



PROGRAMA DE ACCIÓN
ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO
DEL ESTADO DE CHIAPAS

INVENTARIO ESTATAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL ESTADO DE CHIAPAS.

COORDINACIÓN:

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS (UNICACH)
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO (CIGERCC)
EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR (ECOSUR)
COLEGIO DE POSGRADUADOS (COLPOS)
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ (ITTG)
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM)
CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA (CCA)
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE VIVIENDA E HISTORIA NATURAL (SEMAVIHN)
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT
delegación Chiapas)
CONSERVATION INTERNATIONAL MÉXICO A.C. (CI)

Equipo responsable

Integración del inventario y sectores: Energía, Desechos y Procesos Industriales

Dra. Silvia Ramos Hernández coordinación general y Dr. Emmanuel Díaz Nigenda, coordinador del inventario, UNICACH;

Biól. Andrea Venegas Sandoval, Pas. Biol. Luis Eric Roblero Galdamez, Pas. Biol. Ana Delia Moreno Beltrán, Mtro. Manuel Nango Méndez, UNICACH
Pas. Ing. Paulina Pérez Flores, Pas. Ing. Candelaria Jiménez Zambrano, ITTG

Sectores: Agricultura y Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

Dr. Bernardus H.J. de Jong Coordinador, ECOSUR
Biol. Vanessa Maldonado Montero, MsC. Fabiola Rojas García, Biol. Marcela Olguín Alvaréz, Eco.Verónica de la Cruz Arias, Dr. Miguel Ángel Castillo Santiago, Dr Guillermo Jiménez Ferrer, Dra. Eleni Mirinidou, MsC.Adriana Flores Gonzáles, Dra. Susana Ochoa, ECOSUR.
Dr. Fernando Paz Pellat, COLPOS.

Investigadores asesores del proyecto:

Dr. Luis Gerardo Ruiz Suárez y M. en C. Xóchitl Cruz Núñez
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM



Instituto Nacional
de Ecología

CONSERVACIÓN
INTERNACIONAL
México

RESUMEN

Siendo una de las fuentes de información en la toma de decisiones para el Programa de Acción de Cambio Climático del Estado de Chiapas (PACCCH), se realizó el primer Inventario de Gases de Efecto Invernadero del Estado de Chiapas en los sectores Energía, Procesos industriales, Desechos, Uso de Suelo y Cambio de Uso de Suelo (USCUSS por sus siglas en inglés), Agricultura y Ganadería. Técnicamente, la realización de dicho documento para los tres primeros sectores estuvo a cargo del Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático (CIGERCC) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), encomendado por el Gobierno del Estado a través de la Secretaría de Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural, vía Convenio que se celebró con Conservation International México A. C. y financiado por la Embajada Británica en México. Los otros sectores fueron realizados por investigadores del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

Para el caso de los sectores Energía, Procesos Industriales y Desechos, la coordinación estuvo en el CIGERCC de la UNICACH, participando la Coordinadora institucional y un gestor docente de la UNICACH a cargo de la coordinación del inventario, con la participación de cinco becarios para la recolección y procesamiento de los datos, tres de la misma institución y dos del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITTG).

En este documento se presentan los resultados obtenidos a partir del procesamiento de la información referente a los tres sectores previamente mencionados, mediante el uso de la metodología de las Directrices del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC) de 1996, el software del PICC 1996 con el Nivel uno que marcan las directrices,

tomando como base el año 2005. Se presentan los resultados para los sectores USCUS y Agricultura, los cuales fueron obtenidos por el grupo de trabajo de ECOSUR y pueden ser revisados en los anexos A y B.

Durante el desarrollo del inventario se contó con la asesoría de dos expertos del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y con la participación de especialistas en el tema de Energía de la UNICACH.

El sector Energía indica que en el Estado de Chiapas se emitieron aproximadamente 4,315 Gg de dióxido de carbono equivalente¹ (CO₂ eq.) derivado de las fuentes de combustión durante el año 2005. Dentro del sector Energía, el transporte representa la principal fuente de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) que contribuye aproximadamente con el 86% de las emisiones de CO₂ eq. totales, mientras que los sectores industrial, residencial, servicios y agropecuario en conjunto aportan cerca del 14%. En la Industria se observa que la quema de biomasa es el mayor generador de emisiones de CO₂. Dentro del sector transporte, la gasolina es el combustible que contribuye con más emisiones de CO₂, seguido por el diesel. En los sectores residencial y agropecuario, la quema de gas LP es la principal fuente de emisión.

Las emisiones derivadas de los Procesos Industriales muestran que para el año base (2005) se emitieron 140.34 Gg de CO₂ provenientes de la industria de la cal, lo que representa cerca del 96% de las emisiones totales de este sector. Un 4% se genera por las emisiones provenientes de la industria de alimentos.

El sector Desechos genera las emisiones de metano (CH₄) derivadas de los residuos sólidos municipales, las aguas residuales municipales e industriales, así como las emisiones de óxido nitroso (N₂O) emitido por las aguas residuales municipales del año base. Los resultados obtenidos muestran que durante el año 2005 se emitieron a la atmósfera 79.19 Gg de CH₄ en el Estado de Chiapas, lo que equivale a 1,662.99 Gg de CO₂ equivalente, de los cuales cerca del 44% corresponde a las emisiones generadas por las aguas residuales

¹ Con base a un horizonte a 100 años.

industriales (738.57Gg CO₂ eq./año), le siguen con el 29% las emisiones provenientes de los residuos sólidos municipales (477.75 Gg CO₂ eq./año) y el 27% restante corresponden a las emisiones provenientes de las aguas residuales municipales (446.67 Gg CO₂ eq./año). En tanto que las emisiones de N₂O emitidas por las aguas residuales municipales corresponden a 83.7 Gg CO₂ eq./año. Durante el 2005, el sector Desechos emitió aproximadamente 1,747 Gg CO₂ eq, esto considerando las emisiones de CH₄ y N₂O.

El sector USCUSS emitió cerca de 16,182 Gg CO₂ eq. durante el año 2005, mientras que el sector Agricultura arrojó aproximadamente 5,391 Gg CO₂ eq. por efecto de fermentaciones entéricas entre otras.

Considerando un horizonte a 100 años, del total de las emisiones generadas en el Estado de Chiapas el sector USCUSS es el que emitió más CO₂ equivalente (58%) durante el 2005, seguido por Agricultura y Ganadería (19%), Energía (16%), Desechos (6%) y finalmente el de Procesos Industriales (1%).

En los sectores Energía, Desechos y Procesos Industriales, las fuentes de información fundamentales en la elaboración de este inventario fueron la Secretaría de Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural (SEMAVIHN), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Energía (SENER), Consejo Nacional del Agua (CONAGUA), Petróleos Mexicanos (PEMEX) y el Instituto Nacional de Geografía, Estadística é Informática (INEGI). Esta información se obtuvo principalmente vía electrónica en las páginas web de las instituciones mencionadas. En el caso de SEMARNAT y SEMAVIHN, se consultaron además de su información en sus páginas web, las cédulas de operación anual.

Sin duda este inventario representa un primer esfuerzo al presentar cálculos preliminares, además presenta aspectos susceptibles de grandes mejoras, los cuales están directamente relacionados con la calidad de la información disponible, especialmente en lo concerniente a la desagregación de datos y con la disponibilidad o accesibilidad a la misma.

Finalmente se agradece la colaboración de especialistas en diversos temas de este proyecto, especialmente al Dr. Joel Moreira, Investigador de la Facultad de Ingeniería de la UNICACH, por su valiosa contribución en las medidas de mitigación concernientes al sector energía. Se agradece también a todas aquellas personas que ayudaron en el mejoramiento de este informe.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABLAS

GLOSARIO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ARREGLOS INSTITUCIONALES	3
3. INVENTARIO DE EMISIONES.....	4
4. SECTOR ENERGÍA.....	9
4.1. Datos de actividad.....	9
4.1.1. Balance de energía por Estado de la región Sur-Sureste.	10
4.1.2. Fuentes fijas de combustión.	14
4.1.3. Fuentes móviles de combustión.....	15
4.1.4. Otras fuentes de combustión (residencial, servicios y agricultura).	16
4.2. Método.....	16
4.3. Resultados.....	20
4.4. Discusiones.....	24
5. PROCESOS INDUSTRIALES.	26
5.1. Información de las actividades.	27
5.1.1. Producción de cal.....	27
5.1.2. Producción de Alimentos.....	27
5.2. Método.....	28
5.2.1. Producción de cal.....	28
5.2.2. Producción de Alimentos.....	30

5.2.3. Cálculo de emisiones de Hidrofluorocarbonos.....	31
5.3. Resultados.....	32
5.4. Observaciones.....	34
5.5. Discusión.	35
6. DESECHOS.....	37
6.1. Información de las actividades.	38
6.1.1. Residuos sólidos municipales.....	38
6.1.2. Aguas residuales.....	39
6.2. Método.....	39
6.3. Resultados.....	44
6.3.1. Residuos sólidos municipales.....	44
6.3.2. Aguas residuales.....	45
6.3.3. Emisiones generales del sector residuos.....	46
6.4. Discusión.	48
7. USO DE SUELO.	50
7.1. Generalidades.	50
7.2. Categorías de uso de suelo que generan emisiones y remociones significativas.	51
7.3. Emisiones netas de CO ₂ por el uso de suelo y cambio en el uso de suelo.....	53
7.4. Emisiones de CO, NH ₄ , N ₂ O y NO _x por incendios.....	55
7.5. Conclusiones.....	55
8. AGRICULTURA Y GANADERÍA.....	57
8.1. Generalidades.	57
8.2. Resultados.....	59
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
10. MEDIDAS DE MITIGACIÓN.	65
REFERENCIAS.	70

LISTA DE FIGURAS

FIG.	PÁGINA
2.1. Organigrama del proyecto de IEEGEI para el Estado de Chiapas.....	3
3.1. Aportación de cada uno de los sectores a las emisiones de CO ₂ equivalente en un horizonte a 20 años.....	7
3.2. Aportación de cada uno de los sectores a las emisiones de CO ₂ equivalente en un horizonte a 100 años.....	7
4.1. Aporte de energía en el Estado de Chiapas por tipo de fuente.....	13
4.2. Árbol de decisiones para seleccionar el método de estimación de las emisiones de CO ₂ procedentes de fuentes fijas de combustión.....	17
4.3. Contribución de CO ₂ equivalente por categoría del sector Energía en el Estado de Chiapas en el año 2005.....	21
4.4. Demanda proporcional de combustibles por el sector Energía en el 2005 y 2008.....	23
4.5. Contribución de CO ₂ equivalente por categoría del sector Energía en el Estado de Chiapas en el año 2008.....	23
4.6. Tendencia en las emisiones de CO ₂ equivalente generadas por el sector energía.....	24
4.7. Emisiones de CO ₂ por tipo de combustible por el sector Energía en el 2005 y 2008.....	25

5.1. Árbol de decisiones para el cálculo de las emisiones generadas durante la producción de cal.....	29
5.2. Comportamiento de las emisiones de CO ₂ provenientes de los procesos industriales en el estado de Chiapas durante el período 2005-2008.....	36
6.1. Árbol de decisiones aplicable a las emisiones de CH ₄ procedentes de los vertederos de residuos sólidos.....	40
6.2. Árbol de decisiones aplicable a las emisiones de CH ₄ procedentes del tratamiento de las aguas residuales domésticas.....	41
6.3. Árbol de decisiones aplicable a las emisiones de CH ₄ procedentes del tratamiento de los efluentes industriales.....	42
6.4. Árbol de decisiones aplicable a las emisiones de N ₂ O procedentes de la incineración de desechos.....	43
6.5. Comparación de las emisiones de CO ₂ equivalente proveniente de los residuos sólidos municipales durante el período 2005-2008.....	45
6.6. Distribución porcentual de las emisiones de CH ₄ provenientes de los diferentes subsectores del sector desechos en el 2005.....	47
7.1. Emisiones y captura anuales en las diferentes categorías de uso de suelo actual y histórico para los períodos 1990-2002 y 2003-2008.....	53

LISTA DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
3.1. Potenciales de calentamiento global de los gases de efecto invernadero..	4
3.2. Emisiones generadas por los sectores Energía, Procesos Industriales y Desechos durante el año 2005 y horizontes a 20 y 100 años.....	6
4.1. Entidades federativas que integran las regiones de México.....	11
4.2. Población por Estado de la región Sur-Sureste de México para el año 2005 y 2008.....	12
4.3. Consumo de energía por estado de la región Sur-Sureste de México (2005).....	12
4.4. Consumo general de energía en el Estado de Chiapas para el año 2005 y 2008.....	13
4.5. Consumo de energía en el sector industrial por Estado de la región Sur-Sureste, 2005.....	14
4.6. Consumo de energía en el sector industrial por Estado de la región Sur-Sureste, 2008.....	15
4.7. Consumo de energía en el sector transporte de la región Sur-Sureste, 2005.....	15
4.8. Ventas internas regionales de Gas LP en el sector residencial, 2005.....	16
4.9. Consumo de energía por sectores en el Estado de Chiapas en el año 2005	18

4.10.	Consumo de energía por sectores en el Estado de Chiapas en el año 2008	19
4.11.	Factores de emisión de carbono.....	20
4.12.	Inventario de emisiones de GEI en el sector Energía del Estado de Chiapas.....	21
4.13.	Comparación de las emisiones de GEI estatales y nacionales del sector Energía por tipo de gas en CO ₂ equivalente durante el año 2005.....	22
4.14.	Emisiones de CO ₂ por tipo de combustible y sector en el año 2005.....	22
5.1.	Producción anual de cal en el Estado de Chiapas.....	29
5.2.	Factores de emisión para los COVDM procedentes de la panificación y la elaboración de otros alimentos.....	30
5.3.	Producción de Alimentos para el año 2005.....	31
5.4.	Producción de Alimentos durante el período 2006-2008.....	31
5.5.	Emisiones de CO ₂ provenientes de la producción de cal en Chiapas en el año 2005.....	32
5.6.	Emisiones de COVDM provenientes de la Industria de Alimentos en el año 2005.....	33
5.7.	Emisiones de COVDM provenientes de la Industria de Alimentos para el período 2006-2008.....	33
5.8.	Emisiones de CO ₂ equivalente provenientes de la Industria de Alimentos en el Estado de Chiapas durante el período 2005-2008.....	33
5.9.	Emisión de CO ₂ equivalente generadas en los procesos de refrigeración presentes en el Estado de Chiapas en el año 2005.....	34
6.1.	Estimación de la fracción de residuos sólidos urbanos disponibles en los sitios controlados y no controlados.....	44

6.2.	Parámetros para los factores de emisión.....	44
6.3.	Tabla comparativa entre algunos datos relevantes sobre las aguas residuales del 2005 y 2008.....	46
6.4.	Emisiones de CH ₄ generadas en el sector residuos en el Estado de Chiapas y comparación con los datos a nivel nacional obtenidos durante el inventario nacional 1990-2006.....	46
6.5.	Emisiones de CH ₄ presentes en Chiapas durante el 2005 y 2008.....	47
6.6.	Emisiones de CO ₂ equivalente proveniente del sector desechos durante el año 2005.....	47
6.7.	Emisiones de N ₂ O generadas en el sector residuos en el Estado de Chiapas y comparación con los datos a nivel nacional obtenidos durante el inventario nacional 1990-2006.....	48
6.8.	Inventario de emisiones de N ₂ O generadas en el sector residuos para los años 2005 y 2008.....	48
7.1.	Categorías de reservorios incluidos y excluidos del informe y su razón...	51
7.2.	Categorías de uso de suelo para las que se estimaron emisiones.....	52
7.3.	Flujos anuales de CO ₂ y niveles de incertidumbre para los períodos 1990-2002 y 2003-2008 en el sector USCUS, separados por biomasa y suelo.....	54

GLOSARIO

Aguas Residuales Industriales

Aguas usadas en procesos industriales.

Aguas Residuales Municipales

Aguas residuales producidas en domicilios, comercios y servicios urbanos.

Árbol 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.

COA

Cédula de Operación Anual, documento que usa SEMARNAT como instrumento para conocer la operación de las empresas que produzcan algún tipo de emisiones.

Combustión

Proceso de oxidación rápida de materiales inorgánicos acompañados de liberación de energía en forma de calor y luz.

Compuestos orgánicos volátiles

Sustancias químicas que contienen carbono y se encuentran en todos los elementos vivos. Los compuestos orgánicos volátiles (COV's), se convierten fácilmente en vapores o gases. Junto con el carbono, contienen elementos como hidrógeno,

oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. Los COV's son liberados por la quema de combustibles, como gasolina, madera, carbón o gas natural. También son liberados por disolventes, pinturas, pegantes y otros productos empleados y almacenados en la casa y el lugar de trabajo.

CONAGUA

Comisión Nacional del Agua.

Emisión

Descarga de contaminantes a la atmósfera provenientes de las diferentes fuentes de emisión tanto biogénicas como antropogénicas.

Factores de Emisión

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

Fuentes fijas

Punto fijo de emisión de contaminantes en grandes cantidades, generalmente de origen industrial.

Fuentes móviles

Cualquier máquina, aparato o dispositivo emisor de contaminantes a la atmósfera, al agua y al suelo que no tiene un lugar fijo. Se consideran fuentes móviles todos los vehículos automotores, barcos, aviones, etc.

GEI

Abreviatura de Gases de Efecto Invernadero.

Gg

Unidad de medida de masa equivalente a 109 gramos, empleada para las emisiones 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 máximo las incertidumbres de los resultados de los mismos.

INEGI

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

Información de las actividades

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

IMP

Instituto Mexicano del Petróleo.

Kton

Miles de toneladas de equivalentes de petróleo.

Mbd

Miles de barriles diarios.

PEMEX

Petróleos Mexicanos.

Petajoule

Unidad de medición de la energía que equivale a 1,015 joules.

PICC

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

Residuos Sólidos Municipales

Basura domiciliaria y de servicios urbanos, comercios, etc.

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.

SEMAVIHN

Secretaría del Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural.

SEMARNAT

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SENER

Secretaría de Energía.

1. INTRODUCCIÓN

Siguiendo el compromiso del gobierno Federal ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), evidenciado por su Cuarta Comunicación Nacional, el gobierno Chiapaneco, a través de la Secretaría del Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural (SEMAVIHN) elabora el “PROGRAMA DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE CHIAPAS”. Una de las fuentes de información fundamental de cualquier programa de esta naturaleza, es la elaboración de un inventario confiable de gases de efecto invernadero. La SEMAVIHN en Colaboración con Conservation International México A.C. con el apoyo financiero de la embajada británica en México y la coordinación con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), encomendaron al Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) la elaboración del inventario estatal de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Este informe presenta los resultados finales del inventario estatal de GEI para el Estado de Chiapas, teniendo en consideración los sectores Energía, Procesos industriales, Desechos y las emisiones provenientes a partir de las actividades agropecuarias y el uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura.

El inventario estatal de GEI del Estado de Chiapas tuvo la particularidad de crear capacidades locales, al participar becarios de dos de las instituciones académicas más importantes del estado (UNICACH e ITTG) y ser asesorados por investigadores del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, el Dr. Luis Gerardo Ruíz Suárez (sector

Desechos) y la M. en C. Xochitl Cruz Núñez (sector Energía y Procesos industriales), quienes fungieron como consultores expertos en inventarios de gases de efecto invernadero.

Para poder comparar el inventario del estado de Chiapas con el inventario nacional, el inventario estatal se elaboró mediante la aplicación de la misma metodología, es decir, las Directrices del Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (PICC) en su versión revisada de 1996 y con la Orientación del PICC sobre las Buenas Prácticas publicada en el año 2000. El año base para realizar el inventario estatal es 2005, debido a que la mayor parte de la información reciente corresponde a ese año. Debido a las características de la información recopilada que puede ser comparable con el último inventario nacional, la metodología empleada para los sectores Energía, Desechos, Procesos Industriales y Agricultura está en el nivel (Tier) uno, es importante mencionar que para el sector USCUS se logró alcanzar un nivel (Tier) 2.

