMATION OF METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC/COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1998				
STEP 4					
	A Total Organic Product (kg BOD/yr)	B Emission Factor (kg CH ₄ /kg BOD)	C Methane Emissions Without Recovery/Flaring	D Methane Recovered and/or Flared (kg CH ₄)	E Net Methane Emissions (Gg CH ₄)
	from Worksheet 6-2, Sheet 1	from Worksheet 6-2, Sheets 2 and 3	C = (A x B)		E = (C - D)/1 000 000
Wastewater	738,329,300.00	0.14	102,110,942.19		102.11
Sludge	392,951,700.00	1.15	450,322,648.20		450.32
Total:					552.43

Inventario de CH₄ 1992 a Partir de Aguas Residuales Industriales
Worksheets 6-3: Step 1, Step 2, Step 3 y Step 4

MODULE		WASTE					
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE HANDLING					
WORKSHEET		6-3					
SHEET		1 OF 4 TOTAL ORGANIC WASTEWATER AND SLUDGE					
COUNTRY		Mexico					
YEAR		1992					
STEP 1							
		A	B	C	D	E	F
		Total Industrial Output (t/yr)	Degradable Organic Component (kg COD/m ³ wastewater)	Wastewater Produced (m ³ /tonne product)	Fraction of Degradable Organic Component Removed as Sludge	Total Organic Wastewater from Industrial Source (kg COD/yr)	Total Organic Sludge from Industrial Source (kg COD/yr)
						$E = [A \times B \times C \times (1-D)]$	$F = (A \times B \times C \times D)$
Iron and Steel						0.00	0.00
Non-ferrous metals						0.00	0.00
Fertiliser						0.00	0.00
Food & Beverage	Canneries					0.00	0.00
	Beer					0.00	0.00
	Wine					0.00	0.00
	Meatpacking					0.00	0.00
	Dairy products					0.00	0.00
	Sugar					0.00	0.00
	Fish processing					0.00	0.00
	Oil & grease					0.00	0.00
	Coffee					0.00	0.00
	Soft drinks					0.00	0.00
	Other					0.00	0.00
Paper & Pulp	Paper					0.00	0.00
	Pulp					0.00	0.00
	Other					0.00	0.00
Petroleum refining/Petrochemicals						0.00	0.00
	Bleaching					0.00	0.00
	Dying					0.00	0.00
	Other					0.00	0.00
Rubber						0.00	0.00
Other		90,716,457	1.9	25	0.5	2,154,515,853.75	2,154,515,853.75
					Total	2,154,515,853.75	2,154,515,853.75

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT				
SOURCE					
WORKSHEET	6-3				
SHEET	2 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR WASTEWATER HANDLING SYSTEMS				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1992				
STEP 2					
A Wastewater Handling System	B Fraction of Wastewater Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor (MCF)	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg DC)	F Emission Factor for Industrial Wastewater Source (kg CH ₄ /kg COD)
			D = (B x C)		F = (D x E)
Mar, Ríos, Lagos	0.93	0.6	0.56		
			0.00		
			0.00		
			0.00		
Aggregate MCF:			0.56	0.25	0.14

Footnote: B₀ is expressed in units of kg CH₄/kg DC, where DC is the indicator of degradable component of the waste (either COD or BOD). By definition, BOD is less than or equal to COD; the maximum BOD possible is, in fact, the COD. Therefore, when estimating the maximum CH₄ producing potential from BOD or COD, the maximum potential CH₄ produced per unit of BOD is equivalent to the maximum potential CH₄ produced per unit of COD. This value is 0.25. kg CH₄/kg COD.

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT				
SOURCE					
WORKSHEET	6-3				
SHEET	3 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR SLUDGE HANDLING SYSTEMS				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1992				
STEP 2					
A Sludge Handling System	B Fraction of Sludge Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor (MCF)	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg COD)	F Emission Factor for Industrial Sludge Source (kg CH ₄ /kg COD)
			D = (B x C)		F = (D x E)
Mar, Ríos, Lagos	0.93	0.6	0.56		
			0.00		
			0.00		
			0.00		
Aggregate MCF:			0.56	0.25	0.14

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT				
WORKSHEET	6-3				
SHEET	4 OF 4 ESTIMATION OF METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1992				
STEP 4					
	A Total Organic Product (kg COD/yr)	B Emission Factor (kg CH ₄ /kg COD)	C Methane Emissions without Recovery/Flaring	D Methane Recovered and/or Flared (kg CH ₄)	E Net Methane Emissions (Gg CH ₄)
	Worksheet 6-3, Sheet 1	Worksheets 6-3, Sheets 2 and 3	C = (A x B)		E = (C - D) / 1 000 000
Wastewater	2,154,515,853.75	0.14	300,554,961.60		300.55
Sludge	2,154,515,853.75	0.14	300,554,961.60		300.55
				Total:	601.11

***Inventario de CH4 1994 a Partir de Aguas Residuales Industriales
Worksheets 6-3: Step 1, Step 2, Step 3 y Step 4***

MODULE		WASTE					
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE HANDLING					
WORKSHEET		6-3					
SHEET		1 OF 4 TOTAL ORGANIC WASTEWATER AND SLUDGE					
COUNTRY		Mexico					
YEAR		1994					
STEP 1							
		A	B	C	D	E	F
		Total Industrial Output (t/yr)	Degradable Organic Component (kg COD/m ³ wastewater)	Wastewater Produced (m ³ /tonne product)	Fraction of Degradable Organic Component Removed as Sludge	Total Organic Wastewater from Industrial Source (kg COD/yr)	Total Organic Sludge from Industrial Source (kg COD/yr)
						E = [A x B x C x (1-D)]	F = (A x B x C x D)
Iron and Steel				0.1		0.00	0.00
Non-ferrous metals						0.00	0.00
Fertiliser						0.00	0.00
Food & Beverage	Canneries					0.00	0.00
	Beer			9		0.00	0.00
	Wine			13		0.00	0.00
	Meatpacking					0.00	0.00
	Dairy products			2.8		0.00	0.00
	Sugar					0.00	0.00
	Fish processing					0.00	0.00
	Oil & grease					0.00	0.00
	Coffee					0.00	0.00
	Soft drinks					0.00	0.00
	Other					0.00	0.00
Paper & Pulp	Paper			97		0.00	0.00
	Pulp					0.00	0.00
	Other			44		0.00	0.00
Petroleum refining/Petrochemicals						0.00	0.00
	Bleaching					0.00	0.00
	Dying					0.00	0.00
	Other					0.00	0.00
Rubber						0.00	0.00
Other		95,491,008	1.88	25	0.5	2,244,038,688.00	2,244,038,688.00
					Total	2,244,038,688.00	2,244,038,688.00

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT				
SOURCE					
WORKSHEET	6-3				
SHEET	2 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR WASTEWATER HANDLING SYSTEMS				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1994				
STEP 2					
A Wastewater Handling System	B Fraction of Wastewater Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor (MCF)	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg DC)	F Emission Factor for Industrial Wastewater Source (kg CH ₄ /kg COD)
			D = (B x C)		F = (D x E)
Mar, Ríos, Lagos	0.93	0.6	0.56		
			0.00		
			0.00		
			0.00		
Aggregate MCF:			0.56	0.25	0.14

Footnote: B₀ is expressed in units of kg CH₄/kg DC, where DC is the indicator of degradable component of the waste (either COD or BOD). By definition, BOD is less than or equal to COD; the maximum BOD possible is, in fact, the COD. Therefore, when estimating the maximum CH₄ producing potential from BOD or COD, the maximum potential CH₄ produced per unit of BOD is equivalent to the maximum potential CH₄ produced per unit of COD. This value is 0.25. kg CH₄/kg COD.

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT				
SOURCE					
WORKSHEET	6-3				
SHEET	3 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR SLUDGE HANDLING SYSTEMS				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1994				
STEP 2					
A Sludge Handling System	B Fraction of Sludge Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor (MCF)	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg COD)	F Emission Factor for Industrial Sludge Source (kg CH ₄ /kg COD)
			D = (B x C)		F = (D x E)
Mar, Ríos, Lagos	0.93	0.6	0.56		
			0.00		
			0.00		
			0.00		
Aggregate MCF:			0.56	0.25	0.14

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT				
WORKSHEET	6-3				
SHEET	4 OF 4 ESTIMATION OF METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1994				
STEP 4					
	A Total Organic Product (kg COD/yr)	B Emission Factor (kg CH ₄ /kg COD)	C Methane Emissions without Recovery/Flaring	D Methane Recovered and/or Flared (kg CH ₄)	E Net Methane Emissions (Gg CH ₄)
	Worksheet 6-3, Sheet 1	Worksheets 6-3, Sheets 2 and 3	C = (A x B)		E = (C - D) / 1 000 000
Wastewater	2,244,038,688.00	0.14	313,043,396.98		313.04
Sludge	2,244,038,688.00	0.14	313,043,396.98		313.04
	Total:				626.09

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT				
WORKSHEET	6-3				
SHEET	4 OF 4 ESTIMATION OF METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1994				
STEP 4					
	A Total Organic Product (kg COD/yr)	B Emission Factor (kg CH ₄ /kg COD)	C Methane Emissions without Recovery/Flaring	D Methane Recovered and/or Flared (kg CH ₄)	E Net Methane Emissions (Gg CH ₄)
	Worksheet 6-3, Sheet 1	Worksheets 6-3, Sheets 2 and 3	C = (A x B)		E = (C - D) / 1 000 000
Wastewater	2,244,038,688.00	0.14	313,043,396.98		313.04
Sludge	2,244,038,688.00	0.14	313,043,396.98		313.04
	Total:				626.09

Inventario de CH₄ 1996 a Partir de Aguas Residuales Industriales
Worksheets 6-3: Step 1, Step 2, Step 3 y Step 4.

MODULE		WASTE					
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE HANDLING					
WORKSHEET		6-3					
SHEET		1 OF 4 TOTAL ORGANIC WASTEWATER AND SLUDGE					
COUNTRY		Mexico					
YEAR		1996					
STEP 1							
		A	B	C	D	E	F
		Total Industrial Output (t/yr)	Degradable Organic Component (kg COD/m ³ wastewater)	Wastewater Produced (m ³ /tonne product)	Fraction of Degradable Organic Component Removed as Sludge	Total Organic Wastewater from Industrial Source (kg COD/yr)	Total Organic Sludge from Industrial Source (kg COD/yr)
						$E = [A \times B \times C \times (1-D)]$	$F = (A \times B \times C \times D)$
Iron and Steel				0.1		0.00	0.00
Non-ferrous metals						0.00	0.00
Fertiliser						0.00	0.00
Food & Beverage	Canneries					0.00	0.00
	Beer			9		0.00	0.00
	Wine			13		0.00	0.00
	Meatpacking					0.00	0.00
	Dairy products			2.8		0.00	0.00
	Sugar					0.00	0.00
	Fish processing					0.00	0.00
	Oil & grease					0.00	0.00
	Coffee					0.00	0.00
	Soft drinks					0.00	0.00
	Other					0.00	0.00
Paper & Pulp	Paper			97		0.00	0.00
	Pulp					0.00	0.00
	Other			44		0.00	0.00
Petroleum refining/Petrochemicals						0.00	0.00
	Bleaching					0.00	0.00
	Dying					0.00	0.00
	Other					0.00	0.00
Rubber						0.00	0.00
Other		100,265,558	1.88	25	0.5	2,356,240,613.00	2,356,240,613.00
					Total	2,356,240,613.00	2,356,240,613.00

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT				
SOURCE					
WORKSHEET	6-3				
SHEET	2 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR WASTEWATER HANDLING SYSTEMS				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1996				
STEP 2					
A Wastewater Handling System	B Fraction of Wastewater Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor (MCF)	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg DC)	F Emission Factor for Industrial Wastewater Source (kg CH ₄ /kg COD)
			D = (B x C)		F = (D x E)
Mar, Ríos, Lagos	0.75	0.65	0.49		
erobio/Anaerobio/Quim	0.25	0.45	0.11		
			0.00		
			0.00		
Aggregate MCF:			0.60	0.25	0.15

Footnote: B₀ is expressed in units of kg CH₄/kg DC, where DC is the indicator of degradable component of the waste (either COD or BOD). By definition, BOD is less than or equal to COD; the maximum BOD possible is, in fact, the COD. Therefore, when estimating the maximum CH₄ producing potential from BOD or COD, the maximum potential CH₄ produced per unit of BOD is equivalent to the maximum potential CH₄ produced per unit of COD. This value is 0.25. kg CH₄/kg COD.

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT				
SOURCE					
WORKSHEET	6-3				
SHEET	3 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR SLUDGE HANDLING SYSTEMS				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1996				
STEP 2					
A Sludge Handling System	B Fraction of Sludge Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor (MCF)	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg COD)	F Emission Factor for Industrial Sludge Source (kg CH ₄ /kg COD)
			D = (B x C)		F = (D x E)
Mar, Ríos, Lagos	0.75	0.65	0.49		
Aero/Anaero/Químico	0.25	0.5	0.13		
			0.00		
			0.00		
Aggregate MCF:			0.61	0.25	0.15

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT				
WORKSHEET	6-3				
SHEET	4 OF 4 ESTIMATION OF METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1996				
STEP 4					
	A Total Organic Product (kg COD/yr)	B Emission Factor (kg CH ₄ /kg COD)	C Methane Emissions without Recovery/Flaring	D Methane Recovered and/or Flared (kg CH ₄)	E Net Methane Emissions (Gg CH ₄)
	Worksheet 6-3, Sheet 1	Worksheets 6-3, Sheets 2 and 3	C = (A x B)		E = (C - D) / 1 000 000
Wastewater	2,356,240,613.00	0.15	353,436,091.95		353.44
Sludge	2,356,240,613.00	0.15	360,799,343.87		360.80
				Total:	714.24

Inventario de CH₄ 1998 a Partir de Aguas Residuales Industriales
Worksheets 6-3: Step 1, Step 2, Step 3 y Step 4

MODULE		WASTE					
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE HANDLING					
WORKSHEET		6-3					
SHEET		1 OF 4 TOTAL ORGANIC WASTEWATER AND SLUDGE					
COUNTRY		Mexico					
YEAR		1998					
		STEP 1					
		A	B	C	D	E	F
		Total Industrial Output (t/yr)	Degradable Organic Component (kg COD/m ³ wastewater)	Wastewater Produced (m ³ /tonne product)	Fraction of Degradable Organic Component Removed as Sludge	Total Organic Wastewater from Industrial Source (kg COD/yr)	Total Organic Sludge from Industrial Source (kg COD/yr)
						E = [A x B x C x (1-D)]	F = (A x B x C x D)
Iron and Steel				0.1		0.00	0.00
Non-ferrous metals						0.00	0.00
Fertiliser						0.00	0.00
Food & Beverage	Canneries					0.00	0.00
	Beer			9		0.00	0.00
	Wine			13		0.00	0.00
	Meatpacking					0.00	0.00
	Dairy products					0.00	0.00
	Sugar			2.8		0.00	0.00
	Fish processing					0.00	0.00
	Oil & grease					0.00	0.00
	Coffee					0.00	0.00
	Soft drinks					0.00	0.00
	Other					0.00	0.00
Paper & Pulp	Paper			97		0.00	0.00
	Pulp					0.00	0.00
	Other			44		0.00	0.00
Petroleum refining/Petrochemicals						0.00	0.00
	Bleaching					0.00	0.00
	Dying					0.00	0.00
	Other					0.00	0.00
Rubber						0.00	0.00
Other		116,069,917	1.88	25	0.5	2,727,643,049.50	2,727,643,049.50
					Total	2,727,643,049.50	2,727,643,049.50

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT				
SOURCE					
WORKSHEET	6-3				
SHEET	2 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR WASTEWATER HANDLING SYSTEMS				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1998				
STEP 2					
A Wastewater Handling System	B Fraction of Wastewater Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor (MCF)	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg DC)	F Emission Factor for Industrial Wastewater Source (kg CH ₄ /kg COD)
			D = (B x C)		F = (D x E)
Mar, Ríos, Lagos	0.76	0.65	0.49		
Aero/Anaer/Químico	0.24	0.45	0.11		
			0.00		
			0.00		
Aggregate MCF:			0.60	0.25	0.15

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT				
SOURCE					
WORKSHEET	6-3				
SHEET	3 OF 4 ESTIMATION OF EMISSION FACTOR FOR SLUDGE HANDLING SYSTEMS				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1998				
STEP 2					
A Sludge Handling System	B Fraction of Sludge Treated by the Handling System	C Methane Conversion Factor (MCF)	D Product	E Maximum Methane Producing Capacity (kg CH ₄ /kg COD)	F Emission Factor for Industrial Sludge Source (kg CH ₄ /kg COD)
			D = (B x C)		F = (D x E)
Mar, Ríos, Lagos	0.76	0.65	0.49		
Aero/Anaero/Químico	0.24	0.5	0.12		
			0.00		
			0.00		
Aggregate MCF:			0.61	0.25	0.15

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT				
WORKSHEET	6-3				
SHEET	4 OF 4 ESTIMATION OF METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE				
COUNTRY	Mexico				
YEAR	1998				
STEP 4					
	A Total Organic Product (kg COD/yr)	B Emission Factor (kg CH ₄ /kg COD)	C Methane Emissions without Recovery/Flaring	D Methane Recovered and/or Flared (kg CH ₄)	E Net Methane Emissions (Gg CH ₄)
	Worksheet 6-3, Sheet 1	Worksheets 6-3, Sheets 2 and 3	C = (A x B)		E = (C - D) / 1 000 000
Wastewater	2,727,643,049.50	0.15	410,510,278.95		410.51
Sludge	2,727,643,049.50	0.15	418,693,208.10		418.69
				Total:	829.20

Apéndice B

Notas Sobre Incertidumbre

Como parte fundamental del Inventario, la Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre del PICC, resalta que se debe evaluar la incertidumbre asociada a las estimaciones de gases de efecto invernadero. De acuerdo con la Metodología 1996 del PICC, la incertidumbre tiene básicamente tres componentes. El primero se refiere a la metodología empleada, el segundo a la información de la actividad (*activity data*), y el tercero a los factores de emisión (*emission factors*).

