



# **INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA 2005**

Preparado para:

**SECRETARIA DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE  
BAJA CALIFORNIA**

**Convenio No. OMG/SPA/066/07**

Preparado por:

**CENTRO MARIO MOLINA  
para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente**

Diciembre de 2007

**Dr. Mario Molina**  
**Presidente**

**Ing. Carlos Mena Brito**  
**Director Ejecutivo**

**M. en C. Rodolfo Lacy Tamayo**  
**Coordinador**

**Ing. Alan X. Gómez Hernández**

**Ing. Diana Noriega Navarrete**

## INDICE

INDICE.....	3
LISTADO DE ACRÓNIMOS.....	5
LISTADO DE TABLAS.....	6
LISTADO DE FIGURAS.....	7
I. ANTECEDENTES.....	1
II. ASPECTOS GENERALES DE BAJA CALIFORNIA.....	3
1. Físicos.....	3
Flora y Fauna.....	4
Agricultura y ganadería.....	5
Recursos Minerales.....	6
2. Socioeconómicos.....	6
Producto Interno Bruto.....	6
Población.....	7
Vivienda.....	8
Energía eléctrica.....	9
Industria.....	9
Ganadería y Agricultura.....	10
Transporte.....	10
III. ENERGÍA.....	12
1. Datos de Actividad.....	13
Balance de energía.....	14
Fuentes Fijas de Combustión.....	15
Generación de energía eléctrica.....	15
Industria manufacturera.....	16
Fuentes Móviles de Combustión.....	17
Transporte carretero y aviación.....	17
Otras Fuentes de Combustión.....	17
Residencial y servicios.....	17
Agricultura.....	18
2. Metodología.....	18
3. Resultados.....	21
IV. INDUSTRIA.....	23
1. Datos de Actividad.....	23
2. Metodología.....	25
Cemento.....	25
Producción de alimentos y bebidas.....	26
Siderúrgica y producción de acero.....	26
Refrigeración y aire acondicionado.....	26
Producción vitivinícola.....	27
V. AGRICULTURA, SILVICULTURA Y CAMBIO DE USO DE SUELO.....	29
1. Datos de Actividad.....	30
2. Metodología.....	32
3. Resultados.....	37
VI. RESIDUOS.....	38

1.	Datos de Actividad .....	39
	Residuos Sólidos.....	39
	Generación .....	39
	Composición .....	40
	Disposición.....	41
	Aguas Residuales.....	42
2.	Metodología .....	43
	Residuos Sólidos Municipales e Industriales.....	44
	Aguas Residuales.....	45
3.	Resultados .....	49
VII.	RESULTADOS FINALES .....	50
VIII.	FUENTES CLAVE .....	50
IX.	INCERTIDUMBRES.....	51
	4. Energía.....	52
	5. Industria.....	52
	6. Agricultura, Silvicultura, Ganadería y Cambio de Uso de Suelo.....	52
	7. Residuos .....	52
X.	CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.....	53
XI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	55
	1. Energía.....	56
	2. Procesos Industriales .....	57
	3. Agricultura, Silvicultura, Ganadería y Cambio de Uso de Suelo.....	57
	4. Residuos .....	58
XII.	BIBLIOGRAFÍA .....	59

## LISTADO DE ACRÓNIMOS

BANDAN	Banco de Desarrollo de Norteamérica
BNE	Balance Nacional de Energía
CANACEM	Cámara Nacional de la Industria del Cemento
CARB*	Agencia de Recursos del Aire de California
CESPEDES	Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CICC	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático
CMM	Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
COCEF	Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONAPO	Consejo Estatal de Población de Baja California
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
DOC*	Contenido Orgánico de Carbono
FE	Factor de Emisión
FIDE	Fideicomiso de Ahorro para la Energía Eléctrica
GEI	Gases Efecto Invernadero
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGEI	Inventario Nacional de Emisiones de Gases Efecto Invernadero
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
IPCC*	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
MCF*	Factor de Corrección de Metano
OMM	Organización Meteorológica Mundial
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PIB	Producto Interno Bruto
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RETC	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca
SDRS	Sitios de Disposición de Residuos Sólidos
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SIE	Sistema de Información Energética
SMA-DF	Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
USCUSS*	Agricultura, Silvicultura y Cambio de Uso de Suelo
EPA*	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

*\*, Por sus siglas en Inglés*

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Clima en Baja California.....	4
Tabla 2. Recursos Minerales en Baja California.....	6
Tabla 3. Distribución de combustibles en Baja California, 2005 .....	13
Tabla 4. Consumo energético en Baja California vs. México.....	14
Tabla 5. Consumo energético por sectores en Baja California .....	14
Tabla 6. Consumo energético para generación de .....	15
Tabla 7. Generación de energía eléctrica en Baja California .....	16
Tabla 8. Consumo energético para industria manufacturera en Baja California .....	16
Tabla 9. Consumo energético del transporte en Baja California.....	17
Tabla 10. Consumo energético del sector Residencial en Baja California.....	17
Tabla 11. Consumo energético del sector Servicios y Agricultura en Baja California .....	18
Tabla 12. Poder calorífico por tipo de combustible .....	19
Tabla 13. Factores de Emisión por tipo de combustible.....	20
Tabla 14. Factor de emisión para metano y óxido nitroso (Kg /GJ).....	20
Tabla 15. Emisiones GEI por tipo de actividad .....	21
Tabla 16. Consumo y emisión de GEI por tipo de actividad.....	22
Tabla 17. Empresas registradas en RETC y en el GEI de Baja California. ....	24
Tabla 18. Emisiones de HCFC por Refrigeración y Aire Acondicionado en Baja California.....	27
Tabla 19. Emisiones de los Procesos Industriales en Baja California. ....	28
Tabla 20. Factores de Emisión para fermentación entérica.....	30
Tabla 21. Factores de Emisión para emisiones directas de N <sub>2</sub> O.....	31
Tabla 22. Factores de Emisión para manejo de estiércol.....	31
Tabla 23. Áreas forestales en Baja California. ....	31
Tabla 24. Factores de Emisión para quema de biomasa.....	32
Tabla 25. Resultados de GEI por USCUS en Baja California. ....	37
Tabla 26. Comparación de Generación <i>per-cápita</i> de Residuos Sólidos .....	39
Tabla 27. Composición de Residuos Sólidos en Baja California.....	40
Tabla 28. Distribución de Viviendas por disponibilidad de drenaje en Baja California.....	42
Tabla 29. Factores para Residuos Sólidos, 2005.....	47
Tabla 30. Factores para Agua Residual Municipal, 2005.....	48
Tabla 31. Factores para Agua Residual Industrial, 2005.....	48
Tabla 32. Emisiones de GEI por residuos en Baja California, 2005. ....	49
Tabla 33. Generación de GEI por tipo de disposición en Residuos Sólidos, 2005.....	49
Tabla 34. Generación de GEI por origen de agua residual, 2005 .....	49
Tabla 35. Generación Total de GEI por sector en Baja California, 2005.....	50
Tabla 36. Fuentes Clave en Baja California, 2005 .....	51
Tabla 37. Incertidumbres para Baja California, 2005.....	53
Tabla 38. Distribución porcentual por sector en Baja California vs México, 2005.....	55

## **LISTADO DE FIGURAS**

Figura 2. Orografía del estado de Baja California, México. ....	5
Figura 3. Distribución del PIB por sector en Baja California (al 2004) .....	7
Figura 4. Población en 2005 para México y Baja California .....	7
Figura 5. Distribución de la Población por Municipio en Baja California.....	8
Figura 6. Distribución de las Viviendas por tipo de servicio en Baja California.....	8
Figura 7. Tipo de Industria en Baja California.....	9
Figura 8. Producción Ganadera y Avícola en Baja California, 2005.....	10
Figura 9. Altas de vehículos Nacionales e Importados en Baja California, 2004-2005.....	11
Figura 10. Estructura de la categoría de Energía. ....	12
Figura 11. Árbol de decisiones para Energía .....	18
Figura 12. Fuentes de generación de GEI en Baja California. ....	21
Figura 13. Estructura de la categoría de Industria. ....	23
Figura 14. Árbol de decisiones de la categoría de Industria. ....	25
Figura 15. Estructura de la categoría USCUSS.....	29
Figura 16. Árbol de decisiones para la categoría USCUSS .....	33
Figura 17. Estructura de la categoría de Residuos .....	38
Figura 18. Evolución de PIB Estatal y Generación per-cápita de residuos sólidos .....	40
Figura 19. Sitios de disposición final en Baja California.....	41
Figura 20. Árbol de decisiones para la categoría de Residuos.....	43

## **I. ANTECEDENTES**

El crecimiento acelerado de la población a nivel mundial, así como de la demanda de bienes y servicios para satisfacer sus necesidades ha provocado la sobreexplotación de los recursos naturales del planeta. Es así como, la quema de combustibles fósiles, la deforestación, el cambio de uso de suelo y la agricultura han contribuido a incrementar, durante el último siglo, un 54% la concentración de bióxido de carbono, metano y óxido nitroso en la atmósfera, motivando con ello, el aumento de la temperatura de la Tierra en 0.6 grados centígrados.

El fenómeno conocido como Calentamiento Global o Cambio Climático es hoy día considerado como uno de los problemas trascendentales del siglo XXI e incluso de seguridad estratégica para todos los países del mundo, debido a que pone en riesgo la sustentabilidad de los ecosistemas, generando cambios drásticos los regímenes de lluvias, elevación del nivel del mar, la ocurrencia de sequías, variaciones en la temporalidad de los procesos biológicos, escasez en la disponibilidad de agua dulce y suelos productivos, incremento de enfermedades infecciosas y de las transmitidas por vectores.

Ante la preocupación mundial para atender esta situación, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) constituyeron en 1988 el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), el cual ha trabajado intensamente para fomentar, entre otras acciones, la creación de inventarios de emisiones<sup>1</sup> que permitan evaluar la situación actual, estimar sus impactos a futuro y establecer alternativas para su mitigación, a fin de lograr estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero generadas a niveles que puedan ser capturados por la biosfera.

México participa como integrante de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), a través de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), que es la responsable de formular políticas públicas y estrategias transversales de mitigación y adaptación, también está desarrollando este tipo de herramientas para estimar fuentes y sumideros de gases de invernadero, comparar las contribuciones relativas al cambio climático de las diferentes fuentes de emisiones y gases de invernadero y evaluar la factibilidad y el costo-efectividad de instrumentar posibles estrategias de mitigación y adoptar tecnologías para la reducción de dichas emisiones.

En octubre de 2006, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) publicó, a través del Instituto Nacional de Ecología (INE), el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990 – 2002 (INEGEI). Asimismo, la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SMA-DF) consideró en el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2004, publicado en septiembre de 2006. un apartado sobre la generación de gases de efecto invernadero por tipo de fuente.

El estado de Baja California, por su parte, ha sumado esfuerzos con instituciones nacionales e internacionales para atender las cuestiones derivadas del cuidado al medio ambiente y la salud pública. Un ejemplo de ello, es su participación en el Programa Frontera XXI<sup>2</sup>, el cual contribuyó a la creación de dos redes de monitoreo atmosférico: una en Tijuana (1996) y otra en Mexicali (1997), ambas, apoyadas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en inglés) y la Agencia de Recursos del Aire de California (CARB, por sus siglas en inglés).

Asimismo, como parte del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) se han establecido acuerdos con la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y el Banco de Desarrollo de Norteamérica (BANDAN).



Posteriormente en el año 2000, dio inicio el Programa Frontera 2012<sup>3</sup>, que retomó esfuerzos previos para proteger el medio ambiente y la salud pública en la región fronteriza México-Estados Unidos, de manera consistente con los principios del desarrollo sustentable, medidos a través de indicadores ambientales y de desempeño.

Baja California cuenta actualmente con Programas de Calidad del Aire e Inventarios de Emisiones para las ciudades de Tijuana-Rosarito y Mexicali. No obstante, dada la importancia estratégica que representa la elaboración de un Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (IEGEI), el Gobierno del Estado, en colaboración con el Colegio de la Frontera Norte y el Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente tomaron la iniciativa para desarrollarlo a nivel estatal considerando como año base el 2005, ya que en este año se dispone de mayor estadística.

Es así como este inventario busca ser una herramienta útil para la toma de decisiones, la investigación científica y la identificación de oportunidades que mitiguen los impactos generados tanto en el estado como la contribución de este al clima global.

Los gases a reportar\* y ser tomados en cuenta para el presente Inventario son:

<b>CO<sub>2</sub> *</b>	Bióxido de Carbono
<b>CH<sub>4</sub> *</b>	Metano
CO	Monóxido de Carbono
<b>CO<sub>2</sub> equivalente *</b>	Bióxido de Carbono Equivalente
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes al Metano
<b>N<sub>2</sub>O *</b>	Óxido Nitroso
NO <sub>x</sub>	Óxido de Nitrógeno
<b>Gases Fluorados *</b>	
HCFC-22	Clorodifluorometano
HFC-134 <sup>a</sup>	Hidrofluorocarbono 134 <sup>a</sup>

## II. ASPECTOS GENERALES DE BAJA CALIFORNIA

### 1. FÍSICOS

El Estado de Baja California se encuentra situado en la región noroeste de la República Mexicana. Limita al norte con California, EU; al este, con el río Colorado, el mar de Cortés y Sonora; al sur con Baja California Sur y al oeste con el Océano Pacífico<sup>4</sup>.

Está conformado por 5 municipios: Mexicali (su capital), Tijuana, Tecate, Ensenada y Playas de Rosarito, ocupando una superficie total de 71, 446 km<sup>2</sup>, equivalentes al 3.6 por ciento del territorio nacional<sup>5</sup>.

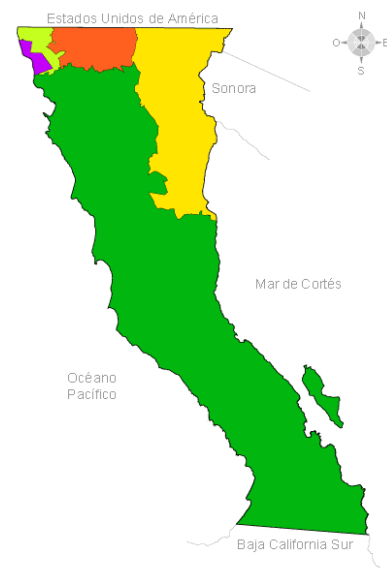
El estado se encuentra en su mayoría rodeado por litorales que se extienden a lo largo de 720 km. en el Océano Pacífico y 560 km. en el Golfo de California, lo cual, sumado a los 176 Km. de litorales en las Islas de ambas vertientes, hace un total de 1,556 Km. La plataforma continental - fondo marino entre 0 y 200 m. de profundidad - comprende 24,832 km<sup>2</sup>, haciéndolo particularmente vulnerable a los fenómenos naturales y efectos del cambio climático.

En la parte norte de Baja California existe una superficie variable donde contrastan lomeríos, sierras, valles y grandes desiertos. El sistema montañoso recorre todo lo largo de la península, directamente hacia el Golfo de California. Tres cuartas partes del territorio corresponden a grandes llanuras desérticas conocido como Desierto Sonorense, ubicado en la cabeza del Golfo de California, abarca la parte Oeste de Sonora, así como grandes áreas de Baja California, el sureste de California y suroeste de Arizona.

Baja California posee escasos recursos hídricos<sup>6</sup>, y la presencia de sistemas acuáticos continentales, tanto lacustre (lagos) como potamológicos (ríos, arroyos, manantiales, etc.) es limitada. El 88% de estos recursos se localizan en el Valle de Mexicali, donde el 57%, equivalente a 1,681.5 Mm<sup>3</sup> son aportados por el río Colorado.

Además, existe una baja precipitación pluvial porque solo en algunas partes del territorio ocurren lluvias que en condiciones normales van de 200 a 300 mm al año, mientras que en el resto del estado se registran precipitaciones de 50 mm al año.

La península de Baja California presenta dos grandes regiones climáticas<sup>7</sup>: la primera, se encuentra al Noroeste, donde prolifera un clima mediterráneo, con temperaturas templadas la mayor parte del año y lluvias en invierno; es en esta región donde se asienta la mayoría de la población; y la segunda, en la parte oriental, con un clima extremoso semiárido y escasas lluvias durante todo el año. Las dos regiones anteriores están divididas por las sierras La Rumorosa, Juárez y San Pedro Mártir. Ver Tabla 1.



**Figura 1**  
Estado de Baja California, México.

FUENTE: INEGI. 2007

**Tabla 1. Clima en Baja California**

Tipo o subtipo de clima	% de la superficie estatal
Templado subhúmedo con lluvias en invierno	2.33
Semifrío subhúmedo con lluvias en invierno	4.12
Seco templado	24.31
Muy seco muy cálido y cálido	19.17
Muy seco semicálido	34.13
Muy seco templado	15.94

FUENTE: INEGI. Carta de Climas, 1:1 000000.

## Flora y Fauna

En el noroeste de México existen cerca de 900 islas e islotes, incluyendo el Pacífico de Baja California y el Mar de Cortés. Las islas de esta región contienen una alta biodiversidad que incluye endémicos de varios niveles taxonómicos, constituyen áreas de reproducción de más de 30 especies de aves marinas, de cuatro especies de pinnípedos y de dos especies de tortugas marinas, y son el hogar de, al menos, 218 especies y subespecies endémicas de animales, entre los que se encuentran 81 reptiles, 45 aves terrestres y 92 mamíferos.<sup>8</sup>

En el estado existen dos regiones fitogeográficas: la Región Californiana o también llamada Mediterránea que ocupa la porción norte del estado y cuenta con aproximadamente 795 géneros y 4,452 especies de plantas vasculares nativas. La Región del Desierto Central que abarca alrededor del 70 por ciento de la península de Baja California, forma parte del Desierto Sonorense, ésta región se divide en cuatro comunidades vegetales, de las cuales sólo tres se presentan en la entidad.<sup>9</sup>

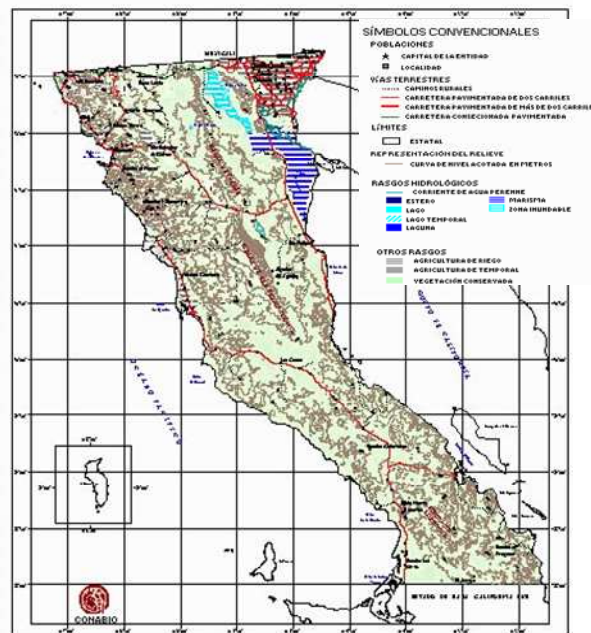


Figura 2. Orografía del estado de Baja California, México.