El informe está distribuido de la siguiente forma:

- El capítulo uno es la presente introducción.
- El capítulo dos los arreglos institucionales mostrados por un organigrama.
- El capítulo tres presenta los resultados generales del inventario de emisiones considerando los sectores Energía, Procesos Industriales, Desechos, Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura y Agricultura, así como los horizontes a 20 y 100 años.
- El capítulo cuatro presenta los resultados y análisis del sector Energía.
- El capítulo cinco presenta los resultados y análisis del sector Procesos Industriales.
- El capítulo seis presenta los resultados y análisis del sector Desechos.
- En los capítulos siete y ocho, se presentan los resúmenes ejecutivos de los informes elaborados para los sectores Cambio de Uso de Suelo y Agricultura y Ganadería.
- En el capítulo nueve se presentan las conclusiones obtenidas a partir del análisis de los resultados y las recomendaciones que podrán ayudar a mejorar esta investigación.
- Finalmente, en el capítulo diez se encuentran establecidas las medidas de mitigación propuestas para los sectores Energía, Procesos Industriales y Desechos, las cuales fueron generadas a partir de los resultados aquí expuestos.

2. ARREGLOS INSTITUCIONALES

La Figura 2.1 muestra el organigrama completo de las personas e instituciones participantes en la elaboración del proyecto. Además, se aprecia la fuente principal de información de cada uno de los sectores de interés.

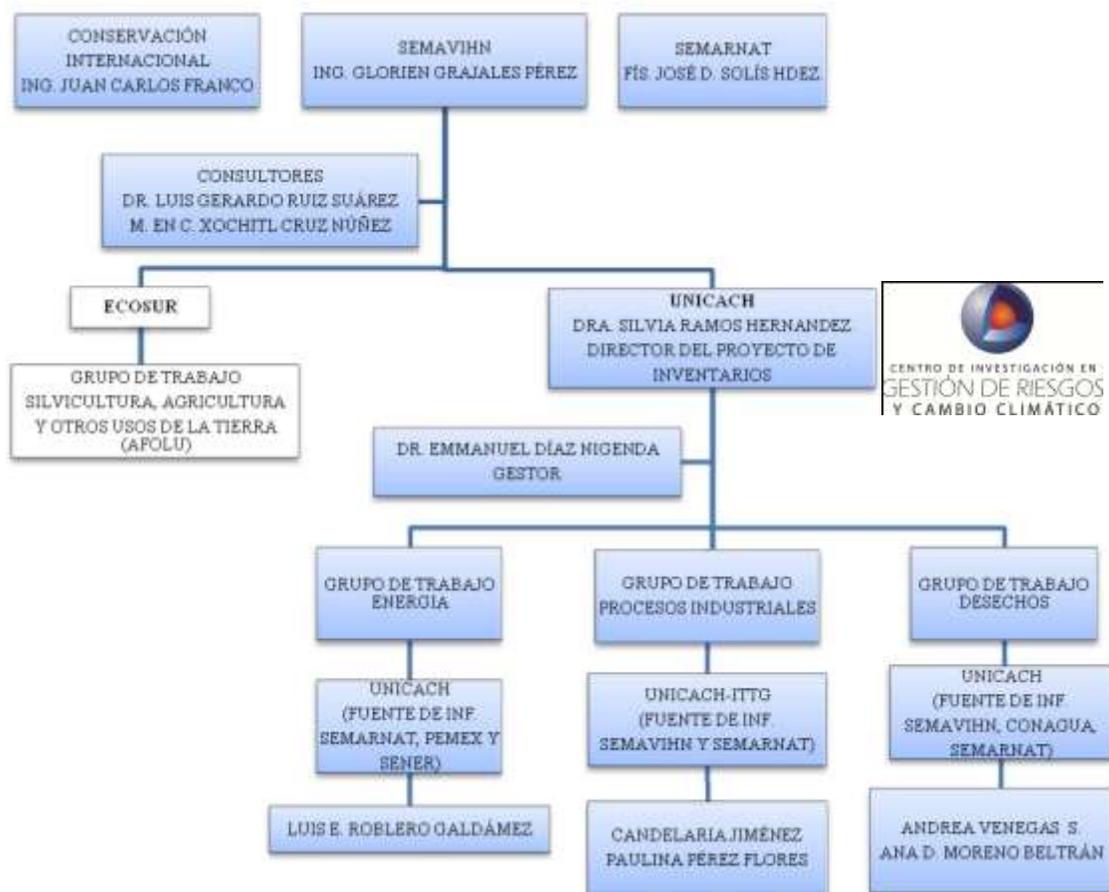


Figura 2.1. Organigrama del proyecto de IEEGEI para el Estado de Chiapas.

3. INVENTARIO DE EMISIONES.

Tomando en consideración los potenciales de calentamiento global (GWP por sus siglas en inglés) de cada uno de los gases de efecto invernadero para los horizontes a 20 y 100 años, en esta sección se presentan de forma resumida los resultados obtenidos de los sectores Energía, Procesos Industriales, Desechos, Cambio de Uso de Suelo (USCUSS) y Agricultura y Ganadería en cuanto a las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O respectivamente. La finalidad de presentar los resultados en un horizonte a 20 años, es para facilitar el establecimiento de políticas de control que permitan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En la Tabla 3.1 se muestran los GWP utilizados para el cálculo de las emisiones de CO₂ equivalente para cada uno de los horizontes de interés.

Tabla 3.1. Potenciales de calentamiento global de los gases de efecto invernadero.

GAS	Potencial de calentamiento global	
	20 años	100 años*
CO ₂	1	1
CH ₄	62	21
N ₂ O	275	310

* Nota: Los valores de GWP para el horizonte a 100 años fueron obtenidos del software del PICC utilizado para realizar el inventario.

En los siguientes capítulos se mostrarán los procedimientos mediante los cuales se obtuvieron los resultados para los sectores Energía, Procesos Industriales y Desechos;

mientras que para los sectores USCUS y Agricultura, se presentarán los resúmenes elaborados para sus respectivos informes y sus anexos.

Considerando los datos sobre el consumo de combustibles, la producción anual de la industria de la cal y la generación de residuos sólidos y aguas residuales (municipales e industriales) en el Estado de Chiapas, las emisiones totales de GEI provenientes de los sectores Energía, Procesos Industriales y Desechos durante el año 2005 se presentan en la Tabla 3.2. Del mismo modo, se presentan las emisiones de los sectores USCUS y Agricultura obtenidos a partir del manejo de la información mediante la aplicación del software del PICC.

En las Figuras 3.1 y 3.2 se muestra la aportación que tiene cada uno de los sectores a las emisiones de CO₂ equivalente considerando los horizontes a 20 y 100 años respectivamente.

A partir de los resultados que se muestran en la Figura 3.1 y 3.2, se observa que para un horizonte a 20 años la principal fuente de emisión es el sector USCUS, seguido por el sector Agricultura. Para el caso del horizonte a 100 años, USCUS continúa siendo la principal fuente de emisión, aportando el 58% de las emisiones del Estado.

En ambos horizontes, el sector Procesos Industriales es el que presenta las emisiones más bajas, aportando el 1% de las emisiones estatales.

Tabla 3.2. Emisiones generadas por los sectores Energía, Procesos Industriales y Desechos durante el año 2005 y horizontes a 20 y 100 años.

Sector	Gas	Emisión (Gg)	Gg CO ₂ eq.	
			20 años	100 años
ENERGÍA	CO ₂	4,268.91	4,268.91	4,268.91
	CH ₄	1.15	71.30	24.15
	N ₂ O	0.07	19.25	21.70
PROCESOS INDUSTRIALES ²	CO ₂	140.34	140.34	140.34
	CH ₄	--	--	--
	N ₂ O	--	--	--
DESECHOS	CO ₂	--	--	--
	CH ₄	79.19	4,909.78	1,662.99
	N ₂ O	0.27	74.25	83.70
USCUSS	CO ₂	16,049.00	16,049.00	16,049.00
	CH ₄	3.68	228.16	77.28
	N ₂ O	0.18	49.50	55.80
AGRICULTURA	CO ₂	--	--	--
	CH ₄	231.68	14,364.16	4,865.28
	N ₂ O	1.70	467.50	527.00
TOTAL	--	--	40,642.15	27,776.15³

Considerando los resultados de la Tabla 3.2 y las Figuras 3.1 y 3.2, el total de CO₂ equivalente es mayor considerando un horizonte a 20 años, por lo que es necesario establecer políticas de control enfocadas a disminuir las emisiones provenientes de los sectores USCUS y Agricultura, las cuales representan las principales fuentes de emisión de GEI.

²Para el caso del sector Procesos Industriales solamente se cuantifican las emisiones de CO₂ con fines de comparar con los resultados obtenidos del software del PICC, sin embargo, como se verá en el Capítulo 5, existen emisiones de otros gases provenientes de este sector.

³ Las variaciones existentes entre los valores de la tabla y aquellos mostrados en las hojas de reporte, se deben al manejo de números decimales.

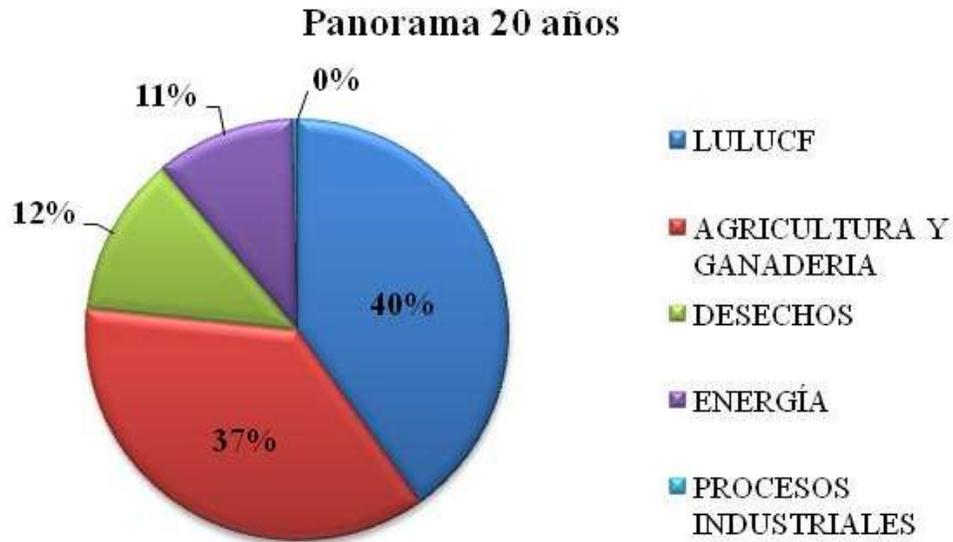


Figura 3.1. Aportación de cada uno de los sectores a las emisiones de CO₂ equivalente en un horizonte a 20 años.

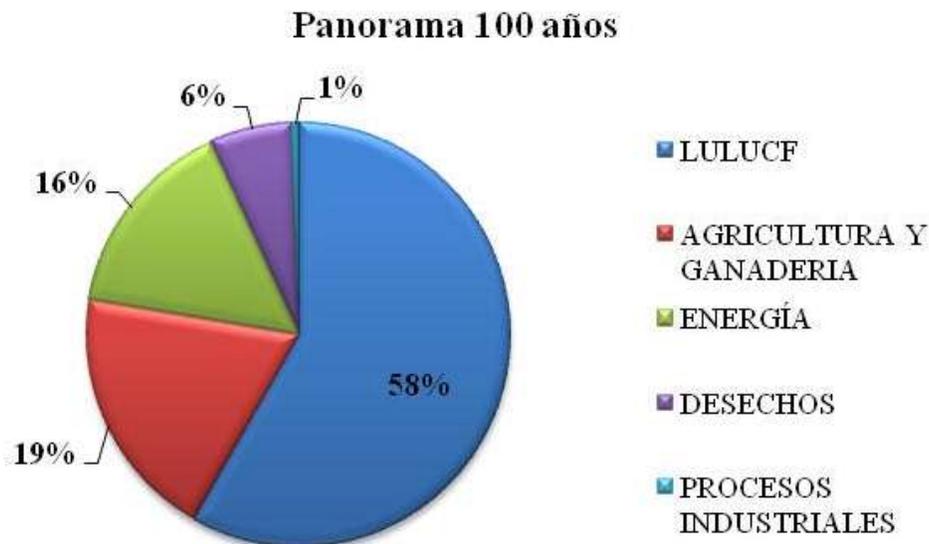


Figura 3.2. Aportación de cada uno de los sectores a las emisiones de CO₂ equivalente en un horizonte a 100 años.

Por otro lado, sin quitar importancia alguna a los sectores Energía, Desechos y Procesos Industriales, es necesario establecer sus respectivas políticas de control que permitan

disminuir sus emisiones de GEI, debido a que, como se verá más adelante en este documento, estas emisiones se han incrementado con el paso del tiempo.

En los siguientes capítulos se presenta la descripción de los procedimientos mediante los cuales fueron obtenidas las emisiones provenientes de los sectores Energía, Procesos Industriales y Desechos durante el período 2005-2008. Cabe señalar que solamente se presentarán los resultados manejando un horizonte a 100 años tomando como año base el 2005.

Con respecto a los sectores USCUS y Agricultura, se presentan los resúmenes ejecutivos de cada uno de ellos, por lo que se recomienda que para profundizar en la metodología de estos sectores, se revisen los anexos A y B.

4. SECTOR ENERGÍA.

Para los cálculos del inventario de emisiones de GEI del sector energía se ha consultado el consumo de energía durante el 2005 (año base) y 2008. De acuerdo con la metodología del PICC 1996, la estimación de los inventarios puede dividirse en tres de acuerdo con el nivel de detalle. Debido a la información con la que se cuenta en este momento para el Estado de Chiapas la metodología a utilizar está en el Nivel 1.

La información sobre el consumo sectorial de combustibles en el estado de Chiapas en el 2005 y 2008 se obtuvo de los datos reportados por la SENER en las Prospectivas de Mercado de gas licuado de petróleo 2006-2015 y 2009-2024, Prospectiva de Petrolíferos 2006-2015 y 2008-2017, Balance Nacional de Energía (BNE) publicado para el 2005 y 2008, y las COA Estatales (SEMAVIHN) de la actividad industrial estatal del 2005 y 2008. El total de combustibles consumidos en el estado de Chiapas se derivó de la sumatoria de la información por tipo de combustible, de acuerdo a la precisión en la obtención de las mismas.

La distribución de consumo de combustibles fósiles por sectores no pudo determinarse de manera directa para los sectores transporte, servicios, residencial y agropecuario-forestal debido a la falta de información Estatal.

4.1. Datos de actividad.

Siguiendo la guía del PICC se consideraron las siguientes categorías que incluyen la generación y uso de energía:

- a. Fuentes fijas de combustión.
 - Industria.
- b. Fuentes móviles de combustión.
 - Transporte carretero.
 - Aviación.
 - Ferrocarriles.
- c. Otros sectores.
 - Sector servicios.
 - Sector residencial.
 - Sector agropecuario.

4.1.1. Balance de energía por Estado de la región Sur-Sureste.

De acuerdo con los reportes de la Secretaría de Energía (SENER), el país se divide en cinco regiones que están integradas por las entidades federativas que se presentan en la Tabla 4.1. La región Sur-Sureste del país incluye ocho entidades federativas (ver Tablas 4.1, 4.2 y 4.3), entre las que se encuentra el estado de Chiapas.

La población determina en gran medida el consumo de energía en la región de interés; el tipo de combustibles que se consume puede ser determinado por los recursos naturales, por ejemplo la cantidad de leña disponibles en la región de interés (Tejeda, Le Blanc & Cía., 2008).

Anualmente se consumen más de 637PJ de energía en la región Sur-Sureste del país, lo cual representa el 18% del consumo nacional. Para encontrar un valor aproximado del consumo de energía en Chiapas, se realizó un análisis de la información reportada en el consumo para la región Sur-Sureste de México (BNE, 2006) y el tamaño poblacional en cada entidad federativa en el 2005 (INEGI, 2005). Esto se llevó a cabo debido a que en Chiapas la producción de energía eléctrica se efectúa en presas hidroeléctricas, por lo que se descartó al consumo total la reportada para energía eléctrica. La distribución del consumo de energía resultante se muestra en Tabla 4.4.

Tabla 4.1. Entidades federativas que integran las regiones de México.*

REGIÓN	ENTIDAD
NOROESTE	Baja California Norte Baja California Sur Sinaloa Sonora.
NORESTE	Chihuahua Durango Coahuila Nuevo León Tamaulipas.
CENTRO-OCCIDENTE	Aguascalientes Colima Guanajuato Jalisco Michoacán Nayarit Querétaro San Luis Potosí Zacatecas.
CENTRO	Distrito Federal Estado de México Hidalgo Morelos Puebla Tlaxcala.
SUR-SURESTE	Campeche Chiapas Guerrero Oaxaca Quintana Roo Tabasco Veracruz Yucatán

* Fuente: Cuadro elaborado con información de SENER, 2006, para el Inventario de Emisiones de Gases de Efecto invernadero en Chiapas, 2010.

Tabla 4.2. Población por Estado de la región Sur-Sureste de México para el año 2005 y 2008.*

Estado	Población 2005	%	Población 2008	%
Veracruz	7'110,214	30	7'261,119	30
Chiapas	4'293,459	18	4'460,013	18
Oaxaca	3'506,821	15	3'552,300	15
Guerrero	3'115,202	13	3'145,656	13
Tabasco	1'989,969	8	2'039,979	8
Yucatán	1'818,948	8	1'898,086	8
Quintana Roo	1'135,309	5	1'267,087	5
Campeche	754,730	3	786,753	3
Total	23'724,652	100	24'410,993	100

* Fuente: INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005 y Proyección Estadística CONAPO 2008.

Como se observa en la Tabla 4.3, las principales fuentes aportadoras de energía para el estado de Chiapas son las gasolinas y naftas, seguidas del diesel. En la Figura 4.1 se muestra el aporte de energía por cada una de las principales fuentes utilizadas en la región Sur-Sureste de México.

Chiapas ocupa el segundo lugar en el consumo de energía de la región Sur-Sureste con el 18 %, antecedido por Veracruz con el 30 %.

Tabla 4.3. Consumo de energía por estado de la región Sur-Sureste de México (2005).*

Consumo de energía por estado de la región Sur-Sureste (petajoules)							
Estado	Bagazo de caña	Gas LP	Gasolinas y Naftas	Queroseno	Diesel	Combustóleo	Total por fuente de energía
Veracruz	16.7	16.7	55.2	8.0	31.7	8.3	136.6
Chiapas	10.1	10.1	33.3	4.8	19.1	5.0	82.4
Oaxaca	8.2	8.2	27.2	3.9	15.6	4.1	67.2
Guerrero	7.3	7.3	24.2	3.5	13.9	3.6	59.8
Tabasco	4.7	4.7	15.5	2.2	8.9	2.3	38.3
Yucatán	4.3	4.3	14.1	2.0	8.1	2.1	34.9
Quintana Roo	2.7	2.7	8.8	1.3	5.1	1.3	21.9
Campeche	1.8	1.8	5.9	0.8	3.4	0.9	14.6
Total	55.8	55.8	184.2	26.5	105.8	27.6	455.7

* Fuente: Cuadro elaborado con información de SENER, 2006, para el Inventario de Emisiones de Gases de Efecto invernadero en Chiapas, 2010. No se considera electricidad.