Las incertidumbres debidas a la metodología pueden determinarse a partir de las desviaciones standard cuando se aplican dos o más metodologías, en este caso al aplicar solo una metodología, esta incertidumbre no existe. Y solo se considera las debidas a la información de las actividades (*activity data*), y las debidas a los factores de emisión (*emission factors*).

Para estimar las emisiones asociadas a las emisiones de metano y dióxidos de carbono y nitrógeno, en este documento y en particular en el Anexo C, se consideraron para cada fuente, las incertidumbres sugeridas por el Manual de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre del PICC. Tanto para la información de las diferentes actividades (*activity data*), como de los valores por defecto empleados para efectuar el inventario de los factores de emisión (*emission factors*).

Para determinar las incertidumbres resultantes de combinar las incertidumbres individuales de cada parámetro se aplicaron los principio citados en el Anexo 1 del capítulo Managing Uncertainties de la propia Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre. Donde se establece que la incertidumbre total es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las incertidumbres individuales.

En la tabla B-1 siguiente y en el Anexo C se presenta la estimación de las incertidumbres correspondientes a las emisiones reportadas en este inventario. En el Anexo C se presentan y resumen los valores de incertidumbre empleados y sugeridos por la metodología del PICC.

TABLA B-1 Valores de Incertidumbre Estimados para las Emisiones de Metano de Residuos Sólidos y Aguas Residuales (%).

RESIDUO	1992	1994	1996	1998
Residuos Sólidos Municipales	71.0	74.2	74.0	69.2
Aguas Residuales Municipales	65.7	58.5	52.2	49.5
Aguas Residuales Industriales	68.0	65.5	63.4	61.1

En el caso de las emisiones resultantes de la incineración de residuos, la Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre no propone valores específicos en el caso de las emisiones de CO₂, por lo que no se estimaron para este inventario. Y para las emisiones de N₂O de la misma actividad, la Guía propone una incertidumbre del 100%.

Apéndice C

Notas Sobre Aseguramiento y Control de Calidad

La Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre (GPGUM, por sus siglas en inglés) propone como primer punto el establecimiento del método a aplicar mediante un *árbol de decisiones*, el cual de acuerdo a una serie de consideraciones referente a la disponibilidad de información de la actividad y factores de emisión permite decidir el método a aplicar en cada caso.

El segundo punto considerado por la GPGUM, se refiere a la documentación empleada como referencia para efectuar las emisiones, la cual debe ser incluida con toda claridad para que esté accesible en caso de revisiones externas.

Y el tercer punto propuesto por la GPGUM se refiere a las actividades de *aseguramiento de calidad/control de calidad* (QA/QC), que consisten en la comparación de los resultados obtenidos con los resultados estimados con la metodología por defecto, así como comparar los resultados locales con los resultados obtenidos en países con características similares a las de México en demografía y economía. Y de la misma manera hacer las comparaciones respectivas con los factores de emisión e información de la actividad en estudio.

Para efectuar el inventario de las emisiones en cuestión, en este documento se empleó la metodología, de acuerdo al árbol de decisiones de cada caso. *Siendo ésta metodología la del software del PICC*. En función tanto de la información de las actividades y la existencia de los factores de emisión locales, correspondiendo en el primer caso a la información existente en el país y en el segundo a los valores por defecto para los factores de emisión considerados. A continuación se presenta la descripción de la metodología empleada y las memorias de cálculo realizadas para efectuar estos inventarios.

C.1 Generalidades Sobre el Software de la Metodología 1996 del PICC.

De acuerdo con el Manual de Software de la Metodología del PICC de 1996, está en versión comercial de hojas de cálculo Excel 5 o posterior, y puede ser instalado en ambiente Windows 3.1, Windows 95 o NT y versiones posteriores como es el caso en que se instaló en ambiente Windows 98 y se corrió en Excel 97. Para lo cual basta colocar el disquete 1 en la unidad y seleccionar Start > Run de la barra de menus iniciar, y a continuación escribir A:\setup en el cuadro de diálogo. Deberán seguirse las instrucciones que aparecen en la pantalla hasta que haya terminado la instalación.

La pantalla principal de Overview.xls, pide los datos generales del inventario, como país, institución responsable, dirección, contacto, teléfono, etc. El sistema de menús normales de Excel es reemplazado por un sistema especial de menús que se pueden emplear para desplazarse en las tablas y hacer todos los cálculos del inventario.

La opción **Sectors** del menú permitirá abrir los demás archivos para realizar los cálculos del Libro de trabajo correspondientes a los sectores Energía... Desechos. Los menús **Long Summary**, **Short Summary** y **Uncertainty** ofrecen y permiten acceder a diferentes sitios del inventario. En tanto que los menús **File**, **Edit**, **Window** y **Help** operan normalmente de acuerdo a Excel.

El **Module6.xls** corresponde al archivo donde se efectúan los cálculos del inventario correspondientes a la sección de residuos o desechos, este archivo puede visualizarse seleccionando la opción **Sectors > Waste** del menú **Overview.xls**. Una vez seleccionada la sección o **Module6.xls** se tiene acceso a los diferentes rubros como *residuos sólidos, aguas residuales municipales e industriales*. En la ventana que aparece como **Waste Disposal** hay 6 opciones que son **CH4 Emissions (tabla 6-1)**, **MSW Data (6-1A)**, **Disposal Default (6-1B)**, **Methane Correction (6-1C)**, **Domestic and Comercial (tabla 6-2)**, e **Industrial (tabla 6-3)**. Los cuatro primeros corresponden a las hojas de cálculo para las emisiones de los residuos sólidos, el quinto a las aguas residuales municipales y comerciales y el sexto a las aguas residuales industriales. De la quinta (tabla 6-2) y la sexta (tabla 6-3) opciones constan de cuatro hojas (sheets) cada una con las mismas características, es decir **Organic Wastewater and Sludge (Step 1)**, **Efs for Wastewater (Step 2)**, **Efs for Sludge (Step 3)** y **CH4 Emissions (Step 4)**. Siendo en total 12 tablas para cada año del inventario considerado y en este caso son para los años de 1992, 1994 y 1996 como ya se ha establecido anteriormente. Estas tablas se presentan en el anexo A de este documento.

C.2 Emisiones de Metano de Residuos Sólidos Municipales.

De acuerdo con el *árbol de decisiones* de la figura C-1 la metodología propuesta es la señalada en la caja 1 de esta figura, permite calcular las emisiones de metano a partir de: la cantidad de residuos depositados en las diferentes categorías de sitios de disposición de residuos sólidos; la fracción de carbono orgánico degradable y la cantidad que se degrada realmente; y la fracción de metano presente en el gas producido en los sitios. Y se fundamenta en la siguiente ecuación:

Ecuación C.1. Emisiones de metano en Gg/año

$$= (\text{RSU}_T \times \text{RSU}_F \times \text{FCM} \times \text{COD} \times \text{COD}_F \times F \times 16/12 - R) \times (1-\text{OX})$$

en la cual:

RSU_T = total de RSU generados (G/año)

RSU_F = fracción de los RSU eliminados en los sitios de disposición de residuos

FCM = factor de corrección para el metano en función del tipo de sitio (fracción)

COD = fracción de carbono orgánico degradable (defecto = 0.12)

COD_F = fracción de carbono convertido a metano (defecto = 0.77)

F = fracción de metano en el gas producido en los sitios (defecto = 0.5)

R = metano recuperado (0)

OX = factor de oxidación (defecto = 0)

La metodología proporciona valores por defecto o default para estos parámetros cuando no se dispone de ellos en el país donde se aplique, a excepción del primero el cual es intrínseco de cada país. Los valores situados entre paréntesis en la lista de descripción de parámetros, son los valores por defecto recomendados. Un parámetro incorporado a la metodología en cuestión es el FCM ya que se aplica en función del tipo de sitio de disposición que se trate de acuerdo al siguiente cuadro.

TABLA C-1. Factores de Corrección de Metano (FCM) Empleados en la Ecuación C.1.

Tipo de sitio	Valores por defecto para FCM
Controlado	1.0
No Controlado-profundidad ≥ 5 m	0.8
No controlado profundidad < 5 m	0.4
Sin clasificación	0.6

Fuente: Ref. 5.

El valor de COD ó DQO puede estimarse cuando se conoce la composición de los residuos de acuerdo a la siguiente ecuación C.2, o emplearse el valor por defecto sugerido por la metodología de acuerdo a la región y país de que se trate como se hizo en este caso.

Ecuación C.2.

$$\% \text{ de COD (en peso)} = 0.4 (A) + 0.17 (B) + 0.15 (C) + 0.3 (D)$$

donde:

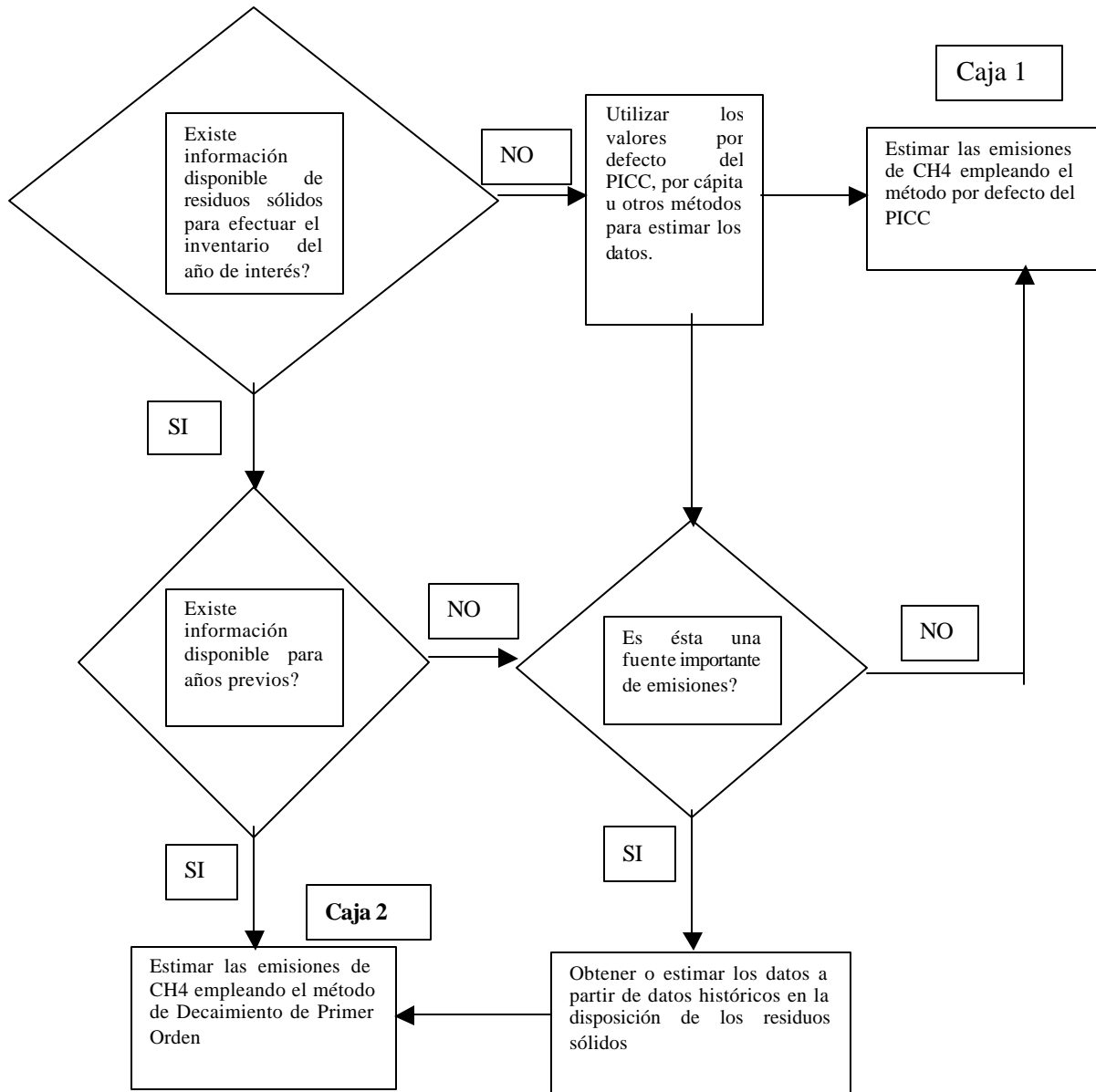
A = % de RSU que son papel y textiles

B = % de RSU que son residuos de jardín y parques

C = % de RSU que son residuos de comida

D = % de RSU que son madera o pajas

FIGURA C-1. Arbol de decisiones de las emisiones de metano a partir de residuos sólidos.



Los valores de estos parámetros son vaciados en las tablas de cálculo propuestas por el software. Estas tablas son 4 para cada año, la Tabla 6-1, la Tabla 6-1A, la Tabla 6-1B y la Tabla 6-1C. La primera es la que concentra la información derivada de las 3 tablas siguientes, las cuales con complementarias y se presentan en el Anexo A.

La Tabla 6-1A sirve para determinar la cantidad de residuos dispuestos en sitios de disposición final de residuos *empleando datos del país*. La Tabla 6-1B sirve para determinar el mismo parámetro pero *empleando datos por defecto*. Y la Tabla 6-1C sirve para determinar el *Factor de Corrección de Metano* (MCF por sus siglas en inglés), que es un factor que pondera la cantidad de metano que se puede emitir en un país o región de acuerdo a los métodos de disposición de los residuos que se clasifican en: *Sitios Controlados*, *Sitios No Controlados* con profundidades mayores o iguales a 5 metros, *Sitios No Controlados* con profundidades menores a 5 metros. Los Sitios No Controlados son considerados como *Tiraderos a Cielo Abierto*.

Las tablas 6-1A, 6-1B y 6-1C se utilizan solo cuando la información requerida por la Tabla 6-1 no está disponible. De lo contrario, como es el caso, se emplea la Tabla 6-1 directamente para determinar las emisiones de metano proveniente de los residuos sólidos municipales o urbanos.

Se sugiere que los parámetros requeridos por la Tabla 6-1 del software sean resumidos y ordenados a manera de la siguiente tabla C-2 para ser vaciados posteriormente, especialmente cuando como en este caso la estimación de las emisiones debe efectuarse para varios años (1992, 1994, 1996 y 1998).

TABLA C-2 Parámetros Requeridos por la Metodología PICC Versión 1996 para La Estimación de Emisiones de Metano de Residuos Sólidos Urbanos.

Parámetro	1992	1994	1996	1998
Cantidad de RSU (Gg/año)	21,967	29,486.7	31,968.5	30,590
Fracción de RSU Controlados	0.301	0.172	0.268	
Factor MCF	0.72	0.5446	0.7072	
Factor COD o DQO	0.1346	0.1260	0.1446	

Nota: Los dos primeros parámetros son proporcionados por Sedesol y Semarnap. Los factores MCF y COD o DQO se determinaron de acuerdo a la propia Metodología PICC 1996.

Los valores anteriores fueron alimentados a la Tabla 6-1 del Software del PICC 1996, para los años de 1992, 1994, 1996 y 1998, de acuerdo a las tablas correspondientes presentadas en el Anexo A.

C. 3 Emisiones de Metano a Partir de Aguas Residuales Municipales.

En el caso de las aguas residuales de acuerdo al árbol de decisiones de la figura C-2 el método denominado “**Check Method**” el cual sirve para estimar las emisiones de las aguas residuales domésticas y se basa en la siguiente ecuación:

Ecuación C.3

$$\mathbf{WM = P \times D \times SBF \times EF \times FTA \times 365 \times 10^{-12}}$$

Donde:

WM = Emisiones de metano anuales de las aguas residuales domésticas (Tg).