FUENTE: CONABIO, 2007

La fauna está estrechamente relacionada con los cambios climáticos ocurridos en el período terciario, particularmente durante las glaciaciones que provocaron modificaciones en la distribución de la flora y por ello, en la distribución de la fauna. Existen 5 distritos faunísticos, uno se localiza en Baja California Sur y los otros cuatro se distribuyen en el todo el estado: Distrito de San Pedro Mártir, Distrito San Dieguense, Distrito del Desierto del Colorado y el Distrito del Desierto de Vizcaíno.<sup>10</sup>

### Agricultura y ganadería

El estado de Baja California tradicionalmente se ha dividido en dos grandes áreas de producción primaria: el Valle de Mexicali y la Zona Costa.

La primera tiene una superficie agrícola de poco más de 182 mil hectáreas totalmente de riego y se practica una ganadería intensiva de bovino carne y leche principalmente; en esta zona se localiza buena parte de la agroindustria estatal.

La Zona Costa cuenta con casi 25 mil hectáreas de riego y 58 mil hectáreas de temporal; comprende los municipios de Tecate, Tijuana, Playas de Rosarito y Ensenada. La ganadería de engorda de bovino se lleva a cabo en forma extensiva fundamentalmente en la región sur del estado; la ganadería de leche bovina altamente tecnificada se localiza en las regiones de Rosarito y Tijuana. En menor medida se practica la porcicultura, la avicultura y la engorda de ovinos y caprinos.

El estado cuenta con una extensión de 7'115,460 hectáreas, las cuales se distribuyen en bosques mixtos de coníferas y encinos el 3.8%, vegetación de chaparral y desértica 77.5%, agrícola 7.3% y otros usos 11.4%. Con relación a las principales especies forestales maderables se cuenta con pino, encino, manzanita y huata. Entre las no maderables, destacan la yuca y la jojoba. La industria forestal se compone de un 20% maderable y un 80% no

maderable. La entidad tiene tres áreas decretadas como naturales protegidas: el Parque Nacional “Constitución de 1857” con 5,009 hectáreas; Parque Nacional “Sierra de San Pedro Mártir” con 63,000 hectáreas y el área de protección de flora y fauna conocido como “Valle de los Cirios” con 2’521,766 hectáreas. Bajo perfil de los programas de reforestación, pues anualmente sólo se reforesta el 1.3% de la superficie promedio anual siniestrada y, además, cuando se lleva a cabo el programa, el índice de supervivencia de la planta es reducido, ocasionado, entre otras razones, por la baja precipitación pluvial que se presenta en la zona.

### Recursos Minerales

En Baja California existen numerosos recursos minerales, que se clasifican en metálicos y no metálicos. Por sus yacimientos minerales, se divide en 5 provincias mineras<sup>11</sup>. Algunos ejemplos se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2. Recursos Minerales en Baja California**

Provincia	Recurso Mineral
Primera	Sulfuros mesotermales de fierro, cobre y oro.
Segunda	Oro en rocas metasedimentarias e ígneas.
Tercera	Tungsteno
Cuarta	Travertino, sulfuros de manganeso, azufre, barita, wulfenita, estibinita, plomo, zinc y plata.
Quinta	Depósitos de placer de oro
Materiales Pétreos	
Bancos de arcilla, limo, revestimiento, material en greña, de revuelto, arena, gravas, cuarcita, hematina, caliza, escoria volcánica (Tezontle), caolín, arcilla puzzolanica, roca dimensionable (Granito-Toba-Mármol-Onix), piedra bola de playa, talco, turquesa y sal común.	

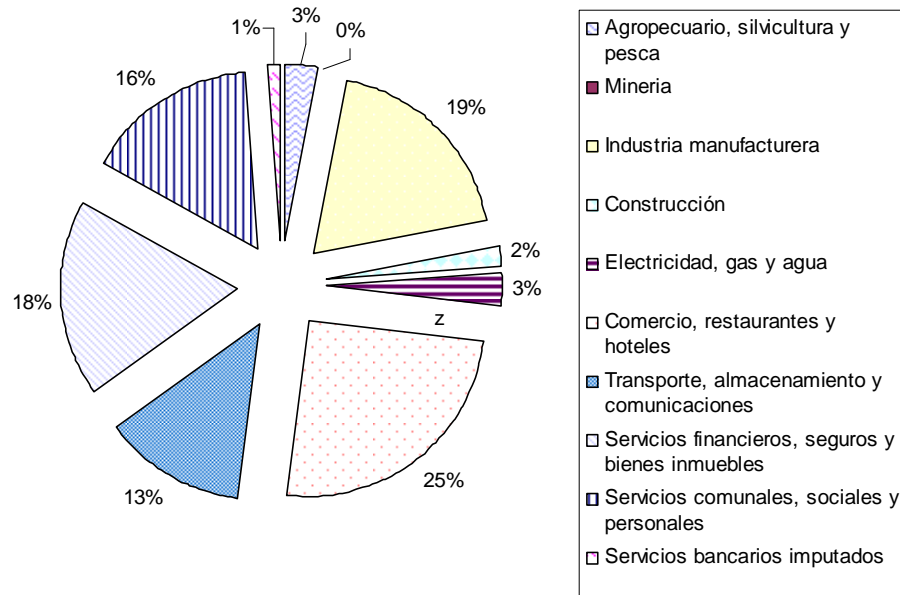
FUENTE: [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/recursos/recursos\\_minerales.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/recursos/recursos_minerales.jsp)

## 2. SOCIOECONÓMICOS

### Producto Interno Bruto

Durante el año 2005, el Producto Interno Bruto (PIB) de Baja California, creció a una tasa anual de 4.51%, es decir, se estima que alcanzó los 274,265 millones de pesos<sup>12</sup>, equivalentes al 3.36% del PIB nacional.<sup>32</sup>

La participación del sector comercio, restaurantes y hoteles es la más significativa, ya que cuenta con una aportación de 25% del PIB estatal total. Por su parte, el sector industrial, conformado principalmente por maquiladoras, aporta cerca del 19%, en tanto que el sector energético participa con el 3%, aproximadamente. Otros sectores de gran aportación son los servicios financieros y comunales que juntos representan el 34%. La industria de la construcción es equivalente al 2.5% del total estatal en comparación con el 4.1% que representa a nivel nacional.

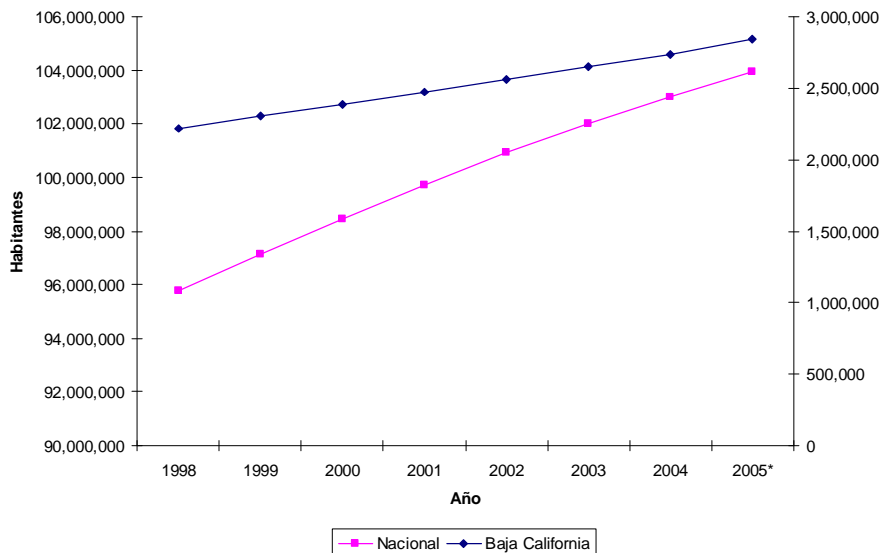


**Figura 3. Distribución del PIB por sector en Baja California (al 2004)**

FUENTE: Anexo estadístico del sexto informe de gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

### Población

En el año 2005, la población total del Baja California fue de 2,8 millones de habitantes que representa el 2.7% de la población total del país. La tasa de crecimiento anual de su población para el año 2005 fue de 2.4%. Su densidad poblacional era de 40 habitantes por kilómetro cuadrado cifra inferior al promedio nacional de casi 53 habitantes.<sup>13</sup>

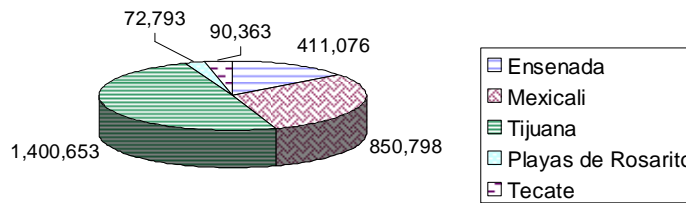


**Figura 4. Población en 2005 para México y Baja California**

FUENTE: Elaborada con base en datos de INEGI, CONEPO.

La mayor parte de la población estatal se concentra principalmente en los municipios cercanos a la frontera: cerca del 50% de la población reside en Tijuana, 30% en Mexicali y Playas de Rosarito, 14.5% en Ensenada y tan solo el 5.78% en Tecate.

En suma poco más del 85% de la población estatal vive en zonas cercanas a la frontera, es decir, cuatro de cada cinco pobladores de la entidad. Además, el 86.5% de la población total se localiza en áreas urbanas y solo el 12.71% restante en zonas rurales.<sup>14</sup>



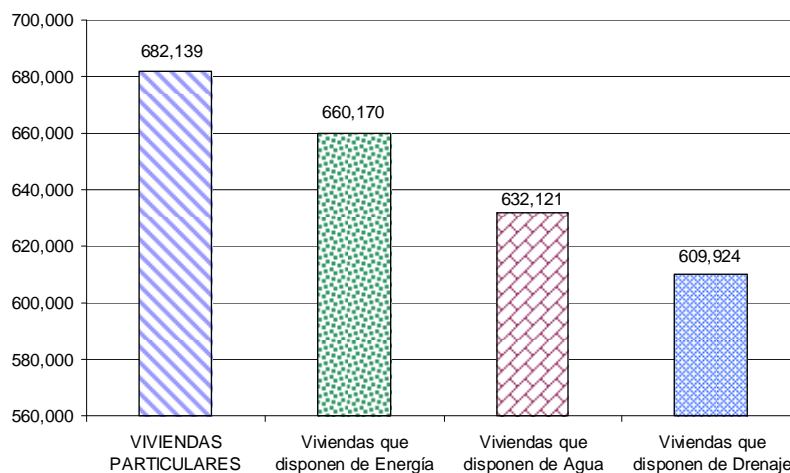
**Figura 5. Distribución de la Población por Municipio en Baja California.**

FUENTE: Elaborada con base en datos de CONEPO.

### Vivienda

En el 2005, el estado contaba con 682 mil 136 viviendas particulares ocupadas por 2.8 millones de habitantes. Este número representa el 2.8% del total nacional. Del total de viviendas existentes el 97% disponen de energía eléctrica, el 93% de agua y el 89% de drenaje.<sup>14</sup>

En el caso de la vivienda al igual que con la población más del 80% se concentra en los municipios de Mexicali y Tijuana.



**Figura 6. Distribución de las Viviendas por tipo de servicio en Baja California.**

FUENTE: INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005.

## Energía eléctrica

En el caso de la industria eléctrica se cuenta con 4 Centrales Geotérmicas de 720 mega watts (Mw), que representan el recurso natural más importante en cuanto a la generación de energía eléctrica se refiere, pues trabajan con vapor endógeno, el cual ayuda a producir poco más de la mitad de la energía total que requiere el estado. También se cuenta con una Termoeléctrica de 627 Mw y otra de Ciclo Combinado de 559Mw; así mismo operan 4 pequeñas plantas con 379 Mw.<sup>15</sup>

La generación total del estado es de 1835 mega watts por hora (MWh), que representan el 5% de la energía total generada en el país y ésta satisface ampliamente sus necesidades, sin embargo, una parte de los excedentes se exportan a Estados Unidos y a Sonora. Del total de la energía generada se exportan 1,037 giga watts por hora (GWh) y se importan 75 GWh, lo que da un balance neto de 962 GWh.<sup>16</sup>

## Industria

El estado tiene por tradición una vocación productiva por las actividades vinculadas el sector turístico<sup>17</sup>, como comercio, restaurantes y hotelería.

Baja California es un estado industrializado que se encuentra apenas por debajo del promedio nacional. Según datos de 2005, la industria manufacturera generó el 19.27% del PIB estatal, mientras que a nivel nacional representó el 19.87%.<sup>14</sup>

De esta industria destaca la fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo, que en 2004 generó el 51% del PIB manufacturero del estado. Destaca también la producción de alimentos, bebidas y tabaco, actividad que genera el 14% del PIB estatal para el mismo año.

El desarrollo de la industria manufacturera se deriva en gran medida del dinamismo que ha mostrado la industria maquiladora de exportación, gracias a las ventajas que le brinda ser un estado fronterizo. Dentro de su territorio, Baja California cuenta con 882 maquiladoras de este tipo que representan el 31.4% del total en el país.<sup>18</sup>

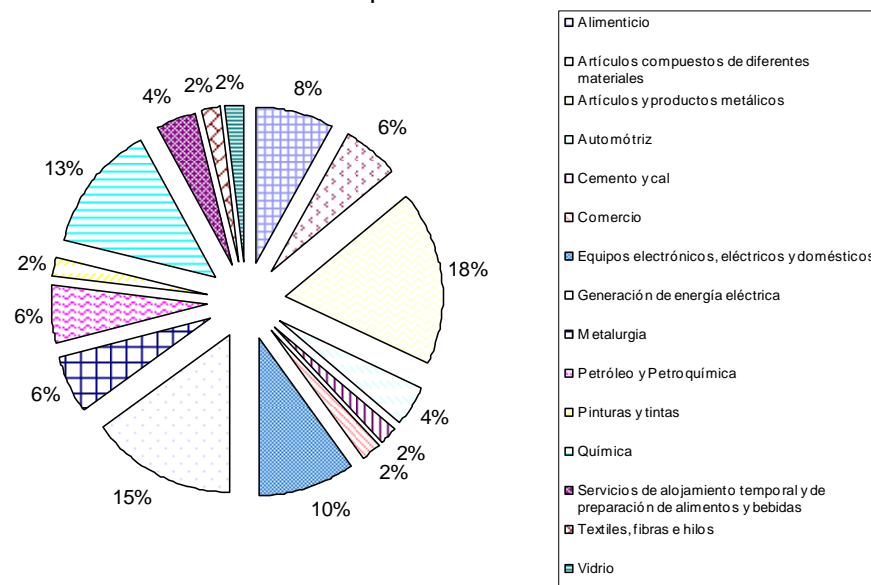


Figura 7. Tipo de Industria en Baja California

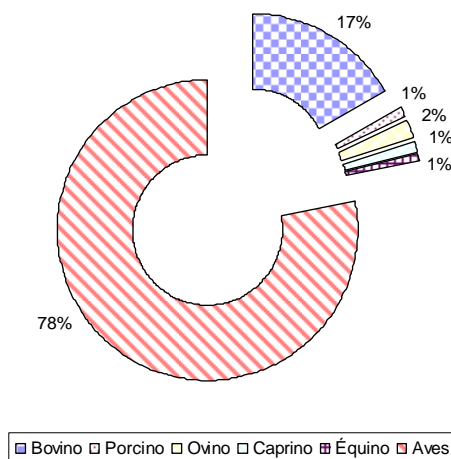


FUENTE: Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC, 2004).

Según los datos proporcionados por el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)<sup>19</sup> 2004, la industria metal mecánica representa el 18% del total de industrias establecidas en la entidad, seguida en importancia por la industria generadora de energía eléctrica con un 15% y la química con un 13%. Ver figura 7.

### Ganadería y Agricultura

Baja California es un importante productor de ganado bovino y aves. En el año 2004, de acuerdo a cifras del INEGI<sup>20</sup>, obtuvo el 9° lugar a nivel nacional con una producción bovina del 3.7% del total.



**Figura 8. Producción Ganadera y Avícola en Baja California, 2005.**

FUENTE: Anexo estadístico del sexto informe de gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.

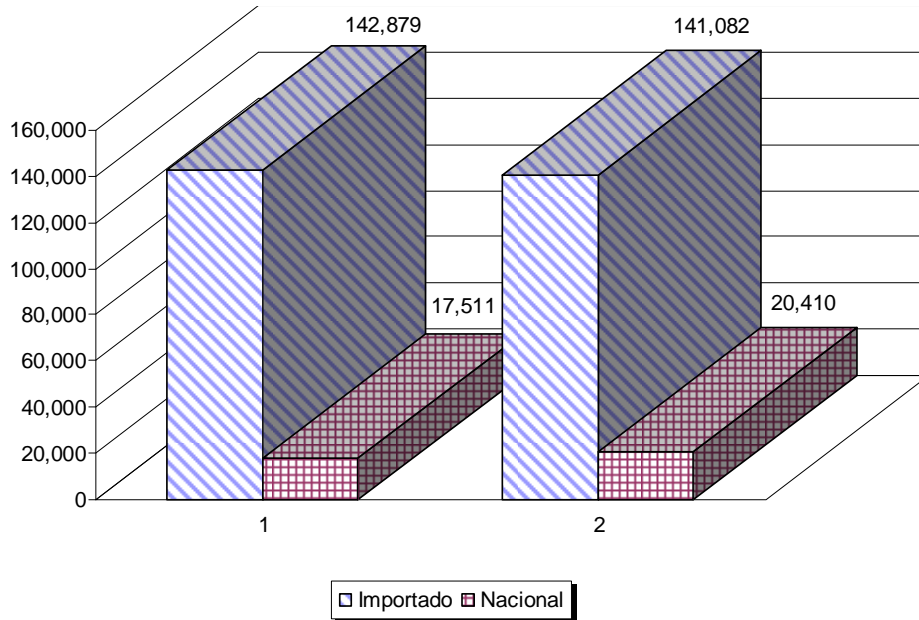
La producción agropecuaria es poco significativa si se compara a nivel nacional, sin embargo, contribuye con el 2.7% del PIB agropecuario del estado según datos de 2005. Para este sector sobresale la producción de alfalfa, trigo en grano (2° lugar a nivel nacional), sorgo forrajero y jitomate (1° lugar a nivel nacional), generando, en 2005, el 57.3, 14.2, el 9.3 y 7.4%, respectivamente de la producción total.