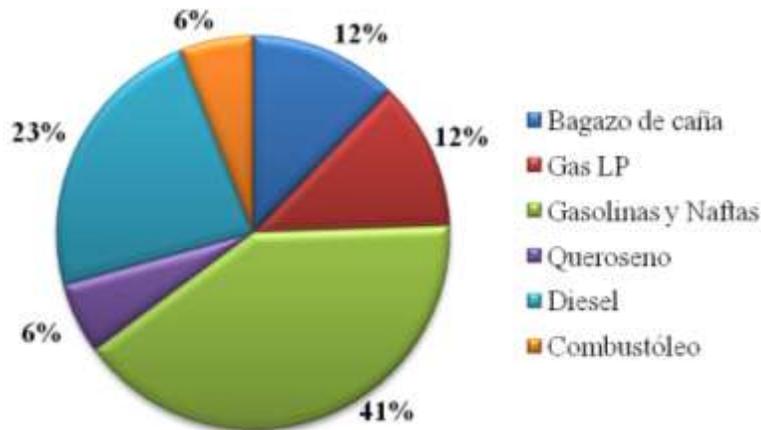


Figura 4.1. Aporte de energía en el Estado de Chiapas por tipo de fuente.

Sin embargo, a raíz de la incertidumbre del análisis per cápita, se consideró como el consumo total de combustibles la sumatoria de la información procedente de las “Prospectivas de Mercado de gas licuado de petróleo 2006-2015”, de la “Prospectiva de petrolíferos 2006-2015”, del “Balance Nacional de Energía” (BNE) publicado para el 2005 y de la COA de la actividad industrial estatal del 2005. Debido a que las cédulas de operación anual contienen los datos precisos del combustible sectorial para el Estado de Chiapas y que los combustibles reportados para los otros sectores por la SENER en las “Prospectivas de Mercado” ofrecen un mayor acercamiento a los datos reales del Estado, este mismo ejercicio se ejecutó para el año 2008 quedando de la forma que se observa en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Consumo general de energía en el Estado de Chiapas para el año 2005 y 2008.*

CONSUMO GENERAL DE ENERGÍA DEL ESTADO DE CHIAPAS (TJ)		
Combustibles	2005	2008
Bagazo de caña	4,549.1	5,721.0
Gas LP	9,013.1	10,524.8
Gasolinas	32,761.3	47,528.2
Querosenos	4,520.1	5,816.8
Diesel	18,356.7	27,629.8
Combustóleo	709.0	11,193.0

* Fuente: Cuadro elaborado con información de SENER, del BNE 2005 y 2008, Prospectivas de Mercado de Gas LP 2006-2015 y 2009-2024, Prospectivas petrolíferas 2006-2015 y 2008-2017, y SEMAVIHN, COA Estatales 2005 y 2008.

4.1.2. Fuentes fijas de combustión.

Para el caso de las emisiones de GEI derivadas de la generación de energía en la industria, se obtuvo información de Pemex Exploración y Producción (PEP) en SEMARNAT, mientras que la información referente a las industrias de jurisdicción estatal fue obtenida en SEMAVIHN. Para las industrias de PEP se encontraron datos del 2000 al 2004, por lo que fue necesario realizar una proyección de los datos de consumo de combustible en este sector para el 2005. Al analizar los datos obtenidos se encontró que en algunos años el consumo de combustible es muy alto a comparación de otros y se estima que son muy imprecisos. Para los procesos industriales se utilizaron los datos de las COA de jurisdicción estatal, las cuales reportan la actividad de la industria de procesos alimenticios, embotelladoras, agroindustrias y otras actividades. En la Tabla 4.5 se muestra la cantidad de combustible que fue consumido por el sector industrial durante el 2005 en la región Sur-Sureste del país.

Tabla 4.5. Consumo de energía en el sector industrial en la región Sur-Sureste durante el 2005.*

Área de Consumo	Tipo de combustible	Cantidad
Autogeneración de energía eléctrica	Bagazo	335,627 Toneladas
Autogeneración de energía eléctrica	Combustóleo	71 Barriles diarios
Autogeneración de energía eléctrica	Diesel	4 Barriles diarios
Proceso Productivo	Bagazo	309,177 Toneladas
Proceso Productivo	Combustóleo	197 Barriles diarios
Proceso Productivo	Diesel	270 Barriles diarios
Proceso Productivo	gas LP	4 Barriles diarios

* Fuente: Cuadro elaborado con información de las COA estatales 2005, SEMAVIHN.

En el año 2008, la cantidad de reportes de actividad aumentó considerablemente, pues son reportadas 31 industrias en las que se agrega el procesamiento de palma (Tabla 4.6). Por esta misma razón, el consumo general de energía muestra cantidades superiores a las reportadas en el año 2005 (en donde se reportaron solamente 14 industrias), tal y como se muestra en la Tabla 4.4.

Tabla 4.6. Consumo de energía en el sector industrial en la región Sur-Sureste durante el 2008.*

Área de Consumo	Tipo de combustible	Cantidad	
Autogeneración de Energía Eléctrica	Bagazo	408,162	Toneladas
Autogeneración de Energía Eléctrica	Combustóleo	4,690	Barriles diarios
Autogeneración de Energía Eléctrica	Diesel	110	Barriles diarios
Proceso Productivo	Bagazo	402,753	Toneladas
Proceso Productivo	Combustóleo	80	Barriles diarios
Proceso Productivo	Diesel	680	Barriles diarios
Proceso Productivo	gas LP	20	Barriles diarios

* Fuente: Cuadro elaborado con información proporcionada por SEMAVIHN.

4.1.3. Fuentes móviles de combustión.

El consumo energético en el sector transporte (Tabla 4.7) se calculó a partir de los datos reportados por la SENER en la “Prospectiva de petrolíferos 2006-2015” y las “Prospectivas de Mercado de gas licuado de petróleo 2006-2015” para la región Sur-Sureste. El mayor consumo de energía por fuentes móviles de combustión en el estado de Chiapas en el año 2005, proviene del uso de la gasolina y el diesel; para ambos estados, el uso de estos combustibles representan el 58% y 32% del consumo respectivamente (Tabla 4.9). Para el año 2008, se observa un incremento en el consumo de energía proveniente del uso de la gasolina, el cual representa el 60% del consumo de este sector (Tabla 4.10).

Tabla 4.7. Consumo de energía en el sector transporte de la región Sur-Sureste, 2005.*

Estado	Barriles diarios				
	Gasolina	Diesel	Combustóleo	Turbosinas	Gas LP carburante**
Veracruz	30,509	14,895	90	3,926	1,409
Chiapas	18,423	8,994	54	2,371	851
Oaxaca	15,047	7,346	44	1,936	695
Guerrero	13,367	6,526	39	1,720	617
Tabasco	8,539	4,169	25	1,099	394
Yucatán	7,805	3,810	23	1,004	360
Quintana Roo	4,871	2,378	14	627	225
Campeche	3,238	1,581	10	417	150
Total	101,799	49,699	299	13,100	4,701

* Fuente: Cuadro elaborado con información de SENER, Prospectiva de petrolíferos 2006-2015.

** Datos obtenidos de las ventas internas regionales de gas LP carburante en el sector autotransporte, 1996-2006; en: Prospectivas del mercado de gas licuado de petróleo 2006-2015.

4.1.4. Otras fuentes de combustión (residencial, servicios y agricultura).

El consumo de gas LP fue obtenido a partir de las ventas sectoriales de este combustible, considerando las ventas así como el consumo por región, dicha información es reportada por la SENER en la “Prospectiva de Mercado del gas LP 2007-2016” (Tabla 4.8).

Tabla 4.8. Ventas internas regionales de Gas LP en el sector residencial, 2005.*

Estado	Gas LP (barriles diarios)		
	Residencial	Agricultura	Servicios
Veracruz	7,600	240	1,588
Chiapas	4,600	145	959
Oaxaca	3,800	118	783
Guerrero	3,300	105	696
Tabasco	2,100	67	445
Yucatán	2,000	61	406
Quintana Roo	1,200	38	254
Campeche	800	25	169
Total	25,400	799	5,300

* Fuente: Cuadro elaborado con información de SENER, Prospectivas del mercado de gas licuado de petróleo 2007-2016.

4.2. Método.

De acuerdo con la información disponible, en la Figura 4.2 se muestra el árbol de decisiones que se elaboró para la categoría de energía, obteniendo un nivel metodológico de complejidad básico Tier 1.

La metodología seguida para el cálculo de emisiones de la categoría Energía es la descrita en el Capítulo 1 del Libro de Trabajo de las Directrices del PICC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada en 1996. Tal documento describe paso a paso el llenado de los formatos de la metodología PICC, la cual se puede llenar en los archivos en Excel del programa UNFCCC.

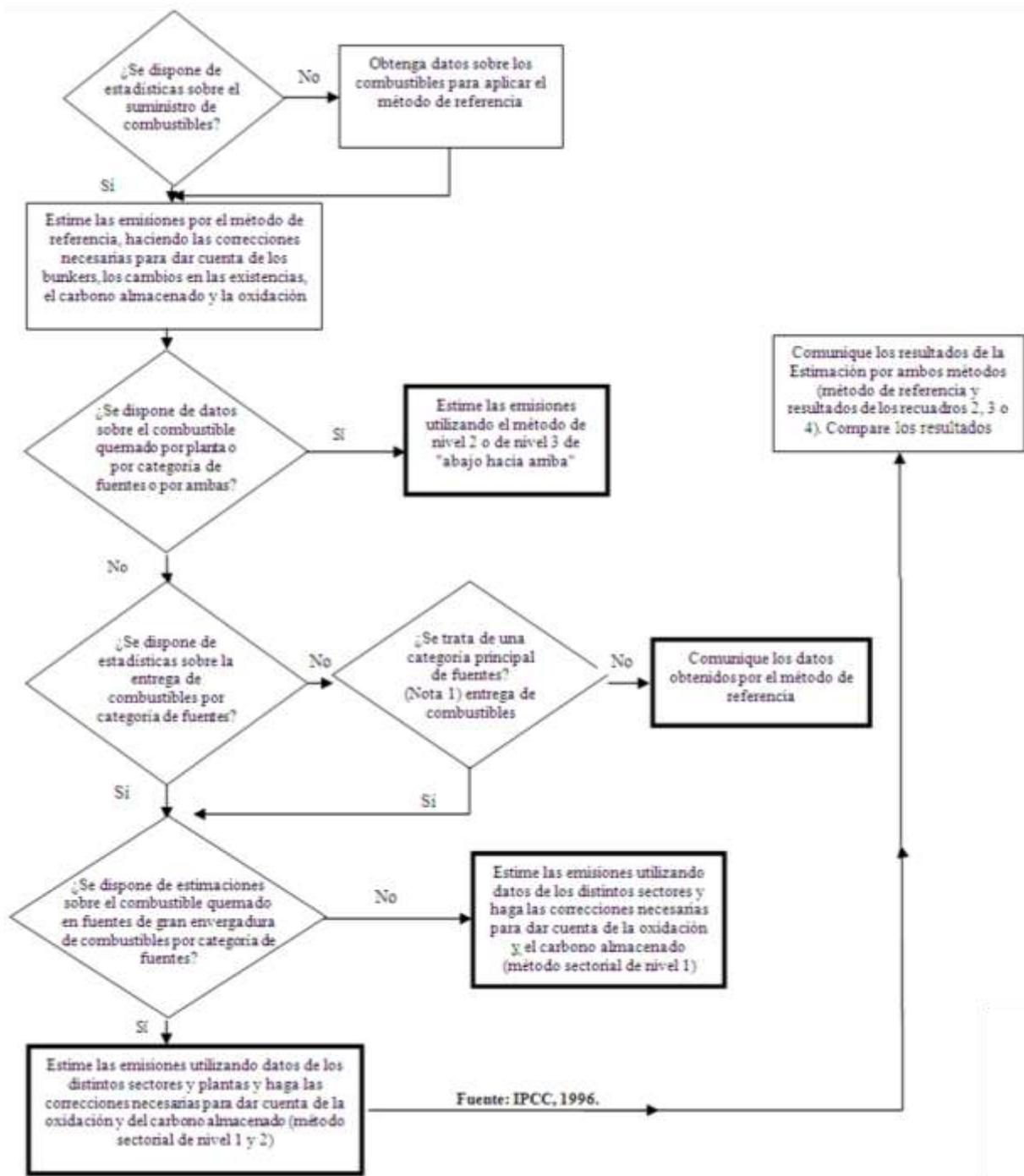


Figura 4.2. Árbol de decisiones para seleccionar el método de estimación de las emisiones de CO₂ procedentes de fuentes fijas de combustión.

De acuerdo al poder calorífico de cada combustible reportados por el Balance Nacional de Energía 2005, así como los valores de la producción de combustibles y derivados de petróleo, las unidades en que se reportaba el consumo de combustibles (Tabla 4.7) fueron

convertidas a Terajoules (TJ) (Tablas 4.9 y 4.10). Lo mismo fue realizado para los valores precedentes del Inventario Nacional 2005.

Tabla 4.9. Consumo de energía por sectores en el Estado de Chiapas ene l año 2005.

Consumo de energía en el sector Industria del Estado de Chiapas en 2005			
Combustibles	Barriles diarios	Poder calorífico (MJ/bl)	Consumo (TJ)
Bagazo	12,949	7,055	4,549.09
Diesel	275	5,426	544.16
Combustóleo	269	6,019	590.39
Gas LP	5	3,765	5.14

Consumo de energía en el sector Transporte del Estado de Chiapas			
Combustibles	Barriles diarios	Poder calorífico (MJ/bl)	Consumo (TJ)
Gasolina	18,423	4,872	32,761.25
Diesel	8,994	5,426	17,812.53
Combustóleo	54	6,019	118.63
Turbosinas	2,371	5,223	4,520.06
Gas LP	851	3,765	1,169.47

Consumo de energía en el sector Agropecuario del Estado de Chiapas			
Combustibles	Barriles diarios	Poder calorífico (MJ/bl)	Consumo (TJ)
Gas LP	145	3,765	198.96

Consumo de energía en el sector Residencial del Estado de Chiapas			
Combustibles	Barriles diarios	Poder calorífico (MJ/bl)	Consumo (TJ)
Gas LP	4,600	3,765	6,321.44

Consumo de energía en el sector Servicios del Estado de Chiapas			
Combustibles	Barriles diarios	Poder calorífico (MJ/bl)	Consumo (TJ)
Gas LP	959	3,765	1,318.08

Fuente: SENER, Prospectivas de Mercado de Gas LP 2006-2015, Prospectivas petrolíferas 2006-2015, y SEMAVIHN, COA Estatales 2005.

Tabla 4.10. Consumo de energía por sectores en el Estado de Chiapas en el año 2008.

Consumo de energía en el sector Industria del Estado de Chiapas en 2008			
Combustibles	Barriles diarios	Poder calorífico (MJ/bl)	Consumo (TJ)
Bagazo	16,370	7,055	5,721.01
Diesel	790	5,952	1,710.67
Combustóleo	4,770	6,429	11,193.02
Gas LP	20	4,251	35.75

Consumo de energía en el sector Transporte del Estado de Chiapas			
Combustibles	Barriles diarios	Poder calorífico (MJ/bl)	Consumo (TJ)
Gasolina	23,500	5,542	47,528.16
Diesel	11,930	5,952	25,919.08
Turbosinas	3,050	5,223	5,816.75
Gas LP	310	4,251	481.93

Consumo de energía en el sector Agropecuario del Estado de Chiapas			
Combustibles	Barriles diarios	Poder calorífico (MJ/bl)	Consumo (TJ)
Gas LP	150	4,251	226.79

Consumo de energía en el sector Residencial del Estado de Chiapas			
Combustibles	Barriles diarios	Poder calorífico (MJ/bl)	Consumo (TJ)
Gas LP	5,240	4,251	8,136.10

Consumo de energía en el sector Servicios del Estado de Chiapas			
Combustibles	Barriles diarios	Poder calorífico (MJ/bl)	Consumo (TJ)
Gas LP	1,060	4,251	1,644.23

Fuente: SENER, Prospectivas de Mercado de Gas LP 209-2024, Prospectivas petrolíferas 2008-2017, y SEMAVIHN, COA Estatales 2008.

Para el cálculo de la estimación de emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, éste fue realizado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Emisiones\ de\ GEI = \left(\sum Combustible\ consumido \right) \times (FE_{GEI})$$

donde:

Emisiones de GEI = Emisiones de GEI (CO₂, CH₄ y N₂O) por tipo de combustible
(**Gg GEI o Kt**).

Combustible consumido = Cantidad de combustible quemado (**TJ**)

FE GEI = Factor de emisión predeterminado de GEI según el tipo de
combustible (**Kt C/TJ**).

Los factores utilizados para la estimación de gases de efecto invernadero fueron tomados de la información del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC, 1997), debido a que no se tienen valores específicos (Tabla 4.11). La fracción de carbono almacenada en los productos no fue posible calcularse, ya que no se poseen los datos de las cantidades de combustibles utilizados como insumos.

Tabla 4.11. Factores de emisión de carbono.*

Combustible	FEC (t C/TJ)
Petróleo crudo	20.0
Líquido de gas natural	17.2
Gasolina	18.9
Queroseno para a. de reacción	19.5
Gasóleo/Diesel	20.2
Combustóleo residual	21.1
Gas LP	17.2
Etano	16.8
Biomasa sólida	29.9

* Fuente: PICC, 1996. Sector Energía.

4.3. Resultados.

A partir de los cálculos realizados y con la aplicación de los potenciales de calentamiento global para CO₂, CH₄ y N₂O (Tabla 3.1), se observó que en el Estado de Chiapas se emitieron 4,314.76Gg de CO₂ equivalente derivado de las fuentes de combustión en el año 2005 (Tabla 4.12). La contribución de CO₂ eq. de cada una de las categorías del sector

Energía se muestra en la Figura 4.3 donde se observa que durante el año 2005 el transporte es la principal fuente de emisión de CO₂ equivalente, lo que corresponde a casi el 86% de las emisiones.

Tabla 4.12. Inventario de emisiones de GEI en el sector Energía del Estado de Chiapas.

Gases de efecto de Invernadero generados de Estado de Chiapas durante el 2005 para el sector de Energía (Gg)				
Categoría	CO₂	CH₄	N₂O	CO₂ eq.
Industrias	85.44	0.28	0.04	103.72
Transporte	3,694.07	0.80	0.03	3,720.17
Servicios	82.30	0.01	0.00	82.51
Residencial	394.68	0.06	0.00	395.94
Agropecuario	12.42	0.00	0.00	12.42
Total	4,268.91	1.15	0.07	4,314.76

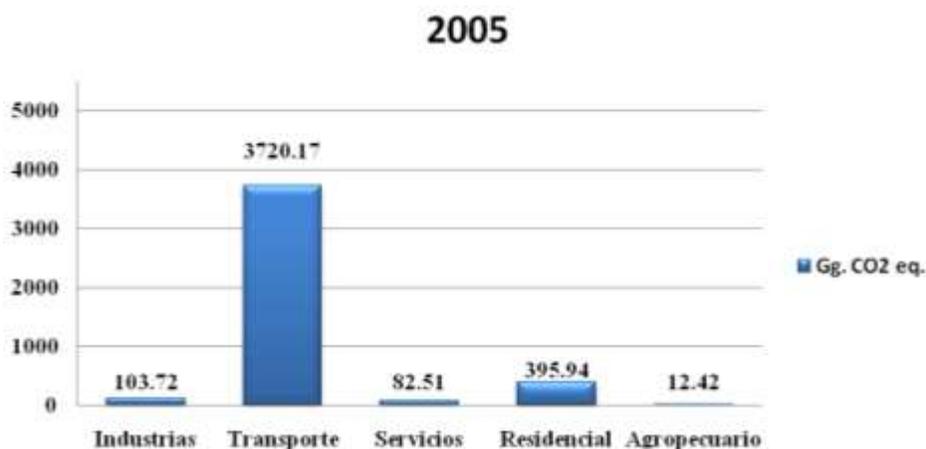


Figura 4.3. Contribución de CO₂ equivalente por categoría del sector Energía en el Estado de Chiapas en el año 2005.

