

Iniciativa ante el Cambio Climático en el Estado de México



Iniciativa ante el Cambio Climático en el Estado de México

© **Derechos Reservados**

Gobierno del Estado de México
Secretaría del Medio Ambiente
Vía Gustavo Baz Prada 2160, piso 2
Viveros del Río, C. P. 54060
Tlalnepantla de Baz, Estado de México

Primera edición, 2009

Impreso y hecho en México

La reproducción total o parcial de este documento podrá efectuarse mediante autorización expresa de la fuente y dándole el crédito correspondiente

CE: 212/1/02/09

www.edomexico.gob.mx



Lograr la armonía del desarrollo social y económico con el medio ambiente es un imperativo impostergable de nuestro tiempo. Es cierto, toda sociedad tiene derecho a crecer y satisfacer sus necesidades actuales, pero cada vez es más claro que ello no debe ser a costa de las futuras generaciones.

Uno de los ejemplos más preocupantes del deterioro ambiental es el cambio climático, que exige acciones urgentes tanto para mitigar el fenómeno, como para prevenir sus posibles consecuencias en las distintas regiones del planeta.

No sólo la atmósfera corre peligro por las emisiones de gases de efecto invernadero; junto con el aire, resultan afectados prácticamente todos los recursos de los ecosistemas y, en consecuencia, se vulnera también la base productiva de nuestra sociedad.

El cambio climático es una verdadera emergencia global. Ante los trastornos presentes y potenciales en los patrones de temperatura, ciclos de lluvia y disponibilidad de agua, así como inundaciones, sequías, incendios forestales, especies amenazadas, afectaciones agrícolas, posibles epidemias, entre otros riesgos inminentes, es urgente que el planeta disponga de políticas públicas y estrategias específicas acordes a sus distintas condiciones locales.

En congruencia con la responsabilidad que todos compartimos ante el calentamiento global, el gobierno estatal ha preparado la **“Iniciativa ante el Cambio Climático en el Estado de México”**, que contiene estrategias factibles para la preservación de nuestro entorno y el cuidado de nuestros recursos naturales, al igual que las líneas de acción que contribuyan a combatir el fenómeno y aminorar sus posibles efectos asociados.

El cambio climático es una realidad imposible de ignorar. De lo que hagamos o dejemos de hacer en el presente, dependerá buena parte de la “salud” de nuestro planeta en el futuro. Es necesario actuar a tiempo, involucrar a nuestras comunidades y crear una conciencia que nos permita impulsar una nueva cultura ambiental basada en las premisas del desarrollo sustentable.

Hago votos porque esta iniciativa contribuya positivamente a este propósito.

Enrique Peña Nieto
Gobernador Constitucional del Estado de México



Contenido

Introducción	7
I. Cambio Climático Global	11
I.1. Breve Explicación del Fenómeno	13
I.2. Cómo Afectará el Cambio Climático a México	16
2. Descripción del Estado de México	19
2.1. Localización	21
2.2. Clima	22
2.3. Población	25
2.3.1. Distribución de la Población en Zonas Metropolitanas	26
2.3.2. Proyección de Crecimiento Poblacional	26
2.4. Economía	28
2.5. Recursos Naturales	31
2.5.1. Recurso Hídrico	31
2.5.2. Biodiversidad	34
2.5.3. Recursos Forestales	36
2.5.4. Áreas Naturales Protegidas	37
2.6. Energía Eléctrica y Combustibles Fósiles	39
2.6.1. Energía Eléctrica	39
2.6.2. Consumo Energético de Combustibles Fósiles	42
3. Inventario de Emisiones de GEI	45
3.1. Contexto Nacional	47
3.2. Inventario Estatal de GEI	48
3.2.1. Emisiones de GEI por Tipo de Combustible en el Sector Energía	51
3.2.2. Emisiones de GEI por Categoría	52
4. Vulnerabilidad del Estado de México ante el Cambio Climático	59
4.1. Recurso Agua	62
4.2. Agricultura	63
4.3. Ecosistemas Forestales	64
4.4. Asentamientos Humanos	66
4.5. Industria y Energía Eléctrica	68

4.6. Salud Humana	71
4.7. Escenarios Futuros	73
5. Política y Gestión Ambiental sobre Mitigación y Adaptación	77
5.1. Política Nacional en Materia de Cambio Climático	79
5.2. Acciones del Gobierno del Estado de México para la Mitigación de GEI	83
6. Política Estatal de Mitigación y Adaptación	91
6.1. Medidas de Mitigación para el Estado de México	93
6.1.1. Eficiencia Energética	93
6.1.2. Procesos Industriales	95
6.1.3. Ecosistemas Forestales	95
6.1.4. Agricultura y Ganadería	96
6.1.5. Desechos y Aguas Residuales	96
6.2. Medidas de Adaptación para el Estado de México	97
6.2.1. Líneas de Adaptación en el Sector Hídrico	98
6.2.2. Líneas de Adaptación en Agricultura y Ganadería	99
6.2.3. Líneas de Adaptación en Ecosistemas Forestales	100
6.2.4. Líneas de Adaptación en Asentamientos Humanos	101
6.2.5. Líneas de Adaptación en Salud Humana	101
6.2.6. Líneas de Adaptación en el Sector Industrial	102
6.2.7. Líneas de Adaptación en Educación y Divulgación	102
6.3. Costos de la Adaptación en Comparación con la no Prevención	103
Conclusiones	105
Bibliografía	109
Glosario	117
Siglas y acrónimos	121
Directorio	125



Introducción



Introducción

Aunque el tema de la contaminación ambiental no es nuevo, sí lo es el tema del calentamiento global. Aunque ya el químico sueco Svante A. Arrhenius (Premio Nobel de Química 1903) en su trabajo publicado en 1896 daba cuenta de la influencia del bióxido de carbono sobre la temperatura de la Tierra, no fue sino hasta casi un siglo después, en 1988, cuando la comunidad internacional aceptó que las actividades antropogénicas tienen un efecto adverso en los patrones del clima mundial.

El enfoque y las prioridades de la contaminación atmosférica han cambiado década tras década. En los últimos 35 años la gestión ambiental en materia de atmósfera se ha centrado en las emisiones de contaminantes dañinos para la salud humana. A finales de la década de los ochenta se hizo urgente la disminución de los gases agotadores de la capa de ozono, y actualmente lo es la mitigación de emisiones de los llamados gases de efecto invernadero (GEI). Hoy en día, se ha llegado al punto en donde los tres enfoques converjan, es decir, que las políticas ambientales, estrategias y acciones para prevenir y controlar la contaminación atmosférica sean integrales, sinérgicas y globales. Asimismo, las políticas económicas, urbanas y de transporte deben considerar el componente ambiental, pues los recursos naturales con que se satisfacen cada una de ellas están llegando a un punto crítico de existencia: las fuentes de energía no renovable se están agotando; la superficie forestal y la apta para la agricultura a cada momento disminuye y cada vez se requiere de más terreno para construir zonas urbanas y vías de comunicación, lo cual ejerce gran presión sobre los recursos naturales, principalmente bosques y suelos, sumideros que han visto reducida su capacidad para capturar carbono.

Ante este panorama, el Gobierno del Estado de México tiene como una de sus prioridades el sumar esfuerzos con el gobierno federal, los ayuntamientos y la sociedad mexiquense en todos sus sectores, para enfrentar lo ya inevitable, pues el cambio climático es un hecho. No debemos esperar a que pasen 50 ó 100 años más para que el planeta sea hasta 2 ó 6 °C más caliente y entonces comenzar a actuar. En los últimos cien años se han observado cambios importantes en los patrones del clima, la temperatura global promedio en el planeta se ha elevado 0.75 °C, cada vez se presentan más inundaciones, los huracanes son más intensos y destructivos, algo similar pasa con las sequías, en fin, el cambio climático ya se refleja hoy en día.

La Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (SMAGEM) se ha propuesto impulsar la presente iniciativa para la mitigación y adaptación ante el cambio climático con el fin de propiciar, por un lado, medidas orientadas a mayor ahorro de energía eléctrica y eficiencia energética, a un mejor desempeño del sector transporte, a un uso más sustentable del agua, a la captura y reducción de emisiones de GEI generados por combustión y a la conservación de los sumideros de carbono de la entidad; por otro lado, revisar el manejo de riesgos y costos derivados de inundaciones, incendios forestales,

sequías, plagas y enfermedades, y otros fenómenos asociados a la variabilidad y el cambio climático.

Esta *Iniciativa ante el Cambio Climático en el Estado de México* consta de seis capítulos. En el capítulo primero, Cambio Climático Global, se brinda una breve descripción acerca de éste fenómeno y sus implicaciones en el contexto mexicano a nivel nacional.

En el segundo capítulo se describen las características generales del Estado de México tales como localización, tipos de clima, población, actividades económicas, recursos naturales y consumo energético.

El capítulo tercero, Inventario de Emisiones de GEI, describe los resultados de la estimación de los gases de efecto invernadero emitidos durante el año 2004 en la entidad, provenientes de cuatro fuentes generadoras, siendo estas: la quema de combustibles fósiles, los procesos industriales, el agrícola-forestal y las emisiones provenientes de los residuos urbanos y del tratamiento de aguas residuales.

El cuarto capítulo, Vulnerabilidad del Estado de México ante el Cambio Climático Global, brinda argumentos técnicos los cuales explican la vulnerabilidad de la entidad ante ese fenómeno, para lo cual se tomó como base el *Estudio de País: México ante el cambio climático*, entre otros.

El capítulo quinto, Política y Gestión Ambiental sobre Mitigación y Adaptación, se refiere a la política y estrategias emprendidas a nivel nacional respecto al cambio climático global, así como a las acciones impulsadas por el Gobierno del Estado de México en materia de calidad del aire que repercuten directa e indirectamente en la reducción de emisiones.

El sexto capítulo define las líneas estratégicas, tanto de mitigación como de adaptación ante el cambio climático global, que se deben impulsar en el Estado de México, las cuales se relacionan con los recursos hídricos, la salud humana, la biodiversidad, los asentamientos humanos y el sector productivo.



Cambio Climático Global





I. Cambio Climático Global

I.1. Breve Explicación del Fenómeno

Los conceptos “calentamiento global” y “cambio climático” están estrechamente interrelacionados, tanto así que en ocasiones son utilizados como sinónimos, prestándose a confusiones. Por una parte, el calentamiento global se refiere al aumento progresivo y gradual de la temperatura media de la superficie terrestre, responsable de los cambios en los patrones climáticos mundiales. Aunque en el pasado geológico de la Tierra se ha presentado un aumento de temperatura global como resultado de influencias naturales, este término se utiliza para referirse al calentamiento de la superficie terrestre, registrado desde principios del siglo XX y relacionado con el incremento en la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera (González, *et al.*, 2003; Staines, 2008).

Se habla de cambio climático al referirse a la variación global o regional del clima en la Tierra a lo largo del tiempo. Este fenómeno es definido como la variabilidad observada respecto al clima promedio en escalas de tiempo que van de unas cuantas décadas hasta millones de años. Por eso, el utilizar el término “cambio climático” en referencia exclusiva a los cambios ocurridos muy recientemente en la historia del planeta puede confundir, pues nuevamente el pasado geológico demuestra que el clima constantemente ha cambiado y desde antes de que los seres humanos hicieran su aparición. Por lo tanto, es necesario aclarar que las variaciones climáticas pueden ser producidas naturalmente por fenómenos internos del sistema Tierra-atmósfera, pueden ser causadas por forzamientos externos como variaciones en la órbita terrestre y cambios en la radiación solar, y sólo recientemente la actividad humana se ha convertido en otra de las fuerzas modificadoras del clima (Conde, 2007; Staines, 2008).

Entonces, la interrelación de ambos conceptos resulta la siguiente: el cambio climático es provocado por el calentamiento global el cual, a su vez, es influenciado por el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Dicho cambio en el clima incide en los patrones de temperatura y precipitación del planeta, así como en la frecuencia y severidad de eventos extremos como huracanes y sequías.

- *Gases de efecto invernadero*

La capa más baja de la atmósfera, conocida como troposfera, contiene los gases responsables, en gran parte, de la temperatura del planeta y, por lo tanto, de crear condiciones aptas para la vida. Los gases referidos son principalmente el vapor de agua, el bióxido de carbono (CO_2) el metano (CH_4) el óxido nitroso (N_2O) y los clorofluorocarburos (CFC), todos estos también conocidos como gases de efecto invernadero o GEI (cuadro I.1). A excepción de los CFC, todos estos gases existen de manera natural. Entre todos, estos últimos representan menos del 1 % de la composición

química de la atmósfera, pero con eso es suficiente para atrapar parte del calor que emite la superficie de la Tierra al absorber la energía solar que la calienta. Esta retención se conoce como “efecto invernadero”, un proceso esencial dentro del sistema climático. En ausencia de estos gases, la temperatura promedio del planeta sería de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en lugar de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, como ocurre en situación normal.

Cuadro I.1. Gases de efecto invernadero considerados por el Protocolo de Kioto				
Nombre	Fórmula	Potencial de calentamiento global (CO₂ eq)^{a/}	Vida media (años)	Origen
Bióxido de carbono	CO ₂	1	50 a 200	Quema de combustibles fósiles (carbón, derivados de petróleo y gas), procesos industriales, cambio de uso del suelo, incendios forestales
Metano	CH ₄	21	12 ± 3	Descomposición anaerobia en los cultivo de arroz, producción pecuaria y residuos municipales. Emisiones fugitivas en minas y pozos petroleros
Óxido nitroso	N ₂ O	310	120	Producción y uso de fertilizantes con nitrógeno, degradación de suelos y quema de combustibles fósiles
Perfluoro-carbonos	PFC	6 500 a 9 200	2 600 a 50 000	Producción de aluminio, fabricación de semiconductores, refrigerantes industriales, aire acondicionado, solventes y aerosoles
Hidrofluoro-carbonos	HFC	140 a 11 700	1.5 a 264	Refrigerantes industriales, aire acondicionado, solventes, aerosoles
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	23 900	3 200	Refrigerantes industriales, fabricación de semiconductores, producción y uso de equipos eléctricos; producción de magnesio y aluminio

Nota: ^{a/} El potencial de calentamiento global permite una contabilidad en términos de CO₂ equivalente: es decir, que en una escala de cien años una molécula de CH₄ es 21 veces más eficiente como gas de efecto invernadero que una de CO₂ (véase capítulo 3)

Fuente: CICC (2006)

No obstante que la composición atmosférica ha sufrido variaciones naturales a lo largo de millones de años, el problema consiste en que las actividades del hombre agregan una cantidad mayor de GEI a los existentes de manera natural, superando con ello las capacidades de captura de la biosfera y en consecuencia las concentraciones de estos gases en la atmósfera se han elevado a tal punto que incrementan el efecto invernadero y, por consiguiente, aumenta también la temperatura promedio de la superficie terrestre.



De esta forma la concentración de CO₂, uno de los gases más importantes relacionados con actividades humanas, que se genera con la quema de combustibles fósiles como el petróleo y sus derivados o el carbón y la leña, pasó de 270 partes por millón (ppm) antes de la Revolución Industrial, a más de 380 ppm en la actualidad, y continúa aumentando a una tasa de 1.8 ppm por año (CICC, 2006). Se estima que para el año 2050 alcanzará concentraciones de 500 a 700 ppm (González, *et al.*, 2003).

La intervención humana está logrando, en un lapso de décadas, transformaciones de una magnitud superior a las que el sistema natural experimenta en el curso de miles o millones de años. El resultado: la temperatura media de la superficie terrestre ha aumentado 0.74 °C (entre 0.56 °C y 0.92 °C) en poco más de cien años.

Como consecuencias del aumento de la temperatura, se tiene un aumento en el nivel del mar de 3.1 milímetros por año (entre 2.4 y 3.8 mm/a) desde 1993. Esto se debe, en parte, por la dilatación térmica y el deshielo de los glaciares, de los casquetes de hielo y de los mantos de hielo polares. Las partes orientales del norte de América del Sur y del Norte de América septentrional y Asia septentrional sufrieron de mayores precipitaciones, mientras que en otros lugares como el Mediterráneo, sur de África y en ciertas partes del sur de Asia, las sequías han aumentado. Las observaciones también indican un aumento en la actividad ciclónica tropical en el Atlántico Norte (IPCC, 2007).

A escala regional se han observado ciertos cambios, por ejemplo, una disminución de la superficie terrestre cubierta por glaciación o nieve, un aumento en el calor del océano, cambios en los patrones de precipitación, sequías más intensas y prolongadas y una alta intensidad de ciclones tropicales (Magaña, 2004).

A pesar del grado de incertidumbre que implican los estudios sobre el cambio climático, se estima que de continuar el aumento de las concentraciones atmosféricas de GEI, la temperatura promedio de la Tierra se podría incrementar entre 1.4 °C y 3.8 °C para el año 2100, lo que significaría un aumento superior a cualquier otro observado en los últimos diez mil años. El nivel medio del mar podría incrementarse hasta 50 cm, siendo las zonas costeras y los pequeños estados insulares los más afectados. Aun si se estabilizaran las concentraciones de gases de efecto invernadero para 2100, las temperaturas así como el nivel del mar seguirían aumentando durante varias décadas debido a la larga vida en la atmósfera de muchos GEI y a la inercia térmica de los océanos.

Algunos de los cambios proyectados incluyen efectos potencialmente perjudiciales, tanto a la economía como a la calidad de vida, de la presente y de futuras generaciones, manifestándose en problemas de salud, escasez de agua y alimentos, así como en la pérdida de viviendas y en la degradación de ecosistemas. También es importante mencionar que en ciertas regiones el clima sería benigno por lo que algunos sectores se verían beneficiados como la agricultura y la salud pública (IPCC, 2001; PNUMA, 2007).

1.2. Cómo Afectará el Cambio Climático a México

Por su ubicación geográfica, topografía y aspectos socioeconómicos, México es especialmente vulnerable a los impactos del cambio climático, debido a que 56 % del territorio nacional corresponde a zonas áridas y semiáridas; cuenta con una población de más de 100 millones de habitantes, de los que 75 % corresponde a población urbana y 15 % habita en zonas costeras; además, se registra una pérdida promedio anual de alrededor de 260 mil hectáreas de bosques templados; hay una baja disponibilidad y desigual distribución del agua; casi dos terceras partes de los suelos del país no son aptos para la agricultura y está sujeto a la incidencia de tormentas tropicales y huracanes, entre otros muchos aspectos (véase INE, 2006a).

Los estudios del cambio climático global y sus posibles impactos en México tienen como un antecedente fundamental el primer *Estudio de País: México ante el cambio climático*. Este documento presenta, en general, la comparación entre las condiciones actuales y las que potencialmente podrían haber bajo un cambio climático en el caso hipotético de que se alcanzaran incrementos de las concentraciones de GEI, tales como la duplicación efectiva del CO₂ en la atmósfera respecto a los niveles preindustriales, entre el momento actual y el periodo comprendido entre los años 2025 y 2050, bajo un escenario de continuidad de las actividades actuales. Los resultados de estos estudios indican que probablemente se presenten, entre otros, los siguientes fenómenos dentro del territorio nacional:

- Modificación del régimen y la distribución espacial y temporal de las precipitaciones pluviales.
- Cambios en la humedad de suelos y aire, con alteraciones de los procesos de evaporación-transpiración y recarga de acuíferos.
- Agudización de las sequías, desertificación del territorio y potencial modificación de la regionalización ecológica: reducción drástica de ecosistemas boscosos templados y tropicales.
- Alta incidencia de incendios forestales, intensificando los problemas de deforestación, erosión, liberación de carbono y pérdida de biodiversidad.
- Alteración de cuencas hidrológicas, así como del régimen y distribución de escurrimientos superficiales e inundaciones.
- Aumento del nivel del mar con impactos sobre ecosistemas costeros y marinos (manglares, humedales y zonas de inundación).
- Cambios en el régimen de vientos y de insolación.

La mitad del territorio mexicano se localiza en una latitud subtropical caracterizada por la presencia de zonas áridas y semiáridas, así como de selva húmeda y cerca de 80 % de los suelos del país registran algún grado de erosión, principalmente por la deforestación de terrenos con pendientes pronunciadas. Por eso, al haber un incremento de concentración



de los GEI en la atmósfera, los procesos de desertificación continuarán avanzando a tasas más aceleradas; se elevarán los costos asociados a la erosión y se intensificarán las sequías; y se intensificará el deterioro ambiental por la deforestación, la erosión y la pérdida de biodiversidad.

Algunas regiones costeras estarán expuestas a inundaciones, y sin embargo, la agricultura, sobre todo la de temporal, tendrá pérdidas cuantiosas a causa de sequías más frecuentes; el área con potencial de producción de granos básicos se reducirá en forma considerable; los ecosistemas forestales y las especies que los integran sufrirán daños irreversibles; el abasto de agua para riego y consumo humano se verá afectado, en tanto la infraestructura productiva podrá experimentar daños severos. No se puede dejar de lado las implicaciones directas que el cambio climático traería en la población, como el aumento de cierto tipo de enfermedades, la migración campo-ciudad y la escasez de agua, aunados al incremento de la población y su concentración en ciertos centros urbanos.

Los riesgos potenciales más relevantes de estos cambios críticos sobre el territorio nacional se pueden identificar considerando tres grandes zonas geográficas: zona norte, zona centro y zona sur.

- *Zona norte*

La zona norte comprende once entidades federativas, de las cuales, actualmente seis presentan condiciones difíciles dado que predominan los climas secos y áridos, con excepción de las partes montañosas en donde el clima es templado húmedo, templado subhúmedo y semifrío. En esta zona, los climas áridos y semiáridos podrían extender su área de influencia, mientras que los semifríos podrían desaparecer. Asimismo, alrededor de 10 % de los ecosistemas forestales se verá afectado por las condiciones secas y cálidas. Grandes extensiones de pastizales y bosques templados resentirían la presencia de climas más calientes, por lo cual podría incrementarse la extensión de bosques tropicales secos y muy secos, así como las áreas de matorrales desérticos. También sería probable que determinados sitios de esta zona ya no fueran aptos para el cultivo de maíz de temporal.

- *Zona centro*

La zona centro del país comprende catorce estados, entre ellos el Estado de México. Aquí, los climas templados húmedos y subhúmedos tenderían a desaparecer, aumentando los secos y los cálidos y apareciendo los áridos en pequeñas áreas. La sequía y la desertificación, aun cuando actualmente se presentan en grados bajos, aumentarían y se agravarían los problemas de disponibilidad de agua. Por la mayor concentración, tanto de población como de actividades económicas, esta zona tendrá una situación de alta vulnerabilidad ya que, aunado a los más de 22 millones de habitantes del Estado de México y del Distrito Federal, para el año 2050 algunas de las doce entidades restantes sobrepasarán los 8 millones de personas, lo que implicará grandes demandas de agua y servicios que la zona no estará en condiciones de proveer. Los campos de cultivo de maíz

de temporal pasarán de ser medianamente aptos a no aptos, disminuyendo el potencial agrícola. Los ecosistemas forestales más afectados serán los bosques templados y los bosques húmedos.

- *Zona sur*

La zona sur comprende siete estados y es la que presentará los menores impactos ante un posible cambio climático. No obstante, en el caso de las costas del Golfo de México y del Mar Caribe existen regiones susceptibles al ascenso del nivel del mar. En algunas regiones agrícolas, la superficie apta para el cultivo de maíz de temporal desaparecería y la franja costera considerada como no apta se extendería hacia el interior. Por su parte, las zonas de producción de petróleo poseen una vulnerabilidad muy alta ante el cambio climático, puesto que pueden verse afectadas tanto por fenómenos naturales, tales como el aumento del nivel del mar y la disponibilidad de agua, como por fenómenos económicos tales como los cambios en la demanda y precio de los productos energéticos.

Los resultados de los estudios de caso de país deben contemplarse en el marco de un conjunto de cambios actualmente en evolución y que continuarán produciéndose como consecuencia de otros factores. En muchos casos, los impactos se apreciarán en regiones ya sometidas actualmente a diversas presiones; el cambio climático inducido por las actividades humanas debido a emisiones continuas e incontroladas sólo acentuará estos impactos. Asimismo, es importante resaltar el problema de la distribución temporal y la velocidad del cambio, ya que se pueden producir diferencias temporales entre la duplicación de las concentraciones de GEI y los impactos que el cambio climático genere. Por último, cualquier otra fluctuación climática (tal como los fenómenos de El Niño y La Niña) podría provocar alteraciones al medio ambiente intensificando los impactos en los diferentes sectores.