### Transporte

El estado cuenta con cuatro aeropuertos internacionales en Tijuana, Mexicali, San Felipe y Ensenada.

En cuanto a su parque vehicular, éste está conformado en su mayoría por vehículos importados de los Estados Unidos, registrándose en promedio 140,000 vehículos al año que equivalen a casi 7 veces el número total de vehículos nacionales registrados en el mismo periodo<sup>21</sup>. Ver Figura 9.

En Baja California hay un solo sistema de ferrocarril que va de Mexicali hasta California. Ensenada provee el servicio completo de transporte de carga, al contar con instalaciones portuarias<sup>22</sup>.



**Figura 9. Altas de vehículos Nacionales e Importados en Baja California, 2004-2005.**

FUENTE: Gobierno del estado de Baja California, Secretaría de Planeación y Finanzas. Consultado Julio 2007.

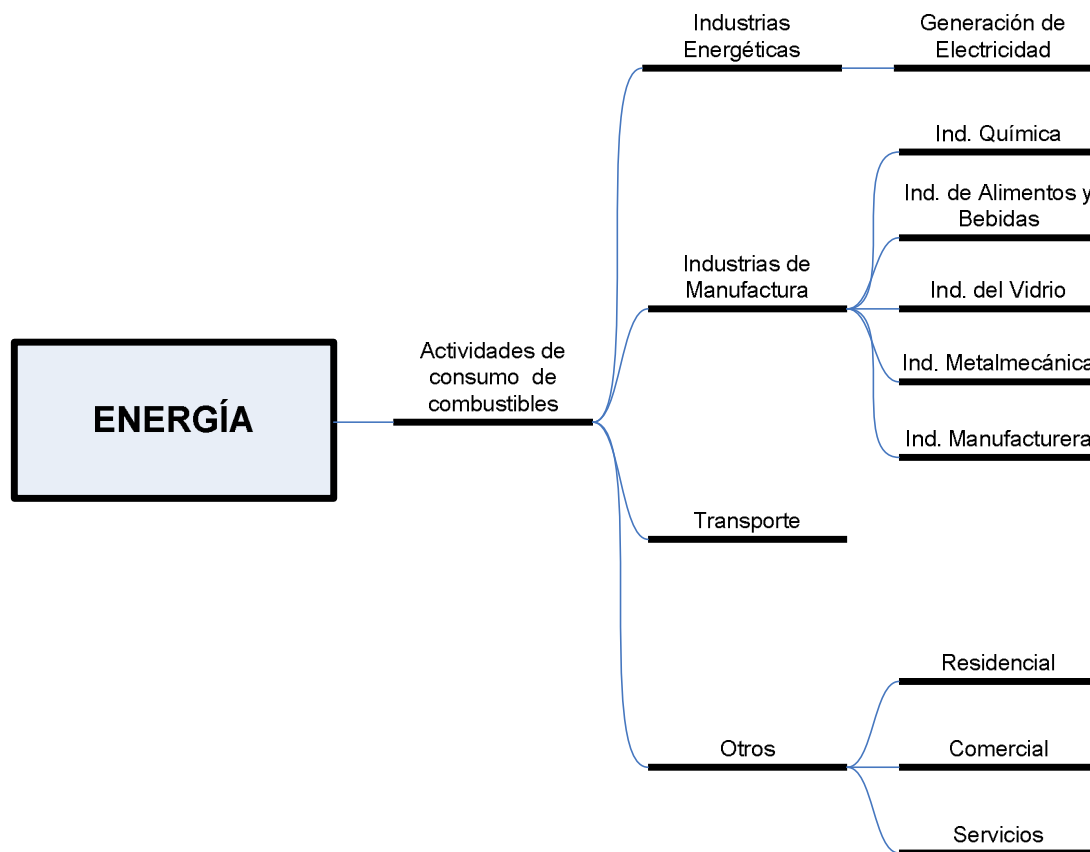
La transportación por carretera es el principal medio para el movimiento de carga y de pasajeros en la entidad. Baja California cuenta con un sistema carretero de cuatro carriles que conecta a sus principales ciudades, las cuales se unen con el resto del país.

El tamaño de la red carretera es de 11,129 kilómetros; las carreteras de cuatro carriles cubren 372 kilómetros; las de dos carriles 2,402; los caminos revestidos equivalen a 4,092 kilómetros; 3,092 kilómetros son de brechas y 357 de terracerías. La red carretera en el Valle de Mexicali representa 660 km<sup>23</sup>.

### III. ENERGÍA

En este capítulo se calculan las emisiones de GEI provenientes de las principales fuentes de combustión reportadas para Baja California, tomando como base en las categorías definidas por el IPCC. En estas categorías se incluye las industrias dedicadas a la generación de electricidad, así como los sectores de transporte, industrial, residencial y otros, como son la agricultura y los servicios.

Las emisiones cuantificadas en este rubro consideran las emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), estimadas a partir del consumo de combustibles tanto fósiles –líquidos y gaseosos; como el obtenido de fuentes de energía renovable como la leña, usado en el sector residencial.



**Figura 10. Estructura de la categoría de Energía.**

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

La información sobre el total de combustibles líquidos consumidos en el estado se obtuvo de las ventas reportadas por Petróleos Mexicanos (PEMEX) Refinación en sus terminales de distribución. En lo que respecta a los combustibles gaseosos, tanto gas natural como gas licuado de petróleo, los datos corresponden a lo reportado por la Secretaría de Energía (SENER), en sus Prospectivas de Mercado para ambos combustibles, además del Balance Nacional de Energía (BNE) publicado para el 2005.

## 1. DATOS DE ACTIVIDAD

De acuerdo con la guía del IPCC se consideraron las siguientes categorías que incluyen la generación y uso de energía:

- a. Fuentes fijas de combustión.
  - i. Generación de electricidad.
  - ii. Industria manufacturera.
- b. Fuentes móviles de combustión.
  - i. Transporte carretero.
  - ii. Transporte aéreo.
- c. Otros sectores
  - i. Sector residencial.
  - ii. Sector comercial.
  - iii. Sector agropecuario.

Para atender estos sectores, PEMEX Refinación distribuyó en 2005 un total de 65 mil 064 barriles diarios de combustibles líquidos, entre los que se encuentran gasolinas, diesel, combustóleo pesado, queroseno de aviación, gas natural y gas licuado de petróleo; además se consideró la leña consumida principalmente por el sector residencial. La tabla siguiente muestra el porcentaje de distribución de estos combustibles por sector.

**Tabla 3. Distribución de combustibles en Baja California, 2005**

Tipo de Combustible	%
Combustóleo	0.92
Gasolina	28.33
Queroseno aviación	3.14
Diesel	11.68
Gas LP	6.97
Gas Natural	39.88
Geotermia	9.08
Leña*	0.00
	<b>100</b>

\*Estimado por el CMM con base en el Balance Nacional de Energía 2005.

N.S. No significativo

FUENTE: CMM con base en reportes de PEMEX Refinación y SENER.

## Balance de energía

La transformación de estos combustibles en energía representó para Baja California un consumo total de 218.5 petajoules (PJ), lo que equivale de acuerdo con el Balance Nacional de Energía 2005, aproximadamente al 4.3% de la energía total consumida en el país, la cual fue de 5.1 mil petajoules (PJ). Como puede observarse en la Tabla 4 a nivel nacional y estatal los sectores que presentan una mayor demanda de energéticos son la generación de energía eléctrica y el transporte, aunque a diferencia de Baja California, en el país también la industria y el residencial presentan a una alta participación.

**Tabla 4. Consumo energético en Baja California vs. México**

Sector	Nacional PJ/año	Baja California PJ/año
Generación de electricidad	1,022.68	105.11
Transporte	1,864.37	93.80
Industrial	1,254.72	7.84
Residencial, comercial y público	842.62	11.31
Agropecuario	122.51	0.46
<b>Consumo energético total</b>	<b>5,106.91</b>	<b>218.52</b>

*N.S. No significativo*

*FUENTE: Sistema de Información Energética con información de la Encuesta sobre el Consumo de Energía en el Sector Industrial, SENER, 2005.*

Con relación al consumo de energía realizado en el estado, los principales consumos se presentan en la generación de electricidad con el 48%, seguida del sector transporte con el 43%. Los sectores residencial y servicios e industrial participan con el 5.2 y 3.6%, respectivamente, en tanto que el sector agrícola representa tan solo el 0.21%.

**Tabla 5. Consumo energético por sectores en Baja California**

Sector	Consumo PJ/año	%
Generación de energía eléctrica	105.11	48.10
Transporte	93.80	42.92
Industria	7.84	3.59
Residencial y servicios	111.31	5.18
Agricultura	0.46	0.21
<b>Total</b>	<b>218.52</b>	<b>100</b>

*FUENTE: Sistema de Información Energética con información de la Encuesta sobre el Consumo de Energía en el Sector Industrial, SENER, 2005.*

## Fuentes Fijas de Combustión

En esta categoría se cuantifican las emisiones de GEI derivadas de la generación de electricidad, así como la utilizada durante los procesos de la industria en Baja California, los cuales incluyen básicamente a la industria manufacturera, en la cual destacan la cementera, alimentos y bebidas, fabricación de vidrio y papel, la electrónica y la metalmecánica.

### **Generación de energía eléctrica**

Baja California genera su electricidad a partir de 6 plantas, las cuales en su conjunto entregaron un total de 8 mil 874.1 Gigawatts por hora (GWh) de energía eléctrica en 2005. Estas plantas utilizan dentro de sus procesos de generación combustóleo, diesel, gas natural y energía geotérmica. Como puede observarse en la Tabla 6, el gas natural es el principal combustible para esta industria, con una participación de cerca del 80%.

Esta generación de electricidad representa el 48% de la energía total consumida en el estado y el 10% con respecto al consumo nacional.

**Tabla 6. Consumo energético para generación de energía eléctrica en Baja California**

<b>Combustible</b>	<b>Consumo PJ/año</b>	<b>%</b>
Combustóleo	2.01	1.92
Diesel	0.15	0.14
Gas Natural	83.07	79.03
Geotermia	19.88	18.91
<b>Total</b>	<b>105.11</b>	<b>100</b>

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad, 2005.

**Tabla 7. Generación de energía eléctrica en Baja California**

Tipo de planta	Nombre/Ubicación	Generación Bruta con UPS	Generación Bruta CFE 2005	Combustible	Consumo de combustible con UPS	Consumo
		MWh	GWh		m3/año	TJ/año
Termoeléctrica	S.T. Pdte. Juárez	3,772,222.84	3,027.97	Combustóleo	53,177.277	2,013.205
				Diesel	75.192	2.566
				Gas Natural	797,575,541.875	27,047.963
	C. TG. Mexicali	3,678.64	5,521.00	Diesel	2,117.413	72.264
Turbogas	S.T. Pdte. Juárez	61,598.13	61.60	Diesel	0.057	0.002
				Gas Natural	23,621,092.275	801.056
		C. TG. Mexicali	3,678.64		Diesel	2,117.413
Ciclo combinado	S.T. Pdte. Juárez	3,027,968.00	682.66	Gas Natural	623,306,999.400	21,138.041
	PIE, Mexicali		2,191.00	Gas Natural	5,642.965	34,084.298
Geotermia	S.T. Cerro Prieto	5,520,970.24	5,521.00		5,521.000	19,875.600
<b>TOTAL</b>						<b>105,107.260</b>

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad, 2005.

### Industria manufacturera

La industria consume el 3.6% de la energía utilizada en Baja California siendo sus principales fuentes de energía el gas natural con una participación del 47%, el diesel con el 37.5% y el gas licuado de petróleo con el 15.6%.

**Tabla 8. Consumo energético para industria manufacturera en Baja California**

Combustible	Consumo PJ/año	%
Diesel	2.94	37.52
Gas LP	1.22	15.56
Gas Natural	3.68	46.92
<b>Total</b>	<b>7.84</b>	<b>100</b>

FUENTE: Sistema de Información Energética (SIE) con información de la Encuesta sobre el Consumo de Energía en el Sector Industrial, SENER, 2005 y PEMEX Refinación.

## Fuentes Móviles de Combustión

### Transporte carretero y aviación

El principal consumidor de energéticos en este sector es el transporte carretero. En Baja California, el consumo de gasolina y diesel equivalen al 90% del total consumido; representando el 5% con respecto al nacional.

**Tabla 9. Consumo energético del transporte en Baja California**

Combustible	Consumo PJ/año	%
Diesel	22.48	23.96
Gasolina	62.00	66.10
Queroseno p/aviación	6.88	7.34
Gas LP	2.44	2.60
<b>Total</b>	<b>93.80</b>	<b>100</b>

FUENTE: PEMEX Refinación, 2005.

La gasolina y el diesel permiten la operación de aproximadamente un millón 192 mil 045 unidades, lo que representa un índice de motorización de 419 vehículos por cada mil habitantes.

## Otras Fuentes de Combustión

### Residencial y servicios

En el 2005, el consumo de energía registrado por este sector fue de aproximadamente 12.4 PJ, lo cual representó un consumo por vivienda de 17.13 Giga Joules (GJ) al año, proporcionada en un 70% por gas licuado de petróleo. Cabe señalar que en este sector también se emplea el uso de combustibles renovables como la leña, sin embargo, su contribución no es significativa, ya que el 86.5% de la población del estado es urbana.

**Tabla 10. Consumo energético del sector Residencial en Baja California**

Combustible	Consumo PJ/año	%
Gas LP	8.69	70.260
Gas Natural	3.68	29.740
Leña	0.00	5.476E-05
<b>Total</b>	<b>12.37</b>	<b>100</b>

N.S. No significativo

FUENTE: SENER, Prospectiva para Gas Natural y Gas L.P 2006-2015; Balance Nacional de Energía 2006.



### Agricultura

Esta actividad representa menos del 0.5% de la energía consumida en el estado durante el 2005, siendo el gas LP el combustible empleado.

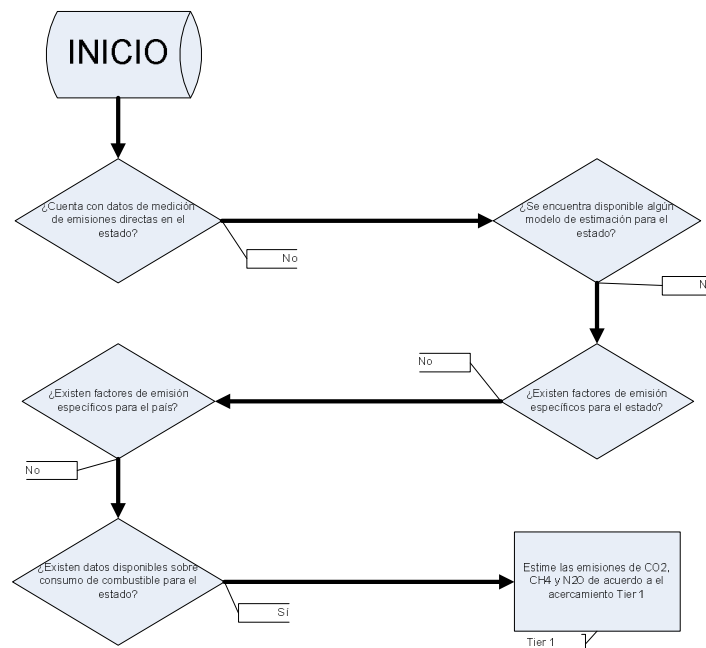
**Tabla 11. Consumo energético del sector Servicios y Agricultura en Baja California**

Sector	Combustible	Consumo PJ/año
Agropecuario	Gas LP	0.458
<b>Total</b>		<b>0.458</b>

FUENTE: SENER, *Prospectiva para Gas Natural y Gas L.P 2006-2015*; *Balance Nacional de Energía 2006*.

## 2. METODOLOGÍA

El cálculo de las emisiones generadas de bióxido de carbono equivalente se realizó mediante la cuantificación de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) emitidos como resultado de la combustión. De acuerdo con la información disponible, se elaboró el árbol de decisiones para la categoría de energía, obteniendo un nivel metodológico de complejidad básico Tier 1.



**Figura 11. Árbol de decisiones para Energía**

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

El consumo de combustible se expresó en unidades de energía (TJ/año), utilizando para ello, el poder calorífico del 2005.

**Tabla 12. Poder calorífico por tipo de combustible**

Poderes caloríficos*	Unidades	2005
Gas licuado	(MJ/bl)	3,765
Gasolinas y naftas	(MJ/bl)	4,872
Querosenos	(MJ/bl)	5,223
Diesel	(MJ/bl)	5,426
Combustóleo	(MJ/bl)	6,019
Gas natural	(kJ/m <sup>3</sup> )	33,913

FUENTE: SENER, 2005.

La estimación de las emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones de GEI}_i = \sum \text{Combustible consumido}_i \cdot \text{FE GEI}_i$$

Donde:

Emisiones GEI: Emisiones de GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) por tipo de combustible (Kg GEI).

Combustible consumido: Cantidad de combustible quemado (TJ)

FE GEI<sub>i</sub>: Factor de emisión predeterminado de GEI según el tipo de combustible (Kg gas/TJ). Se asume que el factor de oxidación de C es 1.

En las Tablas 13 y 14 se muestran los factores de emisión utilizados para la estimación de gases de efecto invernadero basados en la información del INEGEI 1990 – 2002, debido a que no se tienen valores específicos para Baja California.