El sector transporte representa en Chiapas una importante fuente de emisión de contaminantes (Figura 4.3 y Tabla 4.12). Aunque los otros sectores representan un porcentaje mínimo en comparación con las emisiones provenientes del transporte, es de destacar el aporte del sector residencial con el 9% de las emisiones totales.

La comparación del total de gases de efecto de invernadero con las registradas en el Inventario Nacional del 2005 del sector Energía (Comisión Intersecretarial sobre Cambio Climático, 2009), muestra que las emisiones de gases en el Estado de Chiapas equivalen al 1.03% de las emisiones a nivel nacional (Tabla 4.13)

Tabla 4.13. Comparación de las emisiones de GEI estatales y nacionales del sector Energía por tipo de gas en CO₂ eq. (Gg) durante el año 2005.

Gas	Nacional	Chiapas	%
CO ₂	364,249	4,268.91	--
CH ₄	44,750	24.15	--
N ₂ O	9,973	21.70	--
Total	418,971	4,314.76	1.03

Las emisiones de CO₂ en función del sector y tipo de combustible consumido se observan en el Tabla 4.14.

Tabla 4.14. Emisiones de CO₂ por tipo de combustible y sector en el año 2005.

		Emisiones de CO ₂ (Gg)					
Sectores		Gasolina	Queroseno	Diesel	Combustóleo	Gas LP	Biomasa
Industria		0	0	39.9	45.2	0.3	488.8
Transporte	Terrestre	2,247.7	0	1,364.3	0	73.0	0
	Vías férreas	0	0	0	9.1	0	0
Otros sectores	Comercial y de Servicios	0	0	0	0	82.3	0
	Residencial	0	0	0	0	394.7	0
	Agropecuario	0	0	0	0	12.4	0
Bunker internacional		0	320.0	0	0	0	0
Total		2,247.7	320.0	1,404.2	54.3	562.7	488.8

En la industria se observa que la quema de biomasa es el mayor generador de emisiones de CO₂, seguido de la quema de combustóleo y diesel. En el sector transporte, se observa que la gasolina es el combustible que contribuye con más emisiones de CO₂, seguido por el diesel. En el sector residencial el consumo de Gas LP es el principal combustible por el que se emite gran cantidad de CO₂ a la atmósfera.

Para el año 2008 se observan cambios en la proporción de la demanda de combustibles por los sectores en los que son consumidos, pues aún con el aumento de la demanda anual se aprecia un notorio incremento del sector Industrial (Figura 4.4).

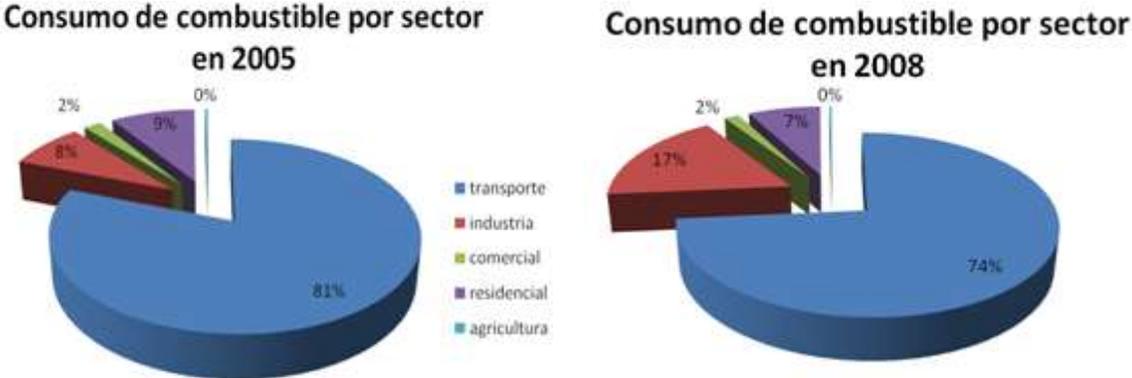


Figura 4.4. Demanda proporcional de combustibles por el sector Energía en el 2005 y 2008.

El aumento en la demanda de combustibles por el sector Industrial que se observa para el año 2008 (Figura 4.4) tiene un impacto en las emisiones de CO₂, lo que manifiesta el incremento en los procesos de industrialización del Estado y el inminente aporte de fuentes contaminantes, además que se sigue manteniendo el sector transporte como el principal emisor (Figura 4.5).

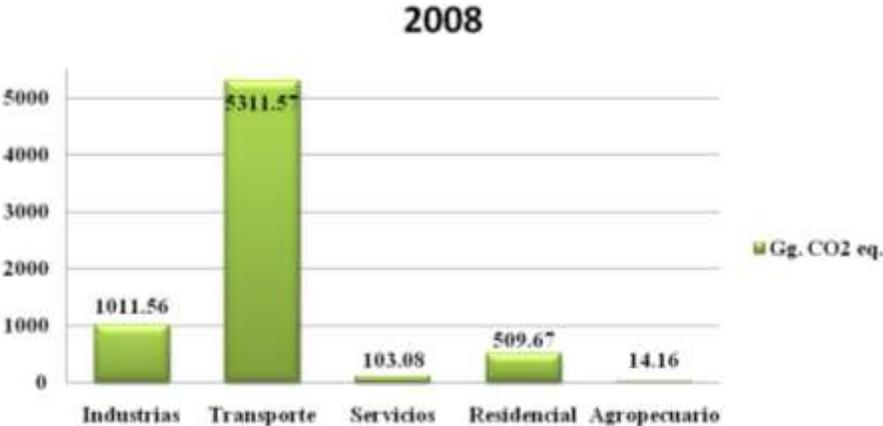


Figura 4.5. Contribución de CO₂ equivalente por categoría del sector Energía en el Estado de Chiapas en el año 2008.

Como se mencionó anteriormente, se estimó una emisión de 4,314.76Gg de CO₂ eq. proveniente del sector Energía durante el año 2005. Al comparar este valor con el nacional del uso de energía en ese año, el cual fue de 430,097Gg (Comité Intersecretarial sobre Cambio Climático, 2009), se observa que el Estado de Chiapas aporta el 1.03% de las emisiones totales del país.

Al realizar un análisis de la tendencia del CO₂ eq. en los dos años estudiados, se hace evidente un incremento en las emisiones para los años posteriores, esto suponiendo una constante en la demanda de combustibles derivados de carbono como consecuencia del crecimiento poblacional (Figura 4.6).

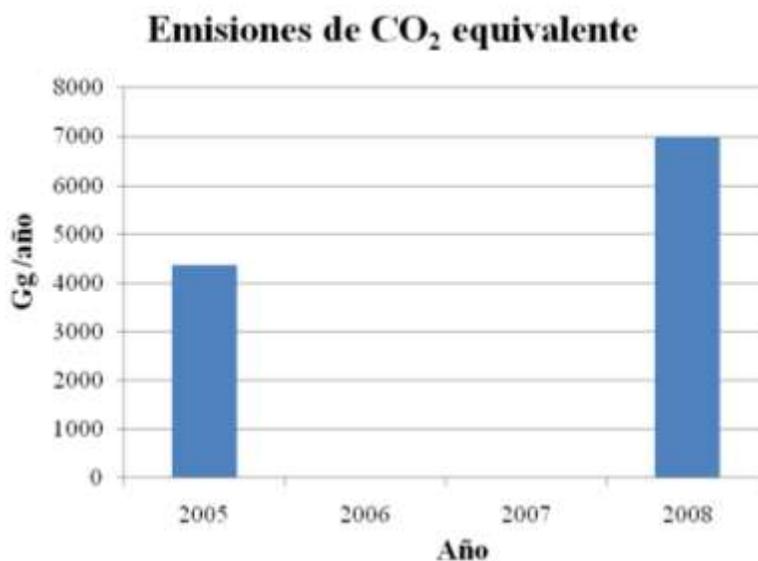


Figura 4.6. Tendencia en las emisiones de CO₂ eq. generadas por el sector energía.

4.4. Discusiones.

Se estimó un aumento de casi la tercera parte de la demanda de gasolina y diesel en 3 años (Figura 4.6), esto se ve reflejado ampliamente en el incremento de las emisiones de CO₂ equivalente presentes en el estado (Figura 4.7). Este aporte proviene del sector transporte y señala un aumento exponencial en el parque vehicular del Estado; el combustóleo, utilizado principalmente en la industria, también presenta un incremento considerable, que puede deberse al aumento de las actividades industriales del Estado, o bien, a la regularización de

éstas, pues se tiene conocimiento de este tipo de actividades no contabilizadas para años anteriores.

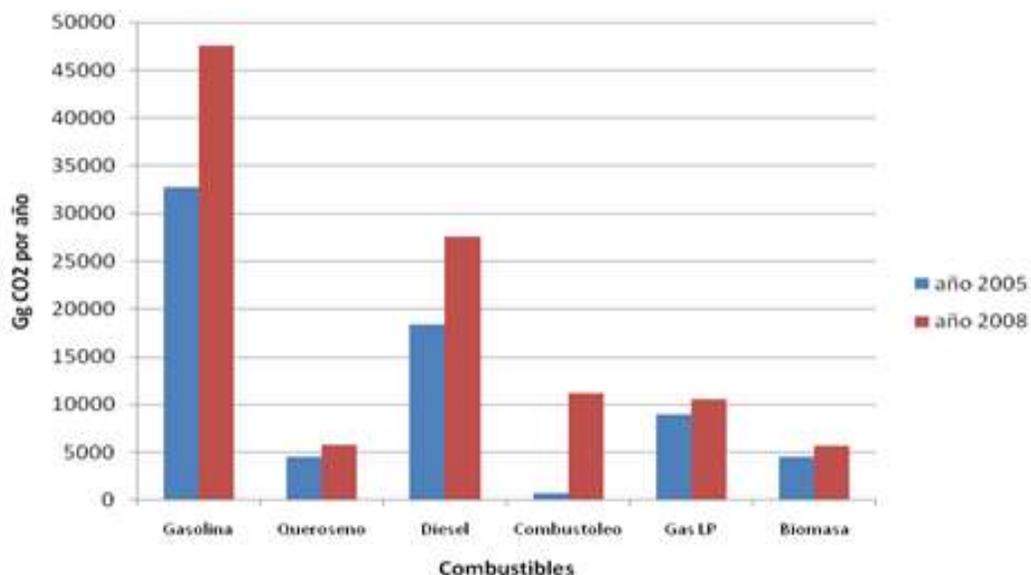


Figura 4.7. Emisiones de CO₂ por tipo de combustible por el sector Energía en el 2005 y 2008.

Considerando los resultados hasta aquí mostrados, la necesidad de realizar un inventario del consumo de combustibles en el Estado es de relevancia. Aunado a ello, es de gran importancia reunir los esfuerzos de las instancias nacionales y estatales que regulan estas actividades, para obtener un compendio acertado y congruente de la información referente a los demás sectores.

5. PROCESOS INDUSTRIALES.

Al ser este el primer reporte de emisiones de gases de efecto invernadero en el estado de Chiapas, su objetivo es cuantificar las emisiones provenientes del sector industrial, basándose en una serie de principios y lineamientos establecidos en las Directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC) para los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, versión 1996 y de la información disponible en el estado para las industrias que aquí se encuentran.

Los procesos industriales que existen en el estado de Chiapas así como el GEI que emiten, se mencionan a continuación:

- Producción de cal (CO₂).
- Producción de Azúcar (COVDM).
- Pollo Procesado (COVDM).
- Pienso para Animales (COVDM).
- Producción de Harina de Maíz (COVDM).
- Refrigeración y aire acondicionado estacionario (HFC).

Los procesos industriales son uno de los seis módulos identificados como generadores de gases con efecto invernadero que, junto con los de energía, uso de solventes, agricultura, USCUS, y desechos, involucran los diversos procesos de origen antropogénico generadores y receptores de estos gases con efecto sobre el calentamiento de la atmósfera.

Debido a la falta de información requerida por las directrices del PICC para una cuantificación más a fondo sobre las emisiones provenientes de la industria de la cal, se tomaron datos proporcionados por SEMARNAT. La información referente a los demás procesos industriales aquí tratados, fue facilitado por SEMAVIHN.

5.1. Información de las actividades.

5.1.1. Producción de cal.

El óxido de calcio (CaO o cal viva) se forma al calentar la piedra caliza para descomponer los carbonatos. Se hace generalmente en hornos de caña u hornos rotatorios a altas temperaturas y en el proceso se libera CO₂.

La producción de cal se realiza en una serie de etapas, incluida la extracción de las materias primas, la trituración y el calibrado, la calcinación de las materias primas para producir cal y si se requiere, la hidratación de la cal para obtener hidróxido de calcio.

5.1.2. Producción de Alimentos.

La producción de bebidas alcohólicas, la panificación y la elaboración de otros productos alimenticios dan lugar a emisiones de compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM). Las estimaciones de las emisiones están basadas en la producción total anual del proceso de elaboración de cada tipo de alimento.

Las emisiones de COVDM tienen lugar durante el calentamiento de las grasas y aceites y de los productos alimenticios que los contienen, el horneado de cereales, harina y frijoles, la fermentación durante la panificación, la cocción de hortalizas y carne, y el secado de residuos.

5.2. Método.

5.2.1. Producción de cal.

Estimación de las Emisiones de CO₂.

Para la estimación de las emisiones provenientes de la producción de cal se tomaron en cuenta los factores de emisión por defecto de las directrices del PICC, ya que los datos de actividad para la cuantificación consideran la producción de cal por tipo incluyendo la producción de cal hidratada.

Las emisiones para esta actividad se estimaron siguiendo la ruta que se muestra en el árbol de decisiones de la Figura 5.1.

Para realizar el cálculo se tomaron en cuenta los factores de emisión por defecto mencionados en las directrices del PICC 1996, que establece que el factor de emisión correspondiente, de acuerdo al tipo de cal, es el siguiente:

$$0.75 \frac{\text{toneladas de CO}_2}{\text{toneladas de cal viva producida que se comercializa como tal}}$$

Los datos de producción anual fueron obtenidos de la base de datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) delegación Chiapas así como de un estudio realizado por el Servicio Geológico Mexicano llamado “Panorama Minero del Estado de Chiapas”. Los cuales se muestran en la Tabla 5.1.

Cabe mencionar que para este inventario se incluyeron los años 2006, 2007 y 2008 para comprender mejor el comportamiento de las emisiones de GEI. En este caso, para la producción de cal se decidió mantener constante la cantidad de la producción anual del año 2005 para los demás años, ya que se carecía de datos de los años antes mencionados.

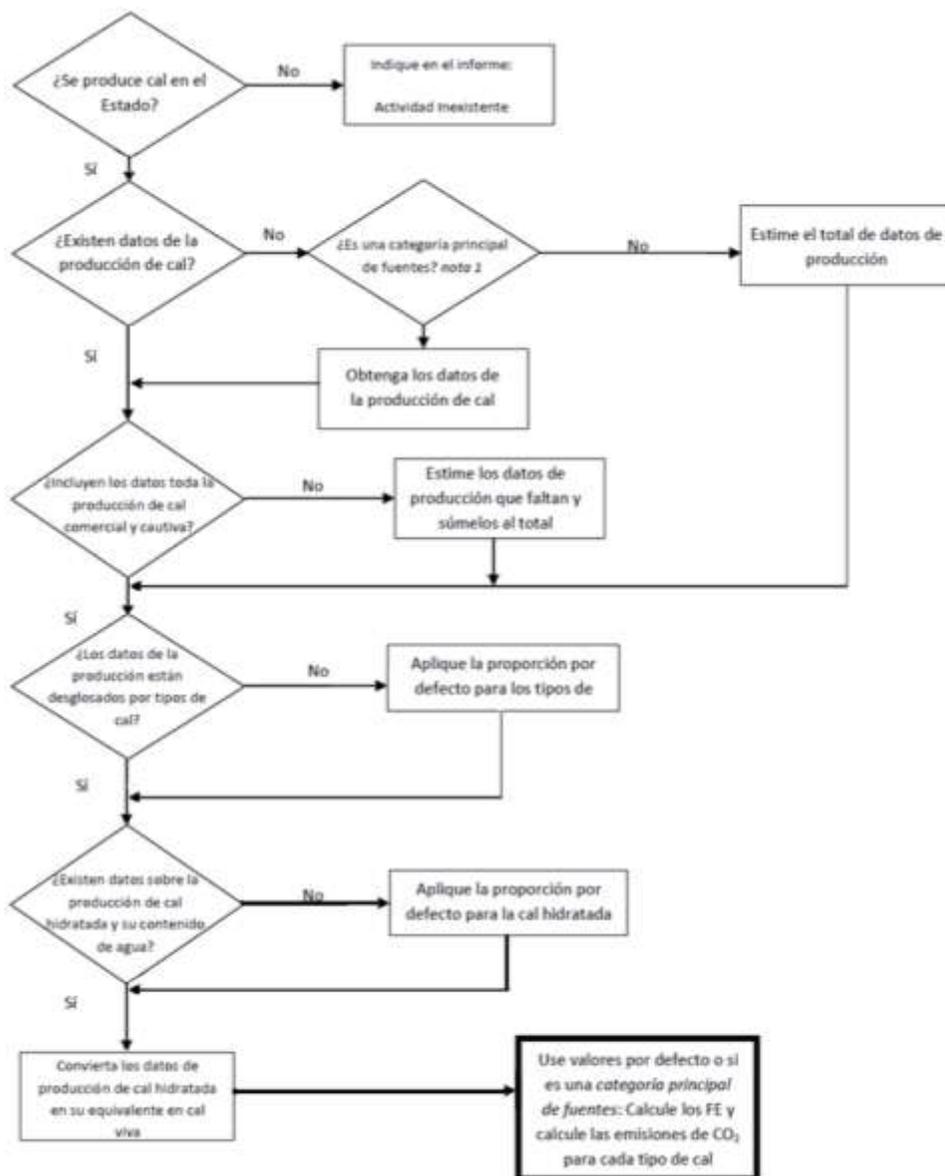


Figura 5.1. Árbol de decisiones para el cálculo de las emisiones generadas durante la producción de cal.

Tabla 5.1. Producción anual de cal en el Estado de Chiapas.*

FUENTE	PRODUCCION ANUAL (ton)	AÑO
Producción de Cal	187,116.5	2005

* Fuente: COA SEMARNAT y estudio “PANORAMA MINERO DEL ESTADO DE CHIAPAS”, realizado por el Servicio Geológico Mexicano

5.2.2. Producción de Alimentos.

La producción de bebidas alcohólicas, la panificación y la elaboración de otros productos alimenticios dan lugar a emisiones de COVDM.

La información referente a la mayoría de estos productos, ha sido proporcionada por SEMAVIHN a través de las COA estatales de acuerdo con las categorías clasificadas. Posteriormente se ha realizado un agrupamiento de los diversos grupos de alimentos para poder aplicar los factores de emisión que son considerados en la Directrices del PICC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, 1996.

No se reportan la producción de ningún tipo de bebidas ni tampoco la producción de algunos alimentos (margarina, pasteles, pan, tostados del café, etc.), ya que se carece de este tipo de empresas en el estado, o bien no hay datos para el año 2005.

Los factores por grupos de alimentos son dados en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Factores de emisión para los COVDM procedentes de la panificación y la elaboración de otros alimentos.*

Alimentos	Factor de emisión (kg/ton)
Carnes, pescados y aves	0.3
Azúcar	10
Margarina y grasas sólidas de cocina	10
Pasteles, bizcochos y cereales para el desayuno	1
Pan	8
Pienso para animales	1
Tostado del café	0.55

* Fuente: Guía PICC, 1996.