P = Población del país.

D = DBO por persona, valor por defecto de 40 a 60 g DBO/persona/día.

SBF = Fracción de DBO que sedimenta, valor por defecto = 0.5.

EF = Factor de emisión (g CH₄/g DBO), valor por defecto = 0.63.

FTA = Fracción de DBO en los lodos que se degrada anaerobiamente, defecto = 0.8.

El factor de emisión EF es función del parámetro conocido como Potencial Máximo de Producción de Metano identificado por el símbolo Bo, así como del factor de conversión de metano (MCFs, por sus siglas en inglés) determinado por los diferentes sistemas de tratamiento empleados en el país, y que indica la magnitud en la cual el Bo es convertido en cada sistema de tratamiento.

Ecuación C.4

$$\mathbf{EF = Bo \times MCFs}$$

Donde:

Bo = valor defecto = 0.63 kg CH₄/ kg DBO ó 0.25 kg CH₄ / kg DQO.

MCFs = Fracción.

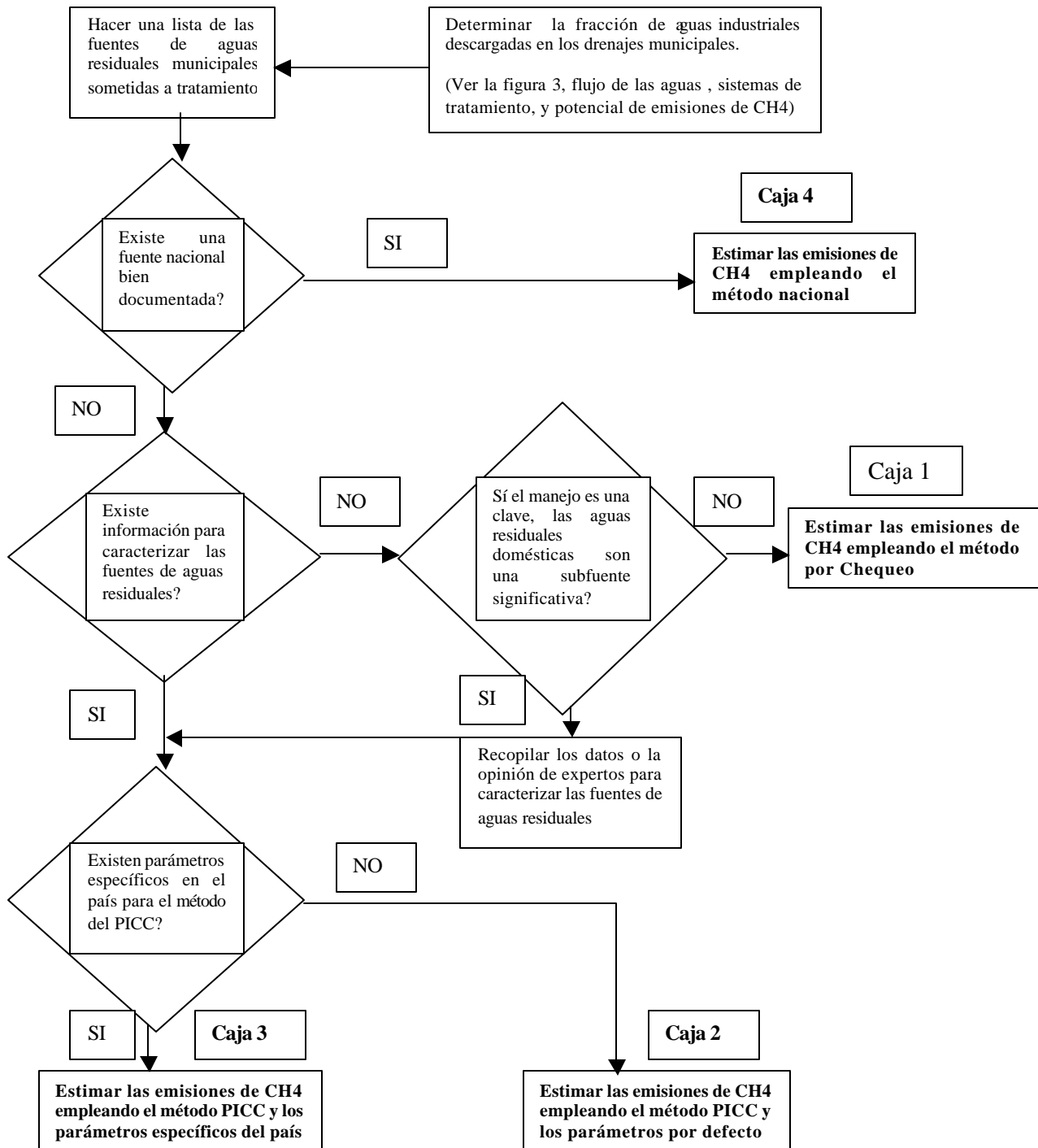
De acuerdo con la ecuación C.3 de este documento éste método requiere de los siguientes parámetros que se tabulan para los años de 1992, 1994, 1996 y 1998, y que dan por resultado las emisiones de metano correspondientes al último renglón de la siguiente tabla.

TABLA C-3 Información Requerida por la Metodología para efectuar el Inventario de Emisiones de Metano Procedentes de las Aguas Residuales Municipales.

Parámetro	1992	1994	1996	1998
Población (No hab)	84,723,047	90,465,283	95,512,585	
DBO (g/hab/día)	50	50	50	
SBF (fracción)	0.5	0.5	0.5	
EF (gCH ₄ /gDBO)	0.63	0.63	0.63	
FTA (fracción)	0.8	0.8	0.8	

Nota: Todos los parámetro empleados a excepción de la población son valores por defecto. Para obtener los valores de las emisiones de CH₄, se multiplican los valores de cada columna entre sí y por 365, y se dividen entre 10⁹ para obtener el valor en Gg/año.

FIGURA C-2. Arbol de decisiones de las emisiones de metano a partir de aguas residuales municipales



Para aplicar esta metodología se requiere de acuerdo a las hojas de trabajo presentadas en el Anexo A, una serie de parámetros que implican el procesamiento de la información de la producción y manejo de las aguas residuales del país en consideración de acuerdo al diagrama de flujo de la figura C-3. Estas hojas son cuatro y se identifican como la tabla o Worksheet 6-2 de acuerdo a la nomenclatura de la metodología PICC 1996, a su vez estas hojas se identifican entre sí como STEP 1, STEP 2, STEP 3 Y STEP 4.

En la primera **(STEP 1)** se tiene que proporcionar la población del país por regiones, en el caso de México se dividió en Norte, Centro, DF y Sur, de acuerdo a sus actividades socioeconómicas que dan lugar a diferentes valores de producción de aguas residuales y cuyo contenido de materia orgánica se emplearon valores por defecto. Otro parámetro requerido por esta tabla es la fracción de materia orgánica separada como lodos de las aguas residuales y que en opinión de expertos oscila entre 0.3 y 0.5. En esta primera etapa se obtienen los valores de contenido orgánico tanto en las aguas residuales como en los lodos separados de las mismas.

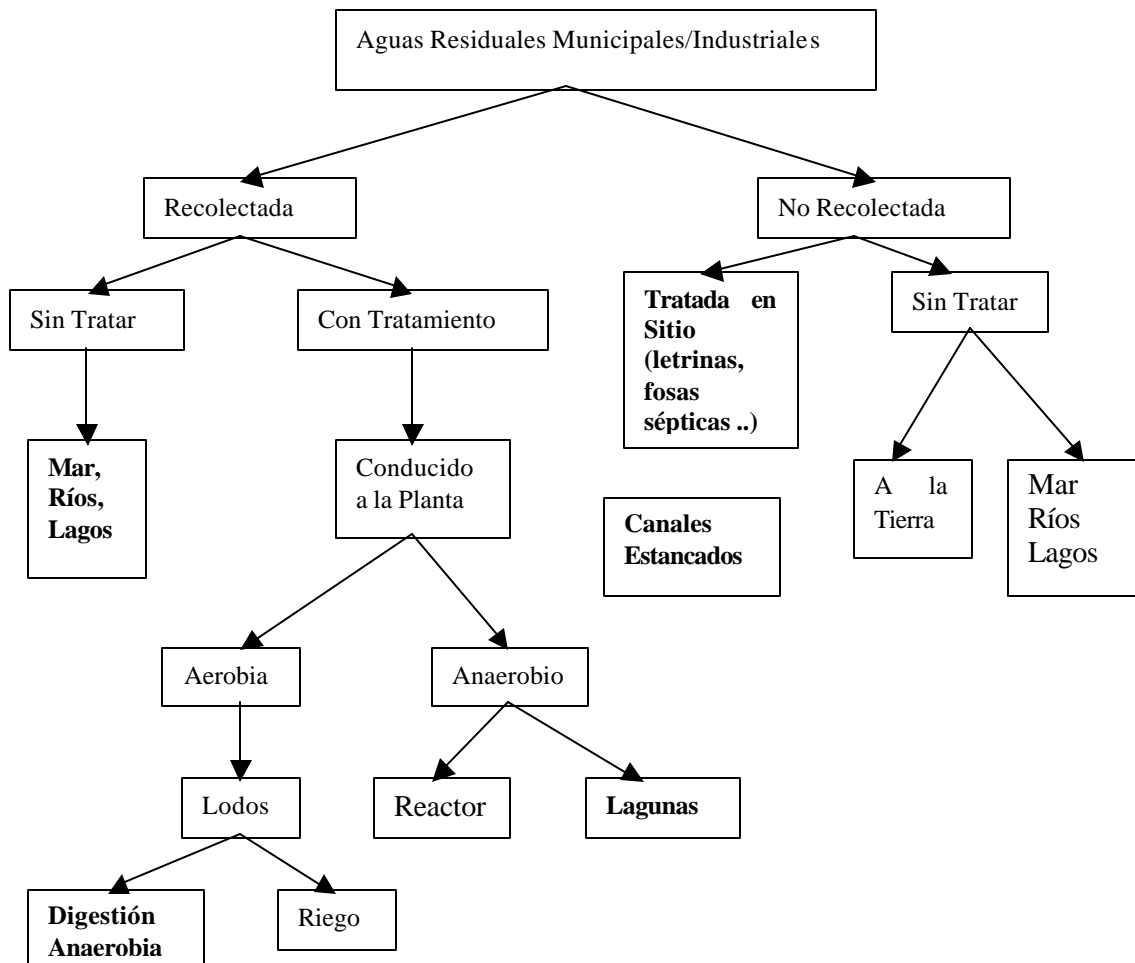
En la etapa dos **(STEP 2)** se tienen que proporcionar valores en forma de fracción, relativos a los diferentes tratamientos a que son o no sometidos las aguas residuales, para lo cual se requiere procesar la información y obtener los balances presentados en el Anexo C. Adicionalmente y con la ayuda por opinión de expertos se tienen que proporcionar los factores de conversión de la materia orgánica a metano en los sistemas de tratamiento identificados. Finalmente se proporciona en nuestro caso el valor por defecto para el parámetro identificado como Máxima Capacidad de Producción de Metano expresado en kg CH₄/kg de BDO (por sus siglas en inglés). El resultado de esta etapa es la obtención del factor de emisión de metano para las aguas residuales.

En la etapa tres **(STEP 3)** se tienen que proporcionar los mismos parámetros que para la etapa dos, con la diferencia que en esta etapa se refieren a los lodos separados de las propias aguas residuales. El resultado de esta etapa es igualmente un factor de emisión de metano de los lodos citados.

Finalmente en la etapa cuatro **(STEP 4)** el programa efectúa por sí mismo la incorporación de los valores obtenidos en los pasos anteriores referentes a la cantidad de materia orgánica en aguas residuales y lodos, así como sus correspondientes factores de emisión. Dando por resultado las emisiones de CH₄ provenientes de las aguas residuales municipales.

Los pasos anteriores son reproducidos para cada año con su correspondiente información, la cual se obtiene de los anuarios emitidos por la CNA y los censos y conteos efectuados por el INEGI que se incluye en el Anexo D de este documento.

FIGURA C-3 Flujo de Aguas Residuales, Sistemas de Tratamiento y Potencial de Emisiones de CH₄.



Nota: Los cuadros con letras negrillas indican que existen emisiones de CH₄ en esos sitios. Los valores determinados para cada año de los inventarios considerados se presentan en el Anexo D.

C.4 Emisiones de las Aguas Residuales Industriales

En el caso de las aguas residuales industriales la metodología es similar a la empleada para determinar las emisiones de aguas residuales domésticas, sin embargo el desarrollo de los factores de emisión es más complejo debido a la gran variedad de aguas residuales industriales existentes. Por lo cual normalmente se sugiere seguir una metodología de arriba hacia abajo (top-down) basada en el árbol de decisiones de la figura C-4.

En virtud de la falta de disponibilidad de la información en México en este tema, se optó por aplicar un método basado en información proporcionada en forma global por la CNA referente

a la carga contaminante por este rubro y aplicando un factor de conversión del 60% a metano, mediante la siguiente ecuación C.5.

$$\text{Ecuación C.5}$$

$$\text{EMAI} = \text{CO} \times \text{FTA} \times \text{FC}$$

Donde:

EMAI = Emisiones de metano de las aguas residuales industriales en Gg/año.

CO = Carga orgánica proporcionada por la CNA en kg DBO ó DQO/año

FTA = Factor de emisiones por defecto (0.63 kg CH₄/kg DBO).

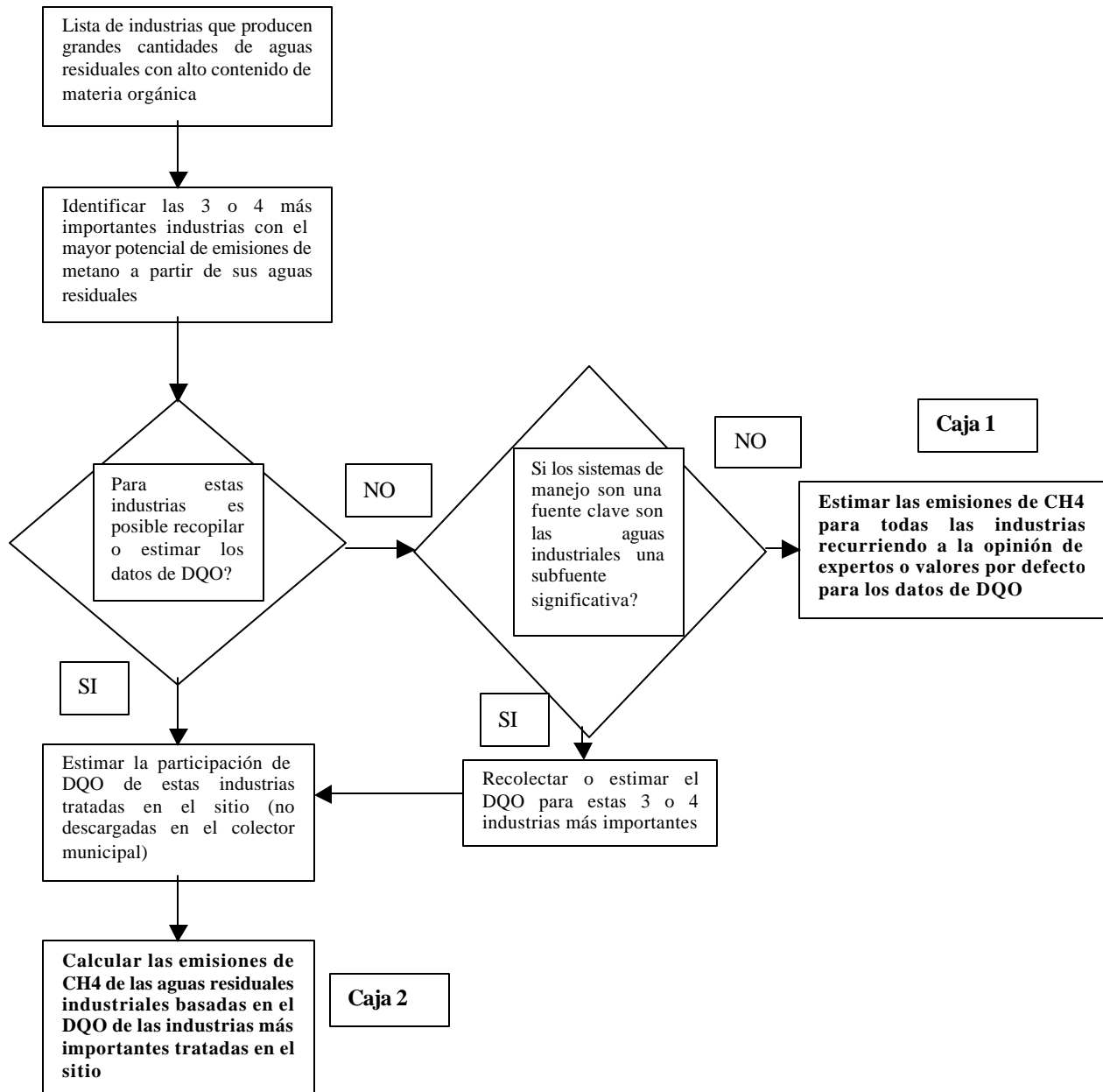
FC = Factor de conversión a metano (valor por defecto = 0.5)

Esta ecuación es la misma que para aguas residuales domésticas, pero sustituyendo los valores para P y D por la DQO emitido por las industrias y empleando el factor de emisión EF de 0.25 kg CH₄/kg DQO e introduciendo en FC a metano. Los parámetros requeridos por la ecuación anterior se resumen en la tabla C-4 siguiente.