Cuadro 1.2. Sectores más vulnerables ante el cambio climático en México (síntesis)	
<p>Agricultura de temporal: Se verá afectada en áreas que actualmente son medianamente aptas para el cultivo del maíz, reduciéndose así la extensión para su cultivo.</p>	<p>Ecosistemas: Cerca de 50 % de la vegetación presentará cambios en cuanto a distribución y composición florística, sobre todo los bosques templados de pino y encino.</p>
<p>Salud humana: Habrán un incremento en la incidencia de algunas enfermedades transmitidas por vector (p. ej. fiebre amarilla, dengue, malaria) además de las enfermedades gastrointestinales.</p>	<p>Industria y energía: Las industrias que requieren el agua como insumo, como la petrolera, eléctrica y petroquímica, serán altamente vulnerables.</p>
<p>Suelos: Existirá una tendencia hacia la desertificación, por lo cual se agravarán los problemas de erosión. El 48 % del territorio nacional presentará altos índices de vulnerabilidad.</p>	<p>Zonas costeras: Más de 15 mil kilómetros cuadrados de zonas costeras estarán amenazados por la elevación del nivel del mar, afectando a los ecosistemas, la ganadería y la agricultura, por igual.</p>

Fuente: Magaña y Gay (2002)



2

**Descripción del
Estado de México**



2. Descripción del Estado de México

2.1. Localización

El Estado de México se localiza en la altiplanicie mexicana, en la porción central de la República Mexicana, está comprendido entre los meridianos $98^{\circ} 36'$ y $100^{\circ} 37'$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich y los paralelos $18^{\circ} 22'$ y $20^{\circ} 17'$ de latitud norte.

La extensión territorial de la entidad es de 22 499.95 km², lo que representa 1.1 % del territorio nacional, por lo cual ocupa el lugar 25 en cuanto a superficie, en comparación con las demás entidades federativas que conforman al país. El Estado de México colinda al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo; al este con los estados de Puebla y Tlaxcala; al sur con los estados de Morelos y Guerrero; y al oeste con el estado de Michoacán de Ocampo y una pequeña porción de Guerrero. Limita además con el Distrito Federal, rodeándolo en sus porciones norte, oriente y occidente (figura 2.1).

Figura 2.1. Plano de localización del Estado de México



La división político administrativa corresponde a 125 municipios. La altitud promedio de las cabeceras municipales es de 2 320 msnm, con un rango desde 1 330 hasta 2 800 msnm.

El relieve de la entidad se caracteriza por presentar dos grandes regiones: una donde predominan las sierras y lomeríos, que ocupan 76 % del territorio estatal; y otra, en donde se encuentran llanuras, valles y mesetas en 24 % del territorio. Esta heterogeneidad espacial proporciona una variedad de altitudes, tipos de roca, suelos, climas, vegetación, flora, fauna y paisajes característicos del territorio estatal.

2.2. Clima

Dada la ubicación geográfica del territorio estatal, el clima dominante debería ser tropical; sin embargo, las variaciones del relieve originan diversidad de climas. Existe el templado subhúmedo C(w) que comprende 61.8 % del territorio; el cálido A(w) es característico del sur de la entidad y representa 20.8 %; el semiárido templado B(s) está presente en la parte norte y le corresponde 5.7 %; y el frío E(T)H y semifrío C(E) se localizan en zonas altas y montañosas, como el Nevado de Toluca, Popocatepetl e Iztaccihuatl, comprendiendo 11.7 %.

Según la clasificación de Köppen, modificada por E. García, en la figura 2.2 se muestran los tipos de clima presentes en la entidad, así como su distribución espacial.

- *Temperatura*

Durante la primavera la temperatura aumenta considerablemente en casi todo el territorio de la entidad. Los valores más elevados se registran en mayo, principalmente en las regiones localizadas al suroeste, en donde se llegan a registrar de 36 °C a 40 °C. En montañas como la Sierra de las Cruces, la Sierra Nevada y el Nevado de Toluca, las temperaturas fluctúan entre 6 °C y 16 °C, mientras que en los valles de México y Toluca oscilan entre 24 °C y 30 °C. El intenso calor en este período se debe a que el sol se halla en el cenit de estas latitudes y también a la escasa humedad atmosférica; circunstancia que facilita el paso de los rayos solares hasta la superficie del suelo.

Las temperaturas medias anuales rondan los 28 °C para las áreas bajas del suroeste y los 8 °C en las principales montañas. Esta disposición térmica es ideal para el crecimiento y desarrollo de las plantas, razón por la cual la entidad dispone de buenas condiciones climáticas para la agricultura.

- *Precipitación pluvial*

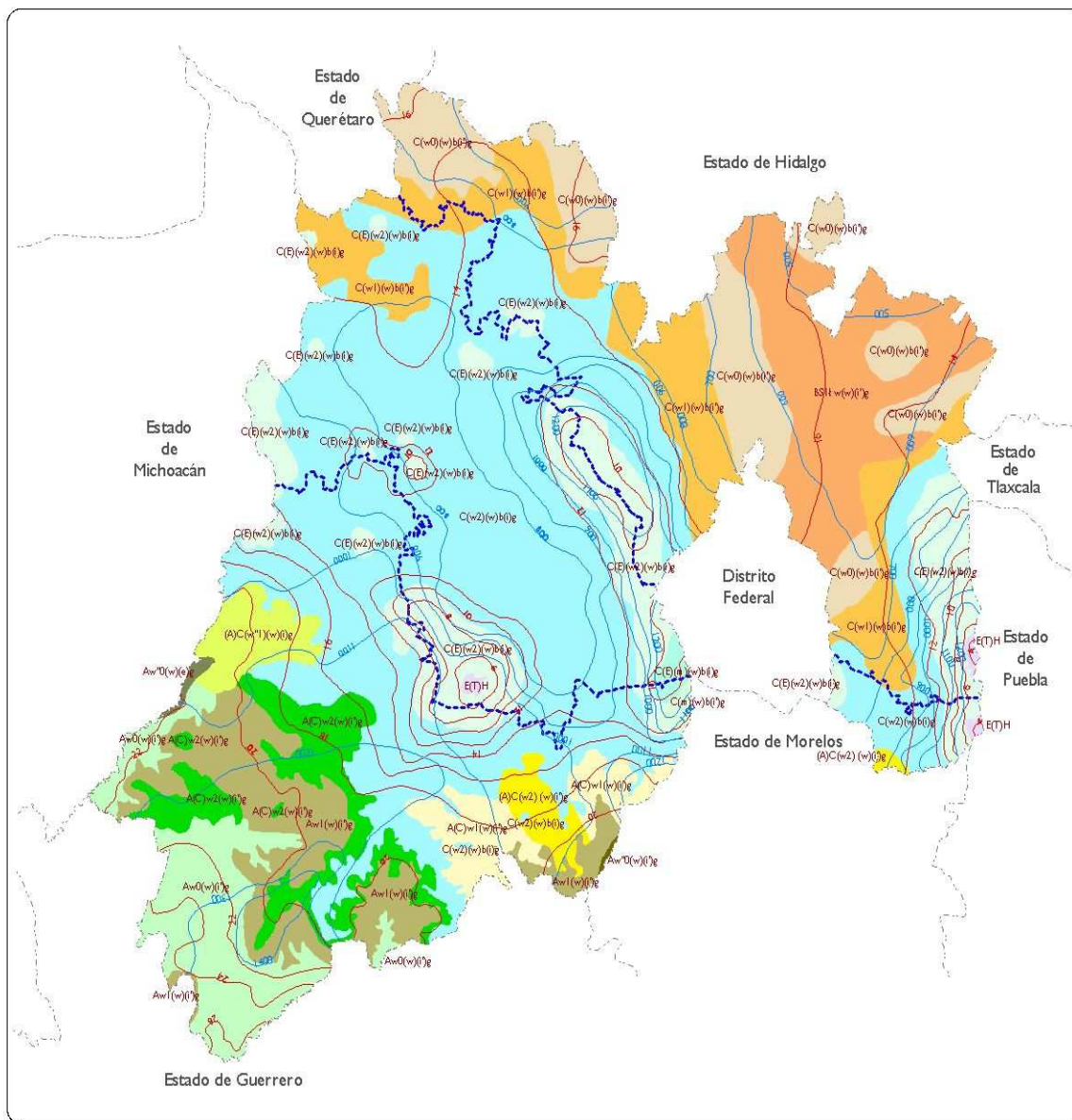
Las lluvias en el verano se refuerzan por fenómenos convectivos, es decir, el calor que se concentra en los principales valles hace ascender la humedad, ésta se enfría y se origina la temporada de lluvias alrededor de la segunda quincena de mayo, finalizando en la primera quincena de octubre.



Después de las primeras lluvias, las temperaturas descienden, lo que genera abundancia de nubosidad y precipitación. Los tipos de nubes característicos en el verano son los cúmulos, estratos, estratocúmulos y cumulonimbus, estos últimos ocasionan fuertes tormentas eléctricas y granizadas, sobre todo en las sierras Nevada, de las Cruces, Nanchititla y el Nevado de Toluca. En estas estructuras orográficas y áreas adyacentes, es donde más llueve durante todo el año, mientras que los valles de México y Toluca, al localizarse entre grandes montañas que obstaculizan el libre paso de humedad, captan de 800 mm a 900 mm anualmente. La región más seca es el noreste, donde las lluvias son del orden de 600 mm a 700 mm anuales.

Durante el período de lluvia también caen granizadas frecuentes en las montañas más altas. Allí, la frecuencia del granizo es de 10 a 20 días al año. La menor incidencia corresponde a las áreas bajas del suroeste con menos de dos días al año.

Figura 2.2. Distribución de climas en el Estado de México



SIMBOLOGIA

Clasificación Climática de Köppen Modificada por Enriqueta García

Denominación	Grupo de Climas	Coefficiente Prec/Temp	Grado de Humedad	Denominación	Grupo de Climas	Coefficiente Prec/Temp	Grado de Humedad
(A)C(w ¹)(w)(i)g	Semicálido	43.2 < P/T < 55.0	Subhúmedo	BS1k(w)(i)g	Seco	> 22.9	Semiárido
(A)C(w ²)(w)(i)g	Semicálido	> 55.3	Subhúmedo	C(E)(m)(w)b(i)g	Semifrío	> 55.0	Húmedo
A(C)w1(w)(i)g	Semicálido	43.2 < P/T < 55.0	Subhúmedo	C(E)(w ²)(w)b(i)g	Semifrío	> 55.0	Subhúmedo
A(C)w2(w)(i)g	Semicálido	> 55.0	Subhúmedo	C(m)(w)b(i)g	Templado	> 55.0	Húmedo
Aw ⁰ (w)(e)g	Cálido	< 43.2	Subhúmedo	C(w)(w)b(i)g	Templado	< 43.2	Subhúmedo
Aw ⁰ (w)(i)g	Cálido	< 43.2	Subhúmedo	C(w1)(w)b(i)g	Templado	43.2 < P/T < 55.0	Subhúmedo
Aw0(w)(i)g	Cálido	< 43.2	Subhúmedo	C(w2)(w)b(i)g	Templado	> 55.0	Subhúmedo
Aw1(w)(i)g	Cálido	43.2 < P/T < 55.0	Subhúmedo	E(T)H	Frío	Temperatura media anual -2 °C y 5 °C	

— Temperatura media anual en °C
 — Precipitación media anual en mm.
 - - - Limite de región hidrológica

Fuente: DGPCCA con datos del GEM (1993).



2.3. Población

La situación demográfica actual del Estado de México es resultado del rápido crecimiento de su población a partir de 1960, experimentando tasas de crecimiento promedio anual (TCPA) hasta de 7 %. La población se cuadruplicó en tan solo dos décadas.

En el inicio del siglo XXI, la población total de la entidad pasó de 13.1 a 14 millones de habitantes en el periodo de 2000 a 2005. La tasa de crecimiento en ese periodo fue de 1.3 % mientras que la nacional fue de 1.2 %. El Consejo Estatal de Población, para el 2007, reporta 14.4 millones, con respecto al reportado en 2005, la población aumento 2.52 %. La distribución de la población comprende: 72.9 % urbana, 13.7 % rural y 13.4 % mixta.

La expansión demográfica de la entidad se explica, además del crecimiento natural, por una serie de fenómenos socioeconómicos y naturales, como la migración neta positiva, políticas públicas, actividades económicas, adelantos médico-científicos y eventos catastróficos. Por el contrario, una de las políticas públicas nacionales más exitosas para el control poblacional ha sido la planificación familiar. En el Estado de México tal estrategia refleja una reducción significativa en la TCPA a partir de 1990, de tal forma que para ese año la tasa fue de 2.64 % y para 2005 de 1.35 % (cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Tasa de crecimiento promedio anual (TCPA) de la entidad para distintos periodos	
Periodo	TCPA (%)
1950-1960	3.14
1960-1970	7.28
1970-1980	7.03
1980-1990	2.64
1990-1995	3.59
1995-2000	2.27
2000-2005	1.35

Fuente: DGPCCA (2007a)

El hecho de contar con más de 14 millones de habitantes y sólo poseer 1.1 % del territorio nacional, hace al Estado de México el más poblado del país y el segundo con la mayor densidad poblacional después del Distrito Federal, con 623 habitantes por kilómetro cuadrado.

De los 125 municipios que conforman al Estado de México, 75 municipios tienen menos de 50 mil habitantes; 22 están en el rango de 50 mil a 100 mil; 13 en el rango de 101 mil a 250 mil; 9 en el rango de 251 mil a 500 mil, 4 en el rango de 501 mil a 1 millón y 2 municipios con más de 1 millón de habitantes, siendo estos seis últimos municipios Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla de Baz, Toluca, Chimalhuacán, Nezahualcóyotl y Ecatepec respectivamente, los cuales destacan porque en conjunto representan 40 % de la población estatal.

2.3.1. Distribución de la Población en Zonas Metropolitanas

En el Estado de México se localizan dos de los más importantes centros urbanos del país: la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) conformada por 22 municipios y asentada en la parte central de la entidad; y la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán- Texcoco (ZMVCT) la cual comprende 59 municipios y que, junto con las 16 Delegaciones del Distrito Federal y el municipio de Tizayuca, Hidalgo, conforman la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

En el cuadro 2.2 se muestra la distribución de la población en cada una de estas zonas metropolitanas. Como se puede observar la ZMVCT concentra casi 75 % de la población, en tanto la ZMVT cerca de 14 %. Cabe señalar que varios municipios de ambas zonas metropolitanas se caracterizan por estar en vías de consolidación urbana, es decir, que aún mantienen características rurales pero con una marcada tendencia hacia la urbanización con un importante componente de comercios y servicios.

Cuadro 2.2. Distribución de la población en zonas metropolitanas			
Zona	Municipios	Población	Porcentaje (%)
Valle Cuautitlán-Texcoco	59	10 462 421	74.69
Valle de Toluca	22	1 917 002	13.69
Resto del Estado	44	1 628 072	11.62
Total	125	14 007 495	100.00

Fuente: DGPCCA (2007a)

Los 44 municipios restantes que circundan a las zonas metropolitanas se caracterizan por diferencias microrregionales y una limitada articulación entre sus localidades, fenómeno que se agudiza en los municipios localizados en la parte sur de la entidad, donde predominan asentamientos menores de 2 500 habitantes distribuidos de manera dispersa, en zonas con escasa intercomunicación debido a las condiciones topográficas que dificultan su integración con el resto de la entidad.

2.3.2. Proyección de Crecimiento Poblacional

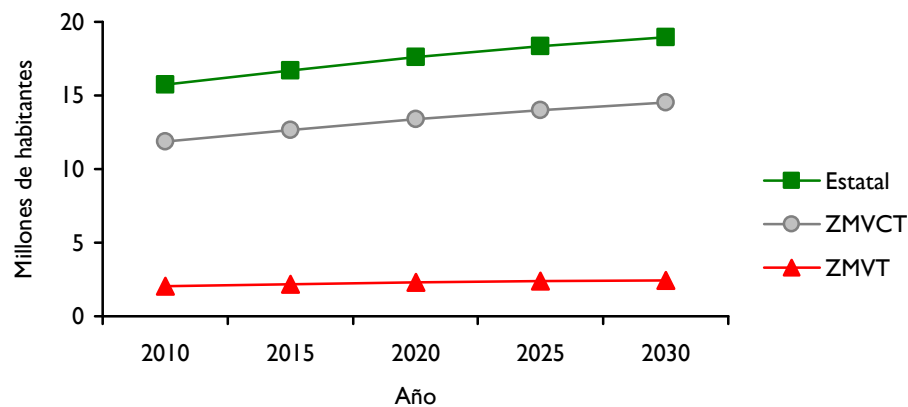
De acuerdo con las proyecciones realizadas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), se espera que para 2010 habiten en la entidad 15.7 millones de personas, y en 2030 cerca de 19 millones, es decir, la población aumentará en más de tres millones de individuos respecto a 2010, esto es un incremento de 20.3 %.

Respecto a la ZMVCT, el crecimiento poblacional en 20 años será de 22.5 %, es decir, que habitarán 2.6 millones de personas más. Por su parte, la ZMVT mostrará un crecimiento de casi 400 mil habitantes, 19.4 % de incremento (cuadro 2.3 y gráfica 2.1).


Cuadro 2.3. Proyección de la población para distintos años, total estatal y por zona metropolitana

Año	Estatal	ZMVCT	ZMVT
2010	15 744 553	11 862 817	2 056 709
2015	16 715 010	12 663 496	2 177 955
2020	17 601 504	13 387 553	2 287 407
2025	18 348 651	14 015 505	2 381 250
2030	18 939 803	14 526 600	2 455 668

Fuente: DGPCCA con datos de CONAPO (2000)

Gráfica 2.1 Proyección del crecimiento poblacional estatal y por zona metropolitana, periodo 2010-2030


Fuente: Cuadro 2.3

La tasa de crecimiento poblacional anual (TCPA) estatal esperada pasará de 1.2 % en el 2010, a 0.3 % en el 2030. En el caso de la ZMVCT, la TCPA pasará de 1.3 % a 0.4 %, es decir, valores ligeramente por arriba de la TCPA estatal, entre tanto la TCPA esperada para la ZMVT pasará de 1.1 % a 0.3 %. Como se puede apreciar en el cuadro 2.4, la TCPA muestra en todos los casos una tendencia descendente importante.

Cuadro 2.4. TCPA para distintos periodos, estatal y por zona metropolitana

Periodo	Estatal (%)	ZMVCT (%)	ZMVT (%)
2010-2015	1.20	1.31	1.15
2015-2020	0.52	0.56	0.49
2020-2025	0.38	0.42	0.37
2022-2030	0.35	0.40	0.34

Fuente: DGPCCA con datos de CONAPO (2000)

Aun con tasas de crecimiento poblacional cada vez menores, el incremento de la población en términos absolutos, representa para el Gobierno del Estado de México el reto de mantener los niveles de servicio y dotar de energía eléctrica, agua e infraestructura vial a los nuevos desarrollos urbanos. En materia ambiental, lograr mantener dentro de norma los índices de calidad del aire ambiente a pesar del incremento de emisiones por las distintas fuentes de contaminación; un mejor aprovechamiento del recurso agua (calidad, abastecimiento, distribución tratamiento, control de fugas); un adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos que incluya menor generación, mayor reciclaje de materiales y el aprovechamiento de subproductos como el metano; y la protección y conservación de las zonas forestales a pesar de la presión de los asentamientos humanos, para seguir obteniendo los servicios ambientales que estos brindan.

2.4. Economía

El Estado de México tiene una economía altamente diversificada, razón por la cual es considerada como una entidad donde se desarrollan prácticamente todas las ramas de la actividad económica. Esta situación se explica por la gran dotación de recursos naturales que se han utilizado históricamente en la entidad, y conjuntamente con su capital humano, han permitido generar un cúmulo de riqueza productiva, por tanto resulta indispensable aprovechar de forma sustentable todos estos recursos.

La economía mexiquense ocupa el segundo lugar nacional, sólo por debajo del Distrito Federal, que genera poco más de 20 % del producto interno bruto (PIB) del país, en tanto el PIB estatal representa alrededor de 10 %.

En la entidad se encuentran establecidas 364 921 unidades económicas de diversas ramas de actividad, el 12.1 % del país, las cuales dan empleo a 1.5 millones de personas, esto es, 9.4 % del personal ocupado en México. En cuanto a la aportación de cada sector de actividad a la economía estatal, destaca la industria manufacturera, particularmente la fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo.

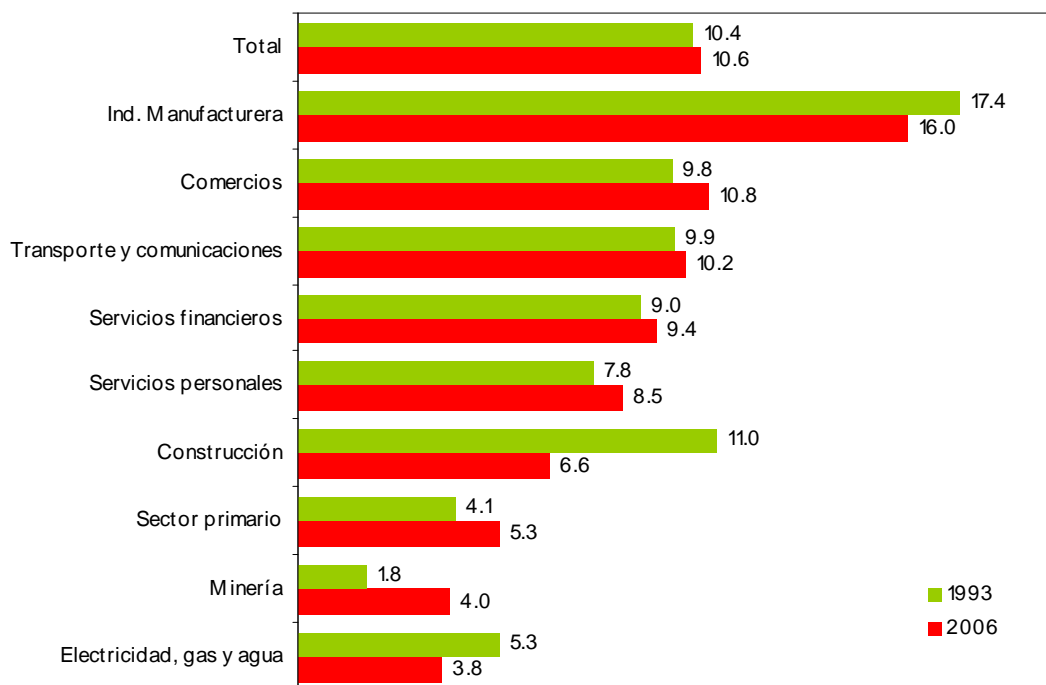
En el sector primario es sobresaliente el primer lugar nacional en producción de clavel, crisantemo, rosa de invernadero, tuna y chícharo, así como en captura pesquera de carpa y de carne de ovino en canal.

Respecto a infraestructura, la entidad cuenta, además de la planta productiva propiamente, con más de 14 000 km de carreteras, 1 284 km de vías férreas, más de 1 600 oficinas postales, 80 oficinas de telégrafos, 59 estaciones televisoras, 24 radiodifusoras y 3 aeropuertos, uno de ellos de carácter internacional. Para la atención a la salud, existen más de dos mil unidades médicas públicas y privadas. En materia de educación se tienen 22 976 escuelas desde nivel básico hasta superior. En cuanto a vivienda, la población habita 3 100 599 de éstas.



Concerniente a la participación del Estado de México en la producción nacional, según las grandes divisiones de actividad económica, destacan: industria manufacturera, 16.0 %; comercios, restaurantes y hoteles, 10.8 %; servicios financieros y de alquiler, 9.4 %; servicios personales, 8.5 %; y transporte, almacenaje y comunicaciones, 10.2 %. Por otra parte, se observa que el comercio, los servicios, así como la minería y la agricultura muestran mayor participación en relación con 1993 (gráfica 2.2). El aumento de la participación de los sectores comercio y servicio en el PIB y la disminución en la manufactura, ilustran la terciarización de la economía.

Gráfica 2.2. Participación porcentual del Estado de México en el total nacional por actividad económica 1993 y 2006



Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Estado de México, con datos del INEGI.

- *Agricultura*

El Estado de México destaca como uno de los principales productores de maíz en el país. Las especies hortícolas más importantes que se cultivan son papa, chícharo, haba, tomate, jitomate y zanahoria. Asimismo, entre los productos frutícolas se encuentran: tuna, aguacate y durazno. El Estado es el primer productor nacional de flor de corte; aproximadamente 17.8 % se produce en condiciones de invernadero y el resto a cielo abierto. Entre las especies cultivadas destacan: rosa, crisantemo, clavel, gerbera y gladiolo. De la superficie de suelo destinada a uso agrícola poco más de 21 % es de riego y punta de riego, el resto es de temporal.

- *Ganadería*

En la producción de ovinos el Estado de México registra el mayor inventario del país con alrededor de 1.7 millones de cabezas y una producción promedio cercana a seis mil toneladas anuales. Con este volumen de producción se cubre 25 % de la demanda de la entidad, estimada en más de 24 mil toneladas. La producción de bovinos para carne se desarrolla prácticamente en toda la entidad. En los últimos años la producción de carne de bovinos se ha mantenido por arriba de las 37 mil toneladas de carne. Respecto a la producción de carne de porcino, aves y huevo, ésta se desarrolla generalmente como una actividad de gran escala, mientras que la producción de conejo, pato y otros animales de corral se desarrolla en menor escala.