Los factores de emisión y las fuentes empleadas aquí se han derivado de estudios realizados en Europa. En otras partes del mundo podrían existir procesos y factores de emisión diferentes.

De este modo, se llega a los estimados de producción por cada grupo, como se muestra en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3. Producción de Alimentos para el año 2005.*

Alimento	Producción (toneladas)
Azúcar	248,630.4
Pollos procesados	54,630.3
Pienso para animales	176,723.3
Harina de maíz	185,258.0

* Fuente: SEMAVIHN.

También se consideraron otros años para la industria alimenticia, los datos se obtuvieron de las COA's estatales proporcionadas por SEMAVIHN, aunque cabe mencionar que algunos datos fueron obtenidos por medio de tendencias o por interpolación lineal, resultando la siguiente tabla:

Tabla 5.4. Producción de Alimentos del período 2006-2008.

Tipo de Alimento	Año (toneladas)		
	2006	2007	2008
Azúcar	267,056.65	264,553.85	276,759.55
Pollos procesados	55,570.29	56,170.29	56,996.83
Pienso para animales	189,874.15	202,971.00	216,013.85
Harina de maíz	180,231.00	180,189.00	180,147.00

5.2.3. Cálculo de emisiones de Hidrofluorocarbonos.

Para la estimación de las emisiones de HFC's que se producen debido a la refrigeración y aire acondicionado, se adoptó el enfoque utilizado por el Estado de Baja California en su inventario de GEI, ya que se carecía de mejores datos de actividad, por lo cual se tomaron los siguientes criterios:

- ✓ El número de viviendas con energía eléctrica en el Estado de Chiapas, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) del año 2005 son 889,420 de las cuales 434,037 tienen al menos un refrigerador (48.8%).

- ✓ Del total de viviendas, si se considera que el 7.1% que contaba con equipo de computo, tienen por lo menos un equipo de aire acondicionado, entonces para el año 2005 habían 63,149 equipos.
- ✓ De acuerdo con el Fideicomiso de Ahorro para la Energía Eléctrica (FIDE), cada equipo de aire acondicionado tiene una carga promedio de 1.5kg de HCFC-22, de los cuales se estima que solo el 10% del total presentan fugas, las cuales equivalen al 15% de este compuesto. Para el caso de los refrigeradores se toman en cuenta las mismas consideraciones, pero con base en una carga de 120g por equipo.

Las emisiones de GEI obtenidas a partir de los cálculos y consideraciones hasta aquí descritos para los procesos industriales presentes en el Estado, se muestran en el siguiente apartado.

5.3.Resultados.

En la Tabla 5.5 se muestran las emisiones de CO₂ generadas en las industrias procesadoras de Cal localizadas en el Estado de Chiapas.

Tabla 5.5. Emisiones de CO₂ provenientes de la producción de cal en Chiapas en el año 2005.

Tipo	Producción Anual (Ton)	Factor de Emisión ton CO₂/ton de cal	Total de Emisiones de CO₂ (Gg)
Producción de Cal	187,116.5	0.75	140.34

Debido a la falta de información para los años posteriores, el valor correspondiente al total de emisiones de CO₂ que se muestra en la tabla anterior, se considerará constante para los años 2006, 2007 y 2008.

En la Tabla 5.6 se observan las emisiones de COVDM provenientes de la industria de alimentos para el año 2005, mientras que en la Tabla 5.7 se muestran las correspondientes para el período 2006-2008. Todos estos resultados fueron obtenidos a partir del procesamiento de la información consultada en las COA's estatales.

Tabla 5.6. Emisiones de COVDM provenientes de la Industria de Alimentos en el año 2005.

Fuente	Producción Anual (ton)	Factor de Emisión $\left(\frac{kg\ COVDM}{ton\ alimento\ procesado}\right)$	Emisión Total COVDM (Gg)
Producción de Azúcar	248,630.0	10	2.49
Pollos Procesados	54,630.3	0.3	0.02
Pienso para Animales	176,723.3	1	0.18
Harina de Maíz	185,258.0	1	0.19

Tabla 5.7. Emisiones de COVDM provenientes de la Industria de Alimentos para el período 2006-2008.

Tipo	Factor de Emisión	Emisión Total COVDM (Gg)		
		2006	2007	2008
Producción de Azúcar	10	2.67	2.65	2.77
Pollos Procesados	0.3	0.02	0.02	0.02
Pienso para Animales	1	0.19	0.20	0.22
Harina de Maíz	1	0.18	0.18	0.18

Para cuantificar el total de emisiones provenientes de la industria de alimentos, es necesario convertirlas a emisiones de CO₂ equivalente. Estos resultados se muestran en la Tabla 5.8.

Tabla 5.8. Emisiones de CO₂ equivalente provenientes de la Industria de Alimentos en el Estado de Chiapas durante el período 2005-2008.

Tipo	Total de emisiones de CO ₂ equivalente (Gg)			
	2005	2006	2007	2008
Producción de Azúcar	5.478	5.874	5.83	6.094
Pollos Procesados	0.044	0.044	0.044	0.044
Pienso para Animales	0.396	0.418	0.44	0.484
Harina de Maíz	0.418	0.396	0.396	0.396

Al igual que las emisiones provenientes de la Industria de Alimentos, este mismo procedimiento aplica para aquellas generadas en los procesos de refrigeración. Cabe señalar que las emisiones de hidrofluorocarbonos se realizaron considerando los criterios expuestos en el punto 5.2.3 de este capítulo.

Las emisiones de compuestos hidrofluorocarbonados, así como de CO₂ equivalente proveniente de los procesos de refrigeración se muestran en la Tabla 5.9.

Tabla 5.9. Emisiones de CO₂ equivalente generadas en los procesos de refrigeración presentes en el Estado de Chiapas.

Fuente de Emisión	Número de Equipos	Carga del compuesto HCFC-22 (Kg)	Total de gases fluorados (Kg de HCFC-22)	Total de gases fluorados¹ (Gg de CO₂ eq.)	Total de gases fluorados² (Gg de CO₂ eq.)
Refrigeradores	434,037	0.0018	781.26	4.03	1.41
Aire Acondicionado Estacionario	63,149	0.0225	1,420.85	7.33	2.57
Total	***	***	***	11.36	3.98

¹ Factor de Calentamiento Global de HFC-22= 5160 a un periodo de 20 años.

² Factor de Calentamiento Global de HFC-22 = 1810 a un periodo de 100 años.

5.4.Observaciones.

Para obtener los resultados anteriores se tuvo que realizar una depuración de las empresas existentes en el estado, ya que la metodología del PICC de procesos industriales solo se puede aplicar a unas cuantas, debido a que se busca estimar las emisiones de GEI que se generan en la transformación de materias primas o como parte de productos terminados y no de aquellos que provienen de la quema de combustibles fósiles o por autogeneración de electricidad.

Los datos, fueron obtenidos de bases de datos reportadas anualmente por las industrias involucradas en este sector, a los cuales, después de identificarlos se les aplicó el factor de emisión por defecto mencionado en las directrices del PICC.

En la producción de cal los datos no están desagregados por tipo de cal. Además, otra situación es que no se pudo obtener información directamente de las Cédulas de Operación Anual en cuanto a la producción de otras empresas caleras del estado, por lo que se optó

tomar información de un artículo realizado por el Servicio Geológico Mexicano y la Coordinación General de Minería llamado “Panorama Minero del Estado de Chiapas”.

Además, los datos de las cédulas de operación anual proporcionados por las industrias presentan inconsistencias respecto al combustible consumido.

5.5.Discusión.

Las emisiones de GEI, en este caso CO₂, provenientes de las actividades de producción de cal y alimentos se calcularon utilizando el “Non-Annex I National Greenhouse Gas Inventory Software” (UNFCCC, 2007) y los métodos señalados en la guía del PICC (1997b, 2000), para estos sectores. Las fuentes principales de información de las actividades industriales en el Estado de Chiapas fueron proporcionados por SEMAVIHN y SEMARNAT.

Aunque la industria alimenticia produce más toneladas de productos con respecto a la industria minera (producción de cal), ésta no genera tantas emisiones como la última, esto debido a los diferentes procesos que cada una de estas tiene, así como los tipos de insumos que utiliza.

Para tener una visión más clara del comportamiento de las emisiones de GEI en el Estado de Chiapas se realizó una proyección de éstas (Figura 5.2), para lo cual se convirtieron los Gg de COVDM provenientes de la Industria Alimenticia para cada año a CO₂ equivalente (Tabla 5.8), por lo que fue necesario multiplicar la generación de COVDM por la fracción de carbonos en el mismo (valor predeterminado=0.6) y este a su vez por 44/12.

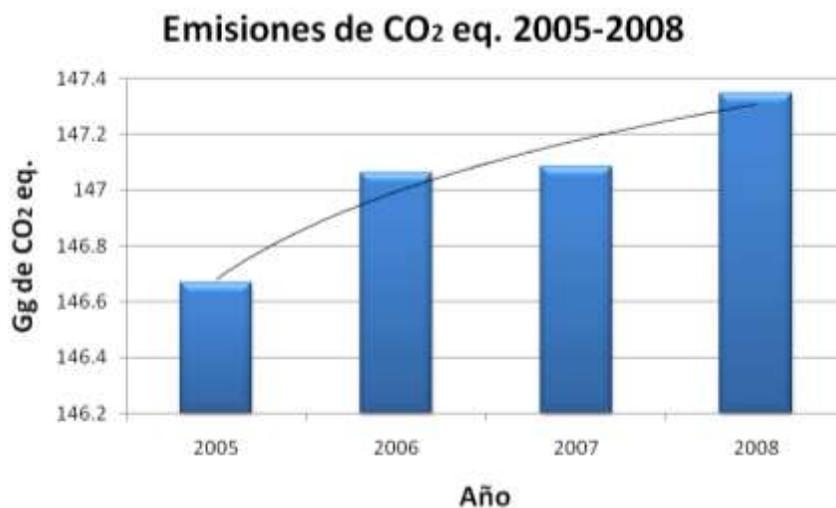


Figura 5.2. Comportamiento de las emisiones de CO₂ provenientes de los procesos industriales en el estado de Chiapas durante el período 2005-2008. Nota: Se consideraron las emisiones provenientes de la Industria Mineral y de la Industria Alimenticia, las emisiones de HFC no se tomaron en cuenta debido a la carencia de datos para los años 2006, 2007 y 2008.

Como se puede observar en la Figura 5.2, las emisiones de GEI en el Estado aumentan, lo que puede ser un punto de partida para tomar las medidas necesarias de mitigación con respecto al cambio climático.

Con la realización de este inventario se tiene una referencia de comparación con inventarios futuros, el cual se obtuvo con datos locales ya que en los inventarios nacionales se incluye al Estado de Chiapas sólo con datos estadísticos.

6. DESECHOS.

Chiapas es el estado que más ha crecido en el país durante los últimos cuatro años, convirtiéndose en la economía número 17 a nivel nacional al incrementar un cuatro por ciento su Producto Interno Bruto. El gran número de actividades productivas, así como la variedad de recursos naturales con que cuenta, han propiciado un rápido crecimiento de la población y todos los problemas que conlleva la expansión de la mancha urbana; siendo uno de ellos la generación de residuos sólidos y de aguas residuales.

En busca de la necesidad de la eliminación de dichos residuos se disponen sitios de disposición final, los cuales no siempre utilizan los métodos más adecuados para el tratamiento de los mismos. Al no operar de manera adecuada los sitios de disposición final, estos se convierten en fuentes generadoras de contaminación que traen consigo problemas ambientales, tales como la contaminación del agua, del suelo y de la atmósfera, así como la emisión de gases de efecto invernadero como el metano.

El presente reporte presenta los cálculos de las emisiones de metano y óxido de nitrógeno provenientes de los desechos sólidos urbanos así como de los volúmenes de aguas residuales domésticas e industriales del Estado de Chiapas para el año 2005 y 2008.

El beneficio resultante de este ejercicio, principalmente es el de conocer la contribución de las emisiones en cuestión a los Gases de Efecto Invernadero (GEI) de este sector, para el Estado de Chiapas, con el objetivo de servir de base para establecer una estrategia integral para la mitigación de GEI en este sector.

6.1. Información de las actividades.

6.1.1. Residuos sólidos municipales.

La información requerida por el Software de la metodología del PICC de residuos sólidos, 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, sin embargo para el año base no existen registros de rellenos sanitarios. Siendo la información disponible la que publica SEMARNAT en su página web, donde indica los tiraderos controlados y no controlados. Los sitios controlados son tres y la forma de control que se conoce, consiste en cubrir con tierra los residuos generados durante el día y posteriormente se compacta; y los no controlados se caracterizan por tener los residuos dispersos. Con lo anteriormente expuesto, se consideró a los sitios controlados como tiraderos con profundidad mayor o igual a cinco metros y los no controlados como tiraderos con profundidad menor a 5m. Con los datos obtenidos de SEMARNAT se calcularon, además las emisiones para los años 2006, 2007 y 2008.

En el caso de los factores de emisión, no existen suficientes proyectos en el campo a nivel nacional, donde se lleven registros de emisiones de metano en los sitios de disposición de residuos. Por lo que se utilizó la información de un artículo publicado, en el cual se realizó un estudio sobre la proporción del contenido de la basura domiciliaria de Tuxtla Gutiérrez (Esquinca et al., 1996). Los parámetros obtenidos se observan en la Tabla 6.2.

Para corroborar los datos obtenidos por las fuentes federales para el año base, se obtuvieron los datos estatales de SEMAVIHN: Volumen de generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en el estado y la infraestructura para la disposición de RSU. Considerando 300 días hábiles para el cálculo de la generación de Residuos Sólidos Urbanos y en la infraestructura se refieren a rellenos sanitarios debido a que los residuos almacenados con compactados y cubiertos con arena. Por lo cual, para la metodología del PICC son considerados como tiraderos no controlados (>5m de profundidad) y no como rellenos sanitarios debido a que no cuentan con los lineamientos.

Las fuentes de información son tanto locales como nacionales por medio de los documentos emitidos por SEMAVIHN y SEMARNAT.

6.1.2. Aguas residuales.

La información requerida por la Metodología del PICC 1996 para calcular las emisiones derivadas de las aguas residuales municipales, corresponde: al censo poblacional, número de viviendas con servicio de drenaje, número de viviendas cuyas aguas van a plantas de tratamiento, viviendas con letrina o fosa séptica, el número de viviendas que carecen de servicio de drenaje y que no disponen de fosa séptica o letrinas, y los factores de emisión.

Dicha información se obtuvo de los censos de población donde se registran las descargas domiciliarias en el país, el reporte de la “Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento, edición 2006”, el “Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación 2006”, y el “Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación 2008”.

En el caso de las aguas residuales industriales, la Metodología del PICC 1996, solicita los datos referentes a la producción total de cada industria del estado, así como el tratamiento que se le dan a los efluentes industriales. La información referente a la producción industrial, fue la misma que se utilizó en el sector procesos industriales.

6.2. Método.

Para efectuar el inventario de las emisiones en cuestión, se empleó la metodología del PICC versión 1996, de acuerdo al árbol de decisiones de cada caso. Siendo ésta metodología la del software del PICC. El procedimiento seguido para estimar las emisiones de metano de los residuos para el 2005 y 2008 fue el siguiente:

1. Aplicar el árbol de decisiones correspondiente, para definir el método a seguir para la estimación de las emisiones (Figuras 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4).
2. Revisar y establecer los parámetros requeridos por la metodología resultante del árbol de decisiones.
3. Ordenar, clasificar y procesar la información requerida por la metodología seleccionada.
4. Aplicar las metodologías y obtener los resultados para cada caso.
5. Analizar la información obtenida.

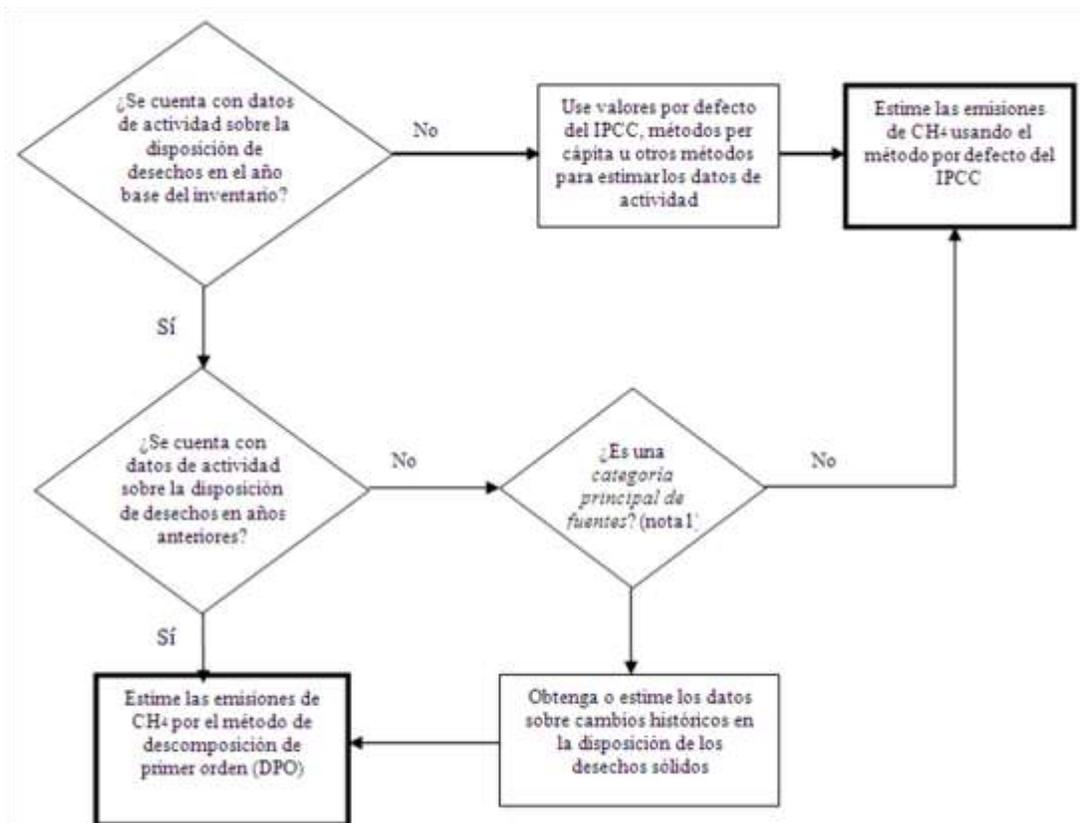


Figura 6.1. Árbol de decisiones aplicable a las emisiones de CH₄ procedentes de los vertederos de residuos sólidos.