Tabla 13. Factores de Emisión por tipo de combustible

Tipo de combustible	Factor de Emisión	
	INEGEI Kg C/GJ	INEGEI Kg CO <sub>2</sub> /GJ
<b>Combustibles derivados del petróleo</b>		
Gasolina	18.9	68.61
Diesel	20.2	73.33
Combustóleo	21.1	76.59
Querosenos	19.6	71.15
Gas LP	17.2	62.44
<b>Combustibles derivados del gas</b>		
Gas natural	15.3	55.82
<b>Biomasa</b>		
Leña*		132

FUENTE: INEGEI 1990-2002<sup>34</sup> e \* IPCC 2006

Tabla 14. Factor de emisión para metano y óxido nítrico (Kg /GJ)

Tipo de combustible	Factor de Emisión	
	Metano Kg CH <sub>4</sub> /GJ	Óxido nítrico Kg N <sub>2</sub> O/GJ
<b>Combustibles derivados del petróleo</b>		
Gasolina	110	11
Diesel vehicular	9.5	12
Diesel industrial	10	2
Combustóleo	10	2
Querosenos	10	2
Gas LP	3	0.3
<b>Combustibles derivados del gas</b>		
Gas natural	3	0.3
<b>Biomasa</b>		
Leña*	100	15

FUENTE: INEGEI 1990-2002<sup>34</sup> e \* IPCC 2006

### 3. RESULTADOS

Baja California emite por las fuentes de combustión cerca de 14 mil gigagramos (Gg) de bióxido de carbono equivalente. Esta emisión representa una contribución del 2.54% con respecto a la emisión total estimada para México durante el 2005, traduciéndose en generación por habitante de 4.92 toneladas al año.

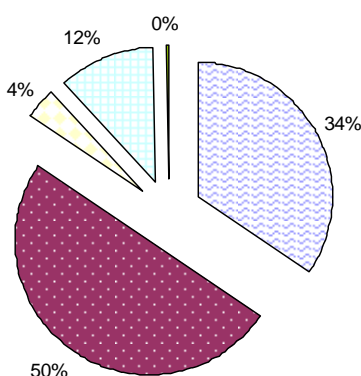
**Tabla 15. Emisiones GEI por tipo de actividad**

Sector	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Total CO <sub>2</sub> equiv*
	Gg			
Generación de energía eléctrica	4,802.71	0.27	0.03	4,817.46
Transporte	6,543.60	7.25	0.97	6,995.37
Industria	497.46	0.04	0.01	500.56
Residencial y servicios	1,599.58	0.71	0.10	1,646.11
Agropecuario	28.57	0.00	0.00	28.60
<b>Total</b>	<b>13,471.91</b>	<b>8.28</b>	<b>1.10</b>	<b>13,988.11</b>

\*Se consideró un factor de calentamiento para el CH<sub>4</sub> = 21 y para N<sub>2</sub>O =310.

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

De manera similar a lo que ocurre en otras ciudades del país, el sector transporte representa en Baja California una de las principales fuentes de emisión de contaminantes, contribuyendo con el 50% del CO<sub>2</sub> equivalente, la generación de energía con el 34% y el sector residencial e industrial con el 16% restante. En el caso de la agricultura su consumo de energía es significativamente bajo, por lo que no se ve reflejado en la contribución general.



□ Generación de energía eléctrica ■ transporte □ Industria □ Residencial y servicios ■ Agropecuario

**Figura 12. Fuentes de generación de GEI en Baja California.**

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

A manera de resumen, la siguiente tabla muestra el balance energético para Baja California, conforme al tipo de combustible empleado en cada sector, así como las emisiones asociadas por su combustión.

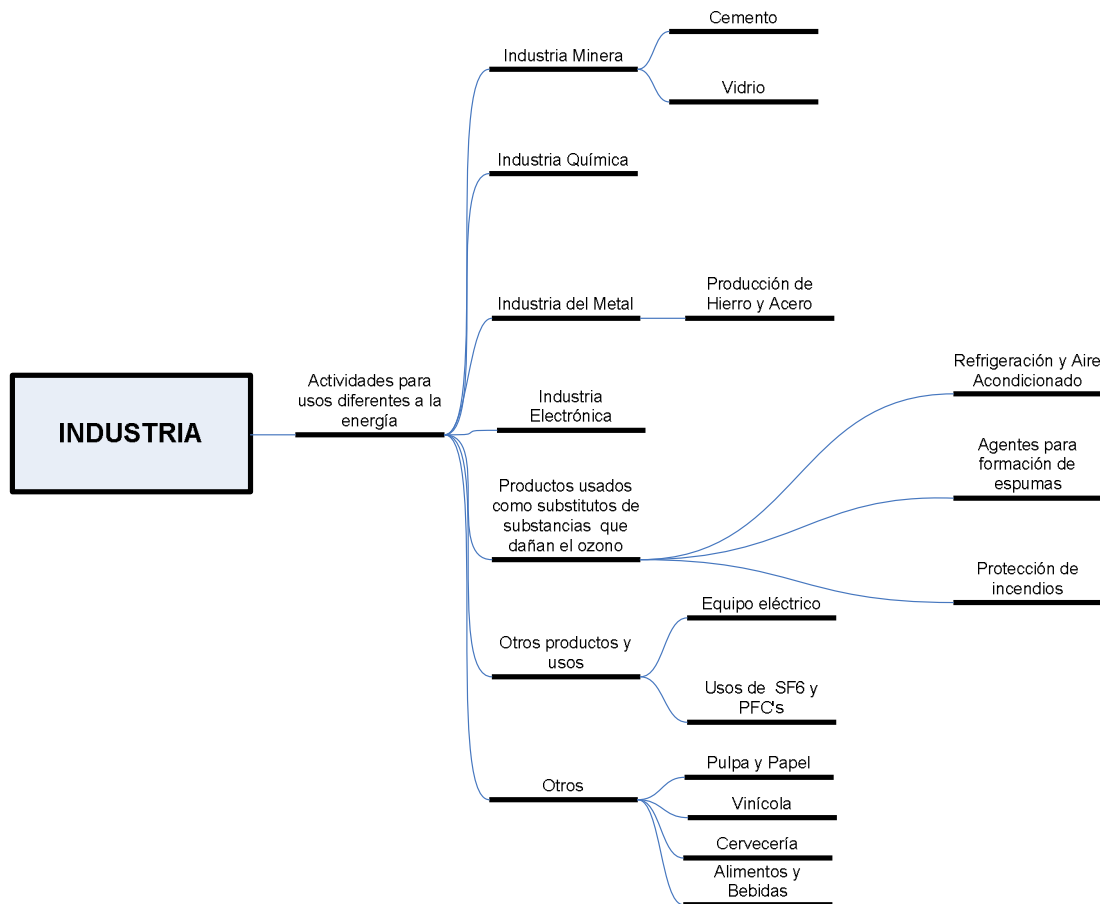
**Tabla 16. Consumo y emisión de GEI por tipo de actividad**

<b>Sector</b>	<b>Tipo de Combustible</b>	<b>Consumo (PJ)</b>	<b>Sector y combustible %</b>	<b>Emisión (Gg en CO<sub>2</sub> equiv.)</b>	<b>Contribución %</b>
Generación de electricidad	Combustóleo	2.01	1.92	155.868	34.44
	Diesel	0.15	0.14	10.908	
	Gas Natural	83.07	79.03	4,649.96	
	Geotermia	19.88	18.91	0.724	
Transporte	Diesel	22.48	23.96	1,736.30	50.01
	Gasolina	62.00	66.10	4,608.14	
	Queroseno p/aviación	6.88	7.34	495.22	
	Gas LP	2.44	2.60	155.71	
Industria	Diesel	2.94	37.52	218.275	3.58
	Gas LP	1.22	15.56	76.28	
	Gas Natural	3.68	46.92	206.01	
Residencial y servicios	Gas LP	8.69	70.260	696.01	11.77
	Gas Natural	3.68	29.740	9.81	
	Leña	0.00	5.476E-05	940.29	
Agropecuario	Agropecuario	0.46	100	28.6	0.20
<b>Total</b>		<b>219.58</b>		<b>13,988.11</b>	<b>100</b>

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

## IV. INDUSTRIA

De acuerdo con el IPCC, la estimación de las emisiones generadas por los procesos industriales se realiza de acuerdo a materias primas y compuestos específicos que son utilizados o transformados física o químicamente para la producción de bienes. Para el caso de Baja California los giros industriales predominantes son:



**Figura 13. Estructura de la categoría de Industria.**

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

### 1. DATOS DE ACTIVIDAD

Debido a falta de información estadística y de proceso requerida por la metodología del IPCC para determinar los volúmenes de compuestos químicos utilizados en las industrias antes mencionadas, las emisiones especificadas en este capítulo corresponden únicamente a las emitidas por las industrias del cemento -durante la producción de clinker y la del acero; así como, a la emisión de HCFC provenientes de fugas de equipos de refrigeración y aire acondicionado.

Además, se tomó como referencia la información disponible de las empresas inscritas en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y el Programa GEI, este último desarrollado por el Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES) en coordinación con la SEMARNAT.

De acuerdo a esta información, durante el 2004 la industria en Baja California emitió aproximadamente 470 mil toneladas de bióxido de carbono a la atmósfera. Es conveniente aclarar que esta estimación incluye solamente las emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>) reportadas voluntariamente por 9 de los 48 establecimientos registrados.

Para el 2005, la información corresponde únicamente a 2 empresas inscritas al Programa GEI, las cuales a diferencia del RETC, especifican el origen de sus emisiones: por proceso productivo, consumo de combustibles o bien, por generación de electricidad.

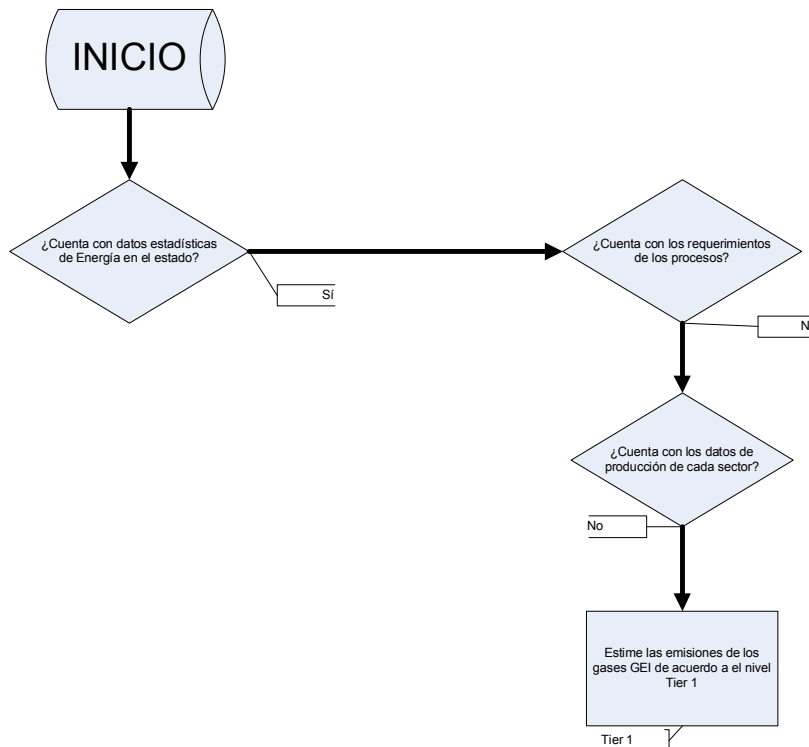
**Tabla 17. Empresas registradas en RETC y en el GEI de Baja California.**

Nombre del establecimiento	Sector	Principal actividad	Emisiones (toneladas métricas)	
			RETC 2004	GEI 2005*
CALINOR S.A. DE C.V.	Química	Producción venta y fabricación de productos de espuma de poliuretano	112.05	N.D.
Cemex México S.A. de C.V. Planta Ensenada	Cemento y cal	Producción de cemento hidráulico	399,547.00	410,372.00
Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma, S.A. de C.V.	Alimenticio y/o de consumo humano	Elaboración y envasado de cerveza	35,342.36	22,734.00
Grupo Bimbo, S.A. de C.V.*	Alimenticio y/o de consumo humano	Elaboración de pan	15,415.90	N.D.
Industrial de Grasas y Derivados, S.A. de C.V.	Alimenticio y/o de consumo humano	Procesamiento de sebo crudo hueso y desperdicios cárnicos	7,859.37	N.D.
KAMIMEX S.A DE C.V	Química	Galvanoplastia (en piezas metálicas; no incluye joyería)	523.24	N.D.
Pemex Gas y Petroquímica Básica	Petróleo y petroquímica	Almacenamiento y distribución de productos derivados del petróleo; (excluye distribuidores)	332.40	N.D.
PRAXAIR México, S. de R.L. de C.V.	Comercio	Producción de gases industriales	441.27	N.D.
Pulidos Industriales S.A. de C.V.	Química	Galvanoplastia (en piezas metálicas; no incluye joyería)	10,425.28	N.D.
<b>TOTAL</b>			<b>469,998.88</b>	<b>433,106.00</b>

*N.D. No determinado*

*FUENTE: Elaborado por CMM, 2007 con base en datos de RETC-SEMARNAT, 2004.*

A continuación se muestra el camino seguido en el árbol de decisiones, de acuerdo con la información disponible.



**Figura 14. Árbol de decisiones de la categoría de Industria.**  
 FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

## 2. METODOLOGÍA

### Cemento

De acuerdo a la información proporcionada por la Cámara Nacional de la Industria del Cemento (CANACEM), Cemex es la única empresa con presencia en el estado de Baja California. La producción del cemento considera tres fuentes principales de emisión de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>): reacción química, quema de combustibles fósiles y energía eléctrica utilizada en el proceso, siendo la primera, la que se refiere al proceso de producción de clinker. Se considera que este proceso generó el 55.5% de las emisiones provenientes de esta industria.

Para el cálculo se utilizó un factor de emisión de CO<sub>2</sub> en función de la producción total anual de cemento<sup>24</sup>, considerando la siguiente ecuación:

$$FE_{\text{cemento}} = 0.635 * \left[ \frac{44.01}{56.08} \right] = 0.4985 \frac{\text{ton } CO_2}{\text{ton Cemento}}$$

Donde:

FE<sub>cemento</sub>: Factor de emisión de cemento igual a 0.635 ton CO<sub>2</sub>/ton cemento.



### **Producción de alimentos y bebidas**

En base a la información reportada por Grupo Bimbo, S.A. de C.V. y Cervecería Modelo Moctezuma en el Programa GEI, estas empresas emitieron por proceso 10 mil 080 toneladas y 59 mil 937, respectivamente de bióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> equiv), es decir, 70.017 Gg.

### **Siderúrgica y producción de acero**

En Baja California se produjeron 92 mil 590 toneladas de acero durante el 2005, producción que se considera para efecto de esta estimación como producción de acero por reducción directa realizada en hornos de arco eléctrico, utilizando para el cálculo de emisiones de bióxido de carbono, un factor de emisión equivalente a una tonelada de CO<sub>2</sub> por tonelada producida, estimando una emisión para la entidad de 92.6 Gg CO<sub>2</sub>.

El factor de emisión se tomó del INEGEI, el cual fue determinado en base la pérdida de carbono de los electrodos utilizados en el arco eléctrico, la cual varía entre 1.0 y 1.5 Kg de carbono por tonelada de acero producida, considerando entonces el límite inferior debido a que la siderúrgica Hylsamex, líder del sector a nivel nacional, la cual opera sistemas que eliminan la generación de este gas.

### **Refrigeración y aire acondicionado**

Los hidrofluorocarburos (HFC's) son compuestos que están sustituyendo a los HCFC's que deterioran la capa de ozono, sin embargo, presentan un alto potencial de calentamiento global, además de tener una alta permanencia en la atmósfera. Actualmente, estos compuestos son ampliamente utilizados en diversas aplicaciones como refrigeración, aire acondicionado, espumas, aerosoles, extintores y disolventes.

Para estimar las emisiones de estos compuestos se consideraron los siguientes criterios:

#### **Por vivienda**

1. El número de viviendas con energía eléctrica en Baja California, de acuerdo al 2° Censo de Población y Vivienda 2005 suman 660 mil 170, de las cuales 627 mil 659 tienen al menos un refrigerador.
2. Tomando este último dato como base se supuso que el mismo número de viviendas cuentan con equipo de aire acondicionado; y se consideró que en viviendas de 3 o más habitaciones contaban con 2 equipos y con 1 para las de 2 o menos habitaciones; resultando un total de 1 millón 202 mil 012 sistemas de aire acondicionado de uso doméstico en el Estado.
3. De acuerdo con el Fideicomiso de Ahorro para la Energía Eléctrica (FIDE), cada equipo de aire acondicionado tiene una carga promedio de 1.5 Kg 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 120 g por equipo.

### Por automóviles

- En este punto se consideró la flota total registrada en Baja California en 2005 era de un millón 192 mil 045 y se asumió que todos los vehículos contaban con aire acondicionado.
- Asimismo, se consideró un factor de emisión de 166 Kg de CO<sub>2</sub> equivalente al año por unidad funcional con base en HFC-134a, gas utilizado en aire acondicionado para automóviles y reportado por el IPCC, estimando con ello un total de 2.53 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente.<sup>25</sup>

**Tabla 18. Emisiones de Gases Fluorados por Refrigeración y Aire Acondicionado en Baja California.**

Compuesto	Refrigeradores y aire acondicionado en viviendas Kg HCFC/año	Aire acondicionado en automóviles Gg CO <sub>2</sub> /año	Total Gases Fluorados Gg CO <sub>2</sub> equiv.
HCFC-22*	28,175.06	---	47.89
HFC-134a	---	2.53	2.53
<b>Total</b>	<b>28,175.06</b>	<b>2.53</b>	<b>50.43</b>

\* Factor de calentamiento global de HCFC = 1,700  
FUENTE: FIDE, 2007.

### Producción vitivinícola

En Baja California, por su ubicación geográfica, se asienta la industria vitivinícola más importante del país. Las zonas de cultivo más importantes son: Valle de Guadalupe y Valle de Calafia; la zona de Tecate, Valle de Santo Tomás, San Vicente, Valle de Mexicali, Tijuana, Ensenada y Santo Domingo, que en su conjunto conforman la Franja del Vino. En esta zona existen 26 empresas vitivinícolas que representan el 95% de la producción nacional de vino de mesa con una producción anual de 200 mil hectolitros, de los cuales el 20% se destina al mercado de exportación<sup>26</sup>.