- *Silvicultura*

La cobertura forestal constituye un valioso recurso natural con funciones económicas y ambientales. De la superficie total de la entidad, alrededor de 33 % tiene vocación forestal. Las principales especies maderables utilizadas en el Estado de México corresponden a pino, oyamel, cedro, encino, aile y madroño las cuales pertenecen a bosques templados distribuidos principalmente en las Sierras del Nevado de Toluca, de las Cruces, Nevada y de Zempoala. Respecto a los productos no maderables que se obtienen de los bosques están: resinas, musgo, leña, tierra de monte y tierra de hoja. Particularmente estas dos últimas actividades generan alteraciones productivas en el ecosistema al interrumpir los ciclos biogeoquímicos.

- *Industria manufacturera*

En la entidad existen 35 mil 343 unidades manufactureras las cuales representan 10.8 % del total nacional. Considerando la producción bruta total, entre los principales subsectores de la industria manufacturera están: la alimentaria, la automotriz, la química, la del plástico y la del papel. Los estratos de la industria mexiquense según tamaño son micro 91.1 %; pequeña, 5.2 %; mediana 2.6 %; y grande 1.1 %. En materia de infraestructura la entidad cuenta con 85 parques, zonas y corredores industriales. Cabe destacar que la actividad industrial se concentra en 17 municipios en los cuales se asienta 68.1 % de los establecimientos de este ramo.

- *Comercios y Servicios*

En el Estado de México hay 210 mil 897 establecimientos comerciales y 113 mil 358 de servicios. Particularmente, el sector comercio presenta una gran cantidad y diversidad de establecimientos que se viene dando por los cambios en los patrones del consumo y de la apertura comercial promovida por el modelo económico global. Estos cambios se pueden apreciar en la aparición de grandes cadenas de tiendas de autoservicio y centros comerciales y departamentales, con una notoria disminución de tiendas de pequeños comerciantes.



2.5. Recursos Naturales

2.5.1. Recurso Hídrico

El Estado de México se caracteriza por formar parte de las tres regiones hidrográficas más importantes del país, tanto por la extensión y volumen de sus corrientes superficiales, como por la concentración de población y actividades económicas que ahí se desarrollan. Dichas regiones son Pánuco, ubicada en la porción noreste y conformada por 60 municipios mexiquenses; en la parte centro la región Lerma-Santiago, integrada por 32 municipios, y en el suroeste la región Balsas, la cual alberga 33 municipios.

En la región Pánuco se localizan embalses importantes tales como la laguna de Zumpango, el lago Nabor Carrillo en las inmediaciones del ex lago de Texcoco, así como las presas Huapango, Santa Clara, Daxhó, Taxhimay y Madín, entre otras, que en su mayoría son utilizadas para riego y en menor parte para potabilización o uso urbano.

En la región Lerma, existe un gran número de almacenamientos, entre los cuales sobresalen las presas Tepetitlán, “José Antonio Alzate” e “Ignacio Ramírez”, el resto son cuerpos de agua de menor capacidad utilizados casi en su totalidad para riego. La importancia de esta región radica en que ahí se encuentran las zonas agrícolas de temporal y riego más destacadas de la entidad, así como algunas zonas industriales que demandan gran parte del agua disponible.

La región Balsas se caracteriza por presentar la mayoría de los embalses de la entidad, en ésta también se encuentran ubicados importantes cuerpos de agua destinados a la generación de energía eléctrica como la presa Villa Victoria. Asimismo, de esta región se exporta un volumen considerable del agua que se consume en la ZMVM; también en ésta se localizan zonas de pastizales y áreas destinadas a la floricultura y fruticultura. Sus escurrimientos están integrados por numerosos ríos de importantes caudales.

En el cuadro 2.5 se muestran los volúmenes de almacenamiento de las principales presas de la entidad, para los años 2004 y 2005. Se puede observar que dicho volumen ha disminuido en todos los casos, pero la diferencia es mucho más marcada en la presa Ñadó con una reducción de 60.2 %; Huapango, con 57.8 %; Isla de las Aves, con 49.1 % y Villa Victoria, con 44.5 %.

Cuadro 2.5. Comparativo de las principales presas de la entidad. Volúmenes de almacenamiento Mm³ (Valores para septiembre)

Presa	Capacidad de diseño	Año	
		2004	2005
Molino	7.40	7.18	5.22
Isla de las Aves	9.33	6.54	3.33
Madín	10.25	10.82	10.60
La Concepción	11.90	11.36	11.17
Ñadó	16.03	16.32	6.50
Ignacio Ramírez	18.80	23.46	14.76
Danxhó	30.55	30.69	20.99
José Antonio Alzate	32.70	15.09	12.00
Guadalupe	55.50	51.04	48.55
Tepetitlán	67.32	62.74	57.58
Huapango	121.00	89.28	37.65
Villa Victoria	182.03	180.55	100.13
Valle de Bravo	418.25	355.80	297.17

Fuente: DGPCCA con datos de la CONAGUA.

- *Balance hidrológico*

El volumen total que recibe el Estado de México por precipitación es de 22 472 millones de metros cúbicos (Mm³) pero gran parte, aproximadamente 80 % regresa a la atmósfera por evaporación-transpiración. Del total de agua disponible, 1 067 Mm³ se infiltran y 3 707 Mm³ escurren, incorporándose a ríos, arroyos y embalses de la entidad. Por región hidrográfica, el Balsas recibe la mitad del volumen de precipitación y también participa con un importante volumen de escurrimiento. La región Lerma destaca por su participación en la infiltración y por lo tanto en la recarga de mantos freáticos (cuadro 2.6).

Cuadro 2.6. Balance hidrológico del Estado de México

Región	Precipitación		Infiltración		Eskurrimiento	
	mm	Mm ³	Mm ³	m ³ /s	Mm ³	m ³ /s
Pánuco	771	6 367	383	12.14	748	23.72
Lerma	915	4 735	524	16.62	799	25.33
Balsas	1 254	11 370	160	5.07	2 160	68.48
Estado	999	22 472	1 067	33.83	3 707	117.53

Fuente: CAEM (2002)



Además del aporte natural, la entidad recibe al año 109.8 Mm³ de agua provenientes de las presas Tuxpan y El Bosque, ambas pertenecientes al estado de Michoacán, que junto con las presas mexiquense Colorines, Ixtapan del Oro, Valle de Bravo, Villa Victoria y Chilesdo alimentan el Sistema Cutzamala. Por otra parte el Estado de México exporta al año un volumen aproximado de 540.2 Mm³ de agua potable al Distrito Federal a través de los sistemas Lerma-Cutzamala, Norte y Oriente.

Respecto al balance hidrológico de aguas subterráneas, en el cuadro 2.7 se aprecia que existe una recarga de 876.6 Mm³ y una extracción de 1 777 Mm³ por lo cual el balance es negativo, es decir, se extrae más de lo que se ingresa. Esto representa un problema de sobreexplotación, particularmente en las regiones Pánuco y Lerma, sólo el Balsas no tiene déficit. Aunado al problema de sobreexplotación también está el caso de contaminación de algunos pozos de la región Pánuco por lo cual la calidad de agua no es apta para consumo humano.

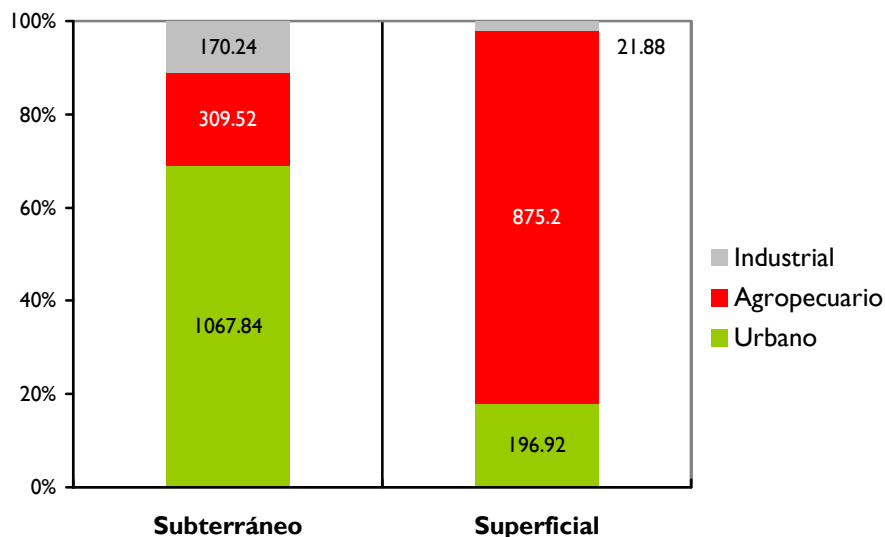
Cuadro 2.7. Balance hidrológico de aguas subterráneas Mm³/año			
Región	Recarga	Extracción	Balance
Pánuco	371.7	1 114.9	-743.2
Lerma	455.8	630.4	-174.6
Balsas	51.1	31.7	19.4
Estado	876.6	1 777.0	-900.0

Fuente: SEIA (2004)

- *Usos del agua*

Los aprovechamientos del agua en la entidad ascienden a 2 641.6 Mm³, de éstos, 1 547.6 Mm³ (58.6 %) son de origen subterráneo y 1 094 Mm³ (41.4 %) de origen superficial. Respecto a los usos del agua, 45 % se utiliza en el sector agropecuario, 7.3 % en la industria y 47.7 % es de uso público urbano. En la gráfica 2.3 se muestra con más detalle el uso del agua según su origen. Destaca que para consumo urbano se extrae más agua subterránea (69 %) que superficial (18 %); por el contrario, para uso agropecuario, 80 % proviene de fuentes superficiales y sólo 20 % es de origen subterráneo. En el caso del agua para uso industrial la mayoría proviene de fuentes subterráneas (11 %).

**Gráfica 2.3 Origen de extracción y usos del agua
(Millones de metros cúbicos y porcentaje)**



Fuente: CAEM (s. a.)

La explotación de los mantos acuíferos debido al crecimiento poblacional está generando su desecación. Aunado a ello, está la pérdida de la recarga de dichos mantos porque las vialidades y construcciones están cimentadas sobre lozas y carpetas que impermeabilizan el suelo disminuyendo las áreas de recarga. Por lo cual, se debe fomentar la utilización de materiales permeables en las áreas libres de construcción, creación de áreas verdes, la construcción de líneas separadas para las aguas residuales y pluviales, así como de tanques de tormenta y pozos de infiltración dentro de los grandes desarrollos urbanos.

2.5.2. Biodiversidad

La ubicación del Estado de México es determinante en la definición de su diversidad biológica. La historia geológica, relieve, topografía y régimen climático tan heterogéneos le confieren cualidades especiales para el desarrollo de una amplia biodiversidad en un territorio que apenas representa 1 % de la superficie nacional.

Su integración dentro de la provincia de los Lagos y Volcanes del Anáhuac, le ha permitido contar con amplios contrastes en la elevación de su territorio, desde las zonas cercanas a 300 msnm, donde se desarrolla la selva baja caducifolia, hasta un conjunto de grandes planicies ubicadas a 2 250 y 2 600 msnm, correspondientes a la Cuenca de México y Cuenca del Río Lerma, respectivamente, donde es predominante la vegetación de bosques templados, matorrales espinosos, humedales y pastizales de altura, entre otros.



Cabe recordar que el Eje Neovolcánico Transversal es el sistema montañoso que divide al país y, por ende, al Estado de México, en dos grandes regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical, cada una de las cuales tiene una flora y fauna características, pero que convergen en esta franja. De manera general, la región Neártica comprende la porción centro y norte del territorio estatal, mientras que la región Neotropical abarca la parte suroeste, concretamente la zona cálida de la cuenca del Río Balsas.

En el Estado de México se tiene un registro de 3 896 especies silvestres, de las cuales 2 500 son de flora y 1 396, de fauna (cuadro 3.1). Cabe recalcar que a la entidad llegan diferentes especies de aves migratorias, principalmente de patos, así como la mariposa monarca. Asimismo, cuenta con diferentes especies endémicas principalmente de plantas y mamíferos.

Cuadro 2.8. Riqueza de especies del Estado de México	
Grupo	Número de especies
Flora	2 500
Mamíferos	152
Aves	396
Reptiles	93
Anfibios	53
Peces de agua dulce	34
Invertebrados	668
Total	3 896

Fuente: SEGEM (2002); DGPCCA (2007b)

- *Especies con categoría de riesgo*

Las actividades humanas ejercen una marcada influencia en la disminución del número de especies, en el tamaño y la variabilidad genética de las poblaciones silvestres y en la pérdida irreversible de hábitat y ecosistemas. La reducción del tamaño de las poblaciones silvestres está dada en gran medida por las actividades antropogénicas que incluyen actividades legales (caza deportiva) e ilegales (como el tráfico de especies amenazadas); destrucción de hábitat causada por diversas actividades productivas; la influencia de compuestos químicos y tecnologías utilizados en la fertilización de suelos, fumigación de cultivos y la construcción de obras de ingeniería; entre otras.

En el Estado de México, se han identificado 184 especies con alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, lo que representa 4.7 % del total de las especies silvestres. En el cuadro 2.9 se puede advertir que a la fecha hay dos especies probablemente extintas en el medio silvestre, 17 en peligro de extinción, 68 amenazadas y 97 sujetas a protección especial. También destaca que los grupos con más número de especies en riesgo son las aves, los reptiles, las plantas y los mamíferos.

Cuadro 2.9. Número de especies según categoría de riesgo					
Grupo	Extinta en el medio silvestre	En peligro de extinción	Amenazada	Sujeta a protección especial	Total por grupo
Aves	1	8	17	35	61
Mamíferos	1	3	12	7	23
Reptiles	0	1	12	27	40
Anfibios	0	1	5	13	19
Peces	0	2	2	0	4
Plantas	0	2	15	14	31
Hongos	0	0	5	1	6
Total por categoría	2	17	68	97	184

Fuente: DGPCCA (2007b)

2.5.3. Recursos Forestales

El Estado de México tiene diversos tipos de vegetación entre los que se encuentran bosque templado (pino, encino, oyamel y mesófilo), selva baja caducifolia, vegetación xerófila o de zonas áridas, pastizales, vegetación acuática (tulares y riparia) y halófila. Respecto a su cobertura, la masa forestal comprende 39.7 % de la superficie estatal, de la cual destacan los bosques templados con 24.8 % y las áreas perturbadas con 10 %, éstas últimas representan zonas donde la vegetación primaria ha sido alterada mayoritariamente por actividades humanas como desmonte, incendios inducidos, tala, y cambio en los usos del suelo (cuadro 2.10).

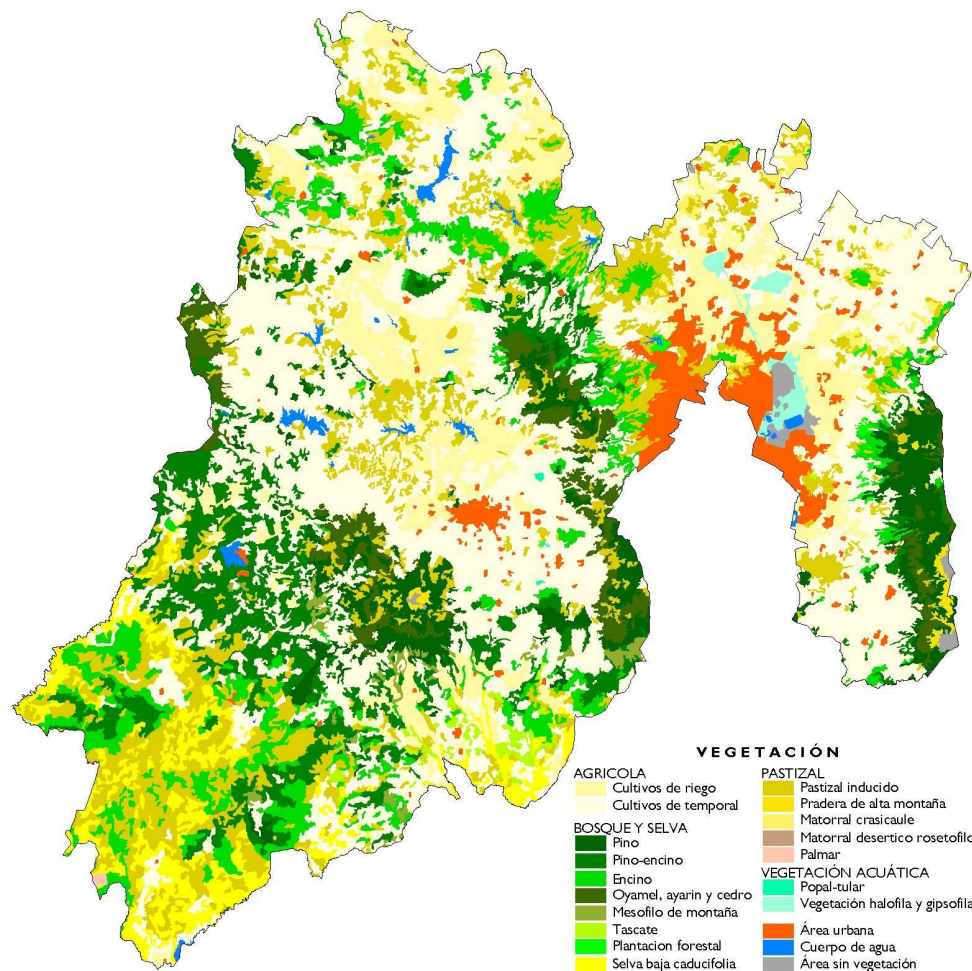
Cuadro 2.10. Superficie y porcentaje de cobertura forestal en la entidad		
Tipo de vegetación	Superficie (ha)	(%) respecto a la superficie estatal
Bosques templados	558 069	24.8
Selva baja caducifolia	87 789	3.9
Vegetación xerófila	16 747	0.7
Vegetación hidrófila y halófila	6 034	0.3
Áreas perturbadas	225 974	10.0
Total vegetación	894 613	39.7

Fuente: PROBOSQUE (2006)

La figura 2.3 ilustra la distribución de los tipos de vegetación presentes en la entidad.



Figura 2.3. Tipos de vegetación.



Fuente: DGPCCA con datos del INE (2000)

2.5.4. Áreas Naturales Protegidas

El Estado de México, se caracteriza por una enorme diversidad y cantidad de recursos de flora y fauna, que constituyen su patrimonio natural. Sin embargo, al ser la entidad más poblada del país, en el territorio mexiquense se demandan una gran cantidad de recursos naturales, especialmente agua limpia, aire de calidad, así como espacios verdes para la recreación, esparcimiento y disfrute de la naturaleza.

El sistema de áreas naturales protegidas (ANP) de la entidad consiste en 84 unidades con distinta jerarquía, que en conjunto suman una superficie de 990 243.61 hectáreas, esto representa 44 % del territorio estatal. Los parques estatales destacan tanto por su número como por su superficie (46 parques y más de 565 mil hectáreas), asimismo, por su extensión le siguen en importancia las áreas de protección de flora y fauna, las reservas ecológicas estatales y los parques nacionales (cuadro 2.11).

Cuadro 2.11. Resumen de las ANP en el Estado de México		
Categoría	Núm.	Superficie (ha)
Parques nacionales	10	98 891.92
Parques estatales	46	577 755.86
Parques municipales	5	193.73
Reservas ecológicas federales	1	17 038.00
Reservas ecológicas estatales	12	100 679.66
Áreas de protección de flora y fauna	1	3 023.95
Áreas de protección de recursos naturales	1	123 774.98
Cimas de montaña, lomeríos y cerros	1	68 093.44
Sin decreto	7	792.07
Total	84	990 243.61

Fuente: CEPANAF (2009)

Por otra parte, en el Estado de México se ubican seis Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) para su conservación, de acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) siendo éstas:

- RTP 107 Sierra Nevada
- RTP 108 Ajusco-Chichinautzin
- RTP 109 Nevado de Toluca
- RTP 110 Sierra de Chincua
- RTP 119 Sierra de Nanchititla
- RTP 120 Sierras de Taxco-Huautla

A la fecha en las áreas naturales protegidas existen usos incompatibles con la conservación de los recursos naturales, tales como: la tala clandestina, el cambio de uso de suelo, abandono paulatino y creciente de los terrenos agrícolas y pecuarios, incendios forestales, erosión, urbanización creciente y desordenada, explotación industrial de los recursos minerales y poco control de los visitantes hacia la protección y conservación de los diferentes ecosistemas.

La conservación ecológica es un proceso orientado al mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas, la diversidad biológica, los recursos naturales y los servicios ambientales derivados de los mismos

Para el Gobierno del Estado de México son prioritarias las áreas naturales protegidas, en especial, la Reserva de la Biosfera de la mariposa monarca que protege parte del Cerro Altamirano en el municipio de Temascalcingo; Sierra El Campanario, en San José del Rincón, y Cerro Pelón en los municipios de Donato Guerra y Villa de Allende; asimismo, las Lagunas de Zempoala dentro del corredor biológico Chichinautzin, los parques Desierto del Carmen, Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, Iztaccíhuatl-Popocatepetl, Los Remedios, Zoquiapan y Anexas y el Nevado de Toluca.



2.6. Energía Eléctrica y Combustibles Fósiles

2.6.1. Energía Eléctrica

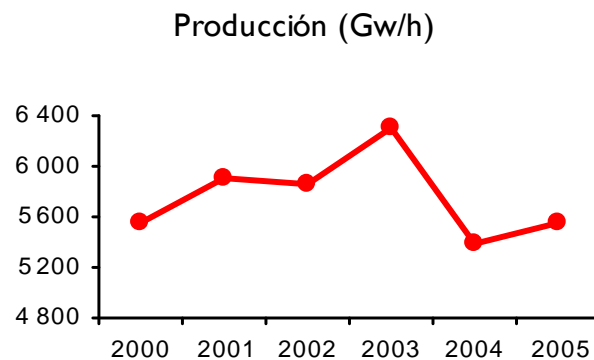
En materia de producción de energía eléctrica la entidad cuenta con 17 centrales generadoras distribuidas en 10 municipios mexiquenses. Dichas centrales cuentan con una capacidad efectiva de 1 463.36 megawatt-hora (MWh) y una producción de 5 543 gigawatt-hora (GWh). La producción total de energía eléctrica aporta alrededor de 3.3 % del total nacional. En el conjunto de tipos de generación de energía eléctrica destaca, por su aporte al total nacional, el ciclo combinado, el turbogas y el vapor. Durante los últimos años la producción mediante vapor ha disminuido en tanto la hidroeléctrica ha aumentado (cuadro 2.12 y gráfica 2.4).

Cuadro 2.12. Energía eléctrica producida en el Estado de México, 2000-2005 según tipo de generación y porcentaje respecto a la producción total nacional

Año	Tipo de generación (GWh)								Total	(%)
	H	(%)	V	(%)	T	(%)	CC	(%)		
2000	87	0.3	5 272	5.9	183	3.5			5 542	2.9
2001	48	0.2	5 614	6.2	234	4.3			5 896	3.1
2002	77	0.3	4 391	5.5	1 401	21.9			5 869	3.3
2003	134	0.7	4 303	5.8	1 872	29.4			6 309	3.7
2004	181	0.7	2 783	4.2	110	5.7	2 312	9.0	5 386	3.3
2005	137	0.5	2 088	3.2	100	7.4	3 218	12.4	5 543	3.2

Clave: H = hidroeléctrica, V = vapor, T = turbotas, CC = ciclo combinado
Fuente INEGI (2006)

Gráfica 2.4. Comportamiento anual de la producción de energía eléctrica (2000-2005)



Fuente: Cuadro 2.12

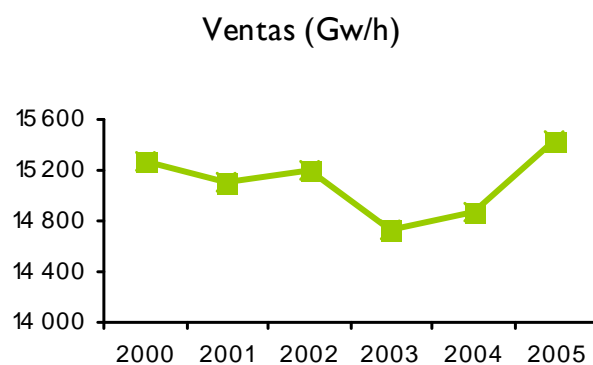
La participación de otras fuentes no convencionales como la micro-hidroelectricidad, la energía solar y la energía eólica en la producción tanto nacional como estatal es modesta o prácticamente nula. La aplicación de los avances tecnológicos de las fuentes no convencionales todavía está limitada al campo de la investigación, experimentación, autoconsumo o uso doméstico. Sin embargo, su desarrollo a largo plazo se considera como indispensable, sobre todo, en lo respectivo a la utilización de biogás y energía solar.