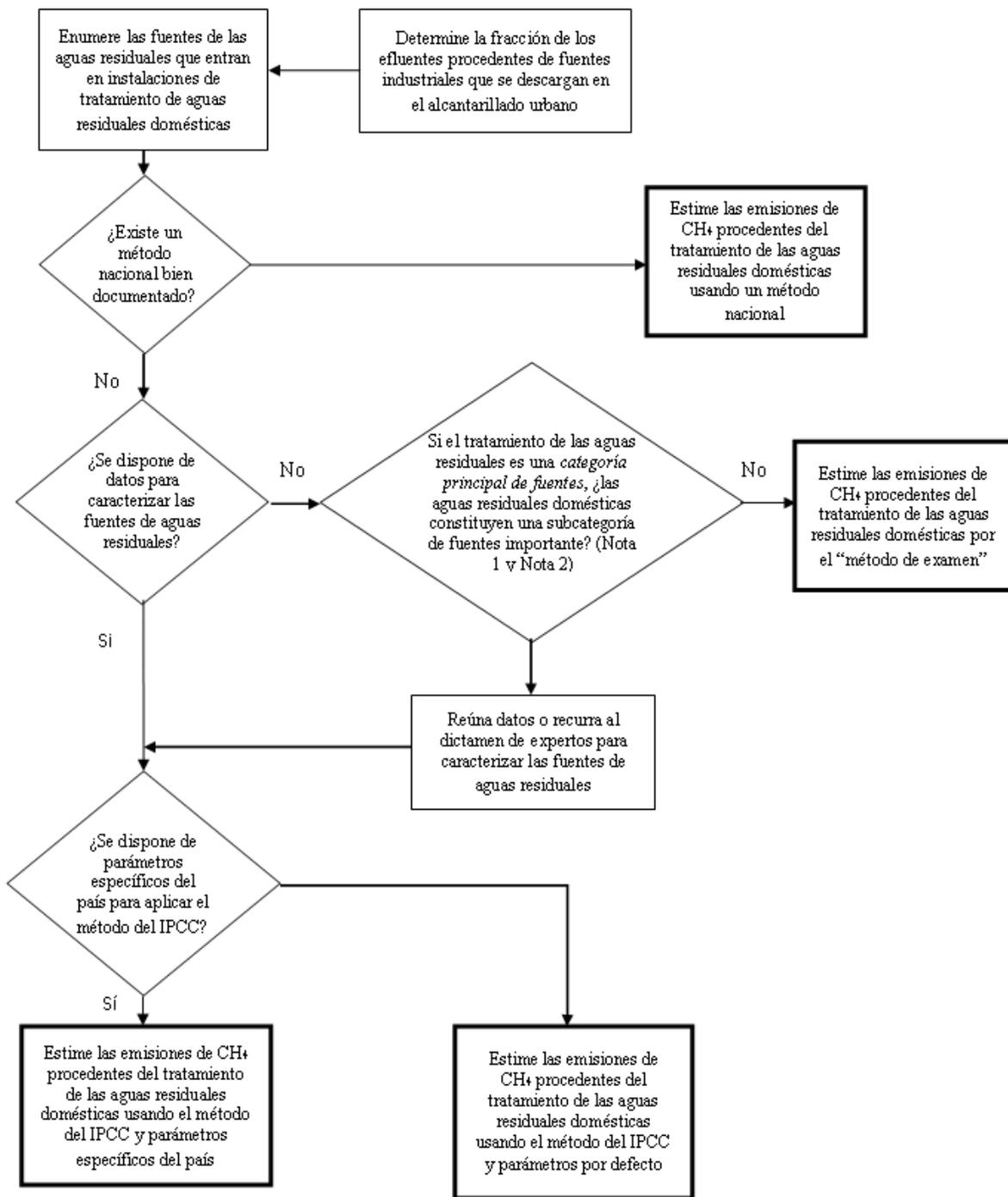


Figura 6.2. Árbol de decisiones aplicable a las emisiones de CH₄ procedentes del tratamiento de las aguas residuales domésticas.

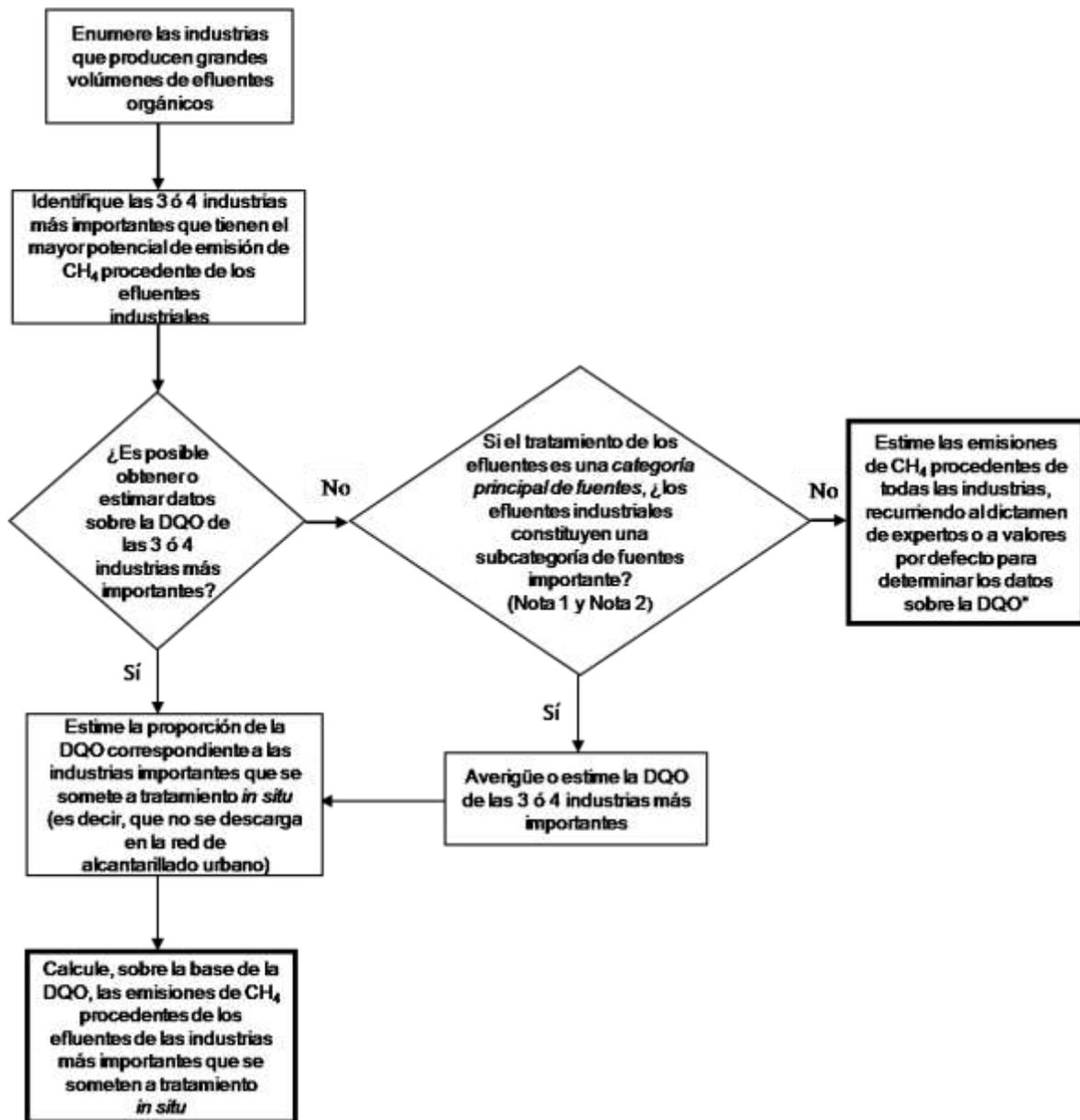


Figura 6.3. Árbol de decisiones aplicable a las emisiones de CH₄ procedentes del tratamiento de los efluentes industriales.

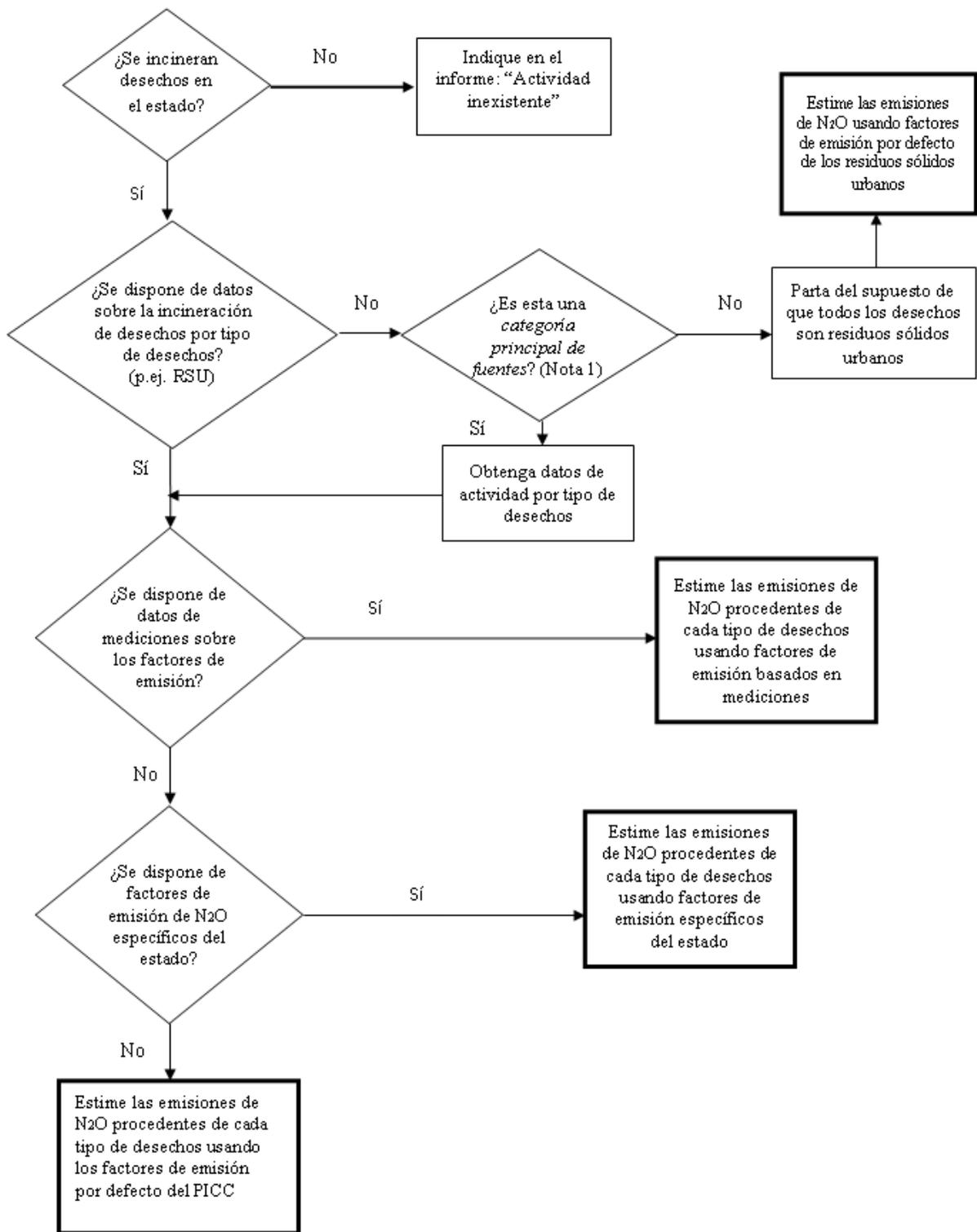


Figura 6.4. Árbol de decisiones aplicable a las emisiones de N₂O procedentes de la incineración de desechos.

6.3. Resultados.

6.3.1. Residuos sólidos municipales.

La estimación de la fracción de residuos sólidos urbanos en el Estado de Chiapas se observa en la Tabla 6.1 y para la obtención del factor de emisión de metano para los diferentes parámetros se resumen en la Tabla 6.2.

Tabla 6.1. Estimación de la fracción de residuos sólidos urbanos disponibles en los sitios controlados y no controlados.

Total de Residuos (miles de toneladas)	Sitios Controlados	Sitios no Controlados
1,055	306	749
Fracción	0.29	0.71

Tabla 6.2. Parámetros para los factores de emisión.

Parámetro	Caracterización promedio de RSU (%) ¹	Valor por defecto de Carbón Orgánico Degradable (COD) en los desechos	COD
A Papel y textiles ¹	16.73	0.4	0.06692
B Jardín y parques	--	0.17	--
C Comida ¹	53.32	0.15	0.07998
D Madera y pajas	--	0.3	--
Factor COD²			0.1469

¹ Datos obtenidos de la clasificación de RSU (Esquinca *et al.*, 1996).

² El factor COD será utilizado para el cálculo de las emisiones de metano provenientes de la descomposición de los residuos sólidos (PICC, 1997b).

Fuente: Caracterización y generación de los residuos sólidos de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. AIDIS (Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental) 1997.

Con los datos obtenidos por la SEMARNAT, se realizó la comparación de las emisiones de CO₂ equivalente generadas en los años 2005, 2006, 2007 y 2008. Esta información se puede observar en la Figura 6.5.

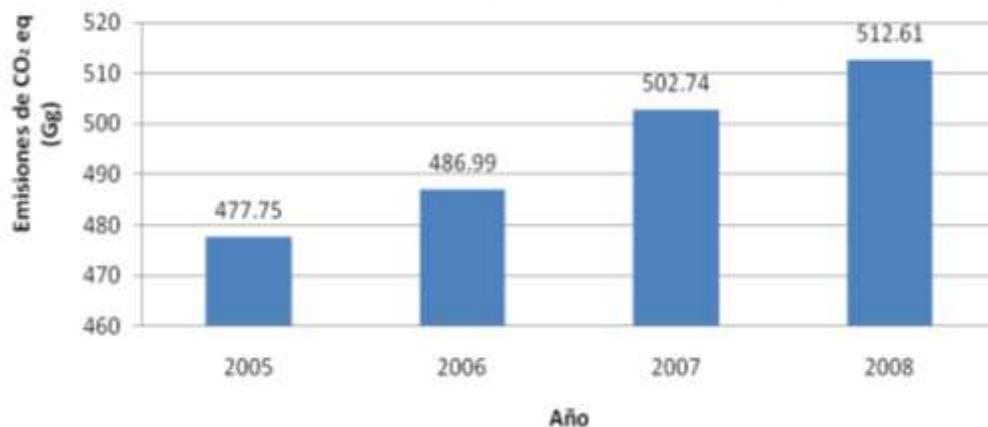


Figura 6.5. Comparación de las emisiones de CO₂ eq. proveniente de los residuos sólidos municipales durante el período 2005-2008 en el Estado de Chiapas.

A partir de los resultados mostrados en la Figura 6.5, se observa que las emisiones de CO₂ equivalente provenientes de los residuos sólidos municipales han ido incrementando año con año, por lo que, a pesar de no representar un grave problema en la actualidad, requiere prestarle la atención necesaria para el control de dichas emisiones.

6.3.2. Aguas residuales.

En la Tabla 6.3 se muestran las emisiones de CH₄ provenientes de las aguas residuales municipales e industriales para los años 2005 y 2008. Como se observa, el incremento en las emisiones es proporcional al incremento en la población, esto debido a la mayor demanda de servicios que trae como consecuencia mayor generación de aguas residuales, caso similar a lo observado en la Figura 6.5.

Tabla 6.3. Tabla comparativa entre algunos datos relevantes sobre las aguas residuales del 2005 y 2008.

CONCEPTO	AÑO	
	2005	2008
Población.	4' 293,459	4'460,013
Número de plantas de tratamiento de aguas municipales.	11	24
Emisiones de CH ₄ de las aguas residuales municipales.	21.27 Gg CH ₄	23.74 Gg CH ₄
Número de plantas de tratamientos de aguas industriales.	11	34
Emisiones de CH ₄ de las aguas residuales industriales.	35.17 Gg CH ₄	39.20 Gg CH ₄

6.3.3. Emisiones generales del sector residuos.

Las emisiones de metano resultantes para el año 2005 derivadas de los residuos sólidos y líquidos, se resumen en la Tabla 6.4, en donde también se muestran los datos a nivel nacional. En la Figura 6.6, se muestra la distribución porcentual de las emisiones de metano en los diferentes subsectores del sector desechos durante el 2005.

Tabla 6.4. Emisiones de CH₄ generadas en el sector residuos en el Estado de Chiapas y comparación con los datos a nivel nacional obtenidos durante el inventario nacional 1990-2006 (GgCH₄/año).

SUBSECTOR	Emisión de CH ₄	
	Chiapas (2005)	Inventario Nacional (2005)
Residuos Sólidos Municipales	22.75	49,267.89
Aguas Residuales Municipales	21.27	11,701.32
Aguas Residuales Industriales	35.17	31, 317.25
TOTALES	79.19	92,286.46

En la Tabla 6.5 se muestra un comparativo de las emisiones de CH₄ provenientes de las aguas residuales tanto municipales como industriales así como de los residuos sólidos

presentes en el Estado de Chiapas durante el 2005 y el 2008. Se observa un incremento de más del 11% para el caso de las aguas residuales, mientras que los residuos sólidos incrementaron un 7%; por lo que es importante hacer énfasis en el aumento de las emisiones que se presentaron durante este período.

Tabla 6.5. Emisiones de CH₄ presentes en Chiapas durante el 2005 y 2008.

SUBSECTOR	Emisión (Gg. CH ₄ /año)		Incremento (%)
	2005	2008	
Residuos Sólidos Municipales	22.75	24.41	7.3
Aguas Residuales Municipales	21.27	23.74	11.6
Aguas Residuales Industriales	35.17	39.20	11.5

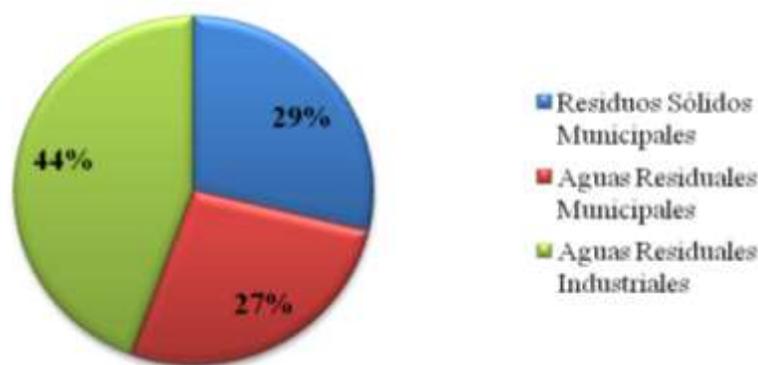


Figura 6.6. Distribución porcentual de las emisiones de CH₄ provenientes de los diferentes subsectores del sector desechos en el 2005.

Los resultados obtenidos al realizar la conversión de las emisiones de CH₄ a CO₂ equivalente de cada una de los subsectores del sector desechos durante el 2005, se muestran en la Tabla 6.6.

Tabla 6.6. Emisiones de CO₂ equivalente proveniente del sector desechos durante el año 2005.

SUBSECTOR	CO ₂ eq. (Gg/año)
Residuos Sólidos Municipales	477.75
Aguas Residuales Municipales	446.67
Aguas Residuales Industriales	738.57
TOTAL	1,662.99

Las emisiones de óxido nitroso derivados de las aguas residuales municipales, se calcularon con el Software del PICC usando valores por defecto para las columnas C y G, y valores locales para la columna B correspondiente a la población y un valor por defecto de 25 kg de proteína /persona/año para la columna A de la hoja de cálculo 6-4 (Worksheet 6-4, Apéndice A) de acuerdo a la referencia: “La alimentación en México, Un estudio a partir de la encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares y de las hojas de balance alimenticio de la FAO”. Los resultados se muestran en las Tablas 6.7 y 6.8.

Tabla 6.7. Emisiones de N₂O generadas en el sector residuos en el Estado de Chiapas y comparación con los datos a nivel nacional obtenidos durante el inventario nacional 1990-2006.

SUBSECTOR	N ₂ O (Gg/año)	
	Chiapas (2005)	Inventario Nacional (2005)
Residuos Sólidos Municipales
Aguas Residuales Municipales	0.27	2,012.161
Aguas Residuales Industriales
TOTALES	0.27	2,012.161

Tabla 6.8. Inventario de emisiones de N₂O generadas en el sector residuos para los años 2005 y 2008.