TABLA C-4 Parámetros Requeridos por la Metodología para Efectuar el Inventario de Emisiones de Metano Procedentes de las Aguas Residuales Industriales.

Parámetro	1992	1994	1996	1998
Carga Orgánica Kg DBO/día	4,674,000	4,920,000	5,166,000	
Factor de Emisión Kg CH₄/kgDBO	0.63	0.63	0.63	0.63
Factor de Conversión de Metano	0.6	0.6	0.6	0.6
Factor de Conversión a Gg CH₄/año	365/10 ₆	365/10 ₆	365/10 ₆	365/10 ⁶

FIGURA C-4. Arbol de decisiones de las emisiones de metano a partir de aguas residuales industriales.



Nota: Como regla de dedo, se considera como una subfuente significativa si contribuye con el 25 o 30% de las emisiones correspondientes.

El Software de la metodología PICC proporciona las hojas de trabajo identificadas como Worsheet 6-3 y STEP 1, STEP 2, STEP 3 y STEP 4 presentadas también en el Anexo A.

En la etapa uno (**STEP 1**) que es prácticamente una lista de las principales industrias, solicita información sobre la producción anual de cada industria (ton/año), la cantidad de materia orgánica biodegradable contenida en sus aguas residuales (kg COD/m³ ó kg DQO/m³), volumen de aguas residuales (m³/ton de producto), y fracción de materia biodegradable con los lodos separados de las aguas residuales. El objetivo de esta tabla es el de determinar la cantidad de kg DQO/año (kg CDO/yr por sus siglas en inglés) tanto en las aguas residuales como en los lodos separados. En nuestro caso, la información disponible no permite el llenado de la tabla en esos términos, por lo que el valor de 4,920 ton de DBO proporcionado por la CNA se empleó para cargarlo en el último renglón de la tabla 6-3 en cuestión y poder aplicar el software para estimar las emisiones de CH₄ de esta fuente. La CNA y la SEMARNAP reportan para 1994 un valor de 4,920 ton DBO/día descargadas en las principales cuencas del país, este valor puede ser presentado en términos de DQO si es dividido por un valor de 2.5.

En la etapa dos (**STEP 2**) se obtiene el factor de emisión de metano en kg CH₄/kg COD para las aguas residuales, para lo cual se cargan datos tales como: tipo de sistema de manejo o tratamiento de las aguas residuales, fracción del agua tratada por cada uno de éstos sistema de manejo, y factor de conversión a metano de estos sistemas. En nuestro caso la mayor parte del agua es eliminada en cuerpos de agua como sistema de manejo, por lo que la fracción correspondiente es del 0.97 para 1994, y la opinión de expertos propone un factor de conversión del 0.6. Estos valores fueron usados como se puede consultar en las tablas 6-3 presentadas en el Anexo A.

En la etapa tres (**STEP 3**) se siguen los mismos pasos que en la etapa anterior para obtener el factor de emisión de CH₄, con la diferencia de que está referido a los lodos. Por lo que las consideraciones y valores fueron los mismos que para la etapa dos como se puede consultar en las tablas correspondientes del Anexo A.

Finalmente en la etapa cuatro (**STEP 4**) con los valores obtenidos en las etapas anteriores se obtienen las emisiones de CH₄ producidas por las aguas residuales industriales.

C.5 Emisiones de CO₂ y N₂O Resultantes de la Incineración de Residuos Peligrosos.

El árbol de decisiones de la figura C-5 establece para las emisiones de CO₂ cuatro niveles de solución: el primero empleando valores por defecto de residuos sólidos municipales para el contenido de carbón y fracción de carbón fósil; el segundo estimando las emisiones usando los valores por defecto del contenido de carbón y fracción de carbón fósil, el tercero para cada tipo de desecho usando el contenido de carbón específico del país y los valores por defecto para la fracción de carbón fósil, y la cuarta empleando los valores específicos de país tanto para el contenido de carbón como la fracción de carbón fósil.

Los valores por defecto propuestos por la metodología para emisiones de CO₂ para residuos peligrosos se presentan a continuación (tabla C-5) tomados de la tabla 5-6 del *Good Practice Guidance and Uncertainty Management*.

TABLA C.5 Valores por Defecto para la Estimación de Emisiones de CO₂.

Valores por Defecto	Residuos Sólidos Municipales	Residuos Peligrosos
Contenido de Carbón	33 a 50% (húmedos) defecto: 40%	1 a 95% (materia seca) defecto: 50%
% de Carbón Fósil del Carbono Total	30 a 50% defecto: 40%	90-100 % defecto: 90%
Eficiencia de Combustión*	95 a 99% defecto: 95%	95-99.5% defecto: 99.5%

* Depende del diseño de la planta, mantenimiento y edad.

En este documento se aplicaron los niveles de solución uno y dos descritos y que consiste en aplicar los valores por defecto de los parámetros requeridos por la siguiente ecuación y que fueron tomados de la tabla anterior.

Ecuación C.6

$$ECO_2 = IW \times CCW \times FCF \times EF \times 44/12$$

Donde:

ECO₂ = Emisiones de CO₂ (Gg/año).

IW = Cantidad de residuos peligrosos incinerados (Gg/año).

CCW = Contenido de carbón de los residuos hospitalarios.

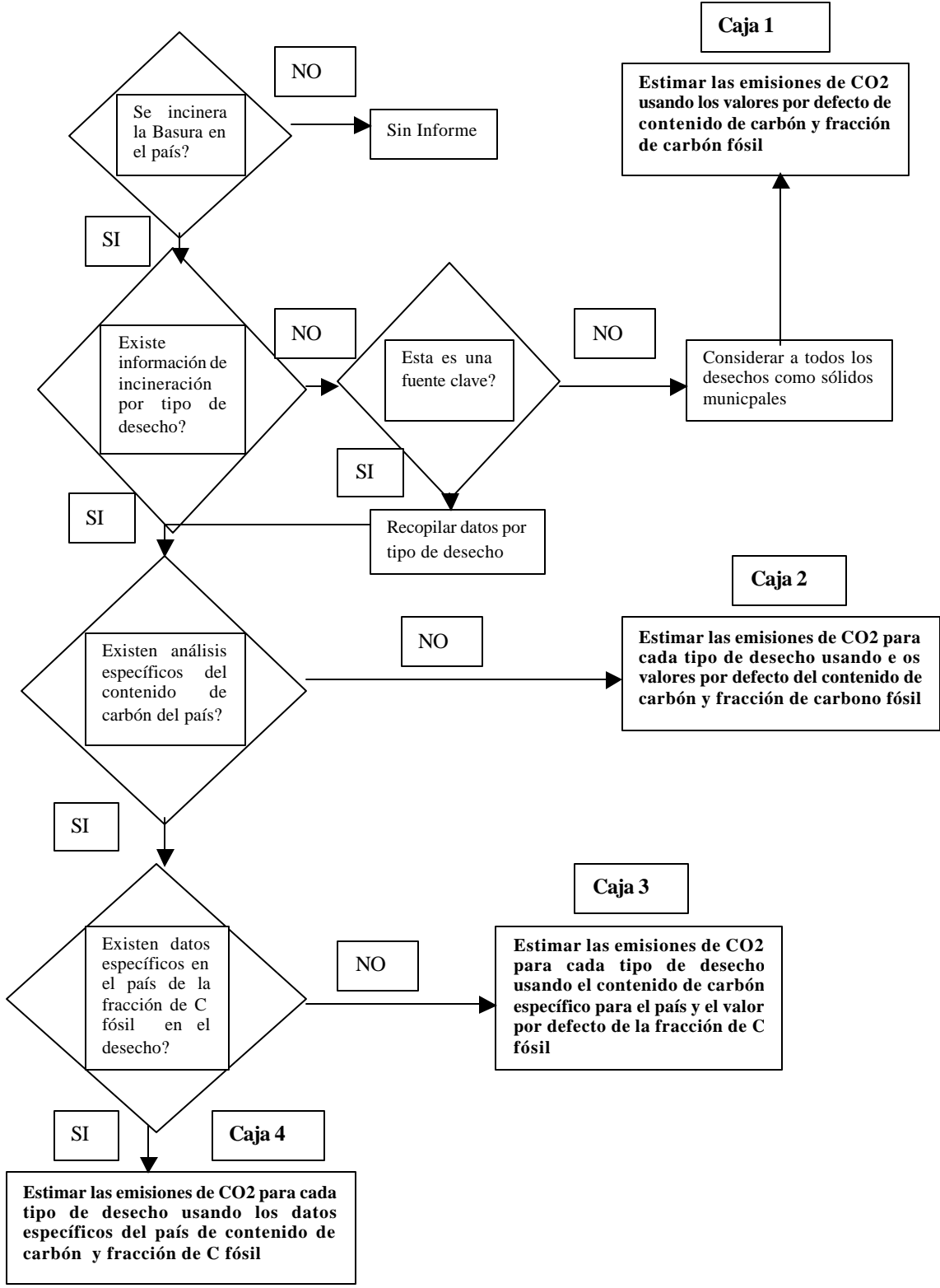
FCF = Fracción del carbono fósil de los residuos peligrosos.

EF = Eficiencia de combustión del incinerador de residuos peligrosos.

44/12 = Factor de conversión de C a CO₂.

Para las emisiones de N₂O el árbol de decisiones de la figura C-6, propone cuatro niveles de solución: el primero se refiere a la estimación de las emisiones empleando factores de emisión por defecto para residuos sólidos municipales; el segundo se refiere al empleo de factores de emisión para cada residuo propuestos por el PICC; el tercero propone el empleo de factores de emisión para cada residuo específico para cada país, y el cuarto propone el empleo de factores de emisión para cada residuo determinado específicamente por medición

FIGURA C-5. Arbol de decisiones de las emisiones de CO₂ resultantes de la incineración de residuos sólidos.



Los valores por defecto se encuentran reportados en la tabla 5-7 del *Good Practice Guidance and Uncertainty Management*. Para el caso en cuestión se tomó un factor de emisión (EF) de 165 kg N₂O/Gg para RSU y de 240 kg N₂O/Gg de desecho, para residuos peligrosos incinerados en horno rotatorio. Se aplicó en ambos casos para 1996 la siguiente ecuación:

Ecuación C.7

$$EN_2O = IW \times EF \times 10^{-6}$$

Donde:

EN₂O = Emisiones de N₂O (Gg/año).

IW = Cantidad de residuos peligrosos incinerados (Gg/año).

EF = Factor de emisión para residuos peligrosos (kg N₂O/ Gg desecho)

En lo que respecta a la incineración de los residuos sólidos y de acuerdo a la información disponible y presentada en el Anexo D, así como al árbol de decisiones de la figura C-5 y C-6, las soluciones posibles para ambos tipos de emisiones son los niveles o cajas 1 y 2 de acuerdo a los árboles de decisiones citados. La primera solución consiste en estimar las emisiones empleando los valores por defecto considerando a los desechos como *basura municipal*, y la segunda solución propone emplear los valores por defecto para los desechos específicos de que se trate.

De acuerdo con la información disponible en el tema, la incineración controlada de residuos en nuestro país es reciente, de ahí que para el año de 1992 no existe información, y para 1994 y 1996 los equipos en operación son poco significativos

Por lo que se determinaron las emisiones correspondientes para los años de 1994, 1996 y 1998, aplicando las ecuaciones C.6 y C.7 y empleando los factores por defecto tanto de contenido de carbón, fracción de carbón fósil, y eficiencia de combustión presentados en la tabla C.2, así como los factores de emisión de N₂O de 165 y 240 kg N₂O/Gg de desecho para *residuos sólidos municipales* y *residuos peligrosos* respectivamente reportados en la tabla 5-7 del *Good Practice Guidance and Uncertainty Management*.

En las tablas C-6 y C-7 se presentan para cada año la información requerida por las ecuaciones anteriores y los resultados de emisiones de CO₂ y N₂O de cada caso.

FIGURA C-6. Árbol de decisiones de las emisiones de N₂O resultantes de la incineración de residuos sólidos.

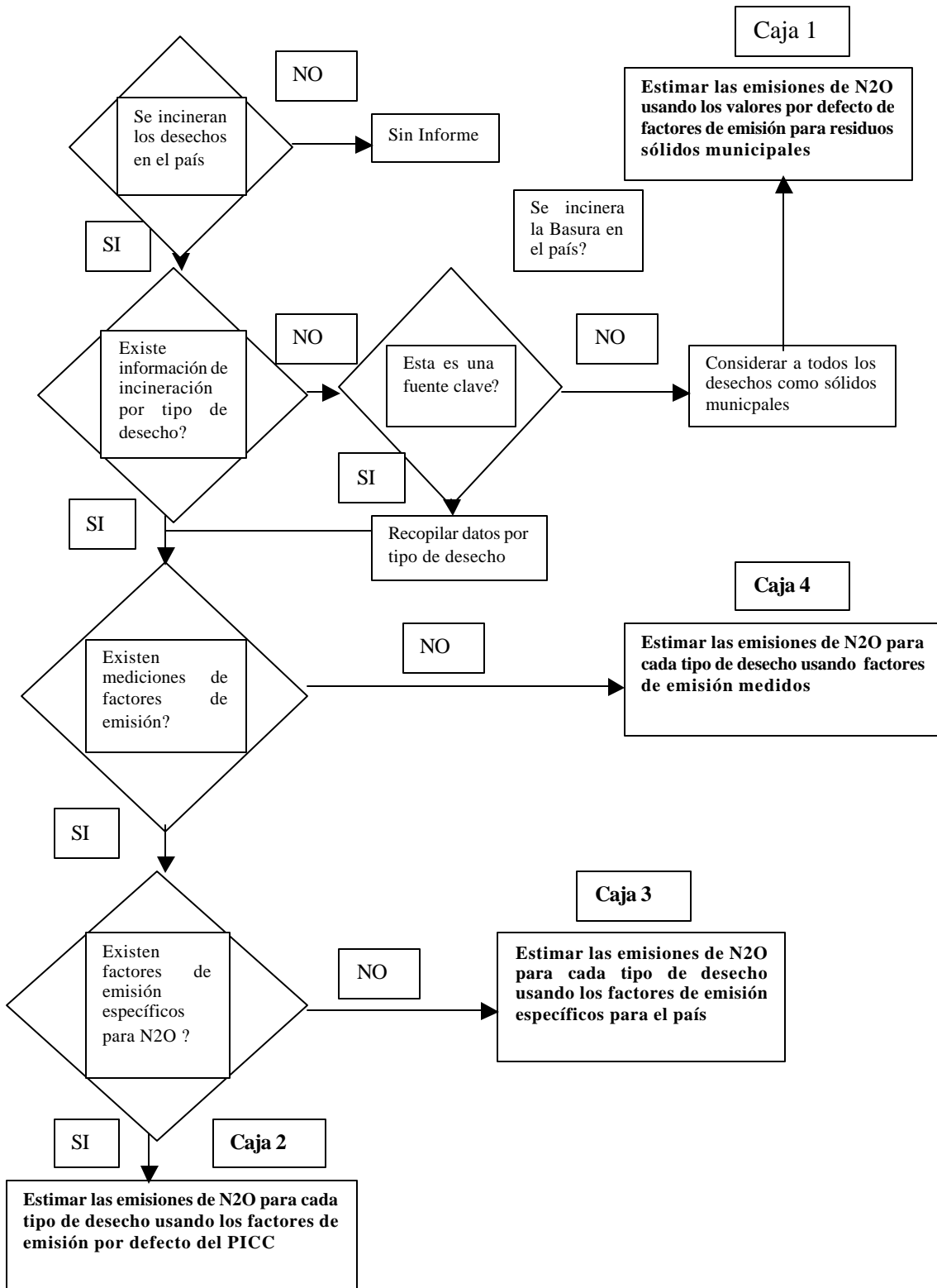


TABLA C-6 Emisiones de CO₂ Resultantes de la Incineración de Residuos Peligrosos Empleando Factores por Defecto.