El Estado de México es la entidad federativa que consume la mayor cantidad de energía eléctrica del país. Del total nacional de ventas efectuadas en 2005, correspondiente a 169 757 GWh, el volumen de venta en la entidad fue de 15 442 GWh, lo que representó 9.1 % del total (cuadro 2.13 y gráfica 2.5).

Cuadro 2.13. Volumen de las ventas de energía eléctrica en la entidad por año		
Año	Volumen (GWh)	(%) Respecto al total nacional
2000	15 272	9.8
2001	15 099	9.6
2002	15 201	9.5
2003	14 732	9.2
2004	14 868	9.1
2005	15 442	9.1

Fuente INEGI (2006)

Gráfica 2.5. Comportamiento anual de las ventas de energía eléctrica (2000-2005)



Fuente: Cuadro 2.13



Respecto a los usuarios del servicio eléctrico, en el 2000 fueron 2.55 millones, significando 10 % del total nacional; para el 2005, la cantidad ascendió a 2.75 millones, representando 9.5 % del total nacional. En términos absolutos la diferencia de usuarios en este periodo fue de 198 402 usuarios, es decir, un incremento de 7.8 % (cuadro 2.14 y gráfica 2.6).

Cuadro 2.14. Número de usuarios de energía eléctrica en la entidad por año		
Año	Usuarios	(%) Respecto al total nacional
2000	2 550 404	10.7
2001	2 592 332	10.4
2002	2 648 056	10.2
2003	2 695 971	10.0
2004	2 724 475	9.7
2005	2 748 806	9.5

Fuente: INEGI (2006)

Gráfica 2.6. Comportamiento anual del número de usuarios de energía eléctrica (2000-2005)



Fuente: Cuadro 2.14

- *Retos en materia de energía eléctrica*

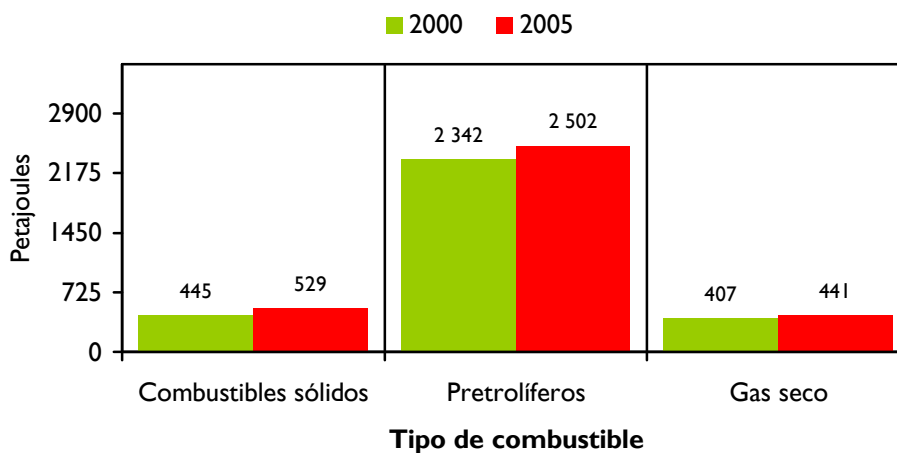
El crecimiento de la actividad comercial y de los asentamientos humanos ha aumentado la demanda de energía eléctrica, principalmente en las zonas metropolitanas de la entidad, motivo por el cual Luz y Fuerza del Centro (LFC) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) han realizado grandes esfuerzos en inversión para mantener y ampliar la infraestructura instalada y continuar otorgando este servicio en cantidad y calidad suficientes. La demanda de electrificación se presenta de la siguiente manera: 85 % en 81 municipios metropolitanos y 15 % en los 44 municipios restantes. En algunos municipios, sobre todo rurales, los costos de electrificación se elevan debido a la existencia de viviendas dispersas o poblados con difícil acceso, por lo cual se necesitan redes con mayor número de postes; o bien, mayor cantidad de maniobras.

Al respecto, la estrategia en materia de energía eléctrica del Gobierno del Estado de México tiene como retos: el asegurar el abasto de energía eléctrica para la demanda futura; promover el servicio eléctrico domiciliario en colonias populares y comunidades rurales; ampliar y modernizar los sistemas de alumbrado público en los 125 municipios de la entidad; así como fomentar el ahorro y uso eficiente de la energía.

2.6.2. Consumo Energético de Combustibles Fósiles

En diversos grados, la producción y consumo de recursos energéticos no renovables en los procesos productivos y en las actividades humanas inciden en la transformación del entorno natural y en la calidad del medio ambiente, principalmente la de los centros urbano-industriales. En el caso de los combustibles fósiles la tendencia en el consumo energético nacional va en aumento. Para ilustrar lo anterior, la gráfica 2.7 ofrece un comparativo entre los años 2000 y 2005 respecto al consumo energético de los distintos tipos de combustibles en el país: los combustibles sólidos, que incluyen carbón, leña, bagazo de caña y coque; los petrolíferos, que comprenden gas LP, gasolinas, queroseno, diesel y combustóleo; y por último el gas seco. Las diferencias entre cada uno de ellos representan un incremento de 18.9 % para los combustibles sólidos, de 6.8 % para los petrolíferos y de 8.4 % para el gas seco.

Gráfica 2.7. Consumo energético nacional por tipo de combustible, comparativo entre los años 2000 y 2005



Fuente: INEGI (2006)

- *Consumo energético en el Estado de México por sector*

En el cuadro 2.15 se indica el consumo de combustibles fósiles en la entidad mexiquense durante 2004. Se puede apreciar que del total de los 381 petajoule (PJ), el sector que más consumió fue el transporte, con una participación de 47.6 %, seguido del sector industrial con 19.4 %.



Cuadro 2.15. Consumo anual de energía en la entidad por sector		
Sector	Petajoule (PJ)	Porcentaje (%)
Generación de energía eléctrica	53.9	14.1
Industria manufacturera	74.1	19.4
Transporte	181.2	47.6
Comercial	13.7	3.6
Residencial	57.4	15.1
Agricultura	0.7	0.2
Total	381.0	100.0

Fuente: DGPCCA (2008b)

Sin embargo, al estimar el consumo energético solamente para 18 municipios conurbados de la ZMVCT (cuadro 2.16) la participación del transporte es mayor (50.9 %) con relación al valor estatal (47.6 %), la participación del sector industrial se mantiene alrededor de 33 %, en tanto la contribución en el consumo del sector residencial-comercial alcanza 15.2 %, ligeramente menor a 18.7 % del total estatal. El sector agrícola no fue considerado porque en esos 18 municipios esta actividad no es representativa.

Cuadro 2.16. Consumo energético por sector en 18 municipios conurbados de la ZMVCT		
Sector	Petajoule (PJ)	Porcentaje (%)
Transporte	106.83	50.9
Industrial	71.16	33.9
Residencial	24.90	11.9
Servicios	7.04	3.3
Total	209.92	100.0

Fuente: DGPCCA (2008b)

Es importante señalar que en esta región de la entidad se asientan dos tercios de la población estatal, cuenta con una importante e intensa actividad económica y dinámica urbana, y un parque vehicular cercano a 1.5 millones de vehículos, que aunado al del Distrito Federal, da como resultado la circulación de más de 4 millones de automotores en la ZMVM. De aquí la importancia de impulsar y fortalecer políticas metropolitanas que contribuyan con el ahorro de energía de manera indirecta como lo es la verificación vehicular, el programa de eficiencia energética y bajas emisiones, la renovación del parque vehicular, la limitación a la circulación un día a la semana –Hoy No Circula (HNC)– y durante los días sábado –Hoy No Circula Sabatino (HNCS)–, la limitación a la circulación de vehículos con placa foránea, y el mejoramiento de la calidad de los combustibles.

3

Inventario de Emisiones de GEI



3. Inventario de Emisiones de GEI

3.1. Contexto Nacional

La primera estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para México se realizó en 1995 considerando 1990 como año base. A la fecha se han calculado y recalculado las emisiones para los años 1990 al 2002, aplicando la metodología propuesta en 1996 por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático o IPCC (por sus siglas en inglés). De esta forma México cumple con lo establecido en la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático” acerca de las Comunicaciones Nacionales, las cuales deben incluir un inventario nacional de las emisiones antropogénicas y sumideros de los GEI.

Las emisiones estimadas para los años 1990-2002 muestran que el incremento de las emisiones en los distintos sectores (exceptuando el cambio de uso de suelo y silvicultura) fue aproximado a 30 %, lo que significa una tasa de crecimiento promedio anual de 2.2 % (INE-SEMARNAT, 2006).

De acuerdo con el inventario nacional más reciente nacional coordinado por el INE-SEMARNAT, en el 2002 se emitieron 643 183 gigagramos¹ (Gg) de bióxido de carbono equivalente² (CO₂ eq), es decir, 643 millones 183 mil toneladas. De esta cantidad, el sector energía aportó 61 %; el cambio de uso de suelo y silvicultura, 14 %; el manejo y disposición de desechos, 10 %; los procesos industriales, 8 %; y la agricultura, 7 %. Al desagregar cada tipo de fuente destacan, por su alta contribución, la generación de energía, el transporte, el consumo de combustibles fósiles en la manufactura y la industria de la construcción; el consumo en los sectores residencial, comercial y agrícola, y las emisiones fugitivas de metano.

Las emisiones nacionales de GEI por tipo de contaminante son las siguientes: 480 409 Gg de CO₂, lo que representa 74 %; 145 586 Gg de metano o CH₄, (23 %); 12 343 Gg de óxido nitroso o N₂O, (2 %); y el restante 1 % se compone por 4 425 Gg de hidrofluorocarbonos o HFC, 405 Gg de perfluorocarbonos o PFC y 15 Gg de hexafluoruro de azufre o SF₆. Aunque el volumen de los tres últimos contaminantes es poco significativo con relación a los demás gases, su importancia radica en que su efecto como gas invernadero (potencial de calentamiento) y su vida media en la atmósfera son considerablemente mayores que del CO₂ (ver cuadro I.1).

¹ Un gigagramo (1 × 10⁹ gramos) equivale a un millón de kilogramos, o bien, a mil toneladas.

² El potencial de calentamiento global establece a cuántos gramos de bióxido de carbono equivale un gramo de otro compuesto. El CO₂ eq permite comparar las emisiones de GEI de distintas fuentes (véase cuadro I.1 en el capítulo I).

En el contexto mundial, México ocupa la posición número 12 de 55 países que en conjunto emiten 95 % de las emisiones mundiales de CO₂ generadas por la quema de combustibles fósiles. De tales emisiones, la contribución de nuestro país representa no más de 1.5 %. Sin embargo, al considerar los niveles de ingreso y de desarrollo humano, el país tiene el puesto 67 en emisiones de CO₂ *per cápita* por quema de combustibles fósiles.

3.2. Inventario Estatal de GEI

En la Secretaría del Medio Ambiente (SMAGEM) se recopila, procesa y analiza la información referente a las emisiones de fuentes fijas, móviles y naturales presentes en la entidad, con lo cual se elaboran los inventarios de emisiones contaminantes a la atmósfera de carácter local, a fin de evaluar la contribución de cada tipo de fuente.

Desde 1995 a la fecha, se han desarrollado los inventarios de emisiones para los municipios conurbados que conforman las zonas metropolitanas del Valle Cuautitlán- Texcoco (ZMVCT) y del Valle de Toluca (ZMVT), considerando los siguientes contaminantes: partículas menores de 10 micras (PM₁₀) óxidos de nitrógeno (NO_x) óxidos de azufre (SO_x) monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC). A partir del año 2004, se incorporan las emisiones de partículas PM_{2.5}, amoníaco (NH₃), metano (CH₄), compuestos orgánicos totales (COT) y compuestos orgánicos volátiles (COV). Aunque los inventarios consideran algunos GEI indirectos tales como el CO y los NO_x, estos aún no incluyen las emisiones de CO₂, N₂O y COV diferentes al metano (COVDM).

El primer esfuerzo en la entidad para la estimación de los GEI consideró siete municipios de la ZMVT, año base 2000. Dicho inventario contempló las emisiones provenientes de: (1) la quema de combustibles en los sectores doméstico, comercial y transporte aéreo, (2) la fermentación entérica, el manejo de excretas, excretas no manejadas y (3) rellenos sanitarios. Es hasta 2008, con motivo del proyecto “Inventario Estatal de Emisiones a la Atmósfera 2004” que se deriva la estimación de GEI para los 125 municipios mexiquenses.

La elaboración del inventario estatal de GEI pretende determinar las fuentes con mayor contribución de estos gases, así como la identificación de estrategias que ayuden a la mitigación de los impactos generados en la entidad ante el cambio climático. Los gases directos de efecto invernadero evaluados fueron: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y SF₆, mientras que los gases indirectos: CO, NO_x, SO₂ y COVDM. El año base que se consideró fue 2004.

- *Resumen de resultados*

La estimación de las emisiones estatales de GEI se realizó bajo las Directrices del IPCC para el Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero 2006, con las metodologías del Nivel I, y la Orientación de las Buenas Prácticas y el Manejo de la Incertidumbre en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2000.



En el inventario estatal se reportan por categoría y tipo de contaminante en gigagramos (Gg) y empleando unidades de Gg en CO₂ equivalentes, utilizando para ellos el potencial de calentamiento global proporcionados por el IPCC y que se basa en los efectos de GEI en un horizonte temporal de 100 años.

Dicho marco metodológico plantea las siguientes categorías de emisión:

- *Sector energía.* Comprende la generación de energía eléctrica y el consumo de combustible en la industria, transporte, comercios y servicios.
- *Sector procesos industriales.* Incluye a las industrias minera, química, metálica, electrónica, de papel y alimentaria.
- *Sector agricultura.* Se refiere a las quemas para la preparación de terrenos de cultivo, incendios forestales, fermentación entérica y manejo de excretas de ganado.
- *Sector desechos.* Consiste en los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos y las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los resultados de la estimación de las emisiones de GEI en la entidad para cada una de las cuatro categorías consideradas se presentan tanto en gigagramos por contaminante (cuadro 3.1) como en gigagramos de CO₂ eq (cuadro 3.2).

Cuadro 3.1. Emisión estatal de GEI por contaminante según sector
Gigagramos de contaminante

Sector	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Compuestos fluoro clorados ^{a/}
Energía	25 723.67	5.45	0.74	
Procesos industriales	6 608.00	0.62	0.13	0.28
Agricultura		150.54	0.01	
Desechos		286.76	0.91	
Total	32 331.67	443.37	1.79	0.28

Nota: ^{a/} Incluye tanto los hidrofluorocarbonos (HFC) como los perfluorados (PFC)

Fuente: DGPCCA (2008b)

Cuadro 3.2. Emisión estatal de GEI por contaminante según sector
Gigagramos de CO₂ equivalente

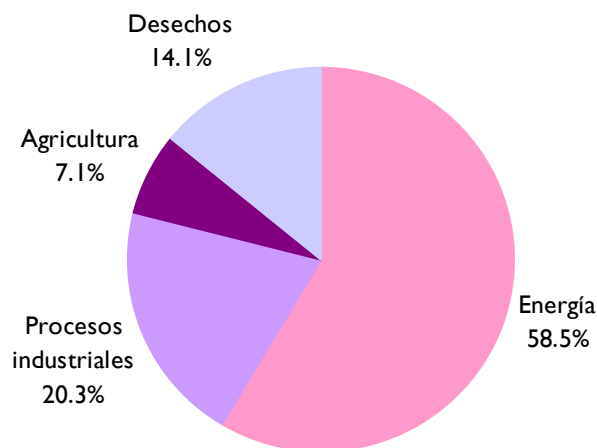
Sector	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Compuestos fluoroclorados ^{a/}	Suma
Energía	25 723.67	114.47	230.19		26 068.33
Procesos industriales	6 608.00	13.12	40.20	2 380.85	9 042.17
Agricultura		3 161.41	4.30		3 165.71
Desechos		6 021.96	281.51		6 303.48
Total	32 331.67	9 310.97	556.20	2 580.85	44 579.69

Nota: ^{a/} Incluye tanto los hidrofluorocarbonos (HFC) como los perfluorados (PFC)

Fuente: DGPCCA (2008b)

En la gráfica 3.1 se aprecia que el sector energía es el que mayormente contribuye a la generación de los GEI, pues su participación es de 58.5 %, le sigue en importancia el sector industrial con 20.3 %; los desechos con 14.1 % y finalmente la agricultura con 7.1 %

Gráfica 3.1. Contribución porcentual de GEI por sector en el Estado de México



Fuente. Cuadro 3.2

El cuadro 3.3 muestra los resultados del inventario estatal de gases de efecto invernadero desagregado por sector en unidades de gigagramos de bióxido de carbono equivalente y porcentaje, del cual se destaca lo siguiente:

- Respecto al sector energía, el transporte aporta 29.1 % de las emisiones totales, las cuales se han estimado en 44 579.69 Gg de CO₂ eq (44.6 millones de toneladas), le sigue en importancia la industria manufacturera con 11.3 %.
- Con relación al sector procesos industriales, la industria minera junto con la de productos electrónicos aportan 18.1 %.
- Por su parte, en el sector agricultura, destacan las actividades de fermentación entérica y el manejo de excretas con 3.9 % y 3.2 %, respectivamente.
- Por último, en el sector desechos, los residuos sólidos municipales contribuyen con alrededor del 8 % y el tratamiento de aguas residuales con 6 %.



Cuadro 3.3. Inventario de emisiones de GEI del Estado de México Gigagramos de CO₂ equivalente y porcentaje		
Sector	Emisión en CO₂ equivalente	Porcentaje (%)
Energía	26068.33	58.46
Generación de energía eléctrica	3482.28	7.81
Industria manufacturera	5043.80	11.31
Transporte	12999.61	29.15
Comercial	866.17	1.94
Residencial	3634.70	8.15
Agricultura	41.77	0.09
Procesos industriales	9 052.55	20.30
Industria minera	5 696.07	12.77
Industria química	646.61	1.45
Industria metálica	316.94	0.71
Productos para usos diferentes a la energía	28.30	0.06
Industria electrónica	2364.63	5.30
Industria del papel y de la pulpa del papel	-	-
Industria de alimentos y bebidas	-	-
Agricultura	3 165.71	7.10
Fermentación entérica	1 735.27	3.89
Manejo de excretas	1 418.63	3.18
Emisiones directas de N ₂ O	2.71	0.01
Emisiones indirectas de N ₂ O	0.35	< 0.01
Quema de biomasa en suelos forestales	7.90	0.02
Quema de residuos de cultivo	0.83	< 0.01
Desechos	6 303.48	14.14
Residuos sólidos municipales	3521.55	7.90
Aguas residuales	2781.93	6.24
Total	44 579.69	100.00

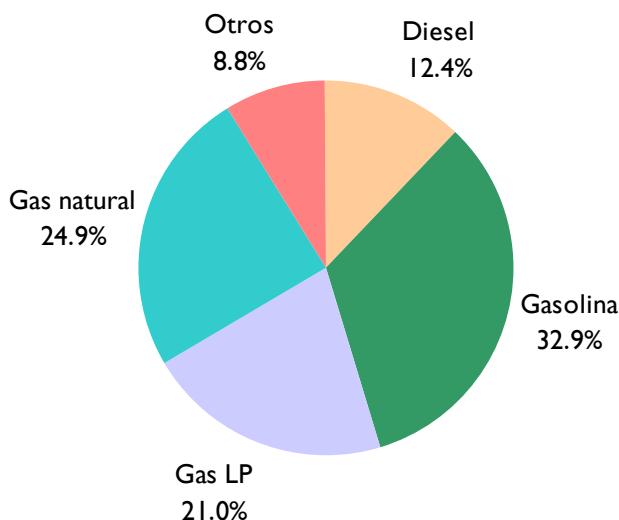
Fuente: DGPCCA (2008b)

3.2.1. Emisiones de GEI por Tipo de Combustible en el Sector Energía

El Estado de México tiene un consumo anual de combustible de 381 PJ, de los cuales 31.7 % corresponde a gasolina y 26.4 % a gas natural. Asimismo, el consumo de gasolina contribuye con 32.9 % de la emisión de CO₂ eq, en tanto el gas natural con 24.9 % (gráfica 3.2). El consumo total de combustible genera 25 723.66 Gg de CO₂, esto es, 98.7 % respecto al total de emisión en el sector energía; en tanto el restante 1.3 % corresponde a CH₄ y N₂O (cuadro 3.4). Cabe destacar que el más alto consumo de combustible comprende la categoría de transporte con 47.6 %; luego está la industria manufacturera con 19.4 %, seguido por el consumo residencial y la generación de energía eléctrica, con

un consumo de 15.1 % y 14.2 %, respectivamente, y finalmente el comercio con 3.6 % y la agricultura con 0.2 %.

Gráfica 3.2. Porcentaje de las emisiones de CO₂ eq por tipo de combustible



Otros: incluye: combustóleo, gasóleo y turbosina.

Fuente: Cuadro 3.4

Cuadro 3.4. Consumo energético y emisión de GEI según tipo de combustible						
Gg de contaminante, excepto donde se indica						
Combustible	Consumo Pj/año	CO₂	CH₄	N₂O	CO₂ eq	(%) CO₂ eq
Combustóleo	16.8	1 299.69	0.05	0.01	1 302.35	5.0
Diesel	42.6	3 156.56	0.16	0.2	3 221.30	12.4
Gasóleo	0.7	48.84	0.0	0.0	48.96	0.2
Gasolina	120.8	8 373.87	3.99	0.39	8 577.48	32.9
Gas LP	86.4	5 452.14	0.88	0.05	5 485.51	21.0
Gas natural	100.5	6 446.51	0.36	0.08	6 478.33	24.9
Turbosina	13.2	946.06	0.01	0.03	954.40	3.7
Total	381.0	25 723.66	5.45	0.74		
Total (CO₂ eq)		25 723.66	114.48	230.19	26 068.33	100.0

Fuente: DGPCCA (2008b)

3.2.2. Emisiones de GEI por Categoría

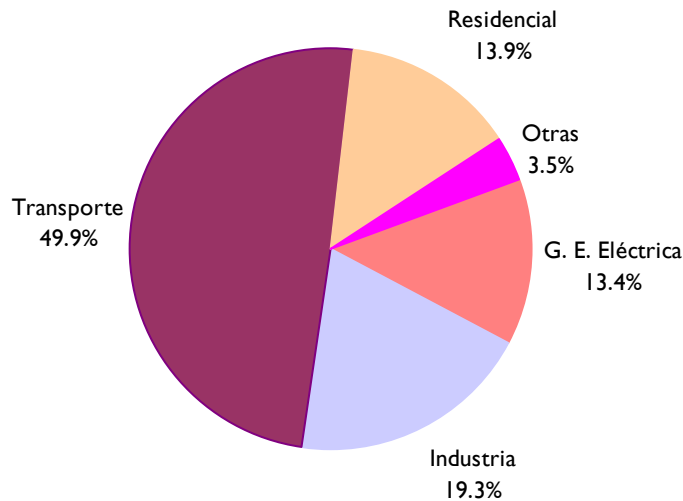
- *Sector energía*

En estas categorías se incluyen la generación de energía eléctrica, la industria manufacturera, transporte y otros sectores como el comercial, residencial y agricultura.



En la entidad, el sector energía emite anualmente 26 068.3 Gg de CO₂ eq, de los cuales el transporte contribuye con 49.9 %; la industria manufacturera con 19.3 %; la generación de energía eléctrica con 13.4 %, las fuentes residenciales con 13.9 % y el restante 3.5 % lo aportan los comercios y la agricultura (gráfica 3.3).

Gráfica 3.3. Porcentaje de las emisiones de GEI por tipo de fuente en el sector energía



Fuente: Cuadro 3.6

En el cuadro 3.5 se presentan las emisiones anuales de GEI en gigagramos de contaminante y en el cuadro 3.6 se muestran las mismas emisiones pero expresadas en magnitudes equivalentes de CO₂.

Cuadro 3.5. Emisión anual de GEI por tipo de fuente en el sector energía				
Gg de contaminante				
Fuente		CO₂	CH₄	N₂O
Generación de electricidad		3 468.85	0.16	0.03
Industria manufacturera		5 011.91	0.20	0.09
Transporte		12 711.00	4.71	0.61
Otras	Comercial	864.17	0.07	NS
	Residencial	3 626.05	0.30	0.01
	Agricultura	41.68	NS	NS
Total		25 723.66	5.45	0.74

NS = No significativo

Fuente: DGPCCA (2008b)

Cuadro 3.6. Emisión anual de GEI por tipo de fuente en el sector energía						
Gg de CO₂ equivalente						
Fuente		CO₂	CH₄	N₂O	Total	(%)
Generación de electricidad		3 468.85	3.40	10.03	3 482.28	13.4
Industria manufacturera		5 011.91	4.26	27.64	5 043.80	19.3
Transporte		12 711.00	98.89	189.71	12 999.61	49.9
Otras	Comercial	864.16	1.49	0.51	866.17	3.3
	Residencial	3 626.05	6.37	2.28	3 634.70	13.9
	Agricultura	41.68	0.07	0.02	41.77	0.2
Total		25 723.66	114.47	230.19	26 068.33	100.0

Fuente: DGPCCA (2008b)

- *Emisiones de GEI indirectos*

El CO, los NO_x y los COV diferentes al metano se consideran gases de efecto invernadero indirecto, es decir, éstos intervienen en la formación de uno o más gases de efecto invernadero a partir de reacciones químicas, o bien, cuando éstos afectan los tiempos de vida de otros gases en la atmósfera. Los procesos de combustión son la principal fuente antropogénica que genera este tipo de gases, en especial, los vehículos automotores los cuales contribuyen hasta con 50 % de las emisiones por este concepto.