SUBSECTOR	N ₂ O (Gg/año)	
	2005	2008
Residuos Sólidos Municipales
Aguas Residuales Municipales	0.27	0.28
Aguas Residuales Industriales
TOTALES	0.27	0.28

6.4. Discusión.

En la Figura 6.5 se observa que las emisiones de GEI provenientes de los residuos sólidos municipales se incrementaron del 2005 al 2008, lo cual está relacionado directamente al aumento de la población en el Estado que demanda una mayor cantidad de servicios y productos. Esto también se relaciona con el incremento en las emisiones provenientes de las aguas residuales municipales. Las emisiones de metano derivadas de este rubro se muestran

resumidas en las Tablas 6.4 y 6.5. Éstas fueron determinadas a través de la metodología y software del PICC 1996.

Las emisiones de óxido nítrico derivadas de las aguas residuales municipales fueron obtenidas con la aplicación de los factores de emisión por defecto e información nacional de la actividad, considerando un factor de consumo de proteína de 25kg/persona/año.

Se observa que del 2005 al 2008 las emisiones de CH₄ de las aguas residuales municipales aumentaron un 11.6%, esto se debe al aumento en la población.

En el subsector de aguas residuales industriales el aumento en las emisiones de metano corresponde a 4.03 Gg, ya que para el 2008 ya se toman en cuenta los efluentes provenientes de la producción de atún, las cuales no se tenían para el año 2005. Además, este incremento se debe a que el sector industrial aumentó su producción, por lo que el consumo y por consiguiente, el desecho de agua, se vieron incrementados. En la Figura 6.6 se observa que las aguas residuales industriales son las que tienen una mayor aportación en las emisiones de CH₄.

7. USO DE SUELO.

La información que se expone a continuación, es el resumen ejecutivo del sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura, elaborado por el Dr. Bernardus H.J. de Jong y su equipo de colaboradores, miembros del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR); Quienes desarrollaron este apartado del inventario. Así mismo, se recomienda que para poder profundizar en el tema se revise este documento en el anexo A.

7.1. Generalidades.

El sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS), contempla las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por prácticas de manejo de la vegetación (e.i. CO₂) y las emisiones generadas por incendios, entre las que encontramos las emisiones de monóxido de carbono (CO), amonio (NH₄), óxido nitroso (N₂O) y óxidos de nitrógeno (NO_x) entre otras. El cálculo de las emisiones de GEI se realizó con base en las Guías de Buenas Prácticas del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (GBP-PICC 2003). La captura de información sobre estas emisiones se realizó de acuerdo al modulo 5B del software UNFCCC_NAI_IS_132.

A diferencia de los otros sectores que conforman el inventario estatal de emisiones de GEI, el sector USCUSS presenta problemas en dos órdenes importantes: 1) Las metodologías propuestas por el PICC no son del todo apropiadas en varios aspectos (i.e. las clases de vegetación utilizadas a nivel estatal vs. las propuestas en las Guías de Buenas Prácticas); y 2) La falta de estadísticas forestales estatales colectadas en forma regular y sistemática utilizando metodologías consistentes a lo largo del tiempo y manteniendo series históricas.

Estas deficiencias han conducido a carencias importantes en los datos de actividad forestal que se requieren para elaborar el inventario de GEI, específicamente en cuanto a la estimación de flujos de GEI en forma dinámica. Sin embargo, se espera que la incertidumbre asociada a las emisiones de este sector se reduzca en un siguiente inventario, dado los esfuerzos que se están realizando a nivel nacional y estatal para el establecimiento de una red de parcelas de monitoreo continuo sobre cambios temporales y espaciales de los reservorios de carbono en los ecosistemas terrestres.

7.2. Categorías de uso de suelo que generan emisiones y remociones significativas.

Con base en las recomendaciones del PICC, se tiene que hacer un análisis de importancia de flujos esperados por actividades realizadas dentro de cada categoría de uso de suelo y los cambios que se observan entre los diferentes usos de suelo. En la Tabla 7.1 se indican cuales son los usos iniciales y durante el año de reporte para el cual se han calculado los flujos de gases efecto invernadero para los reservorios biomasa viva y materia orgánica de suelo (BV y MOS respectivamente). No existen datos suficientes para estimar los flujos de GEI en la biomasa muerta (Dead Organic Matter), por lo que se optó por considerar este reservorio en balance (emisiones = remociones).

Tabla 7.1. Categorías de reservorios incluidos y excluidos del informe y su razón.

Uso inicial	Uso durante el año de reporte	Biomasa viva	MMS	MOS
Tierras Forestales	Tierras Forestales	X	s.d.	X
Tierras Agrícolas	Tierras Forestales	X	s.d.	X
Praderas	Tierras Forestales	X	s.d.	X
<i>Humadales</i>	<i>Tierras Forestales</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Asentamientos</i>	<i>Tierras Forestales</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Otras Tierras</i>	<i>Tierras Forestales</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Tierras Agrícolas</i>	<i>Tierras Agrícolas</i>	s.c.(1)	s.d.	s.c.(1)
Tierras Forestales	Tierras Agrícolas	X	s.d.	X
Praderas	Tierras Agrícolas	X	s.d.	s.c. (1)
<i>Humadales</i>	<i>Tierras Agrícolas</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Asentamientos</i>	<i>Tierras Agrícolas</i>	s.c.(1)	s.d.	s.c.(1)
<i>Otras Tierras</i>	<i>Tierras Agrícolas</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Praderas</i>	<i>Praderas</i>	s.c.(1)	s.d.	s.c.(1)
Tierras Forestales	Praderas	X	s.d.	X
Tierras Agrícolas	Praderas	X	s.d.	s.c.(1)

<i>Humedales</i>	<i>Praderas</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Asentamientos</i>	<i>Praderas</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Otras Tierras</i>	<i>Praderas</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Humedales</i>	<i>Humedales</i>	s.c.(1)	s.d.	s.c.(1)
<i>Tierras Forestales</i>	<i>Humedales</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Tierras Agrícolas</i>	<i>Humedales</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Praderas</i>	<i>Humedales</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Asentamientos</i>	<i>Humedales</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Otras Tierras</i>	<i>Humedales</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Asentamientos</i>	<i>Asentamientos</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Tierras Forestales</i>	<i>Asentamientos</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Tierras Agrícolas</i>	<i>Asentamientos</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Praderas</i>	<i>Asentamientos</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Humedales</i>	<i>Asentamientos</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Otras Tierras</i>	<i>Asentamientos</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Otras Tierras</i>	<i>Otras Tierras</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Tierras Forestales</i>	<i>Otras Tierras</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Tierras Agrícolas</i>	<i>Otras Tierras</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Praderas</i>	<i>Otras Tierras</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Humedales</i>	<i>Otras Tierras</i>	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Asentamientos</i>	<i>Otras Tierras</i>	n.s.	n.s.	n.s.

MMS = Materia Muerta sobre el suelo; MOS = Materia Orgánica del suelo; X = incluido en el informe; s.d. = sin datos; n.s. = no significativo; s.c.(1) = sin cambios esperados (Tier 1).

Se generaron estimaciones de emisiones para las siguientes categorías para los años 1990 a 2008:

Tabla 7.2. Categorías de uso de suelo para las que se estimaron emisiones.

Uso inicial	Uso durante el año del reporte	Biomasa	Suelo
Tierras Forestales	Tierras Forestales	X	X
Tierras Agrícolas	Tierras Forestales	X	X
Praderas	Tierras Forestales	X	X
Tierras Forestales	Tierras Agrícolas	X	X
Praderas	Tierras Agrícolas	X	X
Tierras Forestales	Praderas	X	X
Tierras Agrícolas	Praderas	X	X

La estimación del inventario de emisiones del sector USCUS al año 2008 arroja los siguientes resultados generales:

7.3. Emisiones netas de CO₂ por el uso de suelo y cambio en el uso de suelo.

El sector USCUS aportó un total de emisiones de 23,934 ± 10,603Gg de CO₂ por año entre 1990 y 2002 (Figura 7.1, Tabla 7.3) y 16,477 ± 7,299Gg de CO₂ por año entre 2003 y 2008. Las Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales y los cambios de Tierras Forestales a Tierras Agrícolas y Praderas fueron las fuentes más importantes de emisiones durante el periodo de análisis entre 1990 y 2002, y los cambios de Tierras Forestales a Tierras Agrícolas y Praderas entre 2003 y 2008.

El ritmo de cambio de uso de suelo hacia cubiertas no forestales, trae aparejado emisiones considerables de carbono producto de la combustión y descomposición de la biomasa vegetal removida de los bosques así como en la pérdida de carbono orgánico de los suelos. Asimismo, el manejo no sustentable de los bosques en los que la extracción domina sobre la regeneración y la reforestación implica emisiones adicionales de gases de efecto invernadero.

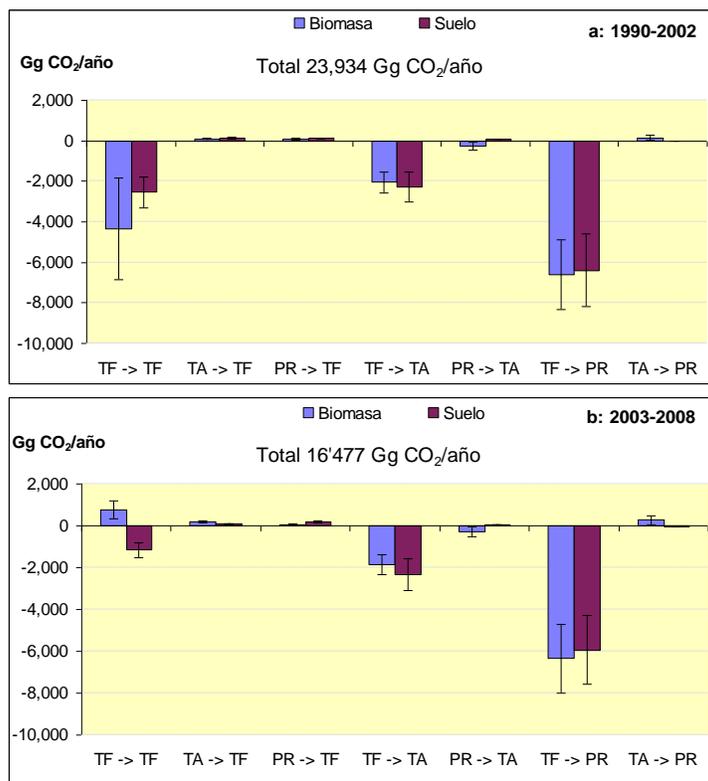


Figura 7.1. Emisiones y captura anuales en las diferentes categorías de uso de suelo actual y histórico para los períodos 1990-2002 y 2003-2008. Las líneas negras indican la incertidumbre en las estimaciones. Flujos negativos son emisiones, flujos positivos representan captura. TF = Tierras Forestales, TA = Tierras Agrícolas y PR = Praderas.

Los flujos disminuyeron significativamente en el período de 2003 a 2008, debido a que las tasas de cambio de uso de suelo disminuyeron sustancialmente, específicamente la degradación de bosques intactos a bosques degradados (Figura 1b). Para el mismo período se observó un ligero aumento en la categoría Tierras Forestales a Tierras Agrícolas comparado con el período 1990 a 2002.

La incertidumbre en las estimaciones totales es alta, aproximadamente 44%. En la Tabla 7.3 se presentan los promedios anuales de flujos y niveles de incertidumbre del período 1990-2002 y 2003-2008 para los reservorios de carbono en biomasa y suelo en Tierras Forestales (TF), Tierras Agrícolas (TA) y Praderas (PR).

Tabla 7.3. Flujos anuales de CO₂ y niveles de incertidumbre para los períodos 1990-2002 y 2003-2008 en el sector USCUS, separados por biomasa y suelo. Flujos negativos son emisiones, flujos positivos representan captura. TF = Tierras Forestales, TA = Tierras Ag Agrícolas y PR = Praderas.

1990-2002	Biomasa	Suelo
Uso	Gg CO₂ / año	Gg CO₂ / año
TF -> TF	-4,350 (±2,527)	-2,532 (±760)
TA -> TF	98 (±33)	119 (±41)
PR -> TF	80 (±31)	117 (±29)
TF -> TA	-2,043 (±523)	-2,276 (±728)
PR -> TA	-249 (±206)	62 (n.d.)
TF -> PR	-6,600 (±1,716)	-6,399 (±1,792)
TA -> PR	155 (±126)	-38 (n.d.)
Total	-23,934 (±10,603)	
2003-2008	Biomasa	Suelo
Uso	Gg CO₂ / año	Gg CO₂ / año
TF -> TF	752 (±436)	-1,165 (±349)
TA -> TF	180 (±61)	211 (±51)
PR -> TF	63 (±24)	83 (±29)
TF -> TA	-1,852 (±474)	-2,340 (±749)
PR -> TA	-281 (±232)	70 (n.d.)
TF -> PR	-6,357 (±1,653)	-5,930 (±1,661)
TA -> PR	263 (±213)	-65 (n.d.)
Total	16,477 (±7,299)	

7.4. Emisiones de CO, NH₄, N₂O y NO_x por incendios.

En México, de acuerdo a las cifras oficiales SEMARNAT-CONAFOR, en el periodo de 1990 a 2008 los incendios afectaron en promedio 31,216 hectáreas cada año, de los cuales el 99% son de tipo superficial, con una gran variación anual. Estos incendios generaron emisiones en promedio 652Gg de CO₂ eq. de emisiones entre 1990-2002 y 414Gg CO₂ eq. entre 2003-2008.

Se ha estimado que el 50% de las emisiones totales de gases no-CO₂ (CO, NH₄, N₂O y NO_x) del estado provienen de los bosques y que los incendios son una fuente importante que contribuye al total de emisiones en el sector forestal.

Debido a la magnitud del fenómeno, la perturbación por fuego se ha incorporado como una fuente importante de gases de efecto invernadero en el reporte de inventarios. Las Directrices recomendadas por la GBP 2003 incorporan parámetros para calcular las emisiones causadas por incendios forestales.

7.5. Conclusiones.

Actualmente hay mucho esfuerzo a nivel nacional dirigido a mejorar la calidad y cantidad de información necesaria para realizar los inventarios nacionales y estatales de emisiones de GEI en el sector USCUS. Por ejemplo, a nivel nacional a partir del 2009 la CONAFOR incluye la medición de todos los reservorios de carbono (C) en el Inventario Nacional Forestal y Suelos a nivel nacional para los 25,000 conglomerados establecidos entre 2004 y 2008, lo que permite por primera vez reportar los flujos de C en la materia muerta sobre el suelo y mantillo y estimar con más exactitud los flujos de C en Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales. También permite establecer una relación directa entre el C en biomasa y C en el suelo. Por otro lado, SEMARNAT está en el proceso de capturar todos los datos de los planes de manejo forestal autorizados en un formato único disponible en la página de internet, con el cual se puede disminuir sustancialmente la incertidumbre en la categoría Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales. SAGARPA está estableciendo un sistema de monitoreo para los pastizales y matorrales, lo que permite

cuantificar los flujos de C en Praderas que permanecen como Praderas. Adicionalmente se están estableciendo sistemas semi-automatizados de análisis y clasificación de imágenes satelitales, para generar mapas de cambio de uso de suelo periódicos con alta definición. De tal manera, aunque los niveles de incertidumbre en las estimaciones de emisiones de GEI en el sector USCUS son altos, por todo lo mencionado anteriormente se espera que éstos se puedan reducir en el corto plazo.

8. AGRICULTURA GANADERÍA.

La información que se expone a continuación, es el resumen ejecutivo del Sector “Agricultura”, elaborado por el Dr. Guillermo Jiménez Ferrer y su equipo de colaboradores, miembros del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Este sector incluye al sector agrícola y ganadero, se recomienda revisar el anexo B para poder profundizar en el tema.

8.1. Generalidades.

Las emisiones de GEI relacionados con la agricultura, constituyen una importante proporción de las emisiones brutas en el estado de Chiapas, ya que este estado es eminentemente agrícola y ganadero. En el periodo 1990 – 2007 las emisiones de GEI en el sector agrícola (Agricultura + Ganadería) del estado de Chiapas, fueron de 3.21 a 4.7 millones de TM de CO₂ eq. Estas emisiones provienen principalmente de la fermentación entérica (ganadería bovina de carne) y los suelos agrícolas. La fermentación entérica es consecuencia de los procesos digestivos normales del ganado rumiante, que generan emisiones de metano. La producción bovina en Chiapas es una de las principales actividades emisoras de GEI. Los suelos agrícolas emiten óxido nitroso debido a la aplicación de fertilizantes comerciales nitrogenados y estiércol, al cultivo de especies fijadoras de nitrógeno y a la descomposición de los rastrojos de los cultivos. Se prevé que las emisiones del sector agrícola se incrementen (tasa de crecimiento anual 1990-2007 = 2.57 %), y la mayor parte de este incremento se derivará de la fermentación entérica, con índices de crecimiento medio anual de 25 – 35 % respectivamente. Algunas de las fuentes más pequeñas de emisiones de GEI en el subsector agrícola son las emisiones de metano y óxido nitroso provenientes del estiércol y la quema de rastrojos. Un importante subsector

sobre el cual no hubo datos disponibles para realizar la estimación de las emisiones netas de CO₂ es el referente a: el uso de sistemas agrícolas con baja o alta mecanización, sistemas agroforestales con usos semi-intensivos e intensivos con mecanización y/o fertilizantes químicos, producción de aves en sistemas intensivos y producción de porcinos en la modalidad de sistemas intensivos.

Conservación Internacional México (CI), con el apoyo de del Gobierno Británico-Embajada Británica en México (**UK**), con el Gobierno del Estado de Chiapas (Secretaría de Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural (SEMAVIHN)), instituciones de investigación (ECOSUR-COLPOS, UNICACH-ITTG) y diversas organizaciones sociales de Chiapas, están desarrollando el “**PROGRAMA DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE CHIAPAS**”, con el objetivo de contribuir en la reducción de los impactos negativos provocados por el cambio climático y proponer las medidas adecuadas de mitigación y adaptación.

Los objetivos centrales de este estudio fueron llevar a cabo las estimaciones de los inventarios de gases de efecto invernadero de los componentes Agrícola y Pecuario durante el periodo 1990-2009, usando las metodologías y guías de buenas prácticas mas actualizadas del PICC. Las emisiones que contempla este informe se refieren a las emisiones de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) procedentes de la producción agrícola y el ganado. Las principales fuentes de GEI –producción pecuaria, suelos agrícolas, arroz y quema de rastrojos- se subdividen además en la siguiente forma:

- **Fermentación entérica.** Las emisiones de CH₄ derivadas de la fermentación entérica son el resultado de los procesos digestivos del ganado rumiante y no rumiante. Los microbios que se encuentran en el sistema digestivo del animal descomponen los alimentos y emiten como subproducto el CH₄.
- **Manejo del estiércol.** Las emisiones de CH₄ y N₂O derivadas del almacenamiento y el manejo del estiércol de ganado son resultado de la descomposición de las excretas. Las condiciones ambientales de la descomposición son las que dictan la magnitud relativa de las emisiones. El PICC (2006) divide esta fuente de la siguiente manera:
 - a) Emisiones de CH₄ generadas por manejo del estiércol.

- b) Emisiones directas de N₂O generadas por manejo del estiércol.
- c) Emisiones indirectas de N₂O generadas por la lixiviación y volatilización.
- **Suelos agrícolas.** El manejo de los suelos agrícolas puede producir emisiones de N₂O y flujos netos de dióxido de carbono (CO₂) que generen emisiones.
- **Quema de residuos o rastrojos.** Cuando se queman los rastrojos de los cultivos se generan emisiones de CH₄ y N₂O.
- **Arroz.** La producción de arroz en sistemas anegados conlleva emisiones de metano durante el tiempo en que se tiene el campo inundado.