Las casas productoras de vino en la región son Santo Tomás, dedicado a producir Cabernet Sauvignon (tinto) y Chardonnay (blanco); Cavas Valmar y Pedro Domecq; Productores de Uva S.A. y Vinícola La Cetto; Bodegas San Antonio y la Vinícola Regional y Vinos de Licores de Calidad.

La industria vitivinícola contribuye esencialmente con compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM) los cuales al liberarse en la atmósfera eventualmente se oxidan para formar CO<sub>2</sub>. El factor de emisión considerado para la generación de COVDM es de 0.08 Kg por hectolitro de vino producido<sup>34</sup>.

Esta industria contribuye con la emisión de 0.02 Gg de COVDM. De acuerdo a la metodología del IPCC 2006<sup>27</sup> para determinar las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, es necesario multiplicar la

generación de COVDM por la fracción de carbono en los mismos (valor predeterminado =0.6) y este a su vez por 44/12.

La emisión total de la industria vitivinícola en CO<sub>2</sub> equivalente es de: 0.044 Gg.

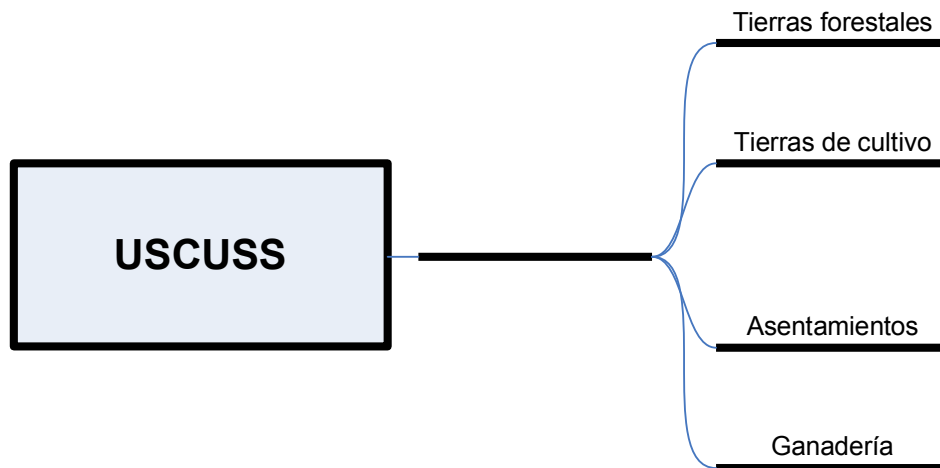
**Tabla 19. Emisiones de los Procesos Industriales en Baja California.**

<b>Tipo de industria</b>	<b>Total Gg CO<sub>2</sub> equiv.</b>
Cemento	227.75
Alimentos y bebidas	70.01
Acero	92.60
Refrigeración y aire acondicionado	50.43
Vitivinícola	0.04
<b>Total</b>	<b>440.83</b>

*FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.*

## V. AGRICULTURA, SILVICULTURA Y CAMBIO DE USO DE SUELO

Este capítulo estima las emisiones de GEI provenientes de las actividades primarias - agropecuarias, silvícolas y de agostadero- (USCUSS) en el estado de Baja California para el año 2005, empleando la metodología propuesta y validada por el IPCC.



**Figura 15. Estructura de la categoría USCUSS**

*FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.*

En la parte correspondiente a agricultura y ganadería, se consideran las emisiones de GEI procedentes de tres fuentes:

- a. Fermentación entérica y manejo de estiércol de ganado doméstico.
- b. Quema en campo de residuos agrícolas.
- c. Suelos agrícolas.

Se trata de las emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) provenientes de la fermentación entérica y manejo de estiércol. El metano procedente de la fermentación entérica de los herbívoros es una consecuencia del proceso digestivo durante el cual los hidratos de carbono se descomponen por la acción de microorganismos. El metano procedente del manejo del estiércol obedece a su descomposición en condiciones anaeróbicas, esas condiciones se presentan en lo general cuando se cría un número elevado de animales en un área confinada.

En lo agrícola, los sistemas de producción generan una gran cantidad de desperdicios o residuos, la quema de éstos en campo es una práctica común. Las estimaciones que se ofrecen corresponden a las emisiones de metano, monóxido de carbono (CO), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) procedentes de los residuos de las cosechas.

En relación a los suelos agrícolas se estiman las emisiones directas de óxido nitroso de éstos, de los dedicados a la producción animal y las provenientes del nitrógeno directamente utilizado en la agricultura, como la Urea y el Amoniaco.

### Silvicultura, Ganadería y Usos de la Tierra

Se trata de estimación de las emisiones o remociones de carbono (y de bióxido de carbono) que obedecen a los cambios en la biomasa de bosques y de otros tipos de vegetación leñosa que resultan de la actividad humana.

En lo correspondiente a silvicultura y usos o cambios de uso del suelo las estimaciones se centran en dos actividades:

- a. Los cambios en biomasa de bosques y en otros tipos de vegetación leñosa,
- b. El abandono de tierras cultivadas.

### 1. DATOS DE ACTIVIDAD

Los factores de emisión considerados para estimar las emisiones de metano de fermentación entérica y manejo de estiércol se presentan en la Tabla 20.

**Tabla 20. Factores de Emisión para fermentación entérica.**

Tipo de ganado	No. Animales cabezas	Factores de Emisión (FE)	
		Fermentación Entérica Kg CH <sub>4</sub> /cabeza-año	Manejo de Estiércol Kg CH <sub>4</sub> /cabeza-año
Aves de corral	1,232,086	N.D.	0.02
Cabras/chivos	117,182	5	0.17
Cerdos	12,231	1	28
Otro ganado vacuno	175,820	53	2
Ovejas	26,935	5	0.15
Vacas	54,327	121	71

*N.D.- No Disponible*

*FUENTE: SAGARPA 2005 e IPCC, 2006.*

Las emisiones directas óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) por sistemas de manejo de estiércol se calculan con los siguientes datos:

**Tabla 21. Factores de Emisión para emisiones directas de N<sub>2</sub>O.**

Tipo de ganado	Relación de N por excreta [Kg N (1000 Kg animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> ]	FE directas de N <sub>2</sub> O-N [Kg N <sub>2</sub> O-N(Kg N in MMS) <sup>-1</sup> ]
Cabras/chivos	5	0.005
Cerdos	0.24	0.005
Otro ganado vacuno	0.31	0.005
Ovejas	5	0.005
Vacas	0.44	0.005

FUENTE: IPCC, 2006.

Las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de manejo de estiércol fueron determinadas con los factores mostrados en la Tabla 22:

**Tabla 22. Factores de Emisión para manejo de estiércol.**

Tipo de ganado	Fracción de N en estiércol volatilizado	FE [Kg N <sub>2</sub> O-N (Kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N volatilizado) <sup>-1</sup> ]	Fracción N/año por excretas manejadas
Cerdos	0.45	0.01	0.042
Vacas	0.3	0.01	0.263

FUENTE: IPCC, 2006.

Para la generación de N<sub>2</sub>O indirecto solamente se reportan los factores para ganado vacuno y porcino, debido a que no se cuenta con datos de la fracción de N en el estiércol.

En cuánto a los cálculos de tierra forestal mantenida correspondiente al aumento anual de reservas de carbono en la biomasa (biomasa en superficie y subterránea) se tienen los siguientes datos:

**Tabla 23. Áreas forestales en Baja California.**

Parámetro	Baja California (ha)
Área forestal que permanece	680,009.48
Área convertida a asentamiento	-680

FUENTE: SAGARPA, 2005.

En el estado de Baja California no se encontraron datos sobre emisiones anuales de CO<sub>2</sub> por fertilización con Urea, por otro lado no existen suelos de tipo orgánico, por lo tanto, no es posible hacer estimaciones directas de N<sub>2</sub>O de suelos manejados.

No se cuenta con suficiente información para realizar los cálculos de Tierra Forestal mantenida por pérdida de carbono por perturbaciones.

En relación a las estimaciones en las categorías “Tierra convertida en asentamientos” específicamente sobre:

- Cambio anual en reservas de carbono en suelos minerales, y
- Cambio anual en reservas de carbono en suelos orgánicos.

En Baja California no hay suelos orgánicos ni se tienen datos para distinguir suelos minerales en los asentamientos que se han ido desarrollando

Para los cálculos referentes a la quema de biomasa en tierras forestales (tierras forestales mantenidas tierras forestales). En la siguiente tabla se muestran los factores de emisión utilizados para realizar los cálculos de quema de biomasa.

**Tabla 24. Factores de Emisión para quema de biomasa.**

Tipo de suelo	Factor de Emisión [g GEI (Kg materia seca quemada) <sup>-1</sup> ]	
Forestal (FL)	CH <sub>4</sub>	6.1
	CO	78
	N <sub>2</sub> O	0.06
	NO <sub>x</sub>	1.1
Cultivo (CL)	CH <sub>4</sub>	2.7
	CO	92
	N <sub>2</sub> O	0.07
	NO <sub>x</sub>	2.5

FUENTE: IPCC, 2006.

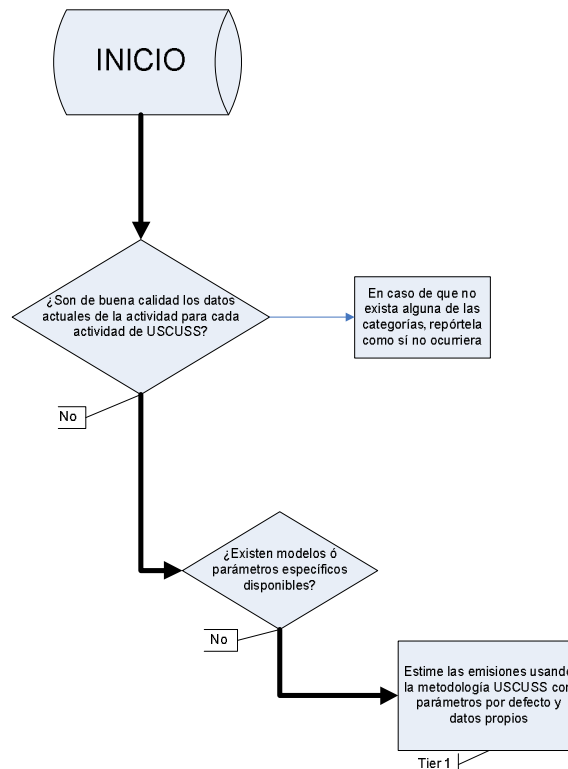
En Baja California durante el año base se quemaron 10,489 ha de área de cultivo, 13,284 ha de áreas de otro uso y 6,776 ha Forestal.

En relación a las estimaciones de “Emisiones por quema de biomasa en tierras forestales (tierras convertidas a tierras forestales)”: Baja California no tiene tierras que alcancen la categoría de forestales que provengan de trabajos de aforestación

## 2. METODOLOGÍA

A Continuación se presentan una sucesión de cuadros con datos y estimaciones de emisiones de GEI que se consideran pertinentes para el caso de Baja California.

De acuerdo con la información obtenida se presenta en la siguiente figura el árbol de decisiones utilizado para determinar el nivel metodológico de esta categoría.



**Figura 16. Árbol de decisiones para la categoría USCUS**

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

En este apartado se muestra la manera en la que se desarrolló el presente capítulo. Para realizar las estimaciones se utilizó el software del IPCC, el cual, consiste en una serie de hojas de cálculo especiales para esta categoría.

Con el objeto de realizar un inventario apegado a las buenas prácticas recomendadas por el IPPC, es preciso realizar algunas consideraciones para el sector de silvicultura, agricultura, ganadería y cambio de uso de suelo (USCUS), como las que se muestran a continuación:

- No se puede considerar la contabilidad de suelos orgánicos en los procesos de agotamiento, porque éstos no existen, así como tampoco en los suelos minerales.
- El estado no cuenta con tierras forestadas que hayan alcanzado el nivel de desarrollo para ser consideradas como tierras forestales.
- Baja California no tiene tierras que puedan ser consideradas como praderas o pastizales, existen praderas artificiales en zonas de riego con *rye grass* principalmente, pero están consideradas más apropiadamente como tierras de cultivo en función del modo de producción intensiva.
- En la entidad no hay tierras que alcancen la categoría forestal que provengan de trabajos de forestación.
- Las tierras abiertas de cultivo en Baja California no existen desde hace décadas.

Teniendo en consideración estas aclaraciones, a continuación se muestran algunas de las principales ecuaciones empleadas para realizar el inventario correspondiente a esta categoría.



Para analizar los datos referentes a la biomasa:

**Incremento anual de biomasa en reserva en tierras con determinado su uso de suelo**

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Donde:

- $\Delta C_B$ : Incremento anual de biomasa en las reservas de carbón de la cada categoría de uso de suelo (ton C/año)
- $\Delta C_G$ : Incremento anual de biomasa en las reservas de carbón de la toda el área (ton C/año)
- $\Delta C_L$ : Decremento anual de biomasa en las reservas de carbón de la toda el área debido a las pérdidas en cada categoría (ton C/año)

**Incremento anual de biomasa en reserva**

$$\Delta C_{\text{Suelos}} = \Delta C_{\text{Mineral}} - L_{\text{Orgánico}} + \Delta C_{\text{Inorgánico}}$$

Donde:

- $\Delta C_{\text{Suelos}}$ : Cambio anual en las reservas de carbono en los suelos (ton C/año)
- $\Delta C_{\text{Mineral}}$ : Cambio anual en las reservas de carbono en los suelos minerales (ton C/año)
- $\Delta C_{\text{Inorgánico}}$ : Cambio anual en las reservas de carbono inorgánico en los suelos (ton C/año). En Tier 1 su valor es 0.
- $L_{\text{Orgánico}}$ : Cambio anual en las reservas de carbono orgánico en los suelos (ton C/año)

**Promedio de incremento anual de biomasa**

$$G_{\text{Total}} = \sum [G_W * (1+R)]$$

Donde:

- $G_{\text{Total}}$ : Promedio de incremento anual de biomasa (ton dm ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)
- R: Relación de biomasa por debajo y por encima del suelo (ton dm de biomasa encima del suelo) en Tier 1 este valor es 0.
- $G_W$ : Promedio de incremento anual de biomasa para un tipo específico de vegetación (ton dm ha<sup>-1</sup> año)

Para estimar los GEI resultantes de incendios y quema:

#### Estimación de GEI provenientes de la quema

$$L_{\text{Fuego}} = A * M_B * C_f * G_{\text{ef}} * 10^{-6}$$

Donde:

$L_{\text{Fuego}}$ :	Cantidad de emisiones de GEI provenientes de incendios (ton de cada gas )
A:	Área quemada (ha).
$M_B$ :	Masa de combustible disponible para combustión (ton/ha). En Tier 1 este valor es 0.
$C_f$	factor de combustión, (valor predeterminado IPCC)
$G_{\text{ef}}$	factor de emisión (g/Kg de materia seca quemada) (Valor predeterminado)

En el caso de las emisiones por fermentación entérica:

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \sum [EF_{(T)} * (N_{(T)} / 10^6)]$$

Donde:

$EF_{(T)}$ :	Factor de emisión por el tipo de ganado, definido por la población del mismo Kg CH <sub>4</sub> / cabeza * año
$N_{(T)}$ :	Numero de cabezas de ganado por tipo en el estado
T :	Tipo de ganado

La ecuación para calcular las emisiones de metano provenientes del manejo de excretas es:

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \sum_{(T)} [ (EF * N) / 10^6 ]$$

Donde:

$EF_{(T)}$ :	Factor de emisión por el manejo de excretas, definido por la población del mismo Kg CH <sub>4</sub> / cabeza * año
$N_{(T)}$ :	Numero de cabezas de ganado por tipo en el estado
T :	Tipo de ganado

Para el óxido nitroso:

$$\text{Emisiones directas de N}_2\text{O}_{(mm)} = \sum_{(S)} [ \sum_{(T)} (N_{(T)} * Nex_{(T)} * MS_{(T,S)} * EF_{3(S)}) * 44/28 ]$$

Donde:

$EF_{3(S)}$ :	Factor de emisiones directas de $N_2O$ por el manejo de excretas de tipo (S), (Kg $N_2O-N$ / Kg N) en el sistema (S).
$N_{(T)}$ :	Número de cabezas de ganado por tipo en el estado.
T :	Tipo de ganado.
S:	Tipo de sistema de manejo de excretas.
$Nex_{(T)}$	Promedio anual N de excreta por cabeza (T), (Kg N/animal*año).
$MS_{(T,S)}$	Fracción de la excreta total anual para cada tipo de ganado (T) manejado en el sistema (S).
44/28	Factor de conversión

### Emisiones indirectas de $N_2O$

$$N_2O_{(Volatilización-MMS)} = \sum_{(S)} [ \sum_{(T)} [(N_{(T)} * Nex_{(T)} * MS_{(T,S)}) * (Frac_{GasMS}/100)_{(T,S)} ] ]$$

Donde:

$Frac_{GasMS}$ :	Porcentaje de excreta manejada para la categoría (T) que volatiliza $NH_3$ y $NO_x$ en el sistema (S) (%).
$N_{(T)}$ :	Número de cabezas de ganado por tipo en el estado.
T :	Tipo de ganado.
S:	Tipo de sistema de manejo de excretas.
$Nex_{(T)}$	Promedio anual N de excreta por cabeza (T), (Kg/animal*año).
$MS_{(T,S)}$	Fracción de la excreta total anual por tipo de ganado (T) manejado en el sistema (S).
$N_2O_{(Volatilización-MMS)}$	Cantidad de nitrógeno de excreta que se pierde debido a la volatilización de $NH_3$ y $NO_x$ , Kg N/año.