En el cuadro 3.7 se muestra la emisión de cada uno de estos gases indirectos por tipo de fuente. Por un lado destaca la cantidad anual de emisión que alcanza el CO, la cual es de 1 022.05 Gg, mientras que los tres restantes gases no sobrepasan los 200 Gg por año cada uno. Por el otro, nuevamente aparece el transporte como gran emisor, en este caso de CO, NO_x y COVDM, en tanto la industria manufacturera es la principal fuente de emisión de SO₂.

Cuadro 3.7. Emisión anual de GEI indirectos según tipo de fuente, sector energía					
Gg de contaminante					
Fuente		CO	NO_x	COVDM	SO₂
Generación de electricidad		0.97	13.46	0.27	0.46
Industria manufacturera		1.26	14.77	0.32	16.41
Transporte		1 019.08	111.17	194.49	2.47
Otras	Comercial	0.60	2.68	0.02	0.08
	Residencial	0.13	0.95	0.00	0.34
	Agricultura	0.01	0.06	0.00	0.00
Total		1 022.05	143.09	195.10	19.77

Fuente: DGPCCA (2008b)

Es importante aclarar que el SO₂ no es un GEI pero al estar en la atmósfera puede reaccionar con una gran variedad de sustancias para formar aerosoles, los cuales pueden



tener un efecto de enfriamiento, a la vez que también es un componente esencial de la lluvia ácida.

- *Emisiones de GEI por tipo de actividad en el sector procesos industriales*

Una gran variedad de actividades industriales producen GEI, no obstante, en el inventario de emisiones sólo se consideraron aquellas de las cuales se cuenta con información estadística suficiente y detallada para poder ser evaluada. Se identificaron las siguientes actividades industriales como prioritarias:

- Industria minera, incluye: producción de cemento, cal y vidrio.
- Industria química: producción de amonio (NH_3), ácido nítrico (HNO_3), *Caprolactam* ($\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}$); petroquímicos (metanol, etileno, monómeros, cloruro de vinil, óxido de etileno, acrilonitrilo) y negro de humo.
- Industria metálica: producción de acero, aluminio, plomo y zinc.
- Productos diferentes a la energía de combustibles y uso de solventes: uso de lubricantes y parafinas, así como la producción y uso de asfalto.
- Industria electrónica: circuitos integrados o semiconductores.
- Otras, comprende: industria del papel y de la pulpa de papel e industria de bebidas y alimentos.

Las emisiones reportadas para los procesos industriales se presentan en gigagramos de CO_2 eq. Como se puede apreciar en el cuadro 3.8, la industria minera aporta hasta 63 % de las emisiones contaminantes, le sigue en importancia la industria electrónica con 26 % y la química con 7.2 %, el resto de la industria aporta 3.8 %.

Cuadro 3.8. Emisión anual de GEI en el sector procesos industriales										
Gg de CO_2 equivalente										
Actividad	CO_2	CH_4	N_2O	CF_4	C_2F_6	CHF_3	C_3F_8	NF_3	SF_6	Total
Industria minera	5 696.07	-	-	-	-	-	-	-	-	5 696.07
Industria química	593.29	13.12	40.20	-	-	-	-	-	-	646.62
Industria metálica	290.34	-	-	23.30	3.30	-	-	-	-	316.94
Productos para usos diferentes a la energía	28.30	-	-	-	-	-	-	-	-	28.30
Industria electrónica	-	-	-	900.28	900.98	88.97	33.04	NS	441.37	2 364.63
Otras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	6 608.00	13.12	40.2	923.58	904.28	88.97	33.04	NS	441.37	9 052.55

Nota: CF_4 , C_2F_6 , C_3F_8 , NF_3 y SF_6 se refiere a compuestos perfluorados; CHF_3 se refiere a hidrofluorocarbono.

NS = no significativo.

Fuente: DGPCCA (2008b)

- *Sector agricultura*

A continuación se presentan las emisiones de GEI provenientes de las actividades primarias derivadas de la agricultura, ganadería y silvicultura (cuadro 3.9). Las fuentes evaluadas fueron:

- Ganadería:
 - Fermentación entérica – vacuno, bovino, ovino, caprino, porcino y aves de corral
 - Manejo de excretas – vacuno, bovino, ovino, caprino, porcino y aves de corral.

- Emisiones de fuentes agregadas y fuentes de emisión diferentes al CO₂:
 - Emisión de GEI por quema de biomasa – emisión por la quema de biomasa en suelos forestales
 - emisión por la quema de biomasa en cultivos
 - Emisión indirecta de N₂O por manejo de excretas

Cuadro 3.9. Emisión anual de GEI en el sector agricultura					
Gg de contaminante					
Actividad	CH₄	N₂O	CO	NO_x	N
Fermentación entérica	82.63				
Manejo de excretas	67.55				
Emisión directa de N ₂ O		0.01			1.11
Emisión indirecta de N ₂ O		< 0.00			1.55
Quema de biomasa en cultivos	0.03	< 0.00	1.012	0.03	
Quema de biomasa en incendios forestales	0.328	< 0.00	4.2	0.16	
Total por contaminante	150.54	0.01	5.21	0.19	2.66
Total en CO₂ equivalente	3 161.41	4.30			

Fuente: DGPCCA (2008b)

El CH₄ procedente de la fermentación entérica se genera durante la digestión por los organismos presentes en el aparato digestivo fermentando el alimento consumido por el animal, éste puede ser exhalado o eructado por éste. En cuanto al CH₄ procedente del manejo de excretas obedece a su descomposición en condiciones anaeróbicas. Tales condiciones se presentan, por lo general, cuando se crían grandes cantidades de animales en un área confinada como por ejemplo, los corrales de engorda y rastros.



En relación con la parte agrícola, las emisiones de GEI proceden de los sistemas de cultivo, los cuales generan una gran cantidad de desechos que se queman para reducir su volumen al mínimo. En el sector forestal, las emisiones provienen de los incendios ocurridos en la época de secas, principalmente.

La cantidad de desechos agrícolas quemados durante 2004 en la entidad correspondió a 1 375.5 ha, a su vez, la superficie siniestrada por incendios forestales fue de 2 373.7 ha.

- *Sector desechos*

En esta categoría se consideran las emisiones provenientes de los residuos sólidos urbanos depositados en distintos sitios de disposición final, así como los generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales e industriales.

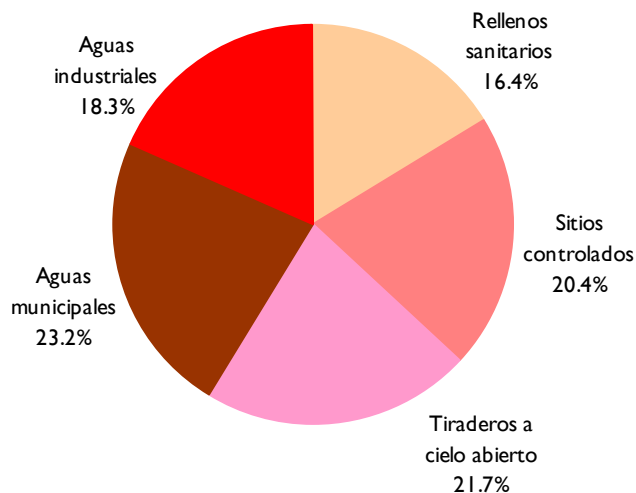
- Desechos:
 - Disposición de desechos sólidos:
 - rellenos sanitarios, tiraderos a cielo abierto, otros
 - Descarga y tratamiento de aguas residuales:
 - municipales e industriales

En el cuadro 3.10 se presentan las emisiones estimadas de CH₄ y su equivalente en CO₂ para cada uno de los subsectores de desechos.

Cuadro 3.10. Emisión anual de CH₄ en el sector desechos				
Gigagramos de contaminante				
Subsector	Actividad	CH₄	CO₂ eq	(%) CO₂ eq
Residuos	Rellenos sanitarios	47.0	987.0	16.4
	Sitios controlados	58.6	1 229.7	20.4
	Tiraderos a cielo abierto	62.1	1 304.9	21.7
<i>Subtotal</i>		<i>167.7</i>	<i>3 521.5</i>	<i>58.5</i>
Aguas residuales	Municipales	66.6	1 398.7	23.2
	Industriales	52.5	1 101.7	18.3
<i>Subtotal</i>		<i>119.1</i>	<i>2 500.4</i>	<i>41.5</i>
Total		286.8	6 021.9	100.0

Fuente: DGPCCA (2008b)

Gráfica 3.4. Porcentaje de las emisiones de CO₂ eq por tipo de fuente en el sector desechos



Fuente: Cuadro 3.10

En el cuadro 3.11 se presentan las emisiones de N₂O y su equivalente en CO₂ estimadas para el subsector aguas residuales

Cuadro 3.11. Emisión anual de (N₂O) en el subsector aguas residuales Gigagramos de contaminante

Subsector	N ₂ O	CO ₂ eq
Aguas residuales	0.91	281.51

Fuente: DGPCCA (2008b)

Con base en los resultados obtenidos en el Inventario de Emisiones de GEI de la entidad, se puede inferir que de 44 millones de toneladas generadas, éstas sólo representan 7 % de las emisiones totales del país. Las principales fuentes de emisión de GEI son el sector transporte con 29.1 %, la industria minera con 12.8 %, la industria manufacturera con 11.3 %, el residencial con 8.1 %, los residuos sólidos municipales con 7.9 % y la generación eléctrica con 7.8 %, los cuales suman 77 % de las emisiones del Estado. Estas cifras muestran las áreas de oportunidad para la mitigación de GEI y dedicar mayores recursos para la investigación en estos sectores.

Finalmente, si se comparan las emisiones en cada uno de los sectores del Estado de México con respecto a las emisiones a nivel nacional, en ambos casos, el sector energético es el que más contribución tiene (cerca de 60 %), también hay un comportamiento similar en el caso del sector agrícola, sin embargo, en el caso del sector industrial registra un comportamiento distinto, toda vez que el Estado de México concentra una gran parte de la industria del país.

4

Vulnerabilidad del Estado de México ante el Cambio Climático





4. Vulnerabilidad del Estado de México ante el Cambio Climático

Como se mencionó en el apartado 1.2, en la Región Centro del país, de la cual forma parte el Estado de México, hay una alta concentración de población y expansión de asentamientos urbanos, los cuales ejercen una gran presión sobre los recursos naturales para satisfacer sus requerimientos de vivienda, alimentación, transporte, empleo, etc. Esto sobrepasa la capacidad de carga de cualquier ecosistema pero, en particular, hace muy vulnerable a la región ante las variaciones climáticas. Por eso, el concepto de vulnerabilidad ha cobrado una gran relevancia debido a que se espera que la tendencia al calentamiento global, y en general, a los cambios en el clima, continúen sin que la mitigación de las emisiones de GEI cambie dicha tendencia. Pero ¿a qué se refiere el término de vulnerabilidad?

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático define vulnerabilidad como el grado al que un sistema es susceptible o incapaz de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad y los extremos del clima. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que un sistema está expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación.

El concepto de vulnerabilidad está interrelacionado con los conceptos de amenaza y riesgo (cuadro 4.1). La amenaza se refiere al fenómeno natural, al agente de la naturaleza que aparece en un tiempo y espacio determinado, por ejemplo: huracanes, inundaciones, sequías. El riesgo es la combinación entre la amenaza y el grado de exposición y fragilidad de los distintos sectores (ecosistemas, ciudades, actividades económicas, etc.) ante esa amenaza. En otras palabras, el riesgo depende de la intensidad y frecuencia de la amenaza, pero también en la medida en que diversos sectores son afectables o del grado de vulnerabilidad.

Cuadro 4.1. Relación entre amenaza, vulnerabilidad y riesgo		
Amenaza	Vulnerabilidad	Riesgo
Fenómenos naturales	Grados de exposición y fragilidad, valor económico	Factor de amenaza, vulnerabilidad F (A, V)
Probabilidad de que ocurra un evento, en espacio y tiempo determinados, con suficiente intensidad como para producir daños	 Probabilidad de que, debido a la intensidad del evento y a la fragilidad de los elementos expuestos, ocurran daños en la economía, la vida humana y el ambiente	 Probabilidad combinada entre amenaza y vulnerabilidad

Fuente: Retomado de Magaña y Gay (2002)

A continuación se presentan consideraciones sobre la vulnerabilidad en distintos sectores del Estado de México tales como agua, agricultura, recursos forestales, asentamientos humanos, industria y salud, para lo cual se tomaron como base los resultados del *Estudio de País: México ante el cambio climático* (en: SEMARNAP, 1997; INE y UNAM, 1999; INE, 2004 y 2006b).

4.1. Recurso Agua

Se hará referencia a las tres regiones hidrológicas localizadas en la entidad, mismas que coinciden con las regiones a que hace referencia el estudio en cuestión. Estas regiones son Pánuco, conformada por 60 municipios del Estado de México; Lerma, por 32 municipios; y Balsas, por 33 municipios.

En el estudio se utilizaron los modelos de circulación general (GFDLR30 y CCCM), el modelo termodinámico de clima (MTC) y el modelo de balance termo-hidrológico (MBTH). Los resultados de los modelos sugieren que cambios plausibles en la temperatura del aire superficial y la precipitación causados por la duplicación del CO₂ atmosférico pueden tener un impacto muy significativo en el régimen y la magnitud de la escorrentía, la humedad del suelo y la evaporación, así como en el grado de aridez de algunas regiones hidrológicas del país, sin embargo, en otras el cambio climático puede ser favorable.

En los siguientes apartados se presentan los índices de vulnerabilidad estimados por región hidrológica.

- *Vulnerabilidad respecto a disponibilidad de agua y de reserva*

Se refiere al volumen de agua que puede ser retirado de una zona húmeda sin que se transforme en una zona seca. Las zonas con vulnerabilidad alta comprenden aquellas que presentan un alto riesgo de secarse tanto en un escenario actual como de cambio climático. El incremento en la temperatura del suelo y de aire y, por consecuencia de la evaporación, así como el decremento en la precipitación, son las causas por las cuales el volumen disponible en las regiones Lerma y Pánuco muestran tan alta vulnerabilidad (cuadro 4.2).

Cuadro 4.2. Condiciones de vulnerabilidad para disponibilidad de agua por región, según escenario			
Región	Escenario base	Escenario cálido-húmedo (Modelo GFDLR30)	Escenario cálido-seco (Modelos CCCM y MTC)
Balsas	No vulnerable	No vulnerable	Media
Pánuco	Baja	No vulnerable	Alta
Lerma	Alta	Media	Alta

Fuente: Mendoza, Villanueva y Maderey (2004)



- *Vulnerabilidad respecto a consumo de agua*

Se refiere al volumen de agua destinado al uso doméstico, comercial y de servicios, industrial, generación de energía eléctrica y de riego. En el escenario base la vulnerabilidad en este rubro es baja en las regiones Balsas y Pánuco. En el escenario cálido-húmedo la región Balsas se vuelve no vulnerable pero la región Pánuco tiene alta vulnerabilidad. Los modelos para el escenario cálido-seco indican que en las regiones Pánuco y Lerma la vulnerabilidad se vuelve alta, mientras que en la del Balsas es baja (cuadro 4.3).

Cuadro 4.3. Condición de vulnerabilidad para el consumo de agua por región, según escenario			
Región	Escenario base	Escenario cálido-húmedo (Modelo GFDLR30)	Escenario cálido-seco (Modelos CCCM y MTC)
Balsas	Baja	No vulnerable	Baja
Pánuco	Baja	Alta	Alta
Lerma	No vulnerable	Baja	Alta

Fuente: Mendoza, Villanueva y Maderey (2004)

- *Vulnerabilidad respecto a almacenamiento de agua*

Considera el volumen de almacenamiento máximo operativo de las presas cuya capacidad supera los cuatro millones de metros cúbicos, así como el volumen de los grandes cuerpos de agua en cada región. La vulnerabilidad se refiere a eventos prolongados de sequías que dessequen las presas, o a periodos de lluvias intensas que propicien su desbordamiento. La región Pánuco mantiene una alta vulnerabilidad en los tres escenarios. Para el caso de las regiones Balsas y Lerma, ésta puede ser media o no vulnerable.

Cuadro 4.4. Condición de vulnerabilidad para almacenamiento de agua por región, según escenario			
Región	Escenario base	Escenario cálido-húmedo (Modelo GFDLR30)	Escenario cálido-seco (Modelos CCCM y MTC)
Balsas	Baja	Media	No vulnerable
Pánuco	Alta	Alta	Alta
Lerma	No vulnerable	Media	No vulnerable

Fuente: Mendoza, Villanueva y Maderey (2004)

4.2. Agricultura

La agricultura es extremadamente vulnerable pues se encuentra doblemente expuesta; por un lado, están los cambios dentro de una economía globalizada (por ejemplo, los precios del maíz, la caña de azúcar, etc.) y por el otro, es altamente dependiente de las condiciones climáticas.

Debido a que en México el maíz representa el sustento básico de muchas familias en el sector rural, además de ser un componente intrínseco en la cultura nacional, el *Estudio de País: México*, centró su atención en la vulnerabilidad de la producción de este cultivo. Se utilizó el modelo CERES-MAIZE, simulando los rendimientos en la producción de maíz de temporal para distintas formas de administración de cultivos y diferentes condiciones de clima, semillas y suelos. Posteriormente, se crearon mapas agroclimáticos (mapas de aptitud potencial) de las regiones aptas para la producción de primavera-verano.

Los resultados para el caso del Estado de México, particularmente la región Atlacomulco que consistió en la zona de estudio, reportan un incremento en los rendimientos de la agricultura de temporal, posiblemente asociado con un aumento en las temperaturas mínimas, lo que reduciría el peligro de las heladas que dañan frecuentemente a este tipo de cultivos. Sin embargo, otras regiones de la entidad podrían aumentar su vulnerabilidad, ya sea por los decrementos en las superficies aptas para este tipo de cultivos o por las reducciones en los rendimientos.

Cuadro 4.4. Característica del cultivo de maíz de temporal, por región		
Situación actual y en cambio climático		
Región	Potencial actual para la producción de maíz	Tipo de cambio en la producción (Modelo CERES)
Balsas	Medianamente apto	Negativo
Pánuco	No apto	Positivo
Lerma	No apto	Positivo

Fuente: Conde, Ferrer, Gay, et al. (2004)

4.3. Ecosistemas Forestales

Los ecosistemas terrestres han estado sujetos a muchas presiones por las actividades humanas tales como cambios en los usos del suelo, contaminación, sobreexplotación, ampliación de la frontera agrícola y ganadera, introducción de especies invasoras y exóticas, entre otras, por lo cual el cambio climático se añade como un factor más que puede cambiar o poner en peligro la permanencia de estos ecosistemas. El cambio climático puede derivar en la alteración de los patrones de distribución y abundancia de las especies silvestres de flora y fauna, y en el peor de los casos, contribuir con la extinción de las especies más sensibles y endémicas.

Existe una sinergia entre las causas y consecuencias del cambio climático puesto que si los ecosistemas forestales son almacenes de carbono y éstos a su vez se ven disminuidos en superficie y calidad debido a las actividades humanas, entonces se incrementan las emisiones de CO₂ a la atmósfera, lo cual contribuye con el calentamiento del planeta afectando de este modo al resto de los ecosistemas.

Los modelos utilizados, el GFDLR30, el CCCM y el Modelo de Sensibilidad, muestran las posibles modificaciones en la distribución de la vegetación, siempre y cuando esta



adaptación fuera posible en tan corto tiempo. Y es que los escenarios de cambio climático que se proyectan para el 2050 exceden por mucho la habilidad de muchas especies de adaptarse a dichos cambios mediante mecanismos como la migración, cambios conductuales o mutaciones genéticas, tales procesos requieren de miles de años para llevarse a cabo de manera natural. Las predicciones se basan en la premisa de que los distintos tipos de vegetación actuales están relacionados directamente con el clima, el cual es uno de los factores limitantes para su distribución. Por lo que al conocer los cambios en temperatura y precipitación que se podrían suscitar, entonces, se podría determinar el tipo de vegetación en esas nuevas condiciones del clima.

Los tres modelos prevén un aumento en la temperatura por lo cual el impacto más significativo ocurriría en las zonas templadas en donde se establecen comunidades vegetales como los bosques de pino, de oyamel y de encino, pastizales naturales y matorrales. Su distribución se vería dramáticamente reducida, e incluso, en algunos casos desaparecería, siendo sustituida por especies adaptadas a condiciones más cálidas y secas (Villers y Trejo, 2004). Desde otro punto de vista, las comunidades vegetales favorecidas serían las selvas bajas y matorrales xerófilos. No obstante, y pese al posible efecto positivo, hoy en día las selvas son los ecosistemas más afectados por las actividades humanas, los cuales han reducido su área de distribución.

Los resultados a futuro sobre la distribución de los distintos tipos de vegetación podrían ser totalmente diferentes debido a que las áreas con cierto grado de perturbación disminuyen notablemente su capacidad de respuesta, no sólo ante los cambios climáticos, sino también a plagas, enfermedades e incendios forestales (Villers y Trejo, 2004). En el cuadro 4.5 se califican los tipos de vegetación presentes en la entidad que podrían aumentar o disminuir su área de distribución.

Cuadro 4.5. Condición de los tipos de vegetación presentes en la entidad ante una situación de cambio climático		
Tipo de vegetación	Superficie actual (ha)	Superficie ante cambio climático
Selva baja caducifolia	87 789	Aumenta
Matorral xerófilo	16 747	Aumenta
Bosque de encino	126 016	Disminuye
Bosque de pino	80 808	Disminuye
Bosque mixto pino-encino	209 238	ND
Bosque de oyamel	59 999	Tiende a desaparecer
Bosque mesófilo de montaña	7 763	Disminuye
Vegetación halófila	869	ND
Vegetación acuática y riparia	5 801	Tiende a desaparecer
Área forestal perturbada	225 974	ND
Otros tipos de vegetación	73 609	ND

ND = No determinado

Fuente: DGPCCA con información de Villers y Trejo (2004)

En materia económica, el cambio climático puede provocar la disminución de la producción forestal de especies tanto maderables como no maderables, afectando con ello la industria de la celulosa y papel, principalmente. Del mismo modo, puede provocar un incremento en el número de incendios forestales, así como la ocurrencia de plagas y enfermedades con la consecuente pérdida o daño de productos maderables.

4.4. Asentamientos Humanos

Los asentamientos humanos son particularmente importantes debido a la rapidez con la que se transforman de zonas rurales a grandes centros urbanos. Es así que la población urbana del Estado de México, en términos porcentuales, pasó de 24 % a 73 % en el periodo de 1970 a 2005. Asimismo, en la entidad se asientan dos de las principales metrópolis del país: la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), conformada por 22 municipios, y la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco (ZMVCT), conformada por 59 municipios, en las que habita 88 % de la población estatal.

Existen varios elementos socioeconómicos y ambientales característicos del desarrollo y transformación de los asentamientos humanos, que interactúan con los impactos del cambio climático y que pueden agravar o mitigar sus efectos, es decir, el cambio climático combinado con otros elementos de presión pueden ocasionar una mayor vulnerabilidad de los centros de población. Entre tales elementos de presión se encuentran: el crecimiento demográfico, la urbanización, los niveles de pobreza, los sistemas de energía, el abastecimiento y formas de uso del agua, la utilización de combustibles fósiles y los sistemas de transporte.

En muchos casos, el impacto del cambio climático en un centro de población dependerá más de la vulnerabilidad de los sistemas sociales que se vean afectados que de la propia magnitud física de los cambios ambientales. El cambio climático tendrá impactos diferenciales en distintas ciudades, por lo cual los distintos grupos sociales serán vulnerables a él, en mayor o menor medida. Por eso, la heterogeneidad presente en los asentamientos humanos en términos de condiciones de infraestructura y niveles socioeconómicos hace que la evaluación de la vulnerabilidad, de este rubro, sea muy compleja cuando se considera a toda un área urbana o una región (Aguilar, 2004).