Parámetro	1992	1994		1996	
Residuos Peligrosos Incinerados Gg/año	--	2.1		9.3	
Contenido de Carbón	--	0.4	0.5	0.4	0.5
Fracción de Carbono Fósil	--	0.4	0.9	0.4	0.9
Eficiencia de Combustión	--	0.95	0.995	0.95	0.995
Factor de C a CO ₂	--	44/12	44/12	44/12	44/12
Emisiones de CO₂	--	1.17	3.44	5.18	15.27

NOTA: Los factores empleados en la primera columna de cada año para residuos sólidos urbanos y la segunda columna para residuos peligrosos.

TABLA C-7 Emisiones de N₂O Resultantes de la Incineración de Residuos Peligrosos Empleando Factores por Defecto.

Parámetro	1992	1994		1996	
Residuos Peligrosos Incinerados Gg/año	--	2.1		9.3	
Factor de Emisión Kg N ₂ O/Gg Res	--	165	240	165	240
Factor de kg a Gg	--	10 ⁻⁶		10 ⁻⁶	
Emisiones de N₂O Gg N₂O/Gg Res	--	0.0003	0.0005	0.0015	0.0022

NOTA: El factor (165) empleado en la primera columna del 3er renglón de cada año es para residuos sólidos urbanos y el valor (240) de la segunda columna y 3er renglón es para residuos peligrosos.

C.6 Estimación de la Incertidumbre Asociada a las Emisiones de Metano y Dióxidos de Carbono y Nitrógeno

En la tabla siguiente se resumen los valores recomendados por la Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre, en relación a las incertidumbres asociadas a los parámetros empleados en este inventario.

TABLA C-8 Valores de Incertidumbre Propuestas por la Guía de las Buenas Prácticas y Majeo de la Incertidumbre de la Metodología 1996 del PICC

PARAMETRO	RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES	AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES	AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES
Cantidad Residuos	> ± 10% Buena Inf. < 100% Mala Inf.		
Producción Industrial			± 25%
Población	± 5%	± 5%	
DBO/habitante		± 30%	
Potencial Máx. Producción CH ₄ (Bo)		± 30%	± 30%
m ³ /ton Producto			100%
DQO/m ³ Producto			100% - 50%
Carbono Orgánico Degradable (COD)	- 50%, + 20%		
Carbón Orgánico Convertido a CH ₄ (COD _F)	- 30%		
Factor de Corrección de CH ₄ (FCM)	= 1 =0.4 =0.6	- 10% ± 30% - 50%, + 60%	
Fracción de CH ₄ en el Gas (F)	+ 20%		

En términos generales de acuerdo con la Metodología, la aportación a la incertidumbre es de 2/3 debida a los factores de emisión, y la otra 1/3 parte a la información de la actividad.

Para evaluar las incertidumbres en este inventario se aplicaron los principios citados en el Anexo 1 del managin Uncertainties de la Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre, donde se establece que la incertidumbre total es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las incertidumbres individuales. Por lo que se calcularon de acuerdo a la siguiente expresión general:

Ecuación C.7:

$$U_T = \sqrt{U_E^2 + U_A^2}$$

Donde:

U_T = Incertidumbre total.

U_E = Incertidumbre debida a factores de emisión.

U_A = Incertidumbre debida a la información de la actividad.

En la tabla siguiente se resumen los valores de incertidumbre calculados para las emisiones de metano con base en las consideraciones anteriores.

TABLA C-9 Valores de Incertidumbre Estimados para las Emisiones de Metano de Residuos Sólidos y Aguas Residuales (%).

RESIDUO	1992	1994	1996	1998
Residuos Sólidos Municipales	71.0	74.2	74.0	69.2
Aguas Residuales Municipales	65.7	58.5	52.2	49.5
Aguas Residuales Industriales	68.0	65.5	63.4	61.1

En el caso de las emisiones resultantes de la incineración, la Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre no propone valores específicos en el caso de las emisiones de CO₂, por lo que no se estimaron para este inventario. Y para las emisiones de N₂O de la misma actividad, la Guía propone una incertidumbre del 100%.

Para disponer de las incertidumbres locales, resulta indispensable validar la información de las actividades en campo, y establecer un programa experimental y operacional para determinar los factores de emisión de cada caso, para lo cual se requieren recursos económicos importantes.

Apéndice D

Información Recopilada

Al igual que en las secciones anteriores, a continuación se presenta la información recopilada y empleada para determinar las emisiones de CH₄, CO₂ y N₂O, a partir de *residuos sólidos urbanos, aguas residuales municipales, aguas residuales industriales e incineración de residuos sólidos*.

INFORMACION RECOPIlada DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Situación del manejo y disposición final de los residuos sólidos municipales, 1994-1996

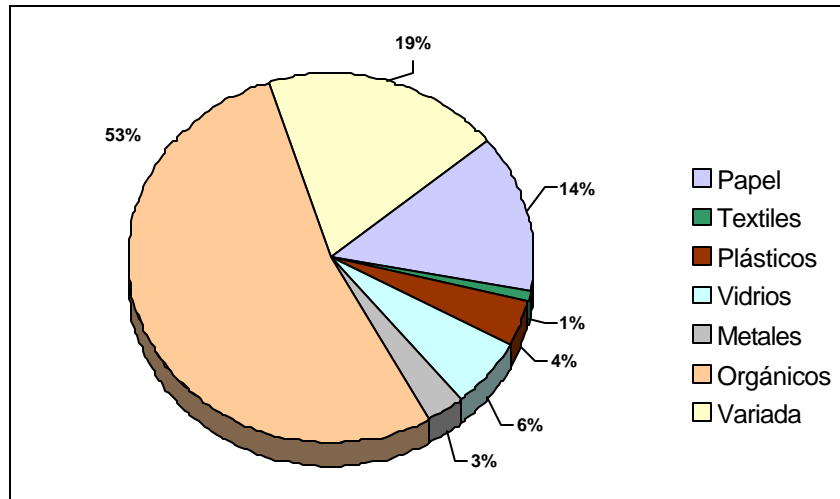
Características	1994			1995			1996		
	Volumen ton/día	%	Miles ton/año	Volumen ton/día	%	Miles ton/año	Volumen ton/día	%	Miles ton/año
Generación de residuos estimados	80 746		29 472	83 588		30 510	87 560		31 959
Eficiencia de los sistemas:									
Recolección	56 522	70.0 ¹	20 631	58 512	70.01 ¹	21 357	61 292	70.0 ¹	22 372
Relleno sanitario	13 859	17.2	5 059	16 306	19.5	5 952	23 487	26.8	8 573
Tiradero a cielo abierto	66 887	82.8 ²	24 414	67 282	80.5 ²	24 558	64 074	73.2 ²	23 387
Relleno sanitario de lo recolectado						27.9			38.3

¹ Del total generado, 70% se recolecta.

² El total recolectado, más lo no recolectado, da 75.19% que es depositado en: rellenos no controlados, tiraderos a cielo abierto y clandestinos sin ningún control sanitario, cauces de río y arroyos.

FUENTE: Sedesol, Dirección de Residuos Sólidos, fotocopiado, México, 1996.

Composición de la basura municipal, 1996



Tratamiento de basuras e instalaciones para disposición final, 1991-1996

Instalaciones		1991	1992	1993	1994	1995	1996
1 Lugares de entierro	Número	74	79	85	87	91	92
	Capacidad	7 033.40	7 351.93	7 768.49	8 974.00	8 507.00	11 179.00
Sitios controlados	Número	13	13	16	16	30	31
	Capacidad	4 528.59	4 641.81	4 935.18	5 058.56	5 952.00	8 573.00
Sitios no controlados	Número	61	66	69	71	61	61
	Capacidad	2 504.81	2 710.13	2 833.31	2 915.44	2 555.00	2 606.00
2 Plantas de incineración	Número	-	-	-	-	-	-
	Capacidad	-	-	-	-	-	-
Con recuperación de energía	Número	-	-	-	-	-	-
	Capacidad	-	-	-	-	-	-
3 Plantas de tratamiento ¹	Número	-	-	-	-	-	-
	Capacidad	-	-	-	-	-	-
4 Almacenaje permanente	Número	-	-	-	-	-	-
	Capacidad	-	-	-	-	-	-
5 Otros ² : Tiraderos a cielo abierto, tiraderos clandestinos, etc.	Número	-	-	-	-	-	-
	Capacidad	14 028.93	14 615.60	20 321.05	21 498.44	21 796.52	20 563.63

¹ Se refiere al tratamiento físico, químico y biológico.
² Total generado, menos lo dispuesto en entierros, menos lo recuperado y reciclado.
 FUENTE: Sedesol, Dirección de Residuos Sólidos, fotocopiado, México, 1996.

Generación de residuos sólidos municipales



Cuadro 72
Composición porcentual de los residuos sólidos municipales

Subproductos	Fronteriza	Norte	Centro	Sur	Zona Metropolitana De la Cd. De México	
Cartón	3.01	4.25	4.18	4.51	5.000	4.015
Residuos finos	4.69	9.71	6.28	6.37	0.977	1.000
Hueso	0.52	0.58	0.94	0.51	0.678	1.410
Hule	0.7	0.75	0.90	0.31	0.342	1.400
Lata	3.13	2.45	2.10	2.80	1.251	1.590
Material ferroso	0.51	0.46	0.36	1.37	0.640	0.591
Material no ferroso	0.32	0.57	0.45	1.00	0.050	0.584
Papel	11.36	9.17	6.30	6.90	11.020	14.907
Pañal desechable	4.96	2.59	2.79	4.01	7.996	6.320
Plástico película	2.58	3.79	5.32	3.95	2.300	3.771
Plástico rígido	2.90	2.38	2.96	2.36	2.154	2.550
Residuos de jardín	15.35	7.48	6.95	7.86	5.164	7.700
Residuos alimenticios	25.2	37.56	36.00	41.06	40.740	42.010
Trapo	2.52	1.94	2.00	1.25	1.560	1.650
Vidrio de ámbar	3.99	3.36	2.65	3.95	2.149	2.900
Vidrio transparente	4.22	4.27	4.15	4.28	3.410	4.789
Otros	13.60	6.61	14.35	9.23	3.442	2.509
Totales	99.56	97.92	98.68	101.72	88.873	99.696

FUENTE: El Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1989 – 1990, CONADE, SEDUE, 1992, Actualizado por la Dirección General de Servicios Urbanos, DDF, 1992.

Cuadro 74
Volumen estimado de generación de residuos sólidos municipales por zona a nivel nacional 1992

Zona	Núm. de hab.	Generación Kg/hab./día	Toneladas diarias	Toneladas anuales	%
Fronteriza	7 859 763	0.749	5 887	2 148 755	9.8
Norte	14 250 247	0.726	10 346	3 776 290	17.2
Centro	40 886 107	0.642	26 249	9 580 885	43.6
Distrito Federal	8 119 211	1.019	8 273	3 019 645	13.7
Sureste	13 607 719	0.693	9 430	3 441 950	15.7
Promedio		0.766			
Totales:	84 723 047		60 185	21 967 525	100.0

Fuente: Dirección General de Normatividad Ambiental, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1992.

Cuadro 77
Situación del manejo y disposición final de los residuos sólidos municipales 1992*.

	Volumen ton/día	%	Miles ton/año
Generación de residuos (estimada)	61 066		22 289
Eficiencia de los sistemas			
- Recolección	42 746	20 ²	15 602
- Relleno sanitario	18 381	43 ³	6 709
- Tiradero a cielo abierto	24 365	57 ⁴	8 893

* Estimado sobre una población de 84 419 013 habitantes.

² del total generado, 70% se recolecta.

³ del total recolectado 43% se dispone en rellenos.

⁴ del total recolectado 57% se dispone en tiraderos.

Fuente: Dirección General de Normatividad, Instituto Nacional de Ecología, Sedesol, 1992.

Cuadro 109
Volumen estimado de generación de RSM por zona a nivel nacional 1994

Zona	Número de habitantes	Generación Kg/hab/día	Toneladas diarias	Toneladas anuales	%
Frontera	5 424 020	0.976	5 294	1 932 403	6.56
Norte	18 231 339	0.908	16 552	6 041 387	20.50
Centro	43 364 686	0.804	34 854	12 721 546	43.16
Distrito Federal	9 092 053	1.275	11 596	4 232 652	14.36
Sureste	14 353 185	0.867	12 451	4 544 451	15.42
Promedio		0.893			
Totales	90 465 283		80 746	29 472 439	100.00

Fuente: Dirección General de Infraestructura y Equipamiento. Subsecretaría de Desarrollo Urbano, Sedesol, 1994.

Cuadro 110
Situación del manejo y disposición final de los residuos sólidos municipales 1994

	Volumen ton/día	%	Miles ton/año
Generación de residuos estimados	80 746		29 472
Eficiencia de los sistemas:			
- Recolección	56 522	70.00*	20 631
- Relleno sanitario	13 859	17.16	5 059
- Tiradero a cielo abierto*	66 887	82.84**	24 414

* Del total generado 70% se recolecta.

** Del total recolectado 75.5% más los no recolectados dan 82.84% que se disponen en: rellenos no controlados, tiraderos a cielo abierto y clandestinos sin ningún control sanitario.

Fuente: Dirección de Proyectos de Residuos Sólidos para la Preservación del Medio Ambiente. Subsecretaría de Desarrollo Urbano, Sedesol, 1994.

INFORMACION RECOPIADA SOBRE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

INVENTARIO NACIONAL DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A 1994

Estado	No. Plantas construidas	Capacidad instalada (lps)	No. Plantas operando	Gasto tratado (lps)
Nacional	666	42,788.30	461	32,065.00
Aguascalientes	65	2,208.70	45	2,079.20
Baja California	8	2,976.00	7	2,946.00
Baja California Sur	15	1,024.00	10	289.00
Campeche	8	25.80	5	24.50
Coahuila	11	797.50	7	585.00
Colima	25	418.50	20	403.50
Chiapas	5	210.70	4	198.70
Chihuahua	5	1,353.60	3	93.60
Distrito Federal	17	3,428.00	17	3,428.00
Durango	32	401.60	24	299.30
Guanajuato	17	1,888.00	9	1,657.00
Guerrero	20	2,107.00	19	2,087.00
Hidalgo	3	124.50	1	1.50
Jalisco	32	2,809.50	23	2,185.00
México	25	5,131.00	19	2,796.00
Michoacán	8	833.00	3	63.00
Morelos	8	1,285.00	7	1,122.00
Nayarit	34	981.00	25	893.50
Nuevo León	42	2,210.00	40	2,195.00
Oaxaca	14	447.10	10	237.10
Puebla	10	325.10	0	0.00
Querétaro	6	736.00	4	720.00
Quintana Roo	20	1,397.00	14	1,305.00
San Luis Potosí	11	306.00	5	86.00
Sinaloa	15	842.00	9	767.00
Sonora	45	1,598.20	30	1,424.40
Tabasco	18	1,020.10	6	707.10
Tamaulipas	17	913.00	11	817.00
Tlaxcala	38	955.50	25	840.50
Veracruz	49	3,764.00	36	1,660.00
Yucatán	17	52.60	17	52.60
Zacatecas	26	218.40	6	101.50

INVENTARIO NACIONAL DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A 1994

Estado	AC	AE	AV	CF	DB	FB	FL	LA	LB	LE	LM	LP	PE	PL	RA	TI	TP	TS	TV	ZO	ZZ	Tot
Nacional	1	43	2	2	6	20	1	169	14	346	1	1	7	1	4	41	22	1	2	20	14	718
Aguascalientes						1		2		64			7									74
Baja California								2	1	5												8
Baja California S.								5		10	1											16
Campeche		2						2									4					8
Coahuila						2		4		4						1						11
Colima						1		12		12												25
Chiapas								4		4											2	6
Chihuahua				1				4		3										1	1	10
Distrito Federal			1			2		14														17
Durango									1	32												33
Guanajuato		3		1				2	1	3				1		3				1	1	16
Guerrero								19											1			20
Hidalgo								1		1		1				1						4
Jalisco		1			2			8	4	5						2	1			8	1	32
México	1		1			1		9		17										2		31
Michoacán								2		5					1		1			1		10
Morelos						1		2								1						9
Nayarit		1						9		29							1				1	41
Nuevo León		5						9	2	21					1	3	3			2		46
Oaxaca						1		10		2						1						14
Puebla						1		1		3						2	1				1	9
Querétaro						2		2		2						1	1					8
Quintana Roo		3			2	1		11	1											1	1	20
San Luis Potosí								9		1												10
Sinaloa								3		11							1					15
Sonora							1		1	46						1					1	50
Tabasco		1				1		1		11						2				2		18
Tamaulipas		6				1			1	8						1				1		18
Tlaxcala						1		1	2	34					1							39
Veracruz						3		15		10					1	20	6	1				56
Yucatán						1		10								2	3		1			17
Zacatecas		21			2					3										1		27