### 3. RESULTADOS

En la tabla que se muestra a continuación se presentan los datos resultantes de GEI directos e indirectos para la presente categoría:

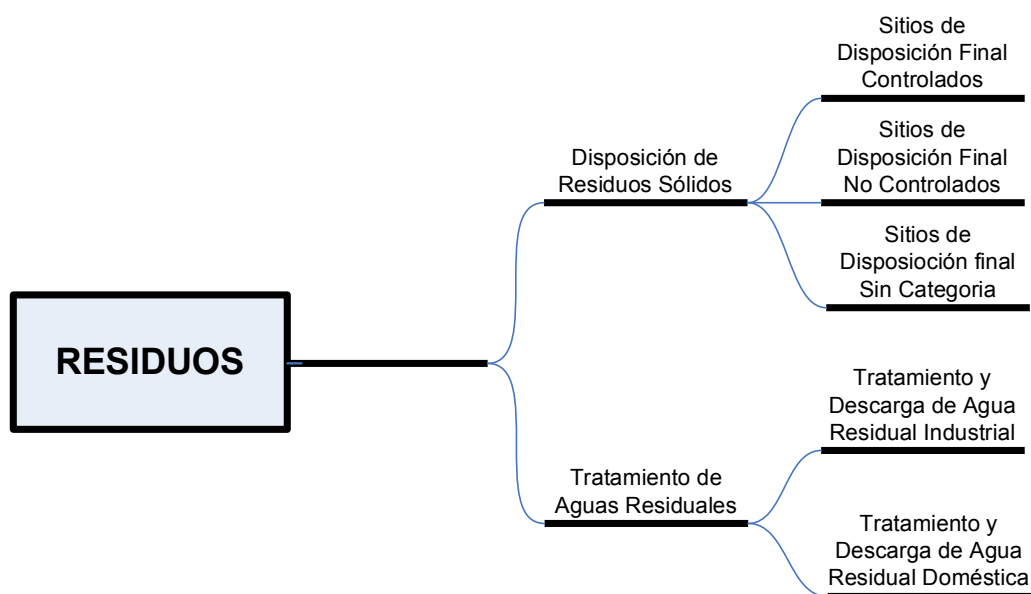
**Tabla 25. Resultados de GEI por USCUS en Baja California.**

Categoría de emisiones	Emisiones en Gg					
	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	C	CO	NO <sub>x</sub>	N
Fermentación entérica y manejo de estiércol	21.22477	---	---	---	---	---
N <sub>2</sub> O directo de sistemas de manejo de estiércol	---	1.71791	---	---	---	---
N <sub>2</sub> O indirecto de manejo de estiércol	---	0.00419801	---	---	---	---
N indirecto de manejo de estiércol	---	---	---	---	---	1.40324
Aumento anual de reservas de carbono en la biomasa en superficie y subterránea (Tierra forestal mantenida tierra forestal)	---	---	1,795.22503	---	---	---
Cambio anual en reservas de carbono en biomasa (Tierra convertida en asentamientos)	---	---	-0.74090	---	---	---
Cambio anual en reservas de carbono en materia orgánica debido a la conversión de tierra (Tierra convertida en asentamientos)	---	---	13.80400	---	---	---
Por quema de biomasa en tierras forestales (Tierras forestales mantenidas tierras forestales)	0.00004	0.00000039	---	0.00050	0.0000071	---
Por quema de biomasa en tierra de cultivo (Tierra de cultivo mantenida como tierra de cultivo)	0.000025	0.0000070	---	0.0008685	0.0000236	---
Por quema de biomasa en tierra de uso diferente al cultivo (Tierra de cultivo mantenida como tierra de uso diferente al cultivo)	0.000029	0.0000007	---	0.0009777	0.0000266	---
<b>Total (Gg de gas GEI)</b>	<b>21.22</b>	<b>1.72</b>	<b>1,808.29</b>	<b>0.00235</b>	<b>0.0000573</b>	<b>1.40</b>
<b>Gg de CO<sub>2</sub> equivalente</b>	<b>445.72</b>	<b>533.86</b>	---	---	---	---

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

## VI. RESIDUOS

En este capítulo se incluye la información correspondiente a los aspectos generales de manejo, tratamiento y disposición de residuos sólidos y aguas residuales, clasificados ambos en municipal e industrial, tal como se observa en el diagrama siguiente.



**Figura 17. Estructura de la categoría de Residuos**

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

La información requerida sobre las actividades relacionadas a éste rubro por la guía del IPCC<sup>27</sup> se refieren a la generación, composición y disposición de residuos sólidos (industrial y municipal), generación per-cápita, cantidad de sitios de disposición final y tipo de manejo de los mismos (controlados o no controlados). Adicionalmente se requieren datos generales como PIB, población y clima.

En la metodología del IPCC<sup>27,28</sup> también se incluyen las categorías de tratamiento de biológico, así como la incineración y quema a cielo abierto de residuos, sin embargo en el caso de la primera no se pudo realizar por falta de información y en lo referente a la segunda, el gobierno del estado reporta que no se llevan acabo dichas actividades en Baja California.

## 1. DATOS DE ACTIVIDAD

### Residuos Sólidos

El tratamiento y disposición de residuos sólidos municipales (RSM) produce cantidades significativas de metano (CH<sub>4</sub>). Por otro lado también los sitios de disposición de residuos sólidos (SDRS) también produce óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), bióxido de carbono biogénico (CO<sub>2</sub>), así como compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM), pequeñas cantidades de óxidos de nitrógeno (NOx), y monóxido de carbono (CO) estos últimos no se encuentran contemplados en la metodología del IPCC 1996<sup>35</sup>.

### Generación

La cantidad de residuos sólidos generados en Baja California durante el 2005 fue de 1.169 millones de toneladas, que representan el 3.3% del total generado en el país, con una generación diaria per-cápita de 1.120 Kg/hab (Ver Tabla 26).

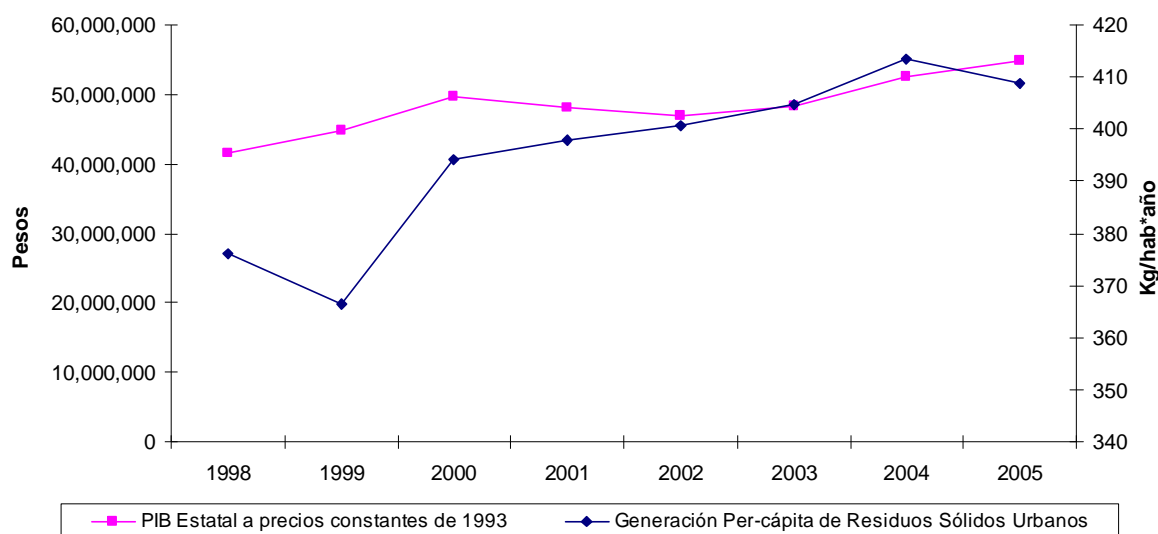
**Tabla 26. Comparación de Generación per-cápita de Residuos Sólidos México vs Baja California.**

Año	Nacional hab	Nacional Kg/hab*día	Baja California (hab)	Baja California (Kg/hab*día)
1998	95,790,135	0.87	2,220,945	1.030
1999	97,114,831	0.87	2,301,188	1.004
2000	98,438,553	0.86	2,387,191	1.080
2001	99,715,512	0.87	2,475,692	1.090
2002	100,909,383	0.87	2,563,651	1.098
2003	101,999,558	0.88	2,650,399	1.109
2004	103,001,871	0.92	2,736,263	1.133
2005*	103,946,866	0.93	2,844,469	1.120

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

2005\* Dato estimado con base en Compendio de Estadísticas Ambientales 2006, SEMARNAT.

En el caso de la generación de residuos sólidos se puede observar una estrecha relación en su comportamiento con el crecimiento del PIB del estado, el cual fue de 19 mil 266 *per cápita*.



**Figura 18. Evolución de PIB Estatal y Generación per-cápita de residuos sólidos**

FUENTE: Compendio de Estadísticas Ambientales 2006, SEMARNAT y Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Dir. Gral. de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, marzo, 2006. INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

### Composición

La composición de los residuos sólidos en Baja California se definió considerando la información tanto del gobierno estatal como de lo reportado para las ciudades de Tijuana<sup>29</sup> y Mexicali<sup>30</sup>, ciudades donde se concentra el 80% de la población.

**Tabla 27. Composición de Residuos Sólidos en Baja California**

Tipo de Residuos	%
Residuos Alimenticios	44.34
Jardín y Parques	18.51
Papel y cartón	11.43
Madera	0.63
Textiles	4.49
Pañales desechables	9.23
Hule y cuero*	0.00
Plástico	6.32
Metal	1.35
Vidrio (porcelana y china)	1.99
Otros (polvo, cenizas, suelo, residuos electrónicos, etc.)	1.71
<b>Total</b>	<b>100</b>

FUENTE: Elaborada por CMM, 2007<sup>29, 27</sup>.

NOTA: La información sobre hule y cuero se consideró dentro de la categoría de "Otros" para fines del presente inventario.

### Disposición

De acuerdo con información proporcionada por el gobierno del estado en 2005 la entidad tenía 5 rellenos sanitarios, 2 confinamientos y 2 tiraderos a cielo abierto, de los cuales 2 se encuentran inactivos (un relleno sanitario en Ensenada y un confinamiento en Mexicali). A excepción de los tiraderos a cielo abierto, el resto de los sitios son operados por terceros, es decir se encuentran bajo concesión a empresas privadas

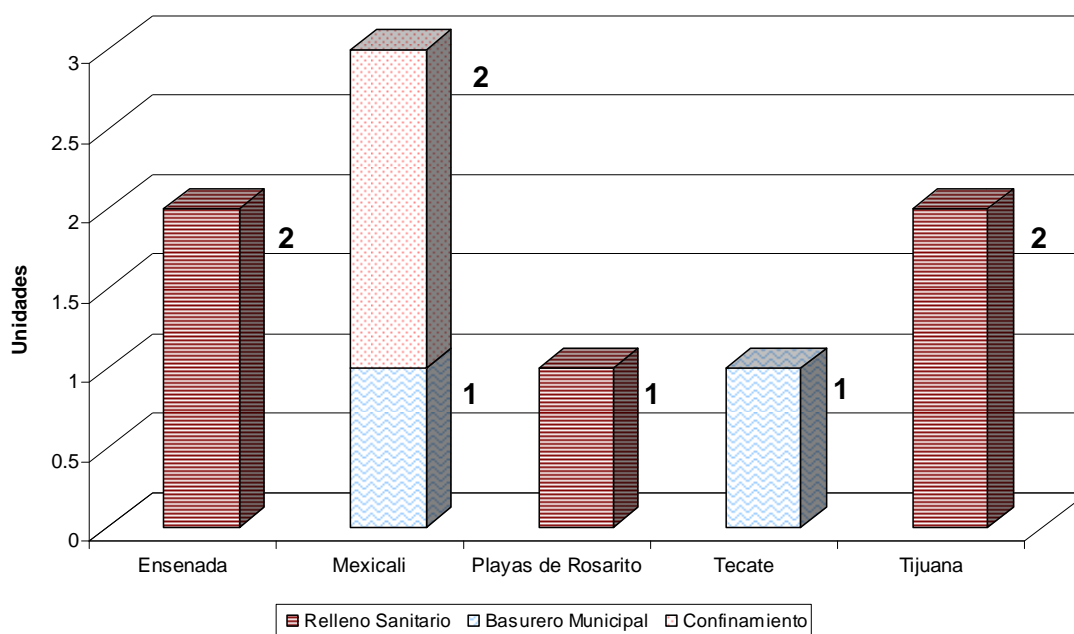
Como se mencionó anteriormente durante el año base se generaron 1.163 millones toneladas de residuos, de los cuales se dispusieron 1.119 millones, es decir, el 96.2% del total; de estos, el 72.4% se dispuso en rellenos sanitarios y confinamiento (sitios controlados) y 27.6% en los tiraderos a cielo abierto (sitios no controlados). El 4.8% restante del total representa cerca de 44 mil toneladas de residuos peligrosos y no se dispone en el estado, si no que se regresa a su país de origen debido a que provienen de la industria maquiladora.

En el caso de los rellenos sanitarios, se recibieron aproximadamente 807 mil toneladas de residuos, de las cuales el 92.9% son municipales y 7.1%, industriales.

En los tiraderos a cielo abierto se disponen alrededor de 309 mil toneladas que se componen en un 89% de residuos sólidos municipales y un 11% de residuos industriales.

Por su parte, los confinamientos recibieron 3.3% del total de los residuos generados por la industria, equivalente a poco más de 3 mil toneladas de residuos peligrosos; cifra significativamente baja en comparación con la nacional, la cual se reporta en 45 mil toneladas para el mismo año<sup>31</sup>.

En la siguiente figura se muestra la ubicación los sitios de disposición final que existen en el estado y su tipo.



**Figura 19. Sitios de disposición final en Baja California**

FUENTE: Elaborada por CMM, 2007. Con base en Información proporcionada por el Gobierno del estado de Baja California.



## Aguas Residuales

La información presentada en este apartado es referente a aguas residuales municipales e industriales.

En Baja California existen cuatro organismos oficiales responsables de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario que atienden a los municipios de Ensenada, Mexicali, Tijuana - Playas de Rosarito y Tecate. La información facilitada por el gobierno del estado esta basada en datos estadísticos realizados por dichos organismos.

Según datos del INEGI<sup>32</sup> de las 682 mil viviendas existentes en el estado el 89% cuentan con instalaciones de drenaje, el 8.46% no disponen de este servicio y el 2.13%, no se sabe. Estas cifras se encuentran por encima de la media nacional del 87% para viviendas con drenaje y del 12% para las que carecen del mismo.

En la siguiente tabla se presenta la distribución por tipo de drenaje en las viviendas.

**Tabla 28. Distribución de Viviendas por disponibilidad de drenaje en Baja California.**

Disponibilidad de drenaje en viviendas	%
No especificado	2.13
No disponen de drenaje	8.46
Disponen de drenaje	89.41
<b>Total</b>	<b>100</b>
<i>Conectado a la red pública</i>	<i>83.34</i>
<i>Conectado a fosa séptica</i>	<i>16.00</i>
<i>Conectado a barranca o grieta</i>	<i>0.46</i>
<i>Conectado a río, lago o mar</i>	<i>0.19</i>
<b>Total</b>	<b>100</b>

FUENTE: Elaborada por CMM, 2007. Con base en INEGI<sup>32</sup>

Durante el 2005, de acuerdo con cifras estimadas por el CMM con información de los organismos de agua del estado, se generaron un total de 195 millones de m<sup>3</sup> de agua potable, de los cuales se recolectaron 144 millones, que equivalen a cerca del 74% del total generado. Baja California contaba con 26 plantas de tratamiento para aguas residuales municipales con una capacidad instalada de 5.64 m<sup>3</sup>/s y un volumen tratado de 123.2 millones de m<sup>3</sup>/año, predominando las lagunas y zanjas de oxidación y los lodos activados como métodos de tratamiento.

Para el tratamiento de las aguas residuales industriales se contaba con una infraestructura de 179 plantas con capacidad de 0.39 m<sup>3</sup>/s, tratando un volumen total en el 2005 de 12 millones de m<sup>3</sup>/año. Estas cifras representan el 5.5 y el 1.4% del total de aguas residuales municipales e industriales tratadas a nivel nacional, respectivamente.<sup>33</sup>

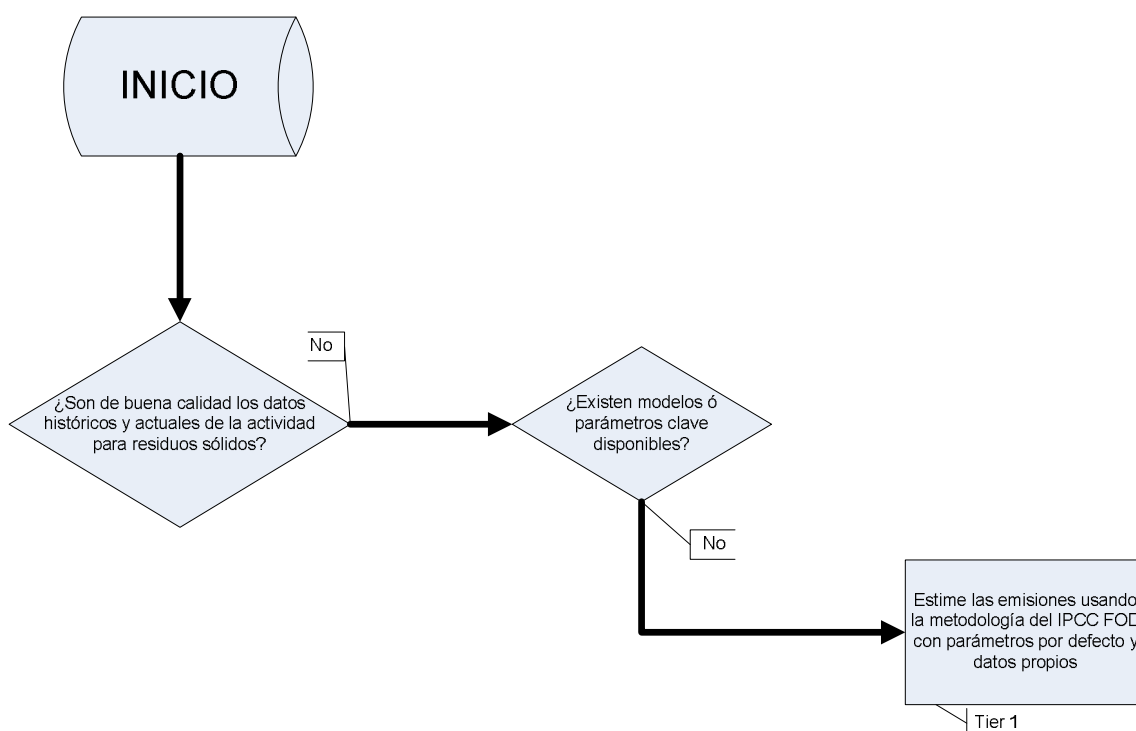
Es importante mencionar que para las aguas residuales industriales no se contó con información proveniente de la industria sobre la producción total anual, ni la cantidad de agua residual generada por dicha producción; por lo que fue necesario realizar los cálculos basado en los totales de agua residual industrial reportados

## 2. METODOLOGÍA

La estimación de emisiones de GEI provenientes de la categoría de residuos incluyó las siguientes sub-categorías: disposición de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales en ambos casos de tipo municipal e industrial. En este punto es conveniente recordar que para el año base de acuerdo con el Gobierno del estado, no se realiza incineración ni quema a cielo abierto de residuos, y tampoco existe tratamiento biológico.