Usando la información de las bases de datos disponibles para Chiapas se estimaron las emisiones de GEI del sector agrícola y pecuario para el periodo 1990-2007, en términos anuales. Las metodologías usadas se basaron en las establecidas por el PICC y se adaptaron a las condiciones de Chiapas.

Para el cálculo de superficie agrícola y población ganadera y emisiones por actividad pecuaria se utilizó la información disponible de fuentes estatales y nacionales, utilizando la más adecuada a la metodología sugerida por el PICC.

8.2. Resultados

Superficie y biomasa total de los cultivos agrícolas.

La superficie reportada para los cultivos agrícolas en el estado de Chiapas presenta una pequeña disminución a través de los años. Asimismo, la biomasa de los cultivos perennes muestra una fuerte disminución. Comparando entre el período 1995-2004, el aumento de la superficie cultivada se debe principalmente al frijol, la palma africana, el café y el mango; mientras el mismo periodo disminuyó el cultivo de cacao. El maíz registró un auge hasta los años 1998-1999, que es la principal causa y después se reduce rápidamente.

Entre los años 2000-2007 se registró disminución en el stock de biomasa para los cultivos de café, cacao, marañón y naranja. Mientras, hubo aumento en el stock de BM para hule, mango, ciruela, durazno. La palma de aceite presentó una general alza del stock de carbono

hasta el año 2000 y desde el año 2002 empezó a bajar bruscamente hasta ahora, oscilando en valores negativos.

Emisiones procedentes de la quema de residuos agrícolas.

Hay un ligero aumento de emisiones en Chiapas por quema de residuos agrícolas a través de los años. El cambio en la emisión de GEI entre los años 2000-2007 y la baja que se presenta entre los años 2003 a 2004 se debe probablemente al cambio del volumen de maíz producido.

Emisiones de N₂O procedentes de suelos agrícolas.

La aplicación de fertilizantes y los residuos de las cosechas dejados en campo tuvieron igual peso, seguidos por los cultivos fijadores de N, mostrando las emisiones directas en general tendencias a quedarse estables con fluctuaciones a través de los años.

Las emisiones de N₂O, tanto las directas que forman la mayor parte, como las indirectas muestran la tendencia de quedarse estables, con fluctuaciones hacía el máximo el año 1998-2000 y mínimas los años 1994-97 y 2005-07.

Cultivo de arroz.

Con el análisis se confirma que el cultivo de arroz no es una actividad importante en el estado de Chiapas. Se observó que la superficie dedicada a este cultivo tiene la tendencia a desaparecer, sin embargo se estima que el cultivo del arroz será impulsado sembrando tres mil hectáreas en donde se estima una producción de seis mil toneladas.

Población total de animales domésticos.

La dinámica de la población de animales domésticos reportados para el estado de Chiapas es fluctuante, presentó una disminución durante la década de los 90's, principalmente en el periodo de 1994 – 1997. Esta se incrementó a partir del año 2000. A partir de este año se observa una tendencia al aumento del número de cabezas. La población de bovinos productores de carne contó con la mayor cantidad de animales, seguida de la población de ganado porcino y bovinos productores de leche.

Emisiones de metano (CH₄) de la fermentación entérica.

Al igual que el tamaño de la población animal doméstica, las emisiones totales de metano a nivel estatal tienen un constante crecimiento. La población de bovinos de carne emitió la mayor cantidad de metano, seguido por la población de bovinos de leche, reflejando así la relación entre el tamaño de la población animal y la cantidad de metano emitido. Las emisiones de CH₄ por parte de la población de bovinos de leche aumentaron de manera notable a partir del año 2000.

Emisiones de metano (CH₄) del manejo de las excretas.

Las emisiones de CH₄ por el manejo de estiércol se incrementaron a partir del año 2000 y presentan una tendencia al aumento. Las poblaciones de bovinos productores de carne son las que emiten la mayor cantidad de metano por el manejo de estiércol, seguidos de las poblaciones de bovinos productores de leche y de porcinos

Emisiones de óxido nítrico (N₂O) del manejo de excretas.

Las emisiones directas de N₂O totales provenientes de las excretas tienden a incrementarse a través de los años, siendo la población de bovinos productores de carne y la de porcinos las poblaciones que emiten la mayor cantidad de Kg N₂O. Las emisiones por parte de la población de bovinos productores de carne presentaron un incremento a partir del año 2000.

Resultado de Emisiones de GEI en Chiapas del sector Agrícola (incluyendo ganadería).

En el periodo analizado (1990 – 2009) el total de las emisiones del sector agrícola y pecuario creció constantemente, mostrando en 2007 un nivel de 4.7 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (MTm CO₂ eq.). En el periodo analizado la principal fuente emisora fue la fermentación entérica, debido a la importante población de ganado bovino de carne. En el subsector agrícola, el total de las emisiones osciló entre 400 a 530 Gg de CO₂ eq., con fluctuaciones pero con una tendencia a quedarse estable. La mayor parte de las emisiones en la actividad agrícola procede del N₂O de los suelos, (residuos de la cosecha y aplicación de fertilizantes).

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Esta primera etapa del inventario estatal de gases de efecto invernadero del estado de Chiapas ha sido un gran esfuerzo y compromiso por parte de los sectores involucrados que representan al gobierno estatal (SEMAVIHN), gobierno federal (SEMARNAT), asociación no gubernamental (Conservación Internacional) e institución académica (UNICACH, ITTG y ECOSUR).

En el sector Energía, las emisiones de dióxido de carbono procedentes de las fuentes móviles de combustión (sector Transporte) tienen un aporte de casi el 86% (Tablas 4.12, Figura 4.3 y Figura 4.5).

Por otro lado, en la Figura 4.6 se observa un incremento en las emisiones de CO₂ proveniente de la quema de combustibles fósiles, principalmente en el sector transporte, lo cual se relaciona con el incremento del parque vehicular que se ha presentado en el estado a últimas fechas.

La información relacionada al sector Energía tiene un factor de variación muy grande, ya que las fuentes de información consultados manejan los datos por regiones. Al estar ubicado el Estado de Chiapas en la región Sur-Sureste, se consideraron características homogéneas en los nueve estados comprendidos en esta región para facilitar el manejo de los datos.

En el sector Procesos Industriales, en el 2005 el tipo de emisión de GEI predominante es el proveniente de la industria de la cal, la cual emitió 140.34 Gg de CO₂. Debido a la falta de información referente a la producción en esta industria, este valor se mantuvo constante hasta el 2008. Otras emisiones provenientes de las actividades industriales presentes en el estado fueron COVDM.

Las emisiones de HFC derivadas de procesos de enfriamiento corresponden a casi 11 Gg de CO₂ equivalente durante el 2005. Cabe señalar que en esta cuantificación de HFC's, aún no se encuentran consideradas las emisiones provenientes del parque vehicular presente en el estado.

En el sector Desechos, los resultados obtenidos muestran que durante el año 2005 se emitieron a la atmosfera 79.19 Gg de CH₄ en el Estado de Chiapas, lo que equivale a 1,662.99 Gg de CO₂ equivalente. Cerca del 44% de estas emisiones son generadas por las aguas residuales industriales (738.57 Gg CO₂ eq/año); mientras que las emisiones provenientes de las aguas residuales municipales y los residuos sólidos municipales representan casi el 29% y 27% del total de las emisiones de este sector respectivamente (Figura 6.6).

Para el 2005 se tienen reportadas 11 plantas de tratamiento de aguas residuales en operación, de las cuales la mayor parte utilizan procesos aerobios para el tratamiento de las aguas.

El sector Cambio de Uso de Suelo (USCUSS) es la principal fuente de emisión de GEI, seguido por el sector Agricultura y Ganadería. Ambos sectores emitieron 16,182.08 y 5,392.28Gg de CO₂ eq. respectivamente (véase Tabla 3.2).

Considerando un panorama a 100 años (Tabla 3.2 y Figura 3.2), el sector USCUSS aporta el 58% del total de las emisiones de GEI generadas en el Estado, mientras que el sector Procesos Industriales es el que menor impacto representa al contribuir con apenas el 1% de las emisiones estatales.

Por otro lado, al considerar un horizonte a 20 años (Tabla 3.2 y Figura 3.1), los sectores USCUS y Agricultura y Ganadería, presentaron las emisiones más grandes, representando el 40% y 37% respectivamente del total de las emisiones. El sector Procesos Industriales representó menos del 1% de las emisiones en el Estado.

Finalmente, algunas recomendaciones básicas que ayudarían a mejorar este inventario de emisiones se mencionan a continuación. Éstas fueron identificadas a partir de la experiencia obtenida durante la realización del mismo.

1. Realizar un convenio entre todas las instituciones involucradas en el desarrollo del inventario para facilitar la circulación de la información.
2. Realizar convenios con otras instituciones académicas ó dentro de la UNICACH, donde apoyen especialistas de cada sector para elaborar las medidas de mitigación que conlleven a la reducción de las emisiones.
3. Elaborar un balance estatal de energía del estado, con datos específicos que podrían obtenerse con información de las cédulas de operación anual, la cantidad y tipo de combustible que se distribuye y las estadísticas del transporte.
4. Es recomendable que las industrias del estado generen bases de datos con desagregación de productos para una misma fuente, esto con el fin de obtener un porcentaje de error mínimo en la realización de un futuro reporte.
5. Analizar estadísticamente la información que se tiene en las cédulas de operación anual, ya que algunos datos que se tiene ahí no se usaron debido a la variabilidad de éstos. Posiblemente, se podría generar con información de otros años, ya sea por interpolación ó extrapolación y determinar si los datos son consistentes.
6. Llevar a cabo investigaciones sobre los factores de emisión particulares del estado, para complementar el inventario y con esto, no usar los valores por defecto establecidas que llevan a una gran incertidumbre, donde se sobreestiman o subestiman las emisiones de GEI.
7. Obtener la incertidumbre de los cálculos de emisiones de GEI.
8. Contar con una base de datos accesible para realizar los siguientes inventarios del Estado de Chiapas de forma sistemática.

10. MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

El PICC define la mitigación como: “una intervención antropogénica para reducir la emisión de gases con efecto invernadero o bien, aumentar sus sumideros”. Esta implica modificaciones en las actividades cotidianas de las personas y en las actividades económicas, con el objetivo de lograr una disminución en las emisiones a fin de reducir o hacer menos severos los efectos del cambio climático (Perczik *et al.*, 2004).

Las acciones de mitigación no implican necesariamente un “dejar de usar”, muchas de ellas están ligadas con el ahorro energético a través del uso eficiente de la energía lo que produce, además, menores costos para las personas, las empresas o los gobiernos (Perczik *et al.*, 2004).

A partir del texto citado en los párrafos anteriores y considerando los resultados obtenidos durante la elaboración de este inventario de emisiones, los cuales se encuentran resumidos en la Tabla 3.2, se establecieron las medidas de mitigación correspondientes a cada uno de los sectores de interés.

El crecimiento exacerbado de las emisiones de gases de efecto invernadero tiene su origen en un uso poco eficiente de la energía disponible. Una planeación urbana inexistente o que no se practica, conlleva una mala distribución del suministro y descarga de agua a las viviendas, comercios y servicios, a una movilidad costosa en términos de tiempo y dinero y, en general, la distribución de la población en subcentros de población alejados y poco poblados involucra costos altos de suministro de fuentes de trabajo, vivienda, servicios, educación y entretenimiento.

Así, una palabra clave en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero es la planeación urbana. La densificación de las ciudades con centros de trabajo, escuelas, servicios y educación cercanos a los centros de vivienda optimiza el reparto de los recursos, hace eficiente la dotación de servicios a sectores amplios de la población y minimiza, así, el gasto energético.

La aplicación de los potenciales de calentamiento global a un horizonte de veinte años desvela las actividades que generan metano como una de las principales aportadoras de emisiones de gases de efecto invernadero. Así, los rubros de Residuos y Agricultura y Uso de suelo plantean opciones de mitigación que deben ser atendidas por sus beneficios relevantes con relativamente poco costo económico.

Por su parte, del sector Energía la subcategoría de transporte es la que más emisiones de gases de efecto invernadero genera. El problema del transporte está asociado fuertemente con la planeación urbana y las medidas que se adopten deberán tener como eje de referencia dicha planeación.

SECTOR ENERGÍA.

En este sector se encontraron las emisiones de CO₂ equivalente más intensas, esto como resultado del gran consumo de combustibles fósiles realizado por el sector transporte, que se incrementa año con año. Un replanteamiento de la política de desarrollo urbano que concentre la población y sus servicios permitirá optimizar las medidas de mitigación. Algunas de las medidas que se observarían son las siguientes:

- ✓ Incrementar la capacidad del transporte colectivo, para de esta manera reducir el número de unidades en circulación.
- ✓ Uso de transporte colectivo eléctrico.
- ✓ Cumplir el Reglamento de Tránsito del Estado donde se establecen los lineamientos para el ascenso y descenso del transporte público. Con esto se pretende minimizar el número de paradas que realiza el transporte colectivo, lo cual haría más eficiente el consumo del combustible de éstos.

- ✓ Construir rutas de transporte público con carriles confinados en donde circulen autobuses de gran capacidad u otros sistemas de transporte colectivo más eficientes, que cumplan con la última generación de estándares de emisión.
- ✓ Implementar el número de unidades que no utilicen combustibles fósiles y de este modo, implementar autos con tecnologías alternativas (de hidrógeno, eléctricos o de aire comprimido) para la reducción de emisiones.
- ✓ Incrementar el número de vehículos que trabajen con biocombustibles.
- ✓ Disminuir el uso de semáforos en la ciudad.
- ✓ Implementar pasos a desnivel en los principales cruces y avenidas, esto para agilizar el tráfico vehicular.
- ✓ Actualizar el Reglamento de Tránsito del Estado, estableciendo normas que favorezcan el uso de la bicicleta como medio de transporte preferencial, considerando vías especiales y apoyado en reglamentos de respeto y estímulo a este tipo de transporte.
- ✓ Implementar la verificación vehicular en el estado.
- ✓ Cumplir las reglas establecidas para los procesos de verificación vehicular para evitar los procesos de corrupción.
- ✓ Impulsar la cultura vial.
- ✓ En el caso de recorridos cortos, impulsar la cultura de caminar; esto con la finalidad de reducir el uso de vehículos automotores.
- ✓ Incrementar el uso de sistemas de generación eléctrica que aprovechen los recursos energéticos renovables disponibles en el estado (eólica, fotovoltaica, etc.).
- ✓ Duplicar el volumen de generación eléctrica a partir de energías renovables, especialmente eólica, solar, mini hidroeléctrica y biomasa en un período de diez años.

Al considerar los problemas que afrontamos a partir del uso desmedido de la energía en nuestra vida cotidiana, es necesario adicionar a las medidas de mitigación previamente descritas, una más, la cual sería:

“Desarrollar una cultura energética-ambiental que permita el ahorro y uso eficiente de la energía convencional.”

SECTOR DESECHOS.

Para el caso de aguas residuales es recomendable:

- ✓ Incrementar el número de plantas de tratamiento de aguas en el Estado.
- ✓ Considerando las plantas de tratamiento existentes en la actualidad, es necesario incrementar la eficiencia de operación.
- ✓ Implementar procesos aerobios en el tratamiento de aguas residuales, esto con la finalidad de reducir las emisiones de CH₄.
- ✓ En el caso de contar con procesos anaerobios en las plantas existentes, implementar tecnología para el aprovechamiento de CH₄ producido para la generación de energía eléctrica con fines de autoconsumo.
- ✓ Aprovechar los lodos generados en estos procesos para la generación de fertilizantes orgánicos.

Mientras que en el caso de residuos sólidos municipales, las medidas que se recomiendan son las siguientes:

- ✓ Fomentar la cultura de la separación de los residuos desde el hogar.
- ✓ Fomentar la cultura de reducción, de re-uso y reciclado de residuos con lo cual, la contaminación de suelos, de recursos hídricos y el consumo de materias primas y energía también se verían disminuidos.
- ✓ Implementar un sistema de recolección adecuado a las necesidades de la ciudad.
- ✓ Implementar rellenos sanitarios eficientes para el aprovechamiento de subproductos.
- ✓ Usar o por lo menos quemar el biogás generado en los rellenos sanitarios.
- ✓ Estimular en la sociedad los sistemas de separación de residuos.

SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES.

Para reducir las emisiones provenientes de los procesos industriales, se proponen las siguientes medidas:

- ✓ Emplear tecnologías más limpias, con lo cual no solamente se reducirían las emisiones de GEI, sino que además se reducirían las emisiones de otros gases contaminantes.
- ✓ Hacer más eficientes los procesos para el aprovechamiento de energía, de este modo el consumo de combustibles se vería disminuido.
- ✓ Hacer más eficientes los procesos de autogeneración de energía en las empresas.
- ✓ Regularizar el máximo permisible en autogeneración de energía de las empresas.
- ✓ Regularizar las empresas en REDSA.

Finalmente y de manera general es necesario:

“Apoyar proyectos de investigación sobre Cambio Climático y emisiones de GEI’s. En este sentido apoyar al grupo de investigación que ha iniciado estos trabajos, en el Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la UNICACH, así como el Tecnológico de Tuxtla, ECOSUR y COLPOS con el objetivo de fortalecer la investigación en estos temas y los procesos de formación de profesionales en ésta área, lo cual permita coadyuvar a la toma de decisiones para el control de emisiones e impulsar las medidas de mitigación y la disminución de sus impactos.”

REFERENCIAS.

Centro Mario Molina.”*Inventario de emisiones de gases de Efecto Invernadero del Estado de Baja California 2005*”.2007.67 pág.

Comisión Intersecretarial sobre Cambio Climático. 2009. *México: Cuarta comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. SEMARNAT. Mexico. 274 pp.

CONAGUA. “*Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento, edición 2006*”.

CONAGUA. “*Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento, edición 2008*”.

CONAGUA. “*Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación 2006*”.

INE. 2006. *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2002*. INE, México. 346 pp.

INEGI. *Anuario estadístico del estado de Chiapas 2006*.

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee06/estatal/chs/index.htm>

INEGI. *II Censo de Población y Vivienda 2005*.

“Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación 2008”.

IPCC; *“Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”*; Reporting Instructions (Volume 1).

IPCC; *“Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”*; Workbook (Volume 2).

IPCC; *“Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”*; Reference Manual (Volume 3).

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.

IPCC; *“Software for Workbook”*.

López-Guzmán, A. *et al.* 2008. *“Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Sonora y Proyecciones de casos de referencia 1990-2020”*. 102 pág.

Longoria-Ramírez, R. *et al.* 2002. *“Procesos Industriales”*. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2002. INE. 96 pág.

Martínez Jasso Irma; Villezca Becerra Pedro A. *“La alimentación en México, Un estudio a partir de la encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares y de las hojas de balance alimenticio de la FAO”*. Ciencia UANL/Vol. VIII, No 1, enero-Marzo 2005. Facultad de Economía UANL.

PICC. Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. 1997a. *Directrices revisadas para Inventarios de Emisiones de GEI: Manual de Referencia*. UNEP, WMO.

PICC. Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. 1997b. *Libro de Trabajo para el inventario de gases de efecto invernadero. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996*. Volumen 2. UNEP, WMO.

PICC. Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. 2000. *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. OMM-UNEP-IGES. Suiza.

PICC. Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. 2003. *Guía de las buenas prácticas para USCUS*. IGES, UNEP, WMO.

Perczyk, D., Bormioli, M., Carlino, H., González, M.P. 2004. *Manual de Cambio Climático*. Proyecto de Ciudadanía Ambiental Global. Argentina. 39pp.

SEMARNAT. Agosto 2008.

http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/compendio_2008/compendio2008/10.100.8.236_8080/archivos/03_Dimension_ambiental/04_Residuos/D3_RSM01_06_D.pdf.

UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. 2007. Manual for the UNFCCC non-Annex I Greenhouse Gas Inventory Software, Version 1.3.2.