AC = Aereación a Contra Corriente

AV = Avanzado

DB = Discos Biológicos

FL = Filtros - Lagunas

LB = Lagunas Aereadas

LM = Lemna

PE = Purificador Enzimático

RA = Rafa

TP = Tratamiento Primario

TV = Tratamiento Primario Avanzado

ZZ = Desconocido

AE = Aereación Extendida

CF = Coagulación Floculación

FB = Filtros Biológicos

LA = Lodos Activados

LE = Lagunas de Estabilización

LP = Lagunas - Pantano

PL = T. Primario - Lag. Pulimento

TI = Tanque IMHOFF

TS = Tratamiento Secundario

ZO = Zanjas de Oxidación

NO INCLUYE PLANTAS EN PROYECTO

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES POR PROCESO, 1998

Estado/Tipo de Proceso	LE		LA		ZO		FB		RE		PR		AN		TS		TI		BD		RA		LB		DA		DU		BI		PA		WE		OT		TOTAL			
	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q	No.	Q		
Aguascalientes	83	329	3	220					8	13					2	3										1	2000										97	2565		
Baja California	6	2429	1	297	1	60	1	200																					1	1100							10	4086		
Baja California S.	8	320	5	640																																		14	995	
Campeche			8	72									1	29																								12	125	
Coahuila	4	576	1	360			2	63									1	15																				9	1114	
Colima	22	218	4	21			1	260													2	20																33	533	
Chiapas	12	427																																				13	457	
Chihuahua	30	286	2	1203	2	51																																34	1540	
Distrito Federal			15	4670																																		15	4670	
Durango	59	1223																																				59	1223	
Guanajuato	6	861	8	1022	1	36																																19	3977	
Guerrero			13	809																																		14	2159	
Hidalgo									2	1			1	10																									5	29
Jalisco	38	718	10	1361	10	624	4	355			1	20																										73	3385	
México	17	878	2	2000	2	250																																24	4428	
Michoacán	6	663	1	7	1	20																																	14	1360
Morelos	1	4	4	285			5	420																														27	1468	
Nayarit	25	777	11	325																																		47	1809	
Nuevo León	16	605	9	8220																																		29	8856	
Oaxaca	6	88	7	207			1	150																														22	508	
Puebla	6	39	1	10			4	350			1	11	4	13																								18	510	
Querétaro			1	80	1	8	3	630	4	5																												29	763	
Quintana Roo	1	50	16	1283																																		20	1545	
San Luis	2	205	9	208																																		11	413	
Potosí																																								
Sinaloa	12	1251	2	60								1	820																										15	2131
Sonora	63	2355																																					69	4016
Tabasco	8	994	4	61	1	16	1	75																															24	1251
Tamaulipas	11	828	5	1450	1	20																																	19	2321
Tlaxcala	30	627					1	180																															35	916
Veracruz	17	364	22	474			3	1035	1	22	1	20																											66	3390
Yucatán			1	8																																			9	345
Zacatecas	8	118	18	73	1	3																																29	266	
Total Nacional	497	17232	181	25424	21	1088	26	3718	15	40	8	1841	7	53	2	3	53	932	10	763	31	1385	7	4060	10	337	4	3290	26	354	4	2460	4	48	8	122	914	63151		

Fuente: CNA/SGT/Gerencia de Sanamiento y Calidad del Agua/SGC Gerencia de Proyectos de Agua Potable y Sanamiento.

LE: Laguna de Estabilización

LA: Lodos Activos

ZO: Zanjas de Oxidación

FB: Filtros Biológicos

RE: Reactor Enzimático

PR: Primario

AN: Anaerobio

TS: Tanque Séptico

TI: Tanque IMHOFF

BD: Biodiscos

RA: RAFA

LB: Lagunas Aereadas

DA: Digestor Anaerobio

DU: Dual

BI: Biológico

PA: Primario Avanzado

WE: Wetland

OT: Otros

**PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES
Y SU CAPACIDAD POR ESTADO 1996**

ESTADO	TOTAL		EN OPERACIÓN			FUERA DE OPERACIÓN	
	No. de plantas	Gasto Total (lps)	No. de Plantas	Gasto de Diseño (lps)	Gasto Tratado (lps)	No. de Plantas	Gasto de Diseño (lps)
Aguascalientes	93	2,461.0	75	2,372.8	1,967.4	18	88.2
Baja California	9	2,539.0	9	2,539.0	2,706.0	-	0.0
Baja California S.	18	1,028.4	17	1,008.4	586.8	1	20.0
Campeche	11	123.4	11	123.4	36.6	-	0.0
Coahuila	13	912.5	7	703.0	681.0	6	209.5
Colima	23	487.0	16	459.0	304.2	7	28.0
Chiapas	6	108.7	-	0.0	0.0	6	108.7
Chihuahua	18	1,404.0	18	1,404.0	640.6	-	0.0
Distrito Federal	22	6,809.5	20	6,742.0	3,298.0	2	67.5
Durango	43	3,173.4	36	3,052.4	2,005.7	7	121.0
Guanajuato	8	1,595.0	3	1,475.0	810.0	5	120.0
Guerrero	16	2,529.0	13	2,429.0	1,435.0	3	100.0
Hidalgo	5	148.4	1	17.4	14.5	4	131.0
Jalisco	69	3,473.0	51	3,042.9	1,806.0	18	430.1
México	16	2,562.0	16	2,562.0	1,207.0	-	0.0
Michoacán	13	1,224.0	10	990.0	543.0	3	234.0
Morelos	29	1,314.9	18	1,043.9	742.0	11	271.0
Nayarit	41	1,754.0	31	1,612.0	837.9	10	142.0
Nuevo León*	28	8,821.0	27	8,821.0	6,002.0	1	S.D.
Oaxaca	22	755.7	17	663.8	313.1	5	91.9
Puebla	10	249.3	7	239.7	173.9	3	9.6
Querétaro	13	834.2	12	709.2	298.2	1	125.0
Quintana Roo	14	1,188.0	13	1,183.0	820.9	1	5.0
San Luis Potosí	12	423.0	5	293.0	271.0	7	130.0
Sinaloa*	15	1,018.0	10	1,018.0	1,030.0	5	S.D.
Sonora	64	2,114.7	46	1,831.6	1,432.7	18	283.1
Tabasco	23	1,068.2	19	1,038.2	843.5	4	30.0
Tamaulipas*	14	2,463.0	10	2,463.0	1,699.1	4	S.D.
Tlaxcala	32	878.5	19	791.5	654.7	13	87.0
Veracruz	60	1,056.0	42	878.0	415.2	18	178.0
Yucatán	8	29.3	8	29.3	14.5	-	0.0
Zacatecas	25	219.0	8	161.0	155.0	17	58.0
Nacional	793	54,765.1	595	51,696.5	33,745.4	198	3,068.6

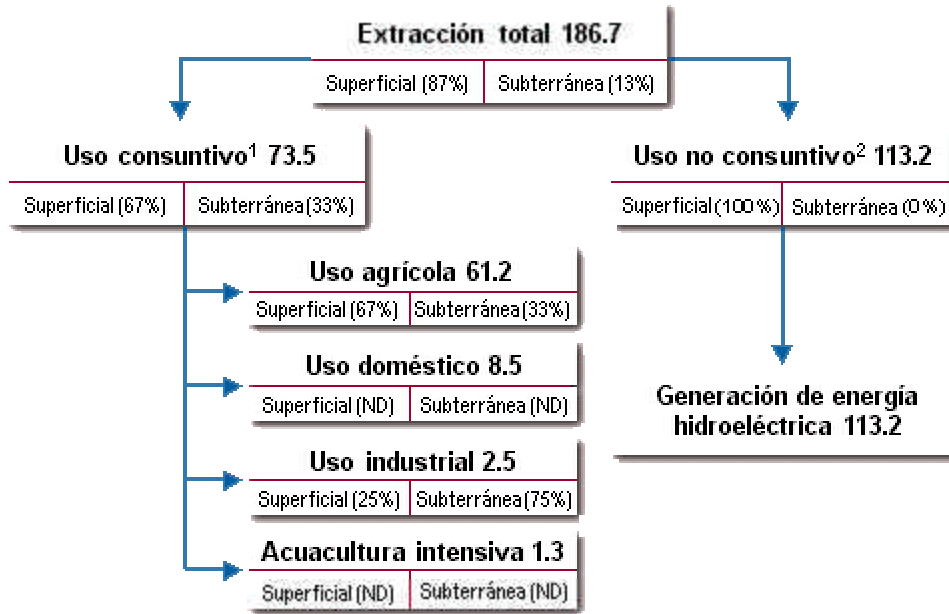
FUENTE: CNA/SGT/ Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua

No incluye plantas en construcción ni en proyecto

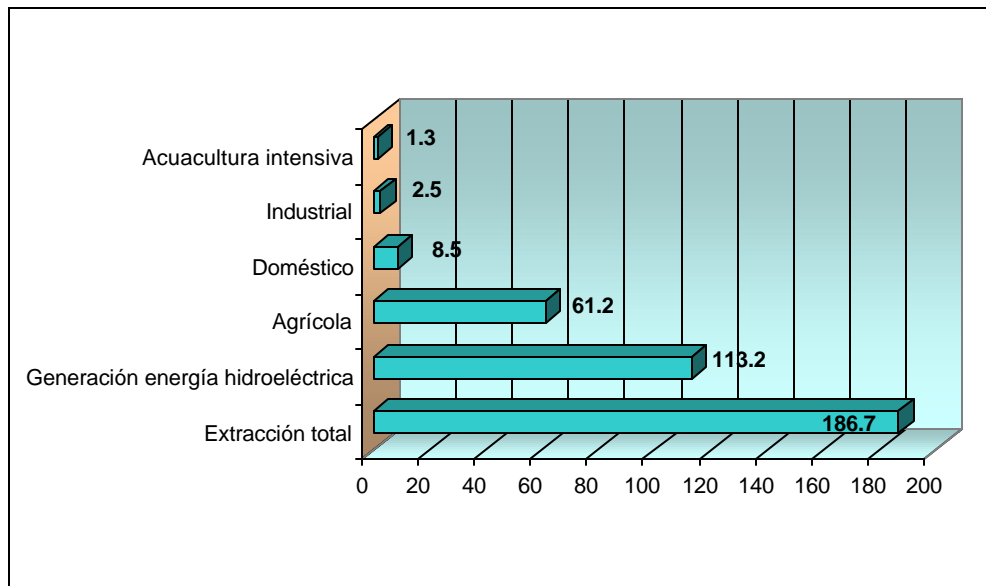
SD= Sin Dato

* La capacidad instalada total es igual a la capacidad de las plantas en operación, por no contar con la capacidad de las plantas fuera de operación.

Extracción y usos principales del agua, 1995 (km³)

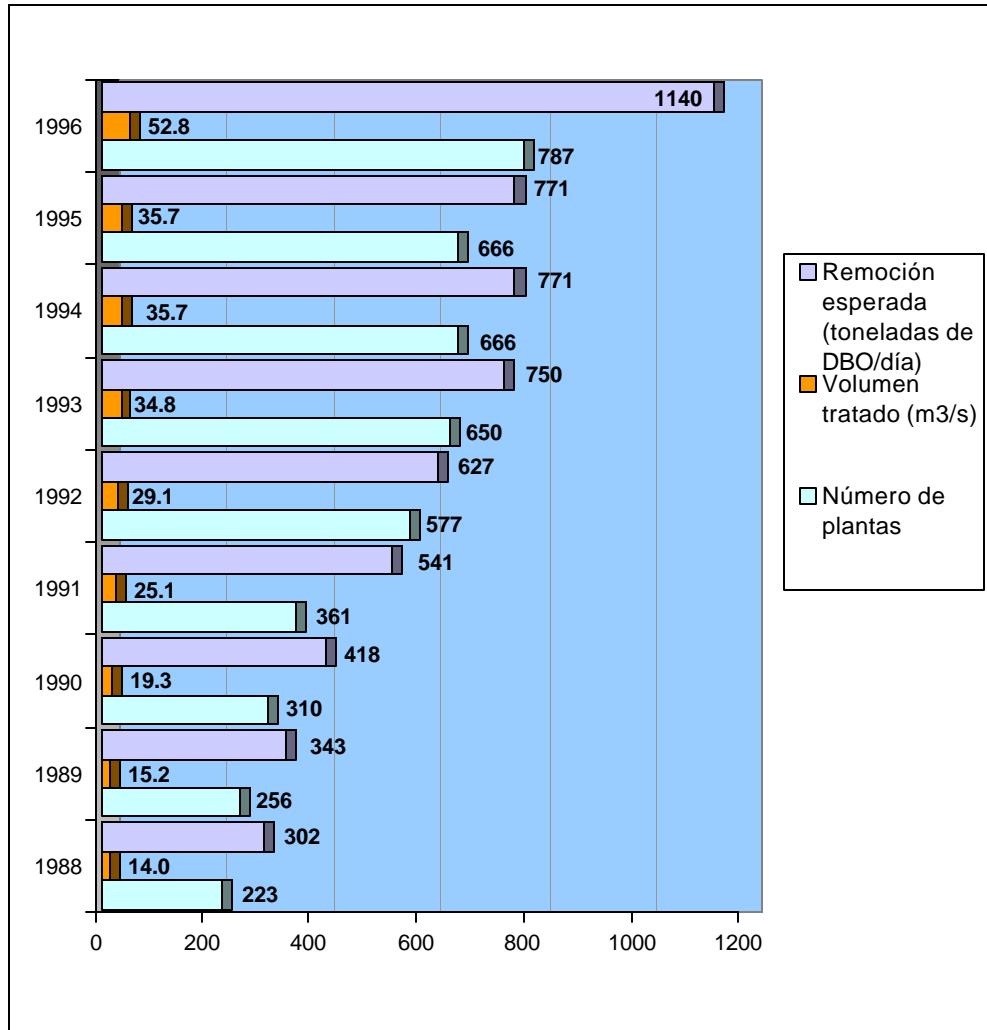


*1 Impactan la disponibilidad al aprovechar el agua y sólo retornar una parte de esta.
2 Retornan la totalidad del agua aprovechada (generación de energía hidroeléctrica).
ND No disponible.*



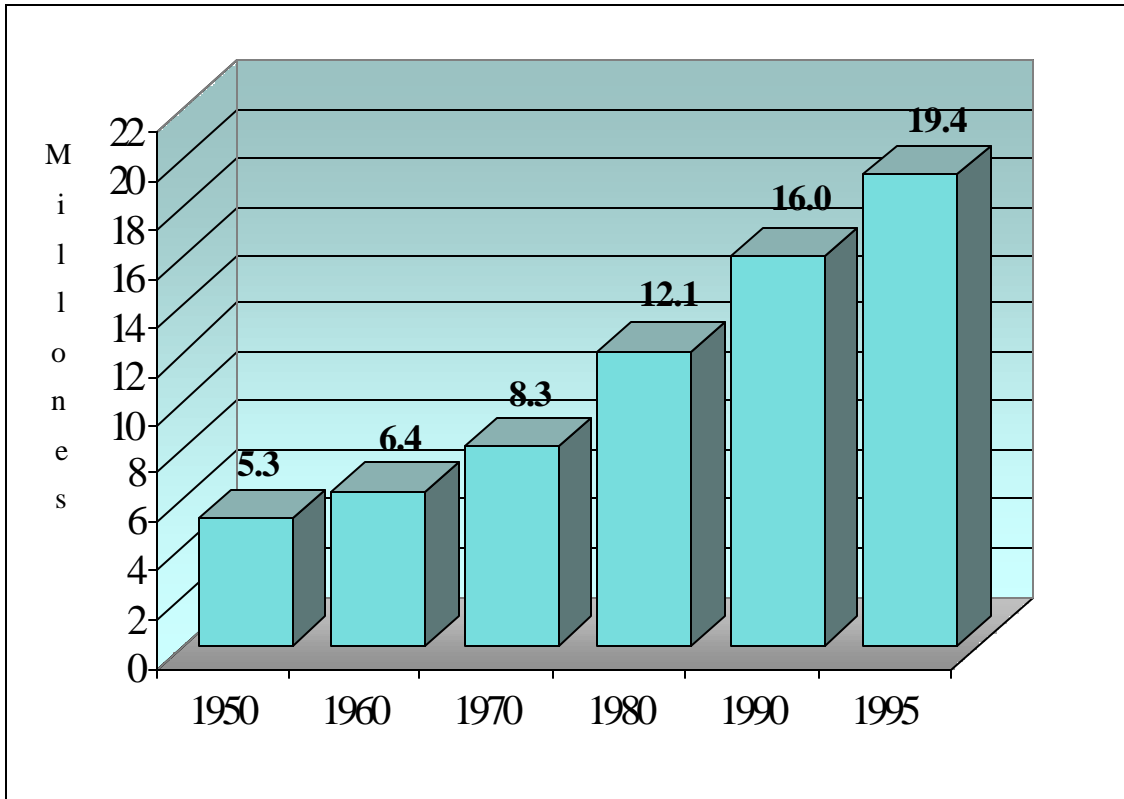
Fuente: Comisión Nacional del Agua, en: Poder Ejecutivo Federal, Programa Hidráulico 1995-2000, México, 1996.

Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales



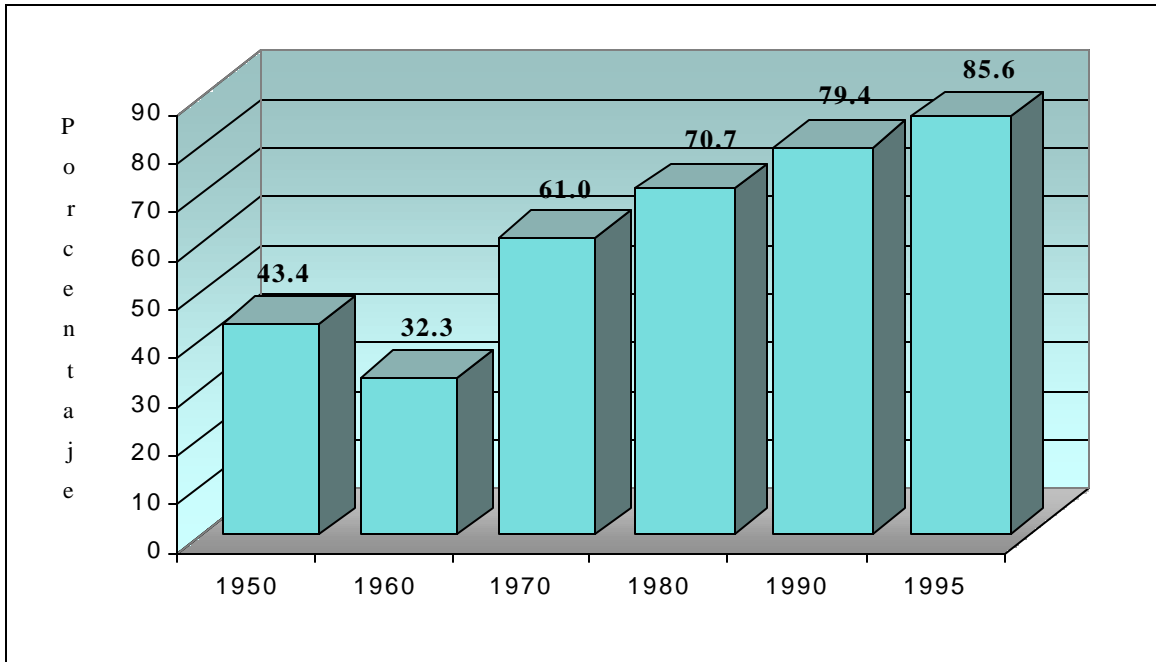
Fuente: Comisión Nacional del agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua.

Total de viviendas habitadas 1950-1995

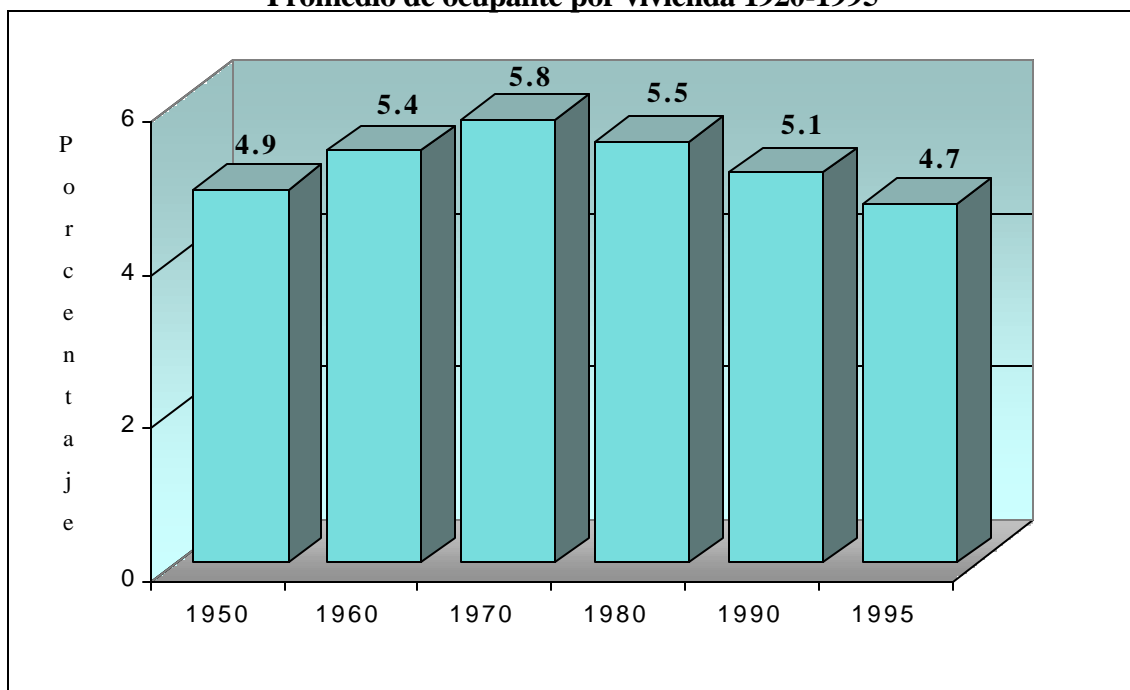


Nota: A partir de 1950, en los censos se empieza a captar información respecto de las viviendas habitadas por medio de la boleta censal.

**Porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua
1950-1995**



Nota: A partir de 1950, en los censos se empieza a captar información respecto de las viviendas habitadas por medio de la boleta censal.
En 1960 la información se refiere exclusivamente a la disponibilidad de agua dentro y fuera de la vivienda; en cambio, para los otros años referenciados en la gráfica se pidió al informante especificar la obtención del agua – de una toma de uso común, de llave pública o hidrante -.

Promedio de ocupante por vivienda 1920-1995

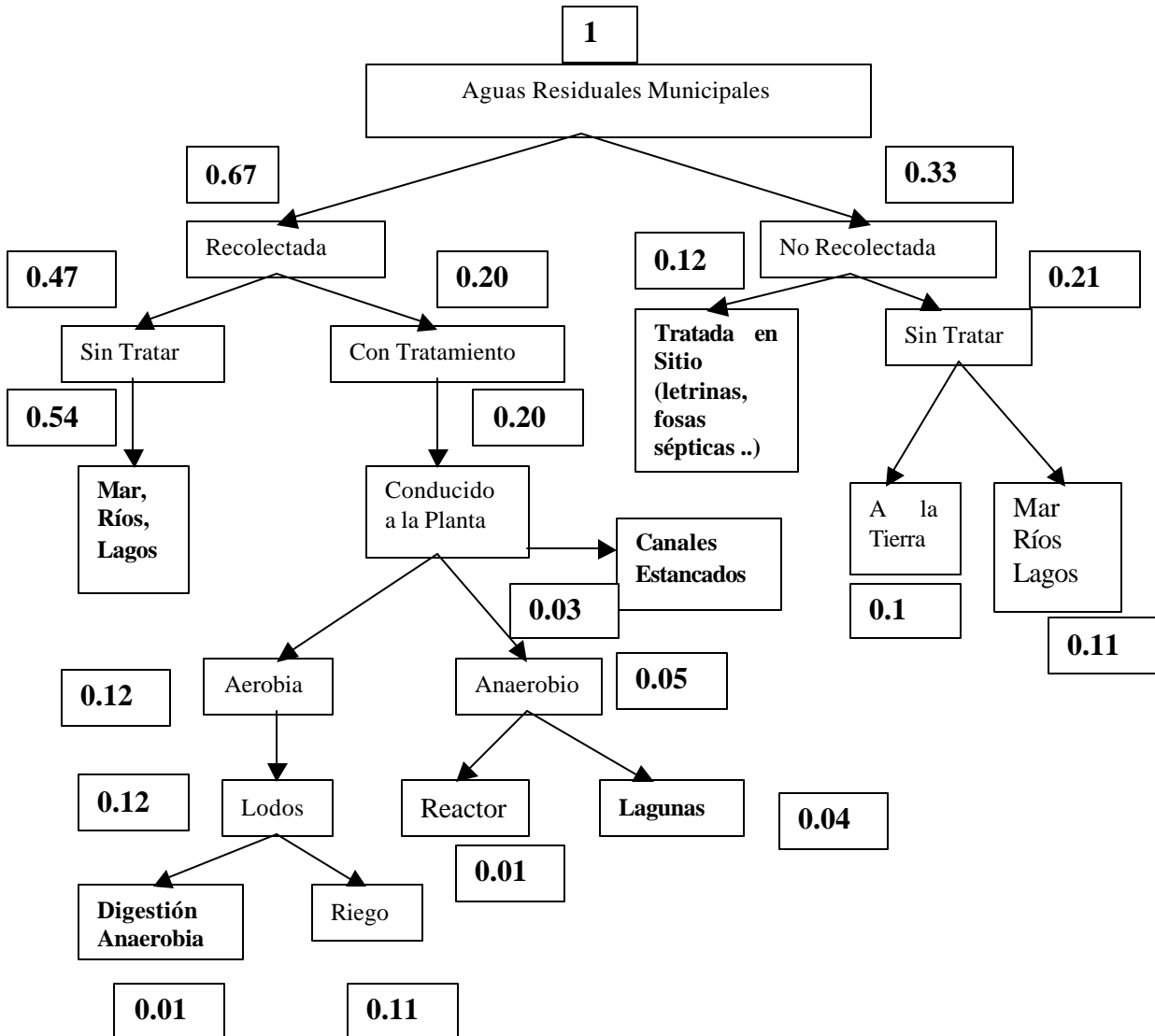
Nota: A partir de 1950, en los censos se empieza a captar información respecto de las viviendas habitadas por medio de la boleta censal.

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

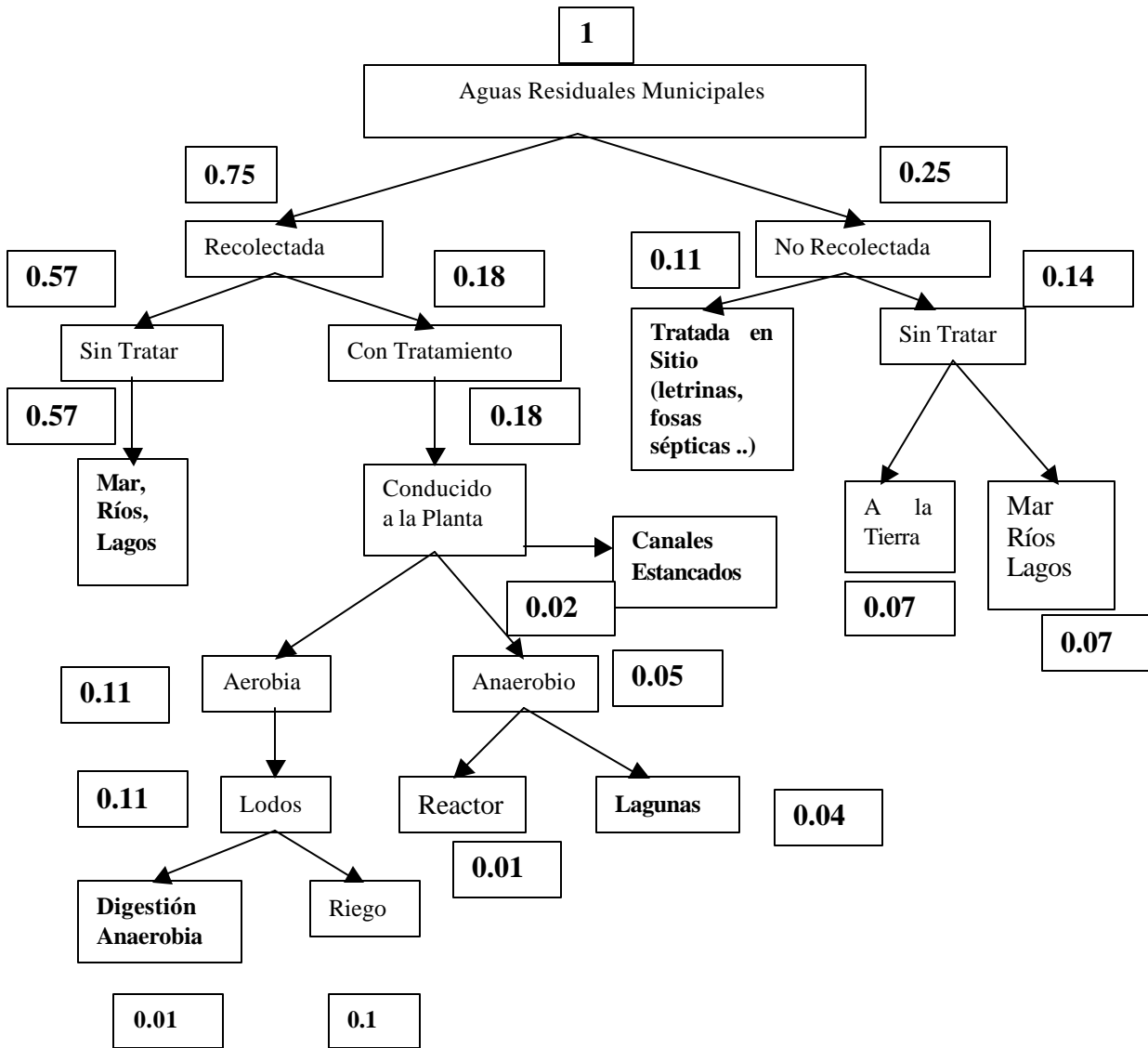
Año	Núm. de plantas	Volumen tratado (m³/s)	Remoción esperada (tDBO/d)
1988	223	14.0	302
1989	256	15.2	343
1990	310	19.3	418
1991	361	25.1	541
1992	577	29.1	627
1993	650	34.8	750
1994	666	35.7	771
1995	666	35.7	771
1996	787	52.8	1 140

FUENTE: Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua.
Fecha de actualización: 24 de noviembre de 1998

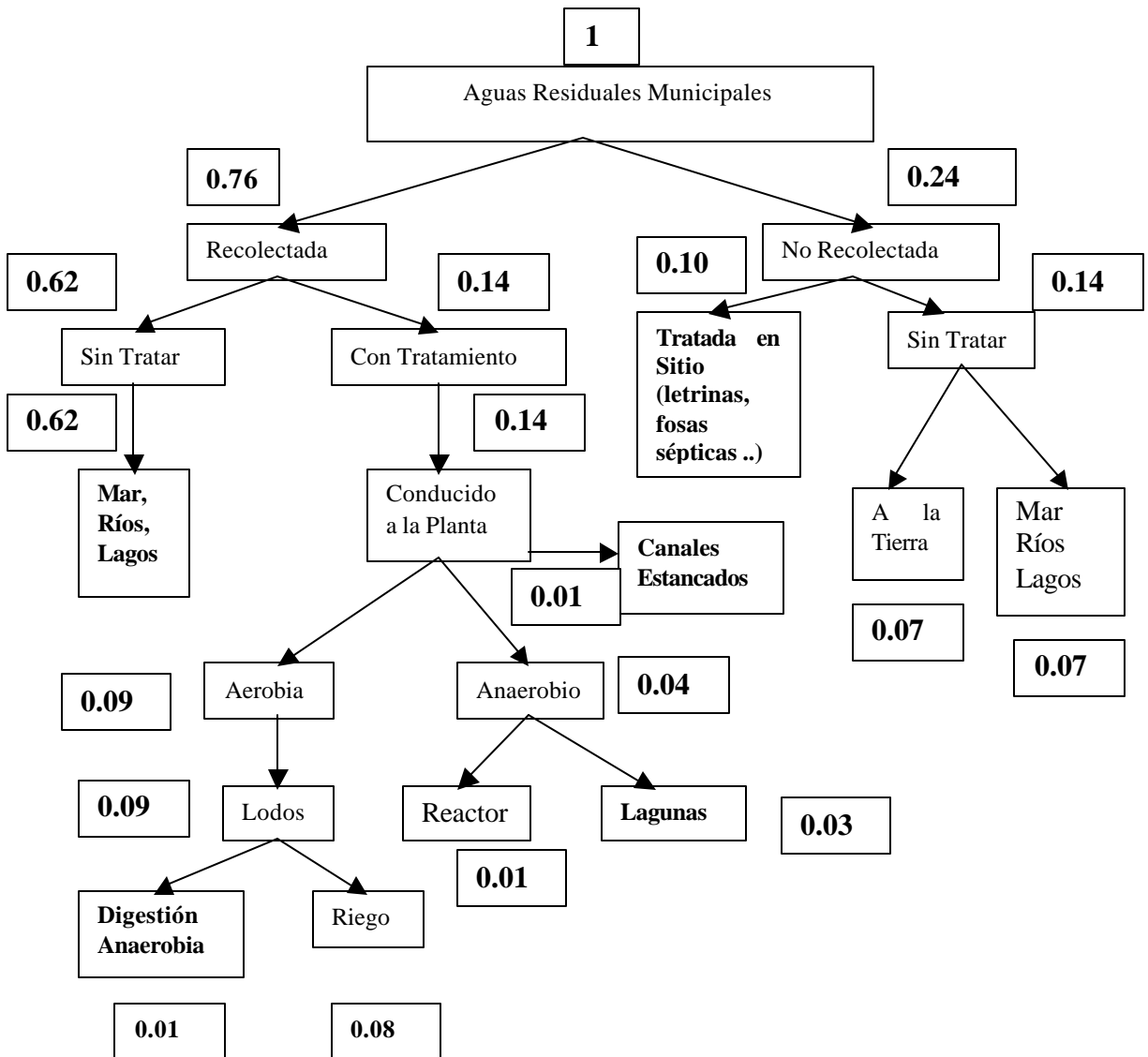
Balance de agua residual municipal para 1992