Teniendo en cuenta a Aguilar (2004) algunos componentes de los asentamientos humanos que se consideran vulnerables al cambio climático son:

- Espacio construido e infraestructura.
- Alta concentración poblacional.
- Estructura productiva.
- Condiciones de salud.
- Abastecimiento de agua.
- Medio ambiente.



Considerando la concentración poblacional, en el cuadro 4.6 se ofrece una distribución por estrato de las 4 841 localidades existentes en el Estado de México, a las cuales se les ha dado una condición de vulnerabilidad según el número de habitantes censados en el 2005 y los proyectados para el 2030. De esta forma, el número de localidades altamente vulnerables pasa de 19 a 23 (21 % de incremento); las medianamente vulnerables pasan de 46 a 67 (45.6 % de incremento); y aquellas con baja vulnerabilidad, de 4 776 a 4 751 (0.5 % decremento).

Cuadro 4.6. Número de localidades censales del Estado de México por estrato de población y condición de vulnerabilidad para distintos años			
Estrato (Núm. habitantes)	Condición de vulnerabilidad	Número de localidades en el año	
		2005	2030
De 1 a 2 499	Baja	4 402	4 300
De 2 500 a 14 999	Baja	374	451
De 15 000 a 49 999	Media	39	55
De 50 000 a 99 999	Media	7	12
De 100 000 a 499 999	Alta	13	13
De 500 000 o más	Alta	6	10

Fuente: DGPCCA con datos del CONAPO (2000)

En el cuadro 4.7 se identifican 23 localidades mexiquenses que para el año 2030 presentarán una condición de vulnerabilidad alta, considerando el incremento en su población. Como se puede apreciar, 21 localidades corresponden a 19 municipios conurbados del Valle Cuautitlán-Texcoco; mientras que Toluca de Lerdo y Metepec, al Valle de Toluca. También llama la atención que el municipio de Tultitlán presenta tres localidades, a diferencia del resto de los municipios que sólo tienen una localidad.

Cuadro 4.7. Localidades del Estado de México con alta vulnerabilidad			
Clave	Localidad	Municipio	Población al 2030
<i>Estrato mayor de 500 mil habitantes</i>			
150330001	Ecatepec de Morelos	Ecatepec de Morelos	2 158 084
150580001	Ciudad Nezahualcóyotl	Nezahualcóyotl	1 088 486
150310001	Chimalhuacán	Chimalhuacán	966 965
150570001	Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	875 561
151040001	Tlalnepantla	Tlalnepantla de Baz	760 386
150130001	Ciudad López Mateos	Atizapán de Zaragoza	721 966
150390001	Ixtapaluca	Ixtapaluca	704 016
151220001	Xico	Valle de Chalco Solidaridad	675 199
151210001	Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	660 006
151060001	Toluca de Lerdo	Toluca	607 438
<i>Estrato de 100 mil a 500 mil habitantes</i>			
150200001	San Francisco Coacalco	Coacalco de Berriozábal	469 145
150700001	Los Reyes Acaquilpan	La Paz	392 687

Continúa...

151090003	Buenavista	Tultitlán	367 572
150600001	Villa Nicolás Romero	Nicolás Romero	359 692
151090025	San Pablo de las Salinas	Tultitlán	278 108
150540001	Metepec	Metepec	268 620
150250001	Chalco de Díaz Covarrubias	Chalco	197 672
150370071	Naucalpan de Juárez	Huixquilucan	185 410
150990001	Texcoco de Mora	Texcoco	152 457
150810019	Ojo de Agua	Tecámac	127 551
151090068	Fuentes del Valle	Tultitlán	123 521
150290001	Chicoloapan de Juárez	Chicoloapan	117 213
151080001	Tultepec	Tultepec	108 097

Fuente: CONAPO (2000)

4.5. Industria y Energía Eléctrica

La industria ha sido un sector poco estudiado en virtud de la percepción de su relativa baja sensibilidad y la gran capacidad de adaptación al cambio climático. La mayoría de los estudios se refiere al tema de la adaptación y reducción de los impactos del cambio climático, por lo que hay pocos estudios que asocien las tendencias del clima con los impactos del cambio climático en las actividades económicas (Sánchez-Salazar, 2004).

Aun cuando la industria sea considerada poco vulnerable en comparación con otros sectores de la economía, al interior de ésta se aprecia que las diversas ramas industriales tienen entre sí diferencias notables en su grado de sensibilidad climática. Ello se debe a una serie de factores entre los cuales se pueden mencionar:

- Participación en el PIB.
- El tamaño de la empresa.
- El aporte de emisiones de GEI a la atmósfera.
- La dependencia de recursos naturales sensibles al clima.
- Niveles de consumos de energía y agua.
- Los mercados sensibles al clima.
- Ubicación geográfica.

Todos estos factores influyen necesariamente en el nivel de vulnerabilidad del sector industrial frente al cambio climático.

Uno de los efectos del cambio climático se relaciona con el ascenso de la temperatura y una potencial reducción de la precipitación y de los escurrimientos, incidiendo en la aceleración de los procesos de desertificación y de redistribución del recurso hídrico. En consecuencia, la vulnerabilidad de la industria estará en función de sus necesidades de abastecimiento de determinados volúmenes de agua, de la regularidad con que se requieren dichos abastos y del clima. Así, a mayor volumen requerido, el abasto será más



constante, el clima más seco y la empresa correspondiente será más vulnerable. En este último caso, es decir, en las zonas secas, en las cuales existe presión y competencia mayores sobre los recursos hídricos, la vulnerabilidad de la industria se incrementa; por ejemplo, en las zonas donde coexisten la agricultura de riego, el abastecimiento urbano y la generación de energía eléctrica.

El aumento de temperatura será diferencial geográficamente; esto afectará a las empresas que demandan energía para los procesos industriales de calentamiento o enfriamiento. En el primer caso, la vulnerabilidad disminuirá porque el calentamiento atmosférico implicará un ahorro en el consumo de energía y de electricidad para el desarrollo de éstos (por ejemplo, la industria siderúrgica y metalúrgica); en cambio, se incrementará la vulnerabilidad de aquellas empresas que requieren de procesos de enfriamiento o congelación, en zonas en las cuales se incrementa la temperatura, como es el caso de las industrias emparadoras de productos ganaderos y agrícolas perecederos, que requieren cámaras de refrigeración o congelación.

Las variaciones en la distribución del agua y la temperatura tendrán efectos sobre el uso del suelo y la distribución de los seres vivos, sean cultivos, ganado o asociaciones vegetales naturales. Ante esta situación, las industrias más vulnerables serán las que dependen de materias primas derivadas de actividades como la maderera, la papelera, la textil, la alimenticia, la del cuero y las emparadoras de productos del mar, entre otras. Por lo tanto, existen diferencias entre las diversas ramas de la industria, en cuanto a su sensibilidad hacia el clima. En este sentido, las industrias asentadas en el Estado de México quedan clasificadas como se aprecia en el cuadro 4.8.

Cuadro 4.8. Clasificación del sector industrial de acuerdo con su susceptibilidad hacia el clima y ramas industriales con mayor afectación

Clasificación	Ramas industriales
Industrias dependientes de recursos naturales	Agroindustria, acuicultura, forestal, alimentos y bebidas, textil y celulosa y papel.
Industrias con procesos sensibles al clima	Centrales termoeléctricas, la industria del aluminio, las siderúrgicas, alimenticia y textil.
Industrias con aumento en mercado (demanda)	Generación de energía eléctrica, las industrias del aire acondicionado, del vestido y de bebidas.
Industrias susceptibles a inundaciones	Se trata de establecimientos industriales asentados principalmente en los municipios de Lerma, Tlalnepantla, Ecatepec, Naucalpan y Nezahualcóyotl, con alto riesgo de inundación por desborde de cauces de los ríos Tlalnepantla, Los Remedios, La Compañía así como el Gran Canal.

Fuente: Sánchez-Salazar (2004) modificado por DGPCCA

En materia de generación de energía eléctrica, las 17 centrales ubicadas en el Estado de México presentan distinto grado de vulnerabilidad según el tipo de generación. Al respecto, en el cuadro 4.9 se puede observar que las 12 centrales hidroeléctricas son altamente vulnerables debido en gran medida a la dependencia, consumo y competencia del agua con otros sectores económicos.

Cuadro 4.9. Vulnerabilidad del subsector de energía eléctrica por tipo de generación en el Estado de México

Tipo de generación	Número actual de centrales ^{a/}	Vulnerabilidad ^{b/}
Hidroeléctrica	12	Alta
Vapor	2	Media
Ciclo combinado	1	Media
Turbogas	2	Baja

Fuente: DGPCCA con datos de: a/ INEGI (2006) y b/ Sánchez-Salazar (2004)

En el cuadro 4.10 se presentan distintas actividades económicas seleccionadas para el Estado de México, las cuales, se consideran particularmente vulnerables al cambio climático. Cabe recordar que de acuerdo con el censo económico más reciente, en 2004 la entidad contaba con 35 561 unidades económicas en los sectores primario y manufactura, de las cuales 23 513 unidades, 66.5 % del total, podrían presentar cierto grado de vulnerabilidad en el futuro.

Cuadro 4.10. Número de unidades económicas y condición de vulnerabilidad para distintas actividades económicas seleccionadas

Actividad económica	Unidades económicas ^{a/}	Condición de vulnerabilidad ^{b/}
Pesca	64	Alta
Minería	207	Media
Alimentaria	16 063	Media
- Congelación de frutas, verduras y guisos	7	
- Empacado y procesamiento de carnes	216	
Industria de las bebidas y del tabaco	983	Media
Fabricación de insumos textiles	198	Alta
Confección de productos textiles	318	Alta
Fabricación de productos de vestir	2 153	Alta
Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	421	Alta
Industria de la madera	1 443	Alta
Industria del papel	256	Alta
Industria química	524	Alta
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	27	Alta
Fabricación de cemento y productos de concreto	410	Alta
Industria metálica	179	Media
Fabricación de maquinaria y equipo	267	Media
- Fabricación de sistemas de aire acondicionado, calefacción y refrigeración industrial y comercial	22	

Fuente: DGPCCA con datos de: a/ INEGI (2006) y b/ Sánchez-Salazar (2004)



4.6. Salud Humana

La salud pública depende de suficientes alimentos, agua potable de calidad, viviendas seguras, buenas condiciones sociales y un entorno ambiental y social adecuado para prevenir, evitar y controlar diversas enfermedades. Sin embargo, todos estos elementos pueden verse afectados por el clima. Las temperaturas extremas, tanto altas como bajas, pueden causar disturbios fisiológicos y daños a la salud humana, provocando enfermedades e incluso la muerte. Se proyecta que bajo un escenario de aumento de la temperatura global, los problemas más graves para la salud se producirán en las ciudades de latitudes medias y elevadas, pero los inviernos más benignos en los climas más templados probablemente reducirían las muertes relacionadas con el frío (PNUMA, 2007).

Las altas temperaturas y la exposición directa al sol durante largos periodos pueden causar enfermedades, todas ellas agrupadas bajo el nombre de hipertermia. Éstas pueden consistir en calambres en el área del abdomen, brazos y piernas; hinchazón (edema) en tobillos y pies; mareo repentino (síncope); fatiga, insolación (golpe de calor) e irritación en la piel (salpullido). Las personas mayores, los bebés y niños de hasta 4 años de edad, las personas con enfermedades cardiovasculares, del riñón y pulmón, así como con diabetes y sobrepeso, son particularmente vulnerables porque el calor extremo puede exacerbar su condición de salud (NIA, 2003, NCEH, 2004).

Debido a lo anterior, una de las consecuencias directas del cambio climático en los seres humanos consiste en el aumento de la morbilidad y mortalidad en periodos de clima extremo como las olas de calor (Lema, 2002). Un claro ejemplo es el ocurrido en el verano de 2003 cuando fallecieron más de setenta mil personas en Europa, tan solo en Francia fueron alrededor de 15 mil decesos (Robine, Cheung, Le Roy, *etl al.*, 2007).

Al respecto, la Secretaría de Salud estatal, por conducto del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM), ha implementado el Programa Temporada de Calor, el cual comprende el periodo de marzo a septiembre. Dicho programa se desarrolla en los 125 municipios de la entidad, con énfasis en aquéllos que presentan amenaza de altas temperaturas como Tenancingo, Valle de Bravo, Tejupilco, Ecatepec, Nezahualcóyotl y Amecameca; y tiene un universo de atención prioritaria de 1 millón 346 mil 613 niños menores de 5 años y de 1 millón 90 mil 178 adultos mayores de 60 años (ISEM, s. a.).

Las sequías y las inundaciones también representan serios problemas para la salud humana. Los mayores impactos a la salud consisten en el aumento de enfermedades gastrointestinales ya que, por un lado, la escasez de agua implica la falta de higiene y aseo personal y, por consiguiente, la acumulación de bacterias y agentes patógenos; y por el otro, el agua potable resulta contaminada por las inundaciones. En este sentido, es importante señalar que las enfermedades diarreicas afectan el crecimiento y desarrollo de los menores y pueden tener como complicaciones la deshidratación y la desnutrición, lo cual pone en peligro la vida de este estrato de la población (Lema, 2002; PNUMA, 2007).

Considerando lo anterior, en el Estado de México, actualmente la mortalidad por enfermedades infecciosas intestinales representa entre 1.2 % y 1.6 % del total de defunciones; asimismo, poco más de 26 % de las causas de muerte en la entidad son provocadas por diabetes *mellitus* y enfermedades del corazón. Entonces, un aumento en la temperatura en las regiones de alto riesgo en el Estado podría inducir el incremento en la proporción de muertes debido a estas causas.

En este sentido, se requiere de estudios estatales específicos para determinar la magnitud de los impactos, tanto positivos como negativos, en la morbilidad y mortalidad relacionados con el cambio climático. En dichos estudios se tendrán que considerar los cambios en la pirámide poblacional para el año 2050, (la cual mostrará mayor cantidad de adultos) los niveles de pobreza y todas las variables socioeconómicas que influyen en la salud humana.

Por otra parte, los estudios sobre cambio climático y salud humana en México se han enfocado hacia el análisis de la incidencia de enfermedades tales como el cólera, dengue y malaria, y hacia la relación entre el asma y la diarrea con el cambio climático. Y es que el clima siempre ha tenido un papel preponderante en las enfermedades causadas por vectores como los mosquitos, garrapatas, pulgas, moscas y otros insectos (Lema, 2002). Es posible que frente al cambio climático el ciclo de vida de estos vectores se modifique aumentando, por ejemplo, su tasa de reproducción y su área de distribución. De tal forma que las enfermedades tropicales como el dengue, limitadas por un gradiente de temperatura, llegarán hasta zonas que hoy en día son templadas o frías, pero que en el futuro serán más cálidas y, por lo tanto, habrá condiciones propicias para que se desarrollen. Por eso, un cambio en la redistribución de los agentes infecciosos y sus portadores puede ser el primer signo de una amenaza ante el cambio climático. En el cuadro 4.11 se presentan los casos comprobados de paludismo y dengue en el Estado de México.

Cuadro 4.11. Enfermedad transmitida según vector en la entidad (2000-2006)		
Número de casos confirmados		
Año	Paludismo	Dengue
2000	0	0
2001	0	37
2002	0	61
2003	0	0
2004	0	29
2005	SI	SI
2006	I	7

SI = sin información

Fuente: SS (2006); ISEM (2006)



Otro tipo de estudios analizan los cobeneficios que resultarían de la reducción de la concentración de contaminantes atmosféricos y de GEI en la salud de los habitantes de la ZMVM (Véase *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la ZMVM 2002-2010* en el capítulo 5) así como los beneficios inmediatos sobre la salud que pueden obtenerse al adoptar tecnologías existentes para reducir emisiones de GEI en ciudades como México, Nueva York, Santiago y Sao Paulo. A partir de estos estudios se conoce, por ejemplo, que con la adopción de tecnologías de mitigación de GEI se podría reducir las partículas suspendidas y el ozono en 10 %, con lo cual se evitarían 64 mil muertes prematuras, 65 mil casos de bronquitis crónica y 37 millones de días-persona de actividad restringida o pérdida de trabajo (Lema, 2002).

4.7. Escenarios Futuros

El IPCC ha proyectado diversos escenarios de emisiones y concentraciones de GEI para estimar los cambios en el clima del planeta. A esta serie de escenarios de emisiones se les conoce como Informes Especiales sobre Escenarios de Emisiones (SRES, por sus siglas en inglés) y se basan en diversas hipótesis sobre el desarrollo socioeconómico del planeta. Estos escenarios se clasifican en:

A1: Emisiones Altas. Rápido desarrollo económico mundial y de la población.

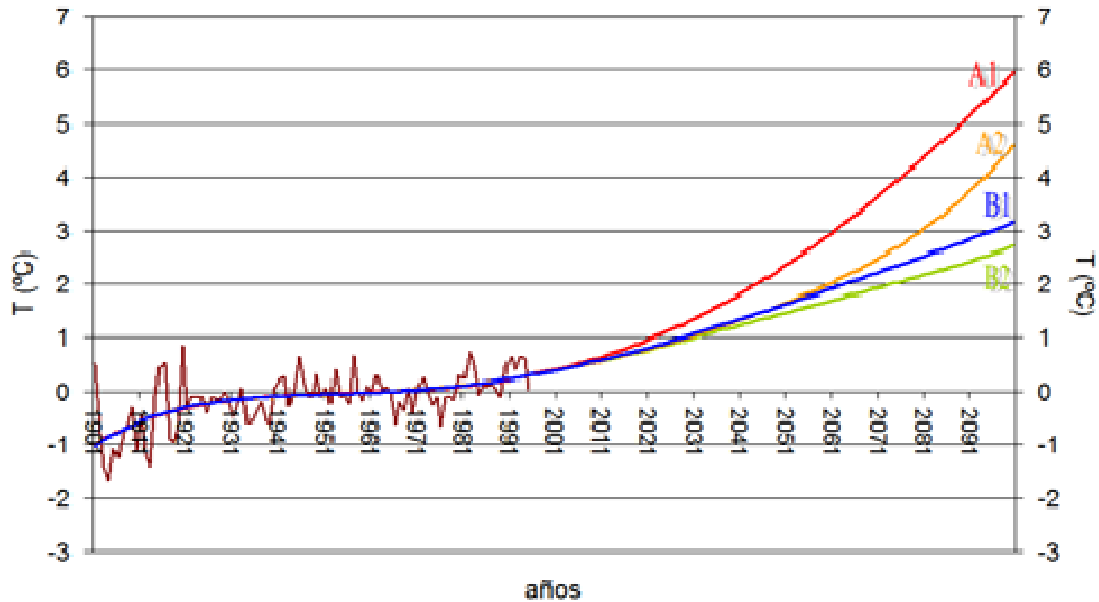
A2: Emisiones Media-Alta. Desarrollo económico más regionalizado.

B1: Emisiones Bajas. Tendencia a un desarrollo global ambientalmente sustentable.

B2: Emisiones Media-Baja. Tendencia a un desarrollo regionalizado ambientalmente sustentable.

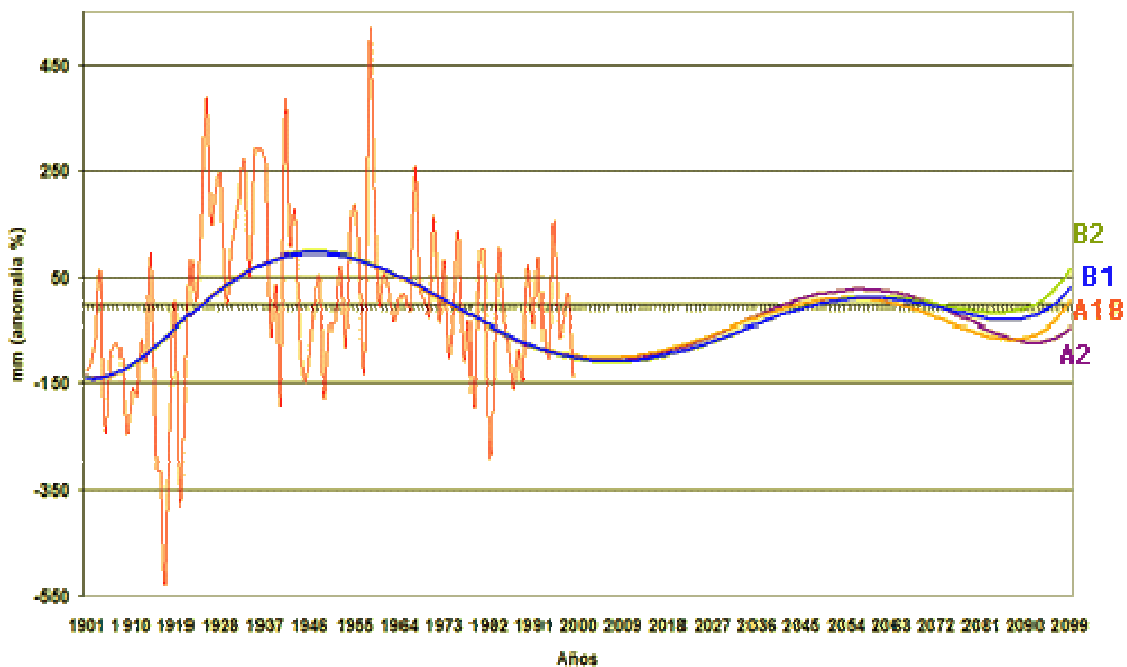
De acuerdo con estos escenarios, en términos generales, el clima de México será entre 2 y 4 °C más cálido alrededor del año 2050. Durante las primeras décadas del siglo XXI no se distinguen marcadas diferencias si las emisiones siguen el escenario A2 o el B2. Pero después del clima de 2050 las diferencias serán más marcadas. Esto denota la importancia de promover estrategias de mitigación. Para el caso particular del Estado de México, en las gráficas 4.1 y 4.2 se pueden ver las variaciones estimadas de temperatura y de precipitación, así como las distintas proyecciones bajo diferentes escenarios realizadas por el INE-SEMARNAT y el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM.

Gráfica 4.1. Variación de la temperatura en el Estado de México y tendencia bajo distintos escenarios (1901-2099)



Retomado de: INE http://www.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_mexico.html

Gráfica 4.2. Variación de la precipitación en el Estado de México y tendencia bajo distintos escenarios (1901-2099)



Retomado de: INE http://www.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_mexico.html



Con base en lo anterior, se han proyectado escenarios climáticos para los años 2020, 2050 y 2080 (correspondientes a los periodos 2010-2039, 2040-2069 y 2070-2099) para el Estado de México:

- Escenario 2020: Precipitación total anual disminuirá 5-10 %
Temperatura media anual aumentará 0.8-1.2 °C
- Escenario 2050: Precipitación total anual disminuirá 5-10 %
Temperatura media anual aumentará 1.0-2.0 °C
- Escenario 2080: Precipitación total anual disminuirá 5-20 %
Temperatura media anual aumentará 2-4 °C

Como se puede apreciar, en todos los casos hay un aumento en la temperatura y una disminución en la precipitación. En el caso de la temperatura, el aumento máximo se espera en el escenario 2080 el cual será de 2 a 4 °C. Si bien, todos los modelos indican aumento en la temperatura, dando con ello certeza en el sentido de los cambios, aún existe incertidumbre en su magnitud.

Para el caso de la precipitación la incertidumbre es aún mayor, pues se deben considerar los eventos extremos como huracanes y frentes fríos, sobre todo estos últimos, los cuales tienen gran influencia en el territorio estatal. Es posible que los frentes fríos se vuelvan menos frecuentes, pero es incierto en qué medida tal disminución podría afectar las precipitaciones.

5

Política y Gestión Ambiental sobre Mitigación y Adaptación



5. Política y Gestión Ambiental sobre Mitigación y Adaptación

5.1. Política Nacional en Materia de Cambio Climático

Considerando las evidencias acumuladas y las implicaciones a nivel regional y mundial sobre el cambio climático global, la comunidad internacional aprobó en 1992, durante la “Cumbre de la Tierra” efectuada en Río de Janeiro, Brasil, la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático” (CMNUCC), con la finalidad de establecer acuerdos, responsabilidades y compromisos comunes para la mitigación y adaptación a este fenómeno. La Convención entró en vigor en 1994. Uno de los resultados más importantes ha sido la negociación y aprobación del Protocolo de Kioto (Japón, 1997) en el cual un conjunto de 39 países desarrollados se comprometieron, para el período 2008–2012, a reducir sus emisiones por lo menos 5.2 % respecto a los niveles de 1990. Cabe aclarar que México, por ser un país en desarrollo, no fue considerado en la obligación de adoptar compromisos vinculantes de reducción de emisiones.

Entre los compromisos generales adquiridos por todos los países participantes (incluido México) en la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático” se encuentra la realización, actualización y publicación periódica de inventarios de emisiones antropogénicas de GEI, la ejecución de programas nacionales y regionales de mitigación y adaptación, así como la conservación de sumideros de carbono todo ello mediante la instrumentación de diversas estrategias, como por ejemplo, el mejoramiento de los procesos de producción, el uso eficiente de la energía y la conservación de los recursos naturales.