Por lo que respecta al manejo de los residuos peligrosos, éstos se consideran como residuos de manejo especial y están incluidos dentro de la categoría de residuos sólidos.

Con base en la información disponible se elaboró el árbol de decisiones, mediante el cual se determinó que el nivel de inventario para residuos sería de nivel básico –Tier 1, con acercamientos a 2.



**Figura 20. Árbol de decisiones para la categoría de Residuos.**

FUENTE: Elaborada por CMM, 2007.

A continuación se presenta una breve explicación de cómo se estimaron las emisiones de metano y bióxido de carbono para las categorías de residuos sólidos y aguas residuales. Se describen algunas de las ecuaciones principales usadas por el IPCC<sup>35</sup> para desarrollar la categoría de residuos.

Además de los datos de actividad, es necesario contar con parámetros y factores de emisión; sin embargo, el estado no cuenta con la suficiente información de buena calidad como para poder crearlos. Por lo tanto, siempre que no fuera posible calcularlos, se optó por usar los que utiliza el INEGI<sup>34</sup> para México ó en su defecto los del IPCC<sup>35</sup> para México ó Norteamérica.

Con la categoría de residuos sólidos fue posible determinar el valor del factor de corrección de metano (MCF) y el contenido orgánico de carbono (DOC) en función de la información recolectada para el estado.

Para realizar los cálculos referentes a la categoría de residuos sólidos originalmente se había estipulado hacer el cálculo de acuerdo a la metodología y el software del IPCC 2006<sup>27</sup>, sin embargo debido a que existió subestimación en los cálculos de las emisiones con dicho software, por requerir series de datos para mínimo 50 años; fue necesario para garantizar la comparabilidad con otros inventarios como el INEGI<sup>34</sup>, utilizar la el software y la metodología del IPCC 1996<sup>35</sup>. En dicho programa se proporcionan los datos de actividad sobre disposición de residuos sólidos y diversos parámetros para el sector de residuos sólidos (municipales e industriales), programa esta basado en una ecuación de primer orden que estima la cantidad de metano generado como resultado de la degradación de la materia orgánica bajo condiciones anaeróbicas tomando en cuenta que parte del metano es oxidado cuando se cubren los residuos, cuando se queman o se usan para generación de energía.

Por otro lado es conveniente aclarar que para la estimación del metano y bióxido de nitrógeno generado por aguas residuales su utilizó la misma herramienta o software del IPCC 1996<sup>35</sup> para ser congruentes con el control de calidad del sector de residuos. Éste software, trata de una serie de hojas cálculo en las cuales se trabaja con datos referentes a la fracción de población que cuenta con servicio de tratamiento de aguas residuales municipales, así como, los tipos de tecnologías que existen, la DBO per-cápita, etc. En el caso de las aguas industriales, se utilizaron datos de actividad diferentes la cantidad de agua residual generada por la industria y los tipos de tecnologías con que cuentan; por último, para estimar las emisiones de bióxido de nitrógeno, se necesitó el consumo de proteína por persona y la población.

### Residuos Sólidos Municipales e Industriales

Las emisiones provenientes de la disposición de los residuos sólidos son estimadas mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones } CH_4 = [\sum x CH_4 \text{ generados } T - RT] * (1 - OXT)$$

Donde:

Emisiones CH <sub>4</sub> :	CH <sub>4</sub> emitido en el año T, (Gg).
T :	Año del Inventario.
x :	Categoría del residuo o tipo/material
RT :	CH <sub>4</sub> recuperado en el año T, (fracción)
OXT :	Factor de Oxidación en el año T, (fracción)

El metano es generado como el resultado de la degradación de material orgánico mediante condiciones anaeróbicas. La ecuación anterior toma en cuenta la recuperación de metano y la cantidad de residuos que es oxidada por el suelo u algún otro material de cobertura.

Con la siguiente ecuación se calcula la fracción de materia orgánica degradable en los residuos sólidos generados en el año:

$$DOC = \sum_i (DOC_i * W_i)$$

Donde:

DOC: Contenido de Materia Orgánica en el residuos "i"  
W: fracción de residuo "i" en peso (composición)

La ecuación presentada a continuación sirve para calcular la cantidad de metano generado en el año del inventario.

$$CH_4 \text{ generado} = (DDOC_{m \text{ decomp} T} * F * 16/12)$$

Donde:

DDOC<sub>m decomp T</sub>: Masa en descomposición de Carbono Orgánico (DOC) dispuesto, (Gg)  
F: fracción de CH<sub>4</sub>, (Gg)  
DOC: Carbón Orgánico degradable (DOC) en el año 2005  
DOC<sub>i</sub>: fracción de DOC (fracción)  
MCF: Factor de Corrección de Metano por descomposición aerobia en el año 2005)

### Aguas Residuales

Con las ecuaciones que se muestran en las siguientes páginas se realizaron los cálculos en el software del IPCC 1996<sup>35</sup>.

La siguiente ecuación es la principal, con esta formula se relaciona la población, la cantidad de DBO en el agua residual y los factores de emisión entre otros.

$$WM = [P * D * SBF * EF * FTA * 365 * 10^{-9}]$$

Donde:

WM: CH<sub>4</sub> emitido en el año T, (Kg CH<sub>4</sub>/año).  
D: Materia orgánica total en agua residual (Kg DBO/año).  
SBF: Fracción de DBO que sedimenta (Kg DBO/año).  
P: Población (habitantes).  
T: Tipo de descarga o tratamiento.  
EF: Factor de emisión (Kg CH<sub>4</sub>/Kg DBO).  
FTA: Fracción de DBO en lodos que se degrada (anaerobia).

Para calcular el factor de emisión:

$$EF = [Bo * MCF]$$

Donde:

EF:	Factor de emisión, Kg CH <sub>4</sub> /Kg DBO
Bo:	Máxima capacidad de producción de CH <sub>4</sub> , Kg CH <sub>4</sub> /Kg DBO
MCF:	Factor de corrección de metano (fracción)

Para calcular el contenido de materia orgánica total en el agua residual:

$$TOW = [P * Ddom]$$

Donde:

TOW:	Residuo orgánico total en agua residual, Kg DBO/año
P:	Población total, (habitantes)
Ddom:	Componente orgánico degradable, Kg DBO/1000 personas*año

Para determinar las emisiones por metano de las aguas residuales industriales se necesitan datos como la cantidad de aguas residuales generadas en el año, la DBO que contiene esa agua

$$Emisiones CH_4 = [\sum_j (EF_j - RT) * (TOW - S)]$$

Donde:

Emisiones CH <sub>4</sub> :	CH <sub>4</sub> emitido en el año T, (Kg CH <sub>4</sub> /año)
TOW:	Materia orgánica total en agua residual (Kg DBO/año).
S:	Lodos removidos (Kg DBO/año)
EF <sub>j</sub>	Factor de emisión (Kg CH <sub>4</sub> /Kg DBO)
RT:	CH <sub>4</sub> recuperado

La estimación de N<sub>2</sub>O se realizó con la ecuación:

$$Emisiones N_2O = N_{EFLUENTE} * EF_{EFLUENTE} * 44/28$$

Donde:

Emisiones N <sub>2</sub> O:	Oxido nitroso emitido en el año T, (Kg N <sub>2</sub> O/año)
NEFLUENTE:	Nitrógeno en el efluente descargado en ambiente acuático (Kg N/año).
EFEFLUENTE:	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O para aguas residuales (Kg N <sub>2</sub> O/Kg N).
44/28:	Factor de conversión de N <sub>2</sub> O–N a Kg N <sub>2</sub> O.

A continuación, en las Tablas 29, 30 y 31 se enlistan los factores ocupados para cada una de los sectores que contabilizaron en el inventario; en una de las columnas se muestra el usado para Baja California y en la siguiente se muestra el usado para el INEGI<sup>34</sup>.

**Tabla 29. Factores para Residuos Sólidos, 2005**

<b>Factor</b>	<b>Baja California (CMM, 2007)</b>	<b>México (INEGI, 1990-2002<sup>34</sup>)</b>
MCF Sitios Controlados	1	1
MCF Sitios No Controlados>5m	0.8	0.8
MCF Sitios No Controlados<5m	0.4	0.4
MCF Sitios Controlados*	0.72	0.21
MCF Sitios No Controlados>5m*	0	0.1
MCF Sitios No Controlados<5m*	0.11	0.26
DOC <sub>f</sub>	0.77	0.77
F	0.5	0.5
Factor de Conversión	16/12	16/12
R	0	0
DOC*	0.184	0.141
OX	0	0

*\*, Calculados con Software de IPCC 1996<sup>35</sup>.*

*FUENTE: Elaborado por CMM, 2007; con base en INEGI 1990-2002<sup>34</sup> y datos propios.*

**Tabla 30. Factores para Agua Residual Municipal, 2005**

Factor	Baja California (CMM, 2007)	México (INEGEI, 1990-2002 <sup>34</sup> )
DOC (Kg DBO/ hab-año)	21.9	21.9
DOC <sub>f</sub>	0.5	0.5
Bo (Kg CH <sub>4</sub> / Kg DBO)	0.6	0.6
Factor de Emisión (kg CH <sub>4</sub> /kg DBO)*	0.20	0.25
Fracción de lodos separada	0.5	0.5
Consumo de Proteína por persona (Kg/hab*año)	25	25
Fracción de Proteína FRAC <sub>NPR</sub> (Kg N/Kg proteína)	0.16	0.16

\* Calculados con Software de IPCC 1996<sup>35</sup>.

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007; con base en INEGEI 1990-2002<sup>34</sup> y datos propios.

**Tabla 31. Factores para Agua Residual Industrial, 2005**

Factor	Baja California (CMM, 2007)	México (INEGEI, 1990-2002 <sup>34</sup> )
DOC (Kg COD/m <sup>3</sup> ) <sup>θ</sup>	7.1	Varios
DOC <sub>f</sub>	0.5	0.5
Bo (Kg CH <sub>4</sub> /Kg DBO)	0.25	0.25
Factor de Emisión (kg CH <sub>4</sub> /kg DBO)*	0.05	0.08
Fracción de lodos separada	0.5	0.5

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007; con base en INEGEI 1990-2002<sup>34</sup> y datos propios.

θ, DOC tomada de INEGEI para la categoría de "Otros"

\*, Calculado con Software de IPCC 1996<sup>35</sup>.

### 3. RESULTADOS

Los resultados que se presentan están reportados en gigagramos (Gg) de bióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>) y corresponden a la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero generada por la disposición de residuos sólidos, así como por la categoría de aguas residuales (en ambos casos, se trata de industriales y municipales). Las emisiones anuales *per cápita* para el estado por el rubro de Residuos son de 0.8 toneladas, cifra que se encuentra muy por encima de la reportada a nivel nacional de 0.65 toneladas.

**Tabla 32. Emisiones de GEI por residuos en Baja California, 2005.**

Categoría	Gg CH <sub>4</sub> /año	Gg N <sub>2</sub> O/año	Gg CO <sub>2</sub> equiv. /año
Residuos Sólidos*	88.63	N.A	1861.16
Aguas Residuales*	17.09	0.18	414.27
<b>TOTAL</b>			<b>2,275.43</b>

\* Incluye Municipales e Industriales

N.A. No aplica

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

En la Tabla 33, se desglosa la generación de GEI de acuerdo a los sitios de disposición final en Baja California.

**Tabla 33. Generación de GEI por tipo de disposición en Residuos Sólidos, 2005**

Categoría	Distribución %	Gg CH <sub>4</sub> /año	Gg CO <sub>2</sub> equiv. /año
Residuos Sólidos*	100	88.63	1861.16
• Sitios Controlados	72.4	76.89	1615.70
• Sitios No Controlados	27.6	11.74	246.47

\* Incluye Municipales e Industriales

N.A. No aplica

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

Por último en la Tabla 34, se muestra la generación de GEI por la descarga y tratamiento de aguas residuales:

**Tabla 34. Generación de GEI por origen de agua residual, 2005**

Categoría	Agua Residual m <sup>3</sup> /año	Gg CH <sub>4</sub> /año	Gg N <sub>2</sub> O/año
Aguas Residuales Municipales	123,171,840	12.57	0.18.
Aguas Residuales Industriales	12,130,560	4.52	N.A
<b>TOTAL</b>	<b>135,302,400</b>	<b>17.09</b>	<b>0.18</b>

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.



## VII. RESULTADOS FINALES

Finalmente una vez realizados los cálculos para las cuatro categorías contempladas dentro de este inventario, la generación total de GEI para el año 2005 en Baja California se estima en 17,684.44 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente. A continuación se presenta en la Tabla 35 el desglose de estas emisiones por categoría.

**Tabla 35. Generación Total de GEI por sector en Baja California, 2005**

Categoría	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Gases Fluorados	Total.
	Gg			Gg, CO <sub>2</sub> equiv.	Gg CO <sub>2</sub> equiv.
Energía	13,471.91	8.28	1.104	---	13,988.11
Procesos Industriales	390.40	---	---	50.43	440.83
Agricultura, Silvicultura y Cambio de Uso de Suelo	---	21.22	1.72	---	979.58
Residuos	---	105.71	0.18	---	2,275.92
<b>Total de emisiones por tipo de GEI</b>	<b>13,862.31</b>	<b>135.21</b>	<b>3.00</b>	<b>50.43</b>	<b>17,684.44</b>

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

Cabe destacar que a nivel nacional la emisión anual *per-cápita* fue de 6.37 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en 2002, mientras que para Baja California ascendió a 6.22 toneladas *per cápita* en 2005.

## VIII. FUENTES CLAVE

Las fuentes clave se determinan para poder identificar cuales son las categorías de cada sector que tienen mayor influencia en la emisión de los gases de efecto invernadero en términos absolutos del nivel, la tendencia o la incertidumbre de las emisiones. Deben recibir especial atención debido a:

- Su identificación permite destinar los limitados recursos con que se cuenta en los siguientes inventarios prioritariamente a las áreas o categorías que fueron relevantes para el presente inventario.
- Por otro lado, una vez identificadas dichas fuentes, en los subsecuentes inventarios se deberá intentar realizar un nivel de Tier más alto para cada categoría seleccionada como fuente clave.
- Permite asegurar el uso de buenas prácticas para los siguientes inventarios poniendo mayor atención en las categorías seleccionadas.

El análisis se realizó de acuerdo al nivel 1 recomendado por el IPCC<sup>27</sup> (capítulo 4, vol. 1) para inventarios que no cuentan con datos históricos ni incertidumbres específicas para el estado.

Como resultado de dicho análisis se presenta a continuación la estimación de fuentes clave por nivel para el estado de Baja California en el año de 2005:

**Tabla 36. Fuentes Clave en Baja California, 2005**

Evaluación por Nivel (IPCC, 2006 <sup>27</sup> )						
Categoría	Sector	Gas GEI	Emisiones en el Año base	Emisiones en el Año en curso	Evaluación de Nivel	Total Acumulado de Evaluación de Nivel
2005			Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq		
Transporte Automotriz	Energía	CO <sub>2</sub>	5,893.44	5,893.44	33.33%	33.33%
Generación de Electricidad	Energía	CO <sub>2</sub>	4,802.71	4,802.71	27.16%	60.48%
Disposición de R.S.	Residuos	CH <sub>4</sub>	1,861.23	1,861.23	10.52%	71.01%
Residencial y Servicios	Energía	CO <sub>2</sub>	1,599.58	1,599.58	9.05%	80.05%
Manejo de Estiércol	USCUSS	N <sub>2</sub> O	533.86	533.86	3.02%	83.07%
Combustión Industrial (otros)	Energía	CO <sub>2</sub>	497.46	497.46	2.81%	85.88%
Transporte Aéreo	Energía	CO <sub>2</sub>	489.51	489.51	2.77%	88.65%
Fermentación Entérica	USCUSS	CH <sub>4</sub>	349.12	349.12	1.97%	90.63%
Transporte Automotriz	Energía	N <sub>2</sub> O	287.03	287.03	1.62%	92.25%
Aguas Residuales Municipales	Residuos	CH <sub>4</sub>	263.97	263.97	1.49%	93.74%
Cemento	Industria	CO <sub>2</sub>	227.75	227.75	1.29%	95.03%
Transporte Marítimo	Energía	CO <sub>2</sub>	160.65	160.65	0.91%	95.94%

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

Siendo las que presentaron una mayor participación las listadas a continuación.

- a. Transporte.
- b. Generación de electricidad.
- c. Disposición de Residuos Sólidos.
- d. Consumo de energía en los Sectores Industrial, Residencial y de Servicios.
- e. Tratamiento de Aguas Residuales Municipales.
- f. Actividades ganaderas.

## **IX. INCERTIDUMBRES**

La estimación de las incertidumbres se realizó de manera cualitativa para cada una de las 4 categorías evaluadas en este inventario: Energía, Procesos Industriales, Agricultura, Silvicultura y Cambio de Uso de Suelo y Residuos, considerando para ello, tanto los datos de actividad como los factores de emisión utilizados en la determinación de las emisiones principales

generadas en el 2005 de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) de acuerdo a las subcategorías definidas.

Para los sectores de agricultura y residuos se utilizaron los rangos de incertidumbre establecidos en el IPCC 2006<sup>27</sup>, en tanto que para Energía y Procesos Industriales los del INEGEI 1990-2002<sup>34</sup>. No obstante, es importante mencionar que en el caso de este último sector se consideró la incertidumbre general reportada en el documento nacional (INEGEI), esto debido a que la información que se tuvo disponible para el 2005 en Baja California fue insuficiente. A continuación se da una breve descripción de cada sector para finalmente mostrar un cuadro resumen con las incertidumbres de calculadas.