Balance en fracción de agua residual municipal para 1994



Balance en fracción de agua residual municipal para 1996



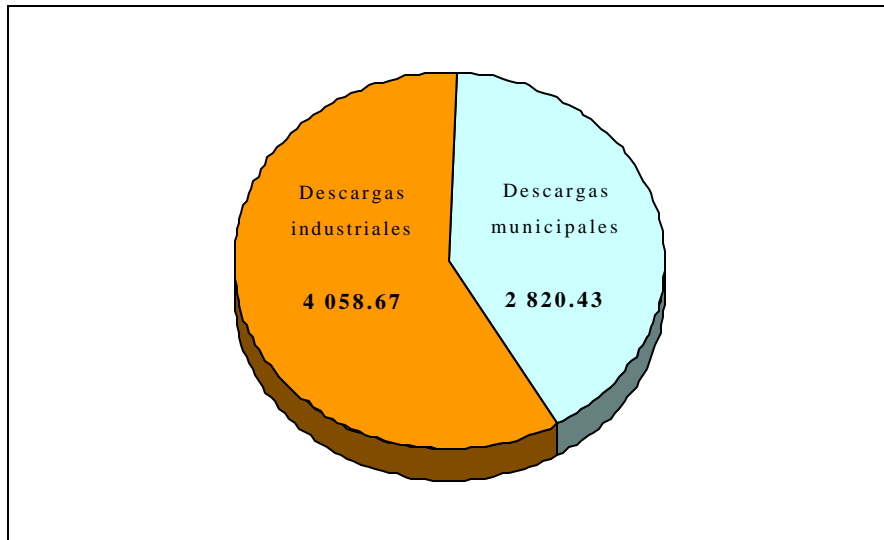
INFORMACION RECOPIADA SOBRE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

En 1994 existían 177 plantas de tratamiento de esta agua que representaban el 7% de la capacidad requerida para tratar todas las aguas descargadas por las industrias del país de 78.7 m³/seg reportados en la página 161 de la referencia No 2 de este documento.

No obstante que en 1996, el número de estas plantas creció hasta 1,255 su eficiencia y capacidad de tratamiento no creció en la misma proporción. Por lo que para determinar las emisiones de 1992 se consideró como referencia la misma carga orgánica con una variación inferior del 5% anual en la producción de aguas residuales (74.7 m³/seg) de acuerdo al crecimiento promedio global de la economía del país.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de descargas contaminantes (toneladas DBO/día)

Total nacional, 1994



Nota: La descarga total del país es de 6 879.1 toneladas de DBO/ día.

Fuente: Comisión Nacional del Agua, Diagnóstico de las acciones de saneamiento a nivel nacional, México, 1996.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
de descargas contaminantes en cuencas seleccionadas, 1994**



Fuente: Semarnap, 1998, con base en: (1) INEGI, Mapa de principales ríos por vertiente, México, 1995. (2) SARH, Agua y sociedad, una historia de las obras hidráulicas en México, México, 1988.

INFORMACION RECOPIADA SOBRE INCINERADORES DE RESIDUOS SÓLIDOS

Autorizado	Operando (vida útil)	Empresa/Tipo de servicio (privado o público)	Tipo de equipo	Residuo a tratar	Capacidad máxima (ton/año)	Temp max °C.	Tipo de control de emisiones	Forma de reducción de temp.	Temp de Salida de gases	Instrumentación del protocolo de pruebas
1993	Octubre, 1993	Ciba Especialidades Químicas, S.A. de C.V. (Servicio privado)	Horno Rotatorio de 2 m de diámetro y 8 de longitud, recubierto interiormente de ladrillo refractario de 12 pulgadas de espesor, y una cámara de postcombustión de 42 m ³ con un tiempo de residencia de gases de 5 a 7 seg.	Lodos de PTAR, residuos de la destilación de solventes organoclorados y no halogenados, filtros agotados, filtros de calderas, aceites lubricantes usados, residuos de medicamentos y productos fuera de especificación.	2,075	1,200	2 torres lavadoras de acero al carbón de 1.5 m de diámetro y 12 m de altura, con recubrimiento interior ahulado	Enfriador de gases ó Quencher, enfría los gases por contacto directo con agua.	70-80°C	No se requirió.
1995	1995	Bayer de México, S.A. de C.V. (Servicio privado)	Incinerador Michaelis Modelo CD8, con una cámara principal de combustión y una posterior.	Residuos generados por la empresa	525	1,200	Multiciclón de alta eficiencias para la recuperación de cenizas.	Enfriamiento mediante válvula de alimentación de aire, mediante un ventilador	200-250 °C	No
1997	Diciembre, 1997	Syntex, S.A. de C.V. (Servicio privado)	Basic Environmental Engineering Modelo 750B, de 6'000,000 BTU/hr, con 3 cámaras de combustión	Generados en su planta en la elaboración de productos farmacéuticos	840	1093°C	Sistema lavador de alta eficiencia	El gas de salida se envía a una fosa colectores y enfriadora, utilizando agua como fluido de enfriamiento	94 °C	Si
1997	Diciembre, 1997	UQUIFA de México, S.A. de C.V. (antes Laboratorios Julián de México, S.A. de C.V.) (Servicio privado)	Incinerador MKI-25-RC, con una cámara de ignición con de 950°C y una cámara de combustión de 1000°C.	Generados en su planta en la elaboración de materias primas para la industria farmacéutica	20,000	1,000 °C	Sistema lavador de gases, scrubber húmedo y un sistema de alimentación, control, monitoreo y manejo de cenizas.	El gas de salida se envía a un intercambiador de calor, y después a una caldera de recuperación de energía.	45-80 °C	Si
1997	Agosto, 1997	Petroquímica Pajaritos, S.A. de C.V. (Servicio privado)	Incinerador No. II *	Efluentes clorohidrocarburos pesados y cloroacetaldehido,	10,950	1,400 °C	Sistema lavador-absorbedor de gases de combustión.	El gas de salida es enviado a una torre de concheo (inyección de agua).	70 °C	No
1997	Diciembre, 1997	Síntesis Orgánicas, S.A. de C.V. (Servicio privado)	Incinerador No. F222, con dos cámaras de combustión la 1ª con una temp. de 1,000°C y la 2ª de 1,200 °C	Bloques de sólidos de breas de destilación de anhídrido ftálico	2,412	1,200 °C	Extractor de polvos, colector, separador ciclónico y filtros de bolsa.	Cortina de agua y sistema de recuperación de calor	230-280 °C	Si
1999	Febrero, 1999	Siderúrgica Lázaro Cárdenas Las Truchas (Servicio privado)	Alto Horno de capacidad de 4,500 ton/día	Guantes, estopas y trapos impregnados con solventes, aceites y grasas generados por la empresa	21.6	1,510 °C	Sistema de lavado y limpieza con un colector de polvos, y un lavador húmedo para partículas.	En la parte superior del horno la temperatura de los gases es de 200°C.	200 °C	No se requirió.

Fuente: Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP/ Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas. 2000.

Autorizado	Operando (vida útil)	Empresa	Tipo de equipo	Residuo a tratar	Capacidad máxima (ton/año)	Temp max °C.	Tipo de control de emisiones	Forma de reducción de temp.	Temp de Salida de gases	Instrumentación del protocolo de pruebas
1998	Abril, 1998	Hylsa, S.A. de C.V. (Servicio privado)	3 Hornos de recalentamiento (No. 9,10 y 11)	Aceites gastados (hidráulico, lubricante, de rolado) y residuos de grasas y aceite.	264 m ³	1,300 °C	No hay	No hay	458°C	No se requirió.
1998	Marzo, 1998	Aceros Nacionales, S.A. de C.V. (Servicio privado)	2 Hornos de arco eléctrico de 45 ton. de capacidad	Aserrín, estopas, guantes y rebaba impregnada con aceites y grasas generados por la empresa.	182.5	1650 °C	Sistema de captación de polvos de 250,000 PCM en 880 bolsas de fibra de vidrio de 0.30 m de diámetro y 10 m de largo.	El mismo sistema de captación de polvos sirve para enfriar la corriente gaseosa.	200 °C	No se requirió.
1998	Octubre, 1998	Tecnología Especializada en Reciclaje, S.A. de C.V. (Prestador de servicios a terceros)	Dunham Environmental de doble cámara	Residuos peligrosos y biológico-infecciosos	12,250	982°C en la 1a. cámara y 1370°C en la 2a.	Malla de alta eficiencia, y torre empacada	Sistema lavador de gases Dyna Wave-Monsanto	48.9 °C	No
1999	Noviembre, 1999	Proterm de México-JV, S.A. de C.V. (Prestador de servicios a terceros)	Horno Gruntec PC 400 Horno Sun Clean HP 4000	Medicamentos caducos Textiles impregnados de aceite. Residuos biológico infecciosos	700 ton/año 570 ton/año 350 ton/h	1150°C 1250°C	Sistema neutralizados de gases mediante adición en corriente gaseosa de reactivos alcalinos secos y un colector de bolsas.	Cámara de enfriamiento que emplea agua	175°C	Si
2000	Abril, 2000	Servicios Ecológicos Especializados, S.A. de C.V. (Prestador de servicios a terceros)	Incinerador HTTS (Sistema Híbrido de Tratamiento Térmico)	Residuos Industriales Varios	134, 500 ton/año	1200°C	Unidades Hydro 1 y 2, que emplean solución cáustica de hidróxido de sodio, un separador de aspás para el agua atomizada con partículas y gas ácido, colectando partículas con precipitador electrostático húmedo, pasando los gases por un filtro de carbón activado	Ventilador de tiro inducido que cuenta con un lavador de gases con boquillas en serie.	83°C	No
2000	Marzo, 2000	Soluciones Ecológicas Integrales, S.A. de C.V. (Prestador de servicios a terceros)	Cuatro incineradores Sun Clean HP 4000 II Y UN Horno Rotativ 4000 II CFG	Residuos Industriales varios y residuos biológico infecciosos	13,146 ton/año	1,100° C	Intercambiador de calor que emplea agua como medio de enfriamiento	Lavador de gases base seca que cuenta con un reactor químico y un filtro cerámico	200°C	No

Fuente: Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP/ Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas. 2000.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS INCINERADORES AUTORIZADOS PARA RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO – INFECCIOSOS

Autorizados	Operando (vida útil)	Empresa/Tipo de servicio (Privado o público)	Tipo de equipo	Residuo a tratar	Capacidad máxima (ton/año)	Temp. Max °C	Tipo de control de emisiones	Forma reducción de Temp.	Temp. de Salida de gases	Instrumentación del protocolo de pruebas
✓	1998	Control de Desechos Industriales y Monitoreo Ambiental, SA de CV (Servicio al Público)	National modelo P-400	RPB-I	1080	1200	✓	✓	300	✓
✓	1998	AMEq de México, SA de CV	Horno CB400SW	RPB-I	610.2	1100	✓	✓	250	✓
✓	2000	Planta incineradora de Residuos Bio-infecciosos, SA de CV	Sun Clean HP-4000 II	RPB-I	1890	1250	✓	✓	300	✓
✓	1999	Control Ambiental del Bajío, SA de CV	Tecsa 2400-2	RPB-I	450	980	No ha entregado resultados de Protocolo		250	✗
✗	1998	Tratamiento de Desechos Médicos, SA de CV	Enviro Clean	RPB-I	5400	1100	Autorización no renovada		300	✓
✗	1997	Soluciones Ecológicas Integrales, SA de CVs	Sun Clean SNK	RPB-I	459	863	Autorización no renovada		250	✓
✓	1996	Tratamiento de Desechos Médicos, SA de CV	Enviro Clean TM 500	RPB-I	2700	996	✓	✓	300	✓
✓	1996	Sterimed, SA de CV	Horno	Patológicos	589	900	✓	✓	300	✓
✗	1998	Protección Integral del Medio Ambiente, SA de CV	Incimex	Patológicos	243	950	Autorización en renovación		300	✗
✗	1998	Desechos Biológicos, SA de CV	Rotatorio	RPB-I	1350	1200	Autorización en renovación			✗
✓	1998	Alicia Chávez González	North American 4424-3	RPB-I	1944	1000	✓	✓	300	✓
✗	1998	Ciba Especialidades México, SA de CV	Rotatorio	RPB-I	3175	1200	Autorización en renovación		300	✓
✓	1998	Incineradores, Mantenimiento y Equipos, SA de CV	Rotatorio	RPB-I	2268	1100	✓	✓	300	✓
✓	1998	Servicios y Tecnología Ambiental, SA de CV	Hoval GG-14BS-31	RPB-I	1620	1000	✗	✗	700	✓
✓	1998	Bio-System & Technology, S de RL de CV	CR 100-II, CR2000-II	RPB-I	1458	100	✓	✓	250	✓
✗	1996	Asesoría y Servicios Ecológicos de Puebla, SA de CV	P-400	RPB-I	1080	1400	CLAUSURADA por PROFEPA		250	✓
✓	1998	Ecotérmica de Oriente, SA de CV	Sun Clean HP-4000-II	RPB-I	1890	1050	✓	✓	300	✓
✗	1998	Incineradores Aeroportuarias, SA de CV	600-II	RPB-I	1620	1200	Autorización no renovada		300	✗
✗	1998	Centro Ambiental, SA de CV	1200-2	RPB-I	486	1200	Autorización no renovada		300	✗
✓	1996	Marepel, SA de CV	Simonds AF-3	RPB-I	1079	1100	✓	✓	250	✓
✗	1997	Secam, SA de CV	300RBD2, 175RBD	RPB-I	1188	932	Autorización no renovada		250	✓
✓	1999	Técnicas Especializadas de Reducción de Altamira, SA de CV	TECMEH	RPB-I	1350	1100	✓	✓	250	✓

Las capacidades son manejadas en kg/hr, para un día se considera 18 horas laborables.

Los días del año laborables 300.

Los incineradores que han sido autorizados para los RPB-I, han ido instalando sistemas de control de emisiones así como para bajar la temperatura de la salida de los gases, aditamentos que han sido construidos en casa, sin marca registrada.

Fuente: Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP/ Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas. 2000.

Información del Documento

Formato

MARC ,**Campo**, valor

008/11, **País**, mx

008/35-37, **Idioma**, spa

100, **Autor**, José Luis Arvizu Fernández; Instituto de Investigaciones Eléctricas

110, **Autor Institucional**, Instituto Nacional de Ecología

245, **Título**, Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: 92-98

740, **Otro título**, Emisiones de GEI de Desechos

260, **Lugar, editor y fecha**, Cd. de México, Ruiz Suárez, L.G., Martínez J., 24/09/2001

300, **Descripción física**, 93 p

355, **Seguridad**, 0

400, **Serie o colección**, Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

520, **Resumen**, Se presentan las emisiones de CH₄, CO₂ y N₂O derivadas de los residuos sólidos municipales, las aguas residuales municipales, 1

650 **Temas**, (palabras extraídas de un thesaurus, no se usa)

653, **Palabras clave**, INEGEI, inventario, desechos, gases de efecto invernadero

700, **Coautores**,

700 e, **Revisión**, Dr. Luis Gerardo Ruiz Suárez, Xochitl Cruz, Elvia Segura

710, **Coautores institucionales**, Red de Desarrollo Sustentable y US Environmental Protection Agency

852, **Ubicación**, Dirección de Cambio Climático, INE, Piso 31, Dirección de Cambio Climático, INE, Piso 31

856, **Localización electrónica**, Buscar en www.ine.gob.mx

270, **Dirección**, Adrián Fernández, afernand@ine.gob.mx, tel (52) 5624-34-58, fax (52) 5624-35-84, Dir. G. Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global INE, Av. Revolución 1425, Nivel 8, C.P. 01040. México D.F.