A la fecha México ha cumplido con los siguientes compromisos como Parte no-Anexo I ante la CMNUCC:

- Elaboración de la *Primera* (1997), *Segunda* (2001) y *Tercera* (2006) *Comunicación de México ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Tales documentos tienen como finalidad proporcionar una visión general de las circunstancias nacionales respecto al cambio climático, los estudios que se han realizado y las medidas directas e indirectas que se están tomando respecto a este fenómeno.
- Elaboración, actualización y publicación periódica de los “Inventarios de emisiones de GEI” para los periodos de 1990 a 2002. Estos documentos técnicos cuantifican las emisiones de GEI, analizan su comportamiento, identifican las principales fuentes de emisión y la absorción por los sumideros.

- Realización de estudios sobre mitigación, evaluación de la vulnerabilidad y de opciones de adaptación (disponibles en www.ine.gob.mx).
- *Estrategia Nacional de Acción Climática (1999)*.
- *Estrategia Nacional de Cambio Climático (2007)*.
- Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012

En mayo del 2007 el Ejecutivo Federal presentó la Estrategia Nacional de Cambio Climático, en la que se identifican amplias oportunidades de mitigación y de adaptación, así como un primer posicionamiento del país en relación con el régimen internacional de atención al cambio climático.

El Programa Especial de Cambio Climático contribuye al logro de diversos objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y, en particular, al cumplimiento del Objetivo 8, que plantea el compromiso de los mexicanos de asegurar la sustentabilidad ambiental mediante la participación responsable en el cuidado, protección, preservación y aprovechamiento racional de la riqueza natural del país, para lograr afianzar el desarrollo económico y social, sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras.

En México, la percepción social sobre el deterioro ambiental y la necesidad de impulsar acciones que lo revertan, se ha reforzado considerablemente en los últimos años, convirtiéndose en un motor novedoso para la creación de instituciones y el desarrollo de políticas, programas y normas que procuren equilibrar las preocupaciones ambientales y los imperativos económicos y sociales del país. Como resultado, las consideraciones ambientales han sido incluidas en las políticas gubernamentales, las iniciativas del empresariado mexicano y de los organismos no gubernamentales, particularmente en lo que se refiere a eficiencia energética, industria limpia, manejo sustentable de recursos naturales y conservación de la biodiversidad.

México ha impulsado políticas y acciones con el propósito principal de solucionar diversos problemas sociales, económicos y ambientales. En muchos casos, estas acciones permiten mitigar simultáneamente los efectos del cambio climático, tanto en la vertiente de la eficiencia energética (mejorando combustibles, incentivando mejores tecnologías automotrices, estableciendo nuevas reglas para las emisiones de la industria, impulsando proyectos sobre fuentes de energía renovables, etcétera.) como en la vertiente del aprovechamiento, conservación y restauración de los recursos naturales (manejo sustentable de los bosques, creación de áreas naturales protegidas, fortalecimiento de programas de reforestación e impulso de plantaciones forestales, entre otras). De esta forma la política mexicana sostiene que desde el punto de vista económico y ambiental, resulta más racional controlar la tasa de crecimiento de sus emisiones de GEI, que someterlas posteriormente, a un drástico régimen de reducción.



México asume el objetivo indicativo o meta deseable de reducir en 50 % sus emisiones al año 2050, en relación con su volumen emitido en el 2000. México aspira así a contribuir a un posible escenario de estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel no superior a 450 ppm de CO₂ eq compatible con un límite del incremento de la temperatura superficial promedio entre 2 y 3 °C y una convergencia flexible hacia un promedio global de emisiones *per cápita* de 2.8 toneladas de CO₂ eq en el 2050.

En el ámbito internacional México señala que las Naciones Unidas es el marco para enfrentar el problema del cambio climático, pero reconoce el papel complementario que desempeñan otros foros internacionales. En este último sentido, México mantiene especial atención a su participación en los grupos sobre cambio climático, desarrollo sustentable y medio ambiente de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y ha establecido convenios de colaboración bilateral con diversos países, que se orientan a alcanzar posiciones comunes en algunos de los temas de la agenda climática, a potenciar el desarrollo de proyectos de mitigación y adaptación, así como a apoyar el desarrollo de capacidades mexicanas en la materia.

- *Estrategia Nacional*

La Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) constituida el 31 de mayo de 2005, es el órgano federal responsable de formular políticas públicas y estrategias transversales de mitigación y adaptación. El Grupo de Trabajo de tal comisión elaboró la Estrategia Nacional de Cambio Climático (CICC, 2007). Las áreas identificadas en esta Estrategia para la construcción de capacidades de adaptación son:

- Gestión de riesgos hidrometeorológicos y manejo de recursos hídricos.
- Biodiversidad y servicios ambientales.
- Agricultura y ganadería.
- Zona costera.
- Asentamientos humanos.
- Generación y uso de energía.

Como principales retos para la gestión en materia de adaptación al cambio climático, se identificaron los siguientes:

- Preservar y fortalecer las funciones de amortiguamiento existentes en las cuencas.
- Diseñar un Programa para el Ordenamiento de Acuíferos y favorecer la recarga hídrica en articulación con el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Reforzar el conocimiento y la implementación de los sistemas de información y alerta temprana.

- Ajustar las técnicas de tratamiento de agua a las nuevas condiciones climáticas.
- Fortalecer y revisar las implementaciones de instrumentos de gestión como la veda temporal, las áreas naturales protegidas y el pago por servicios hidrológicos, para adecuarlos a las nuevas necesidades que impone el cambio climático.
- Establecer corredores biológicos y evaluar la modificación de los actuales límites geográficos de algunas áreas naturales protegidas y regiones prioritarias para la conservación; para apoyar la capacidad de ajuste de los ecosistemas y especies.
- Revalorar la experiencia adquirida por grupos vulnerables frente a la variabilidad climática, para su aplicación en el planteamiento de políticas de adaptación al cambio climático.
- Conservar *in situ* la agro-biodiversidad mexicana mediante programas conjuntos entre SEMARNAT y SAGARPA.
- Desarrollar e implementar un sistema de información y monitoreo del clima especialmente diseñado para productores agropecuarios.
- Fortalecer los sistemas de vigilancia epidemiológica.
- Considerar una elevación del nivel medio del mar de 40 cm entre la actualidad y la última década del siglo, como línea base para la planeación y la construcción de infraestructura costera.
- Articular la política nacional para el desarrollo sustentable de océanos y costas con el fortalecimiento de capacidades nacionales frente al cambio climático.
- Fomentar sinergias entre el sector turístico, pesquero, hídrico y el Sistema Nacional de Protección Civil.
- Inducir criterios de diseño ambiental en todos los ámbitos de planeación del desarrollo urbano.
- Incorporar el enfoque de manejo de cuencas hidrográficas en las acciones de protección y aprovechamiento de servicios ambientales de áreas urbanas y rurales.
- Diseñar sistemas descentralizados de suministro de energía a escala local.

Por sus efectos adversos previsible, el cambio climático representa una amenaza creciente para muchos procesos de desarrollo. Por su globalidad, requiere de un enfoque multilateral, pues ningún país puede hacerle frente aisladamente. Por su dimensión temporal, impone la necesidad de planear a largo plazo (CICC, 2006).

Puesto que los efectos adversos del calentamiento global son imparables a corto plazo, la mitigación y la adaptación constituyen el enfoque y la tarea más importante para la seguridad y desarrollo en diferentes contextos (estatal, nacional y mundial). Tanto la mitigación como la adaptación deberán integrarse, de manera transversal, en los programas de las distintas dependencias de la administración pública federal, estatal y municipal, además de impulsar la visión del desarrollo sostenible y de largo plazo.



Construir capacidades de adaptación equivale a desarrollar las habilidades de los distintos actores para ajustarse al cambio climático, a la variabilidad y a los extremos climáticos, a fin de moderar los daños potenciales. A medida que se desarrollen capacidades de adaptación frente al cambio climático, se puede reducir la vulnerabilidad del país y mejorar la sustentabilidad del desarrollo nacional (CICC, 2007).

5.2. Acciones del Gobierno del Estado de México para la Mitigación de GEI

El Gobierno del Estado de México ha impulsado una serie de políticas ambientales y programas para prevenir y controlar las emisiones contaminantes provenientes tanto de fuentes fijas como móviles y con ello reducir los niveles de contaminación atmosférica. Si bien es cierto que tales programas están enfocados a la reducción de contaminantes como el ozono, las partículas y sus precursores, algunas medidas están vinculadas con la captura de carbono, mientras que otras están relacionadas de manera indirecta con la eficiencia energética que conlleva a la reducción de emisiones y ahorro de energía.

A continuación se mencionan las características principales de cada uno de los programas ambientales vigentes y su vinculación con la reducción de GEI, la captura de carbono y la conservación de sumideros.

- *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010 “Proaire”*

El *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010*, también conocido como *Proaire*, tiene la premisa de proteger la salud de los habitantes de esta región de los efectos nocivos causados por la contaminación atmosférica generada por las distintas fuentes presentes en la metrópoli. Este programa cuenta con 89 medidas estratégicas, las cuales están enfocadas a los vehículos y transporte (38 medidas), industria (7 medidas), servicios (6 medidas), conservación de recursos naturales (15 medidas), protección a la salud (8 medidas), educación ambiental (4 medidas) y fortalecimiento institucional (8 medidas). Entre sus objetivos están: (1) eliminar las concentraciones de ozono superiores a 0.22 ppm; (2) aumentar el número de días con concentraciones de ozono y partículas PM_{10} dentro del límite establecido por la norma de calidad del aire ambiente correspondiente; y (3) reducir el promedio anual de las concentraciones de PM_{10} . Asimismo, dentro de los cobeneficios del Proaire está la reducción de GEI mediante la conservación y aumento de la cobertura forestal, la promoción del uso eficiente y de las fuentes renovables de energía, el impulso de mejores tecnologías automotrices, la renovación de la flota vehicular y la modernización del sistema de transporte público masivo, lo que se traduce en la disminución de consumo de combustibles fósiles.

De acuerdo con el estudio *Control conjunto de la contaminación atmosférica urbana y de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Zona Metropolitana del Valle de México* realizado por el Instituto Nacional de Ecología (INE), se estima que el Proaire tiene un potencial significativo de reducción de 2.2 millones de toneladas de CO₂ proyectadas al 2010. La reducción de 50 % proviene de las medidas de mejoras tecnológicas en los vehículos y de la renovación de la flota vehicular, el resto, del mejoramiento de la infraestructura del transporte masivo (INE, 2003).

Dicho estudio también menciona que las metas del Proaire en cuanto a la reducción de emisiones de partículas PM₁₀ e hidrocarburos, podrían mejorarse con una pequeña variación en los costos, lo cual no ocurre con el monóxido de carbono (CO). Asimismo, es menos costo-efectivo reducir emisiones de CO₂ a partir de las medidas incluidas en el Proaire, que si se invierte en medidas específicas para reducir dicho contaminante.

En el segundo semestre del 2008 entraron en vigor siete medidas adicionales para mejorar la calidad del aire en la ZMVM, destacando el ajuste al criterio de antigüedad para el otorgamiento del “holograma cero”, la revisión general a los Programas de Verificación Vehicular, el ajuste a los niveles de activación de las Contingencias Ambientales Atmosféricas, la regulación ambiental a vehículos foráneos, el fortalecimiento del programa ostensiblemente contaminante, el impulso a la regulación del transporte de carga y la ampliación del HNC a los días sábado. Tales medidas tienen un potencial de reducción de 1 millón 189 mil 620 toneladas de CO₂ (CAM, 2008).

- *Aire Limpio: Programa para el Valle de Toluca 2007-2011*

Los objetivos del *Aire Limpio: Programa para el Valle de Toluca 2007-2011* consisten en revertir la tendencia ascendente del número de días en que se rebasa la norma de partículas PM₁₀, controlar los niveles de concentración de ozono y mantener dentro de norma los niveles de bióxido de azufre, bióxido de nitrógeno y monóxido de carbono. Este programa cuenta con 27 medidas, algunas de las cuales están relacionadas directamente con la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y la protección de sumideros, entre tales medidas se encuentran:

- La prevención y combate de incendios forestales.
- El control de la tala ilegal en áreas de protección ecológica.
- El desarrollo de campañas de reforestación.
- La recuperación de suelos erosionados.

Asimismo, se cuenta con estrategias para la reducción y control de emisiones contaminantes en vehículos automotores, transporte público y de carga, así como de una producción más limpia en el sector industrial.



- *Programa de Verificación Vehicular*

El *Programa de Verificación Vehicular* tiene como objetivo regular las emisiones contaminantes generadas por los vehículos automotores, así como establecer el calendario y los lineamientos bajo los cuales todos los vehículos automotores matriculados en el Estado de México deben ser verificados cada semestre en sus emisiones contaminantes provenientes del escape. Dicho programa fomenta el mantenimiento de los vehículos en circulación, lo que a su vez se refleja en una disminución de las emisiones contaminantes a la atmósfera.

En los últimos años se han realizado diversos ajustes a este programa, por una parte haciéndolo cada vez más estricto en su operación y, por otra, incluyendo criterios que promueven la renovación de la flota vehicular. Así por ejemplo, en el segundo semestre de 2007 se redujeron entre 40 % y 50 % los límites máximos permitidos de emisiones contaminantes de vehículos en circulación, mediante la modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006.

- *Programa de Eficiencia Energética en Vehículos Automotores*

En 2007 se estableció un incentivo específico a la eficiencia energética y las ultrabajas emisiones vehiculares. El incentivo consiste en otorgar el holograma “doble cero” en la verificación vehicular a los vehículos nuevos de uso particular, a gasolina e híbridos (gasolina-eléctricos) con alta eficiencia en su rendimiento de combustible y ultrabaja emisión de contaminantes. Este holograma los exenta de la restricción vehicular un día a la semana y los días sábado (programas HNC y HNCS), así como del proceso de verificación semestral, refrendando dicho holograma cada dos años hasta por dos ocasiones.

- *Programa Especial de Transporte Masivo del Estado de México*

El *Programa Especial de Transporte Masivo del Estado de México* (STGEM, 2007) establece las directrices para desarrollar una infraestructura de transporte de alta capacidad, seguro, eficiente y competitivo, contribuyendo en la reducción de tiempos de traslado, de congestionamientos viales y de emisiones contaminantes, así como en el ahorro de energía. Entre las principales obras proyectadas que tendrán un importante impacto en la reducción de emisiones contaminantes están los Corredores con Vehículos de Alta Capacidad y los Sistemas del Tren Suburbano.

Respecto a la primera etapa del sistema del tren suburbano, Cuautitlán (Estado de México) a Buenavista (Distrito Federal) –con inicio de operaciones durante el segundo semestre del 2008– se trata de un sistema de ferrocarriles electrificados y confinados, con una oferta inicial de 365 mil usuarios por día y un recorrido de 27 km en 24 minutos. Se estima que en esta etapa se sustituyen 18 202 vehículos, lo que representa una reducción de emisiones del orden de 43 450.6 toneladas/año de contaminantes, de las cuales, 93.6 % corresponden a monóxido de carbono. El beneficio ambiental esperado cuando estén

funcionando las tres etapas del sistema será de 61 173 toneladas/año de contaminantes que se dejarán de emitir (DGPCCA, 2008a).

- *Programa de Desarrollo Forestal Sustentable 2005-2025*

El *Programa de Desarrollo Forestal Sustentable 2005-2025* constituye el plan rector que permite la planeación y programación de los proyectos encaminados al desarrollo integral del sector forestal. A pesar de los esfuerzos realizados por el Gobierno del Estado de México en materia de reforestación, se estima que aún existen 225 mil hectáreas perturbadas (SEDAGRO, 2007a). Al respecto, el Ejecutivo del Estado pretende, por una parte, restaurar mayor superficie de áreas degradadas por medio de una mejor calidad en la producción de planta, en las plantaciones y en el mantenimiento de las reforestaciones; por la otra, propone convertir áreas degradadas e improductivas en plantaciones forestales con especies maderables, no maderables, endémicas y de cobertura. La meta planteada en el periodo 2005-2011 consiste en la reforestación de 90 mil hectáreas, 15 mil por año (PROBOSQUE, 2006). Sin embargo, esta meta fue superada en 2006 con la reforestación de 16 546 hectáreas y en 2007 con 17 mil hectáreas, plantando 17 millones de árboles por año (GEM, 2007).

Aunado a ello, y con la finalidad de promover esquemas a través de los cuales se otorguen incentivos para la reforestación de modo que se asegure la sobrevivencia de las plantaciones, el Gobierno del Estado puso en marcha el Programa de Reforestación y Restauración Integral de Microcuencas, el cual brinda apoyo de mil pesos por hectárea como complemento a las labores de protección y conservación de plantaciones en las cuales se garantice una sobrevivencia mínima de 70 %. Este programa arrancó en 2006 con el establecimiento y protección de 5 860 hectáreas de reforestación y de plantaciones forestales comerciales; así como la operación y supervisión del programa. En el 2007 hubo 329 participantes beneficiados en lo que respecta a mantenimiento de las plantaciones efectuadas en 2006 y 582 participantes beneficiados en la categoría de nuevas reforestaciones.

- *Programa para el Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos*

A partir de las estrategias del *Programa de Desarrollo Forestal del Estado de México 2005-2025* se crea el *Programa para el Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH)* el cual tiene como objetivos: (1) conservar las áreas de bosque que permiten la recarga hídrica para garantizar el suministro de agua; (2) lograr que los productores forestales mantengan, conserven o aumenten la cobertura forestal natural o inducida; y (3) apoyar la conservación de bosques en áreas naturales protegidas y plantaciones forestales con fines de protección o de restauración (SEDAGRO, 2007b).

Para la instrumentación del PSAH el Gobierno del Estado de México autorizó, dentro del ejercicio fiscal 2007, un presupuesto de 30 millones de pesos como capital inicial para la atención de seis mil hectáreas de superficie boscosa dentro del territorio estatal.



Asimismo, el programa establece un pago anual por hectárea de \$1 500.00 a los dueños o poseedores de bosques que cumplan con los criterios establecidos en las Reglas de Operación del PSAH.

- *Programa Estatal de Prevención, Control y Combate de Incendios Forestales*

Una de las prioridades del Gobierno del Estado de México, es la protección y conservación de la cubierta forestal de la entidad para lo cual se lleva a cabo la instrumentación del *Programa Estatal de Prevención, Control y Combate de Incendios Forestales* el cual tiene por objetivos: (1) reducir el número de incendios y el índice de afectación a través de acciones de prevención, detección, control y combate; y (2) proteger y conservar los recursos forestales de la entidad, con acciones que permitan contribuir al desarrollo y fomento forestal, evitando su degradación o pérdida por incendio. En este contexto y teniendo como estrategia principal el incrementar las medidas preventivas, la autoridad estatal realiza distintas acciones en coordinación con instancias federales, municipales, organizaciones de la sociedad civil, así como con productores, núcleos agrarios y grupos voluntarios, teniendo como misión, atender de manera oportuna y eficiente los incendios forestales que se presenten en el territorio estatal.

La superficie a proteger contra incendios forestales es de 895 mil hectáreas: 558 mil de bosques, 88 mil de selvas, 17 mil de vegetación de zonas áridas, 6 mil de vegetación hidrófila y halófila y 226 mil de áreas perturbadas. Para ello se implementan las estrategias siguientes (PROBOSQUE, 2006):

- Rehabilitación de la infraestructura de detección para aumentar la eficiencia en el control y extinción de siniestros, lo que permite disminuir el índice de afectación por incendio.
- Incremento del número de brigadas y combatientes con apoyo de los ayuntamientos, organizaciones de la sociedad civil y de grupos voluntarios debidamente capacitados.
- Realización de campañas permanentes de concientización sobre la importancia de evitar los incendios forestales.
- Aplicación de sanciones a los infractores de acuerdo con los códigos penales estatal y federal, a fin de disminuir los incendios provocados por el hombre.
- Incremento y mantenimiento a las brechas cortafuego en municipios de alta incidencia.

Durante el periodo 2003-2007 se tiene registrado un promedio anual de 1 342 incendios y 5 436 hectáreas quemadas, por lo cual el índice de afectación resulta 4.1 hectáreas por incendio para dicho periodo. Esta situación coloca al Estado de México en el primer lugar en cuanto a número de incendios forestales en todo el país, sin embargo el índice de afectación, es de los más bajos a nivel nacional.

Para contribuir en la tarea de atención y combate de los incendios forestales en la entidad, el Gobierno del Estado de México, a través de la Secretaría del Medio Ambiente impulsa un proyecto de equipamiento y fortalecimiento de las capacidades técnicas que permitirá aumentar la eficiencia en el control y extinción de siniestros y reducir el índice de afectación por hectárea en áreas naturales protegidas en los municipios del Valle de México.

- *Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de México*

El Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas del Estado de México (SEANPEM) es el conjunto de áreas naturales protegidas (ANP) en sus diversas categorías, para la conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales de flora y fauna de la entidad. En suma se tienen 84 ANP, las cuales cubren una superficie de 990 243 hectáreas.

Derivado de los acuerdos establecidos con los dueños y poseedores de los recursos naturales, ubicados en las ANP de la entidad, tales como el vivir con calidad y dignidad, trabajar, producir y comercializar alterando lo menos posible el ecosistema, el Gobierno del Estado de México ha promovido proyectos productivos, aprobados mediante los programas de *Desarrollo Forestal*, *Alianza Contigo* y *Desarrollo Regional Sustentable*, los cuales se agrupan en tres categorías: fomento a la producción forestal, fomento agropecuario y turismo alternativo. A través de éstos se permite el desarrollo sustentable de los recursos naturales, contando con una amplia participación social, así como de un alto grado de organización en el manejo de sus recursos forestales por medio de la intervención de las poblaciones locales, todo ello, según cinco líneas estratégicas:

- Elaboración de estudios que impulsen el ordenamiento forestal.
- Promoción de obras de desarrollo social.
- Fortalecimiento del desarrollo económico mediante la implementación de proyectos productivos.
- Complementación de la infraestructura regional.
- Implementación de acciones de turismo alternativo.

Por otra parte, para cumplir con la normatividad referente a la elaboración de los programas de conservación y manejo de ANP, cuyo objetivo es conservar y restaurar dichas áreas, así como aprovechar de manera sustentable los recursos humanos, biológicos y físicos, durante 2007 se concluyeron los programas de cuatro parques estatales santuarios del agua.

- *Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México*

El *Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México* (POETEM) es una herramienta de planeación ambiental que tiene como objetivo inducir el uso de suelo y las



actividades productivas para lograr la protección del medio ambiente, la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. El POETEM fue publicado en 1999 y en 2006 se publicó su actualización. Ésta última consistió en la redefinición de las 602 unidades ambientales, incluyendo sus lineamientos y estrategias. Actualmente se cuenta con 713 unidades de las cuales se puede identificar su política de protección, conservación, restauración y aprovechamiento, su fragilidad ambiental, el uso de suelo predominante y los criterios aplicables. Asimismo, se establecieron como zonas de atención prioritaria:

- Cuenca del Río Lerma.
- Subcuenca de Valle de Bravo-Amanalco.
- Sistema Cutzamala.
- Presas de: Zumpango, Guadalupe, “Vicente Guerrero”, “José Antonio Alzate” y las ciénegas del Lerma, entre otras.
- Las 84 áreas naturales protegidas de la entidad.
- Las zonas forestales y las cabeceras de cuenca (Lerma, Pánuco y Balsas) considerando su importancia en la captación e infiltración del agua hacia los mantos acuíferos.

De esta forma, se concluyeron los ordenamientos ecológicos siguientes:

- Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca Valle de Bravo-Amanalco.
- Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Villa de Allende.
- Ordenamiento Ecológico Regional de Mariposa Monarca.
- Ordenamiento Ecológico del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia.
- Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Ixtlahuaca.

Por otra parte, mediante la firma de Convenios de Coordinación, el Gobierno del Estado ha promovido la elaboración de los ordenamientos ecológicos locales en los 125 municipios de la entidad. A la fecha existen 33 convenios firmados. Se trabaja en los ordenamientos locales de Almoloya de Juárez, Chalco, Tlalmanalco e Ixtapaluca. Asimismo, se concluyen los ordenamientos regionales del Valle de Toluca (siete municipios) y del Nevado Sur (ocho municipios). El valor estratégico de los ordenamientos radica en los servicios ambientales que brinda tales como: la captación y aportación de agua, la biodiversidad y el potencial paisajístico y recreativo.