#### **4. ENERGÍA**

Puede provenir mayormente de la variabilidad en la composición del combustible. La incertidumbre puede derivarse de una falta de información o incluso por que exista desacuerdo sobre lo que se sabe o lo que podría saberse. Puede tener varios tipos de origen, desde errores cuantificables en los datos hasta terminología definida de forma ambigua o previsiones inciertas del comportamiento humano. La incertidumbre puede, por lo tanto, ser representada por medidas cuantitativas (por ejemplo, un rango de valores calculados según distintos modelos) o por afirmaciones cualitativas (por ejemplo, al reflejar el juicio de un grupo de expertos).

Un ejemplo de lo anterior es la Incertidumbre relacionada a la emisiones de N<sub>2</sub>O que en gran medida dependen del tipo de tecnología y en algunos casos puede llegar a ser de hasta 1000 por ciento, lo que ocasiona una incertidumbre muy elevada en el sector.

#### **5. INDUSTRIA**

No fue posible realizar un cálculo de incertidumbre ya que el sector de industria es uno de los que presenta una mayor falta de accesibilidad a la información por razones ya antes mencionadas; debido a lo anterior se estima que la incertidumbre es alta. Por lo que, se tomó el dato reportado por el INEGEI 1990-2002<sup>34</sup> para el mismo sector.

#### **6. AGRICULTURA, SILVICULTURA, GANADERÍA Y CAMBIO DE USO DE SUELO**

La incertidumbre relacionada a éste sub-sector esta relacionado por un lado con la falta de información y por otro lado con los factores de emisión que se usaron (IPCC, 2006<sup>27</sup>).

#### **7. RESIDUOS**

En la Tabla 37, se presentan los cálculos realizados, así como los resultados de la incertidumbre de la categoría donde claramente se muestra la influencia del sector de aguas residuales industriales en lo concerniente a los cálculos de las emisiones de metano; debido a la falta de información sobre la producción.

Con relación a las incertidumbres calculadas se concluye que la mayor debilidad en la información la constituye la categoría de Procesos Industriales, donde no se tienen identificados de manera específica, a excepción de la subcategoría de alimentos y bebidas, la generación de emisiones derivadas del consumo de combustible, del propio proceso de producción y de la generación de electricidad, motivo por el cual, el valor obtenido es muy alto.

**Tabla 37. Incertidumbres para Baja California, 2005**

Sector	Sub-sector	Incertidumbre por tipo de Gas Efecto Invernadero			Total	
		CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>		
Energía	<b>Combustión Estacionaria</b>	52%	540%	2%	544%	
	Generación de Electricidad					
	Combustión Industrial (otros)					
	Residencial y Servicios					
	Agropecuario	1%	34%	3%		
	<b>Combustión Móvil</b>					
	Transporte Automotriz					
	Transporte Aéreo					
Transporte Marítimo	76%					
<b>Total</b>						
Industria*	<b>Total</b>					
	Agricultura, Silvicultura y Cambio de Uso de Suelo	<b>Ganadería</b>	31%	44%		61%
		Fermentación Entérica				
		Manejo de Estiércol				
		<b>Tierras Forestales</b>	20%	20%		
		Quema de Biomasa				
<b>Tierras de Cultivo</b>		0%	0%			
Quema de Biomasa						
Residuos	<b>Residuos Sólidos Municipales</b>	8%			13%	
	Disposición de R.S.					
	<b>Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales</b>					
	Aguas Residuales Municipales					10%
	Aguas Residuales Industriales					

FUENTE: Elaborado por CMM, 2007.

## X. CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Para asegurar el control de calidad en la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en Baja California se siguió la metodología del IPCC 2006, a excepción de la estimación para la categoría de residuos en la cual se siguió la de 1996, misma que es la base de la metodología actual.

Para garantizar la fiabilidad de los datos, éstos fueron obtenidos de fuentes de información confiable, como en el caso de los factores de emisión que fueron referenciados de las guías del IPCC<sup>27,28,35</sup> y el INEGI<sup>34</sup>.

Con el propósito de evaluar los resultados obtenidos en el presente inventario, éstos se compararon con los reportados en el INEGI<sup>34</sup>, .permitiendo asegurar su proporcionalidad con respecto a lo estimado a nivel nacional.

Asimismo, se determinaron las incertidumbres, siempre que fue posible, para cada uno de las categorías y subcategorías contemplados en el presente documento.

En general se recomienda para todas la categorías que la información (bases de datos) tenga como fin específico la realización de inventarios de emisiones.

## XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Baja California debido a su ubicación geográfica cuenta con un clima extremoso semiárido en la mayor parte de su territorio, situación que provoca que la población se concentre básicamente en las ciudades de Mexicali y Tijuana, zonas urbanas localizadas en la franja fronteriza, mismas que por su cercanía con Estados Unidos presentan condiciones particulares basadas en el intercambio y consumo de bienes y servicios entre ambos lados de la frontera; concentrándose también en esta zona las principales actividades económicas del estado, ocasionando que el resto del territorio se encuentre prácticamente deshabitado. Un ejemplo de esto son los datos resultantes de emisiones GEI *per cápita* en el año 2005 por el rubro de Residuos, en los cuales el estado reporta 0.8 toneladas, cifra que se encuentra muy por encima de la reportada a nivel nacional de 0.65 toneladas en el año 2002.

Es importante resaltar que en Baja California al igual que en otros estados de la Frontera Norte, el clima hace indispensable el uso de sistemas de aire acondicionado y calefacción en época de verano e invierno, dando como resultado un alto consumo de energía, superior incluso al promedio registrado en el resto del territorio nacional. Lo anterior es claramente visible al comparar las emisiones *per cápita* del sector energético nacional que registra un valor de 3.86 Ton/hab al año 2002 contra las del estado que son cercanas a 4.92 Ton/hab en 2005.

Asimismo, por sus características fisiográficas las actividades ganadera y forestal no constituyen la principal fuente de generación de gases de efecto invernadero, a diferencia de las derivadas del sector energético e industrial, actividad subestimada en este inventario debido al escaso acceso a información estadística detallada.

En cuanto a la generación de residuos industriales proveniente de la industria maquiladora se destaca el hecho de que de acuerdo al análisis de la información proporcionada por el estado la mayor parte de estos residuos es retornada a su país de origen, conforme a lo establecido en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) vigente.

La siguiente tabla muestra a nivel nacional la emisión anual *per cápita* que fue de aproximadamente 6.37 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en 2002 con una población estimada en 100.9 millones de personas, mientras que para Baja California ascendió a un valor cercano de 6.22 toneladas en 2005 y una población de 2.84 millones de habitantes.

**Tabla 38. Distribución porcentual por sector en Baja California vs México, 2005\***

CATEGORIA	Baja California 2005		México 2002	
	Gg CO <sub>2</sub> equivalente	%Participación	Gg CO <sub>2</sub> equivalente	%Participación
Energía	13,988	79%	389,497	61%
Procesos Industriales	441	2%	52,102	8%
Agricultura, Silvicultura y Cambio de Uso de Suelo	980	6%	136,000	21%
Residuos	2,275	13%	65,584	10%
<b>TOTAL</b>	<b>17,684</b>	<b>100</b>	<b>643,183</b>	<b>100%</b>

\*Cifras redondeadas para fines comparativos

FUENTE: Elaborado por CMM con información del INEGI 1990-2002, 2007.

De manera específica se realizan a continuación las siguientes conclusiones y recomendaciones por sector.

## 1. ENERGÍA

La estimación de emisiones para esta categoría se realizó considerando el consumo total de combustibles fósiles quemados de forma directa en la generación de electricidad, la movilidad de personas y carga, la producción de bienes y la oferta de servicios, así como en la realización de actividades relacionadas con el sector agropecuario.

Sin embargo, este resultado refleja de manera general la contribución de gases de efecto invernadero dado que para su cuantificación, a excepción de la generación de electricidad, no se contó con parámetros específicos de eficiencia energética para cada una de las subcategorías incluidas.

Asimismo, en el caso del consumo de gas licuado de petróleo por sector se consideró la distribución registrada en la región noroeste durante el 2005, de acuerdo a lo reportado en la Prospectiva de Mercado de Gas Licuado de Petróleo 2006 -2015 por la SENER, por lo que los datos pueden no reflejar la realidad sobre el consumo de este combustible en la entidad.

Considerando lo anterior, para determinar con mayor precisión las emisiones provenientes de la generación de energía tal como lo establece la metodología del IPCC 2006 se realizan las siguientes recomendaciones:

- Elaborar un balance estatal de energía detallado.
- Realizar un censo de industrias en la entidad para identificar el tipo de tecnología empleada en la quema de combustibles de acuerdo a sus procesos de producción, especificando si la energía utilizada proviene de co-generación.
- Elaborar un censo detallado de las fuentes de combustión móviles que incluya:
  - a. Caracterización del parque vehicular por tipo, año-modelo, tecnología y combustible utilizado.
  - b. Datos de actividad en función del promedio de kilómetros recorridos y rendimiento por tipo de vehículo y combustible utilizado.
- Determinar consumos específicos de combustibles gaseosos de la entidad.
- Definir factores de emisión específicos para la entidad.

## 2. PROCESOS INDUSTRIALES

Para la estimación de las emisiones provenientes de esta categoría se contó con una menor cantidad de información dado que actualmente no existe estadística estatal detallada de los procesos de producción y de las sustancias utilizadas en la fabricación de bienes de uso industrial y doméstico. Esta información resulta indispensable para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero que no provienen de la quema de combustibles fósiles o por la autogeneración de electricidad, sino de manera específica las generadas en la transformación de materias primas o como parte de productos terminados.

Ejemplo de lo anterior son los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) utilizados en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado o el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), empleado como gas aislante en la industria eléctrica; gases que han sustituido a otros que dañan la capa de ozono. Sin embargo tanto los HCFC como el SF<sub>6</sub> presentan un alto potencial de calentamiento global, por lo que es necesario establecer criterios ambientales que regulen su uso, situación que ha tomado interés a nivel nacional.

De acuerdo a lo anterior se realizan las siguientes recomendaciones:

- Con base en el censo industrial, identificar los procesos de producción en los que se emplean de manera directa o indirecta, ya sea para la transformación de materias primas o bien, como parte de productos terminados, sustancias o gases con potencial de calentamiento global.
- Promover e incentivar programas voluntarios de reporte de gases de efecto invernadero, como puede ser la aplicación estatal del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) establecido por SEMARNAT y/o el Programa GEI, promovido por el Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES).

## 3. AGRICULTURA, SILVICULTURA, GANADERÍA Y CAMBIO DE USO DE SUELO

Para este capítulo se estimaron las emisiones derivadas de la actividad ganadera del estado, así como aquellas generadas por los cambios registrados en la cubierta forestal en el 2005. No obstante, de acuerdo al análisis realizado se plantean las siguientes recomendaciones:

- Realizar de manera periódica y sistemática un monitoreo satelital para determinar los cambios de uso de suelo a nivel estatal.
- Elaborar registros históricos sobre la producción agrícola y de especies pecuarias.
- Cuantificar el uso de fertilizantes nitrogenados como urea y amoníaco en el Valle de Mexicali y las zonas agrícolas de San Quintín, San Vicente, Maneadero, Valle de Guadalupe, Ojos Negros y Valle de la Trinidad, en Ensenada; y el Valle de las Palmas en el municipio de Tecate.
- Elaborar registros de tierras abandonadas al cultivo en el Valle de Camalú, Col. Guerrero y San Quintín en el municipio de Ensenada.
- Elaborar registros computarizados y satelitales de incendios forestales y áreas afectadas.
- Elaborar mediciones de biomasa –actualización de índices de agostadero- y densidad poblacional por zonas y ecosistemas.



- Solicitar información de decomisos realizados por la autoridad ambiental federal sobre la extracción de madera y otras especies forestales de zonas boscosas de las Sierras de San Pedro Mártir y de Juárez.

#### 4. RESIDUOS

La estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes del manejo y disposición de los residuos sólidos al igual que de las aguas residuales, tanto municipales como industriales se realizó siguiendo la metodología del IPCC 1996, debido a que los resultados obtenidos con la metodología de 2006 no mantenían la proporcionalidad con respecto al Inventario Nacional 1990-2002 (INEGEl). Asimismo, la metodología de 1996 a diferencia de la de 2006 permite estimar de manera particular las emisiones para un año, no requiriendo para ello una serie histórica.

Para efectos de este inventario se consideró, al no contar con información estatal, la composición de residuos sólidos reportada por las ciudades de Tijuana y Mexicali, toda vez que en éstas habita el 80% de la población del Baja California.

En cuanto a la estimación de emisiones provenientes del tratamiento de aguas residuales no se contó con información específica de las industrias y sus descargas, por lo cual la cuantificación de las emisiones se realizó de manera total y no por giro como lo establece la metodología del IPCC.

Con respecto a la cuantificación de las emisiones de óxido nitroso derivadas del tratamiento de aguas residuales municipales, éstas se encuentran asociadas al consumo promedio per-cápita de proteína, dato que fue tomado del IPCC al no contar con información específica.

Por lo que las recomendaciones para esta categoría son:

- Elaborar un registro anual de los residuos sólidos municipales e industriales dispuestos, así como el tipo de tratamiento final que reciben.
- Crear una base de datos sobre incineración y quema de residuos sólidos controlados y a cielo abierto.
- Establecer un programa de control de las emisiones de metano generadas en los rellenos sanitarios para evitar su liberación a la atmósfera.
- Identificar y cuantificar las descargas de aguas residuales por tipo de industria y proceso de producción.
- Realizar estudios detallados de caracterización de residuos sólidos y agua residual que contengan los parámetros de control que requiere la metodología recomendada por el IPCC 2006<sup>27</sup> (incluir por ejemplo: el consumo promedio de proteína per-cápita).

## XII. BIBLIOGRAFÍA

- <sup>1</sup> EPA, 1999. Un inventario de emisiones, según la EPA, es un listado actualizado y amplio de las emisiones de contaminantes atmosféricos, por fuente, que se lleva a cabo en un área geográfica específica durante un intervalo de tiempo determinado.
- <sup>2</sup> INE, 1998. Reporte del Estado Ambiental de los Recursos Naturales en la Frontera Norte, Cap. V y XI.
- <sup>3</sup> EPA, 2006. Situación Ambiental en la Región Fronteriza, Programa Frontera 2012: Programa Ambiental México Estados Unidos, Reporte de Indicadores 2005.
- <sup>4</sup> [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/ubica\\_geografica.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/ubica_geografica.jsp)
- <sup>5</sup> <http://www.cuentame.inegi.gob.mx/monografias/informacion/bc/default.aspx?tema=me&e=02>
- <sup>6</sup> [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/recursos/hidrologia.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/recursos/hidrologia.jsp)
- <sup>7</sup> [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/recursos/clima.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/recursos/clima.jsp)
- <sup>8</sup> [http://www.ine.gob.mx/dgoece/con\\_eco/conhc/islas.html](http://www.ine.gob.mx/dgoece/con_eco/conhc/islas.html)
- <sup>9</sup> [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/recursos/flora.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/recursos/flora.jsp)
- <sup>10</sup> [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/recursos/fauna.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/recursos/fauna.jsp)
- <sup>11</sup> [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/recursos/recursos\\_minerales.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/recursos/recursos_minerales.jsp)
- <sup>12</sup> CEFPHCD, 2006. Dato elaborado por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la H. Cámara de Diputados, con información de: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de 2005 y Banamex.
- <sup>13</sup> [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/poblacion.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/poblacion.jsp)
- <sup>14</sup> INEGI, 2006. Anuario Estadístico de Baja California, 2006. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- <sup>15</sup> [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/infraestructura/energia.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/infraestructura/energia.jsp)
- <sup>16</sup> SENER, 2006. Prospectiva Eléctrica, 2006-2015. Secretaría de Energía.
- <sup>17</sup> <http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/negocios/industria.jsp>
- <sup>18</sup> <http://www.cuentame.inegi.gob.mx/monografias/informacion/bc/economia/ue.aspx?tema=me&e=02>
- <sup>19</sup> RETC, 2004. Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión de Cooperación Ambiental para América del Norte, 2004. <http://app1.semarnat.gob.mx/retc/index.php>
- <sup>20</sup> <http://cuentame.inegi.gob.mx/monografias/informacion/bc/economia/default.aspx?tema=me&e=02>
- <sup>21</sup> Registro de Vehículos 2004-2005. Secretaría de Planeación y Finanzas. Gobierno del estado de Baja California, 2007.
- <sup>22</sup> [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/infraestructura/transporte.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/infraestructura/transporte.jsp)
- <sup>23</sup> [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/infraestructura/carreteras.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/infraestructura/carreteras.jsp)
- <sup>24</sup> Enfoque propuesto por Marland (1989), considerando un contenido promedio de CaO en el cemento de 63.5%.
- <sup>25</sup> IPCC, 2005. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico: La protección de la capa de ozono y el sistema climático mundial: Cuestiones relativas a los HCFC's y los PCFC's. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- <sup>26</sup> SAGARPA 2006. [http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/bajacalifornia/principal/ddr-s/ensenada/ddr\\_001\\_principalescultivos1.htm](http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/bajacalifornia/principal/ddr-s/ensenada/ddr_001_principalescultivos1.htm)
- <sup>27</sup> IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., *et al.* Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- <sup>28</sup> IPCC, 2000. IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Penman, J. *et al.* Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- <sup>29</sup> LUNA, 2002. Luna R. María C., Caracterización de los R.S. domésticos y su diferenciación por estrato socioeconómico: Un estudio de caso para Tijuana, B.C. Colegio de la Frontera Norte, 2002.
- <sup>30</sup> OJEDA, 2004. Ojeda, S. Generación de R.S. domésticos y su diferenciación por estrato socioeconómico en la familia Mexicalense, Universidad Autónoma de Baja California, 2004.
- <sup>31</sup> SEMARNAT, 2006. Compendio de Estadísticas Ambientales 2006. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- <sup>32</sup> INEGI, 2005. II Censo de población y vivienda 2005, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- <sup>33</sup> SEMARNAT-CNA, 2006. Estadísticas del Agua en México, 2006. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua, SUIBA, 2006.

<sup>34</sup> INEGI, 2006. Inventario Nacional de Emisiones de Gases Efecto Invernadero 1990-2002. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología, 2006.

<sup>35</sup> IPCC, 1997. 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Houghton, J.T *et al.* Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).