- *Proyectos MDL (Mecanismo para un Desarrollo Limpio)*

El Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) se encuentra definido en el Artículo 12 del *Protocolo de Kioto*. Su propósito es ayudar a las partes no incluidas en el Anexo I del Protocolo a lograr un desarrollo sustentable y contribuir al objetivo último de la

“Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático”, así como ayudar a las partes incluidas en el Anexo I, a cumplir sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

La Junta Ejecutiva del MDL de las Naciones Unidas establece los procedimientos por medio de los cuales un proyecto puede participar en el MDL y generar Reducciones Certificadas de Emisiones. Estas reducciones o bonos de carbono, encuentran compradores en un mercado basado en los mecanismos de flexibilidad planteados en el *Protocolo de Kioto* y a las disposiciones legales que para lograr reducciones han implementado los países Anexo I que ratificaron dicho protocolo. En virtud de los ingresos provenientes de la venta de bonos o del interés de adquirir los derechos de estas reducciones se hace atractiva o posible la realización del proyecto.

Las acciones del Gobierno del Estado de México se complementan con aquéllas consideradas dentro de los proyectos MDL en distintos municipios de la entidad. Entre los proyectos que cuentan con “cartas de aprobación” y que se ubican dentro del Estado de México están (SEMARNAT, 2008):

- Manejo de residuos en granjas porcícolas.- Proyecto de recuperación de metano en sistemas de manejo de desechos en granjas de cerdos.
- Proyectos de metano en rellenos sanitarios.- Proyecto de gas de relleno sanitario para energía en Ecatepec, Ecometano, Tecnología de Biogás S. A. de C. V., Tecnología de Biogás Ltd. y EcoSecurities Ltd.
- Proyectos de metano en rellenos sanitarios.- Proyecto de gas metano para energía en Tultitlán, Tecnología Biogás S. A. de C. V. Tecnologías Biogás Ltd. y EcoSecurities PLC.
- Proyecto de aprovechamiento del biogás para el Relleno Sanitario de Tlalnepantla, desarrollado por la empresa Proactiva, S. A. de C. V.
- Entre otros municipios del Estado de México que también trabajan con la iniciativa privada para aprovechar el biogás generado en los sitios y tramitar la obtención de los bonos de carbono, destacan Naucalpan, Metepec, Atizapán de Zaragoza y Cuautitlán Izcalli.
- Proyectos de cogeneración y eficiencia energética.- Proyecto de cogeneración a partir de biogás generado por biodigestores de aguas residuales y gas natural. La Costeña S. A. de C. V.
- Proyectos de cogeneración y eficiencia energética.- Reducción del contenido promedio de clinker en el cemento en plantas de Cemex, Cemex S. A. de C. V.

6

Política Estatal de Mitigación y Adaptación



6. Política Estatal de Mitigación y Adaptación

6.1. Medidas de Mitigación para el Estado de México

Como se planteó en el capítulo anterior, en el Estado de México se llevan a cabo actualmente acciones que contribuyen a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), si bien estas acciones se impulsaron como parte de una estrategia de control de contaminantes locales, al mismo tiempo ayudan a mitigar las emisiones causantes del calentamiento global. Una estrategia estatal de cambio climático, debe reforzar medidas de mitigación de GEI ya instrumentadas, evaluar su eficiencia, y fomentar medidas nuevas donde sea pertinente. Tanto las evaluaciones de medidas actuales, como de aquellas a desarrollarse, aportarán un valor indispensable a la estrategia de acción climática en el Estado, a la vez que contribuyan a su inscripción como proyectos dentro del Modelo de Desarrollo Limpio de Naciones Unidas (véase *Proyectos MDL* al final del capítulo 5). O bien, una vez cumplido el término del Protocolo de Kioto en 2012, habrá que precisar la forma de participar dentro del esquema que se genere para sucederlo, a partir de la XV Reunión de las Partes en Copenhague, Dinamarca.

El inventario de GEI elaborado para el Estado de México, señala el uso de combustibles fósiles como fuente de energía, como el renglón más importante de generación de GEI, con casi 60 % de las emisiones de CO₂eq en la entidad. Esto indica claramente hacia dónde deben concentrarse los principales esfuerzos de mitigación, sin olvidar por supuesto el resto de las fuentes de GEI. Desde luego, es insoslayable la importancia del sector forestal como sumidero de carbono, lo cual le hace merecer un sitio especial como potencial de mitigación al mismo tiempo que de adaptación ante los efectos esperados por el cambio climático.

Dentro del sector de energía, se encuentran los subsectores de industria manufacturera, transporte, comercial y residencial. Además están las fuentes propias de los procesos industriales, del sector agropecuario y el de desechos. Para cada renglón de actividad existen, o deben crearse, medidas de reducción de emisiones. Sobre este tema destacan algunas medidas de mitigación que se han propuesto en la Estrategia Nacional de Cambio Climático y es pertinente considerarlas para el Estado de México.

Líneas de mitigación de emisiones

6.1.1. Eficiencia Energética

Dentro de las emisiones del sector energía, la contribución del transporte es de 30 % del total estatal, lo cual determina que reforzar las medidas de control en este rubro tiene un especial significado. Esto sin dejar de lado la importancia de fomentar la cultura del ahorro de energía en todos y cada uno de los sectores, los cuales suman otro 30 % a la

generación de GEI por uso de combustibles en el Estado. En este sentido es importante impulsar las siguientes acciones:

- Reforzar los instrumentos de eficiencia energética en industria, comercios, servicios y hogares. Para esto se ha establecido un convenio entre el FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de Energía) y la SMAGEM.
- Impulsar el uso de combustibles alternos y la reconversión energética.
- Impulsar el uso de fuentes alternas de energía para diversas actividades.
- Implementar mecanismos de cogeneración con uso de tecnologías limpias y eficientes.
- Impulsar un sistema de transporte eficiente, promoviendo su fortalecimiento en las siguientes áreas: infraestructura y planificación territorial, cambio modal, eficiencia energética, calidad ambiental y gestión de la demanda.

Por la significativa participación de las emisiones del sector transporte, es importante insistir en la necesidad de aplicar medidas para una movilidad sustentable, que pueden contribuir tanto a disminuir la generación de contaminantes locales y globales, como a mejorar sustancialmente la calidad de vida, especialmente de los habitantes de zonas urbanas. Para ello consideramos la visión que se ha expresado en el consenso de reconocidos especialistas e instituciones, como el Centro Mario Molina, el Centro de Transporte Sustentable y el *Institute for Transportation and Development*, entre otros.

El concepto de movilidad sustentable comprende como uno de sus principios básicos, la concordancia y unificación entre la política de desarrollo urbano y la correspondiente a los lineamientos de un sistema integral de transporte eficiente, amigable con el medio ambiente y seguro. La congruencia entre un sistema de transporte y el desarrollo de las grandes ciudades de hoy en día, se refiere en gran parte a desincentivar el uso del auto particular en favor del transporte colectivo de alta capacidad y procurar la renovación constante de la flota vehicular, a fin de aprovechar con oportunidad los avances tecnológicos para la eficiencia energética y en los sistemas de control de emisiones. Esto va obligadamente ligado a la consolidación de esquemas de transporte público de calidad, lo cual es técnica y financieramente factible si se considera el metro, los trenes suburbanos, los carriles confinados y la optimización de calidad en el servicio de autobuses de alta capacidad mediante programas de capacitación, restricción a la vida útil de las unidades vehiculares y uso de energías alternas. Todo esto sin dejar de lado el potencial de mejoramiento en infraestructura y espacio público, tanto para transporte motorizado como no motorizado, incluyendo vialidades como carreteras, avenidas y ciclo pistas, banquetas, accesos, parques, semaforización, estacionamientos, puentes, etcétera.

Sin duda esto, como en todas las materias donde se requieren cambios importantes para mitigar las emisiones de GEI, requiere además de decisiones en consenso, un proceso de educación y autoconvencimiento, tanto de los estrategas, como los usuarios y los proveedores de servicios asociados al transporte, aunado a un flujo de recursos



cuantiosos de todo tipo, por eso debemos recordar los “Mecanismos de Desarrollo Limpio” y comercialización de Bonos de Carbono como aliciente para este tipo de políticas.

6.1.2. Procesos Industriales

Con el segundo lugar en generación de GEI en el Estado, el sector industrial produce 20 % de las emisiones, de modo que las buenas prácticas de manufactura, así como la investigación y nuevos desarrollos de procesos y materiales alternativos, más allá de lo que puede lograrse con el ahorro energético, redundarán en la mitigación de una magnitud significativa de CO₂ y de otros GEI, como el tetrafluorometano (CF₄) y el hexafluoroetano (C₂F₆). Por eso, deben dedicarse esfuerzos en:

- Impulsar mecanismos de desarrollo limpio (MDL).
- Fomentar investigación aplicada para mejorar desarrollos de procesos, materiales y productos alternativos, encaminados a la innovación y optimización en el uso de recursos como agua y materias primas.
- Apoyar la iniciativa GEI México que se lleva a cabo en el seno de la SEMARNAT, en colaboración con el Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CÉSPEDES). A esta iniciativa está inscrita la SMAGEM, y en este marco ya se reportan las emisiones GEI generadas en instalaciones de la misma, junto con las de diversas empresas que participan también en el programa mencionado.

6.1.3. Ecosistemas Forestales

Es bien sabido que los ecosistemas forestales tienen la doble función, es decir, su conservación permite dejar de emitir cantidades significativas de CO₂ a la atmósfera, por el otro lado, el establecimiento de áreas boscosas contribuye a la captura neta de CO₂, mediante el proceso de fotosíntesis. Para ilustrar la importancia del manejo sustentable de bosques, cabe mencionar que en la Estrategia Nacional se menciona un potencial de generación de bancos de carbono, mediante el Programa de Desarrollo Forestal del Proarbol, estimado entre 18-40 mil millones de toneladas de CO₂ eq para el año 2020. Es importante cuantificar el potencial correspondiente de nuestra entidad en este aspecto, considerando acciones hoy vigentes (mencionadas en el capítulo 5), como la meta sexenal de reforestar 90 mil hectáreas en territorio mexiquense, el Programa de Desarrollo Forestal Sustentable, el Programa de Combate de Incendios, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio, así como el potencial de las 84 Áreas Naturales Protegidas en el Estado y asimismo estimular las siguientes líneas de acción:

- Impulsar proyectos de pago por servicios ambientales de captura de carbono.
- Fortalecer programas de conservación y restauración de ecosistemas forestales.

6.1.4. Agricultura y Ganadería

El inventario estatal de emisiones de GEI, señala al sector agropecuario como un emisor importante de metano (CH_4), particularmente debido al manejo de excretas y la fermentación entérica, además se sabe que el uso de fertilizantes provoca emisiones de óxido nitroso (N_2O). El sector agropecuario representa el 7 % de las emisiones en el Estado. Entre las medidas de mitigación aplicables a este sector se encuentran:

- Mejorar las prácticas de manejo de producción agrícola.
- Impulsar la reconversión productiva en agricultura hacia cultivos perennes y diversificados, para aumentar la biomasa y la captura de carbono.
- Evaluar el potencial de sistemas agrosilvopastoriles.
- Fortalecer el uso eficiente de fertilizantes o utilización de nuevos fertilizantes, acudir a instancias u organismos competentes por asesoría en materia de desarrollo tecnológico e investigación de tipos y dosis óptimas de fertilizantes para los distintos cultivos.
- Desarrollar mecanismos para quemas controladas de biomasa.
- Labranza de conservación, para transformar cultivos en sumideros de carbono (Estrategia Nacional de Cambio Climático 2007).
- Implementar acciones para el manejo adecuado de excretas.

6.1.5. Desechos y Aguas Residuales

Con 14 % de la generación de CO_2 eq en el Estado de México, el sector de residuos emite principalmente CH_4 y en menor medida N_2O . Una forma efectiva de mitigar esta fuente de GEI, es la captura de biogás en rellenos sanitarios y plantas tratadoras de agua, así como la adecuación de los sitios no controlados y tiraderos a cielo abierto de disposición de desechos urbanos y el manejo integral sustentable de la basura. Entre las posibilidades para mitigar la aportación de este sector en la generación de GEI, están:

- Fortalecer e impulsar programas de separación de basura y manejo integral sustentable de residuos.
- Manejo adecuado de los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos para disminuir los contaminantes orgánicos persistentes derivados de la quema de residuos.
- Implementar acciones para la minimización en la generación de residuos.
- Capturar y aprovechar el metano en rellenos sanitarios y plantas tratadoras de agua.
- Fortalecer campañas de clasificación de residuos, fomento al reciclaje y aprovechamiento de residuos.
- Implementar campañas para el uso eficiente del agua.



6.2. Medidas de Adaptación para el Estado de México

De acuerdo con los estudios realizados hasta ahora por las dependencias e instituciones académicas, así como por la evidencia práctica de fenómenos meteorológicos extremos y deterioro ambiental atestiguados por muchos de nosotros, tenemos conocimiento suficiente para entender que las amenazas asociadas al cambio climático son una realidad en varias partes del mundo, así que el territorio nacional y el Estado de México no son la excepción.

Por todo lo que se ha revisado en relación con el cambio climático, no basta con comprender el fenómeno y combatir directa o indirectamente sus causas, es necesario también fortalecer la generación y sistematización del conocimiento de nuestras propias debilidades y capacidades de respuesta ante las amenazas particulares que implica sobre el territorio mexiquense. Es importante hacer sinergia con las dependencias y organismos nacionales e internacionales involucrados en estos temas, a fin de construir bases técnicas, científicas, institucionales y de infraestructura para afrontar los fenómenos asociados al calentamiento global, los cuales atañen a toda la población y a todos los sectores productivos.

Tenemos así varios frentes de acción para los cuales establecer medidas preventivas y de reacción oportuna ante los posibles riesgos que nos impondrán los fenómenos asociados al cambio climático, al mismo tiempo de fortalecer y complementar las medidas de mitigación actualmente instrumentadas.

Afrontamos el reto de combinar nuestra propia respuesta a la problemática estatal, con el abordaje que ya se hace frente al fenómeno mundial, en el ámbito nacional e internacional, así como también considerar las experiencias en otras entidades del país.

A las aproximaciones que se han hecho de escenarios de cambio climático y vulnerabilidad en el Estado de México, debemos añadir escenarios más precisos y puntuales que nos señalen medidas igualmente puntuales de acción local. Para ello, requerimos coordinar esfuerzos al interior de nuestras dependencias y organismos estatales, junto con instituciones de investigación, corporaciones privadas y sociedad en general, a fin de constituir capacidades de acción mediante la interrelación obligada por la complejidad de los fenómenos en cuestión.

Es preciso construir escenarios de afectación y herramientas preventivas a nivel de regiones, subregiones o cuencas, para facilitar su instrumentación dentro del Estado y para la inclusión de medidas aplicables en los planes de desarrollo en los municipios de la entidad. Al mismo tiempo que se deben generar aproximaciones locales al entendimiento de las amenazas de cambio climático, se deben atender los diversos sectores vulnerables, para formular e instrumentar acciones de adaptación correspondientes. Si bien existen muy diversos campos para promover medidas de adaptación ante el cambio climático, las áreas básicas para impulsar acciones son:

- Manejo de riesgos hidrometeorológicos y recursos hídricos.
- Salud humana.
- Biodiversidad y servicios ambientales.
- Sector agropecuario.
- Asentamientos humanos.
- Industria y servicios.
- Educación ambiental.

Acerca de estas áreas se han propuesto líneas estratégicas de acción, tanto en la *Estrategia Nacional de Cambio Climático*, elaborada por la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, en el seno de la SEMARNAT (CICC 2007), como en la *Guía para Elaboración de Planes Estatales de Acción ante el Cambio Climático*, preparada por el INE-SEMARNAT y la Universidad de Veracruz (INE, 2008). Con base en estos instrumentos se proponen líneas de acción ante el cambio climático para el Estado de México.

6.2.1. Líneas de Adaptación en el Sector Hídrico

En el Estado, como ya se ha explicado, hay un alto grado de presión en el sector hídrico, con déficit de entre 35 % y 100 % en la disponibilidad de explotación de los acuíferos, con tendencias, según los escenarios generales de cambio climático en la región centro del país, a la desertificación o transición a ecosistemas cálidos subhúmedos, que pueden extenderse en el territorio y modificar la diversidad biológica y los servicios ambientales.

Como en todos los aspectos vulnerables ante el cambio climático, en el caso del agua como recurso, los impactos esperados no dependen sólo de las modificaciones posibles al ciclo hidrológico, atribuibles a fenómenos climáticos, sino también de las modalidades de manejo y aprovechamiento que hagamos de ella.

La gestión de este recurso al interior de la entidad deberá potenciarse con la coordinación de todas las instancias involucradas al interior del gobierno estatal, así como con las instancias nacionales y las instituciones académicas, para consolidar capacidad instalada y desarrollar nuevas capacidades, a fin de resolver los siguientes retos de construcción de escenarios y de necesidades de gestión.

Generación de escenarios en materia de agua:

- Construcción de escenarios regionales de cambio climático, análisis de tendencias del tiempo y clima.
- Modelos de simulación para validar condiciones climáticas estacionales.



- Determinación de la vulnerabilidad actual del sector.
- Escenarios de vulnerabilidad y riesgo futuros con y sin acciones de adaptación, y cuantificación económica.
- Generación de Indicadores de información climática para tomadores de decisiones.
- Diagnóstico de aguas subterráneas y ordenamiento de acuíferos.
- Incorporación de la comunicación y participación social en el análisis de riesgos.

Necesidades de gestión en materia de agua:

- Fortalecer los sistemas de alerta temprana.
- Recuperación de la recarga de acuíferos.
- Fortalecimiento de la capacidad para almacenar agua eficientemente, en situaciones regulares y en situaciones extremas.
- Construcción de muros de gavión para la retención de avenidas de agua.
- Saneamiento integral y programas de distribución que garanticen reservorios y fuentes secundarias de agua para consumo humano.
- Fortalecer los instrumentos de pago por servicios hidrológicos.
- Prevención y acciones emergentes ante periodos de sequía.
- Rescate de experiencias de grupos vulnerables, para aprovecharlas en el diseño de políticas.

6.2.2. Líneas de Adaptación en Agricultura y Ganadería

La alta proporción de cultivos de temporal en el Estado de México (superior a 80 %), implica un alto grado de vulnerabilidad ante fenómenos de sequía o de precipitaciones extremas. Se prevén también reducciones de la superficie apta para la ganadería extensiva, así como mayores efectos de plagas y enfermedades favorecidas por mayores temperaturas. La vulnerabilidad en este sector resulta una amenaza importante, particularmente para las comunidades rurales que subsisten en él.

Generación de escenarios en el sector agropecuario:

- Análisis regionalizado de vulnerabilidad del sector.
- Escenarios de riesgo con y sin acciones de adaptación.

Necesidades de gestión en el sector agropecuario:

- Adaptaciones en la fecha de siembra.

- Adecuaciones en la variedad de semilla.
- Aplicación de fertilizantes en caso de lavado de nutrientes por alto nivel de precipitación.
- Rotación de cultivos.
- Prevención y combate de plagas e incendios.

6.2.3. Líneas de Adaptación en Ecosistemas Forestales

Los escenarios previstos hasta ahora a nivel nacional, indican que pueden aumentar los climas cálidos subhúmedos con bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios (CAEM, 2006), lo cual extendería las características climáticas que hoy prevalecen en el sur del Estado, donde la temperatura media anual es superior a 22 °C. Esto provocaría cambios consecuentes en la biodiversidad y servicios ambientales. Con la tendencia a la desertificación en la zona centro del país, se temen cambios radicales en los bosques templados de pino y encino y amenazas generalizadas para la flora y la fauna, tanto por la desaparición de especies nativas como por la invasión de especies exóticas. Se prevé alta incidencia de incendios forestales a la par de erosión hídrica.

Generación de escenarios en ecosistemas forestales:

- Actualizar el inventario forestal del Estado de México.
- Impulsar estudios para el manejo y aprovechamiento de especies vegetales con potencial económico distribuidas en zonas áridas.
- Impulsar estudios científicos para mejorar genéticamente las especies maderables resistentes a variaciones climáticas.

Necesidades de gestión en ecosistemas forestales:

- Recuperación integral de ecosistemas.
- Fortalecimiento de sistemas de pago por servicios ambientales.
- Promoción de manejo sustentable de bosques naturales y plantaciones comerciales.
- Creación de bancos de germoplasma para la conservación de especies vegetales tendentes a desaparecer.
- Control de incendios y manejo de sequías.
- Establecimiento de corredores biológicos.
- Adaptación asistida de los ecosistemas forestales.



6.2.4. Líneas de Adaptación en Asentamientos Humanos

En este aspecto, se esperan repercusiones del cambio climático en forma de daños a la infraestructura y a las personas y sus bienes, inundaciones y sobrecarga de sistemas de alcantarillado, deslaves en zonas de pendientes, más contaminación atmosférica en cuencas urbanas, costos incrementales en las pólizas de seguros, así como un uso incremental de energía para control de temperaturas, entre los principales impactos. Para enfrentar con mayores herramientas los impactos previsibles, se requiere:

- Fortalecer los atlas de riesgo incorporando la variable de cambio climático.
- Impulsar medidas de control de riesgos aplicables en zonas rurales como urbanas.
- Identificar zonas de riesgo por inundaciones.
- Identificar zonas de riesgo por deslaves.
- Fortalecer los programas de ordenamiento ecológico, tanto locales como regionales.
- Establecer una política de disminución o reorientación de flujos migratorios.
- Diseñar una estrategia para redistribuir la población a zonas menos vulnerables.
- Fortalecer el control del crecimiento de asentamientos humanos en zonas no aptas para la urbanización.
- Ahorro de energía eléctrica en oficinas de gobierno mediante la instalación de lámparas fluorescentes (ahorradoras) y apagadores individuales de luz.
- Impulsar el uso de aislamiento térmico en casas y oficinas actuales y rediseño arquitectónico con nuevos materiales en construcciones futuras.
- Reglamentación de consideraciones climáticas, para la aprobación de proyectos de urbanización.

6.2.5. Líneas de Adaptación en Salud Humana

La consecuencia inmediata, en términos de salud humana y que ya se han experimentado en territorio mexiquense, es la incidencia de altas temperaturas, como las que se presentaron a finales de la década de los noventa. Sin embargo, debido a los extremos climatológicos, también se cierne la amenaza de ondas frías. Además está presente la amenaza de la magnificación de islas de calor en las ciudades, debido a los materiales urbanos (asfalto, concreto y cristales).

Otro riesgo en materia de salud corresponde a la prevalencia de enfermedades infecciosas, debido a que los vectores se ven favorecidos por climas más cálidos. Igualmente importante es prever los efectos en la salud asociados a las consecuencias de desastres hidrometeorológicos. La salud humana es un rubro que demandará mayores acciones de prevención, por lo cual es preciso:

- Impulsar investigaciones sobre potenciales de propagación y control de fauna nociva.
- Desarrollar investigación suplementaria sobre afectaciones a los diversos grupos poblacionales, por enfermedades infecciosas y por temperaturas extremas.
- Diseñar programas de prevención de efectos de olas de calor en los distintos grupos de edad y estratos sociales.
- Fortalecer los programas de vigilancia y control de las enfermedades infecciosas.
- Reforzar programas de saneamiento y protección civil.
- Impulsar programas permanentes de educación ambiental, promotores de calidad de vida.
- Reforzar los controles de calidad de agua potable.
- Impulsar la introducción de tecnologías de protección tales como mejoras en la vivienda, el aire acondicionado, la depuración del agua y la vacunación.
- Estimular el desarrollo de nuevos textiles para contar con oferta de nuevas vestimentas adecuadas a climas extremos y variables

6.2.6. Líneas de Adaptación en el Sector Industrial

Ya se mencionó en el capítulo referente a vulnerabilidad, que las ramas dependientes del uso de materias primas como insumos, así como de uso intensivo de agua y energía, son muy susceptibles ante los efectos del cambio climático, por lo cual es indispensable prever las consecuencias de estos impactos en el sector industrial. Por esta razón, se requiere:

- Desarrollo de escenarios de adecuaciones en la vocación productiva, ante nuevas condiciones de disposición de materias primas, nuevas condiciones de producción y nuevos mercados.
- Uso eficiente de la energía, agua y los recursos en general.
- Impulsar programas permanentes de educación ambiental, promotores de calidad de vida del personal.
- Nuevas relaciones con las compañías aseguradoras, considerando los riesgos potenciales asociados al cambio climático.

6.2.7. Líneas de Adaptación en Educación y Divulgación

Es un hecho que en casi todos los ámbitos de información y todos los niveles educativos, ha permeado el tema del cambio climático. Sin embargo, es necesario reforzar y actualizar contenidos y campañas de concientización y acciones de mitigación y adaptación de manera permanente en radio, prensa y televisión, difundir anuncios (masivamente) con información actualizada y recomendaciones en horarios de más aceptación, así como



incorporar acciones específicas en los contenidos programáticos de instituciones de todos los niveles educativos.

6.3. Costos de la Adaptación en Comparación con la no Prevención

Desde luego, para emprender acciones es importante prever sus costos. La magnitud de respuesta que exigen las amenazas del calentamiento global, implica decisiones de inversión muy cuantiosas, aunque por otra parte significa la imperiosa necesidad de racionalizar escrupulosamente el uso de nuestros recursos, económicos, naturales e institucionales, e inclusive puede significar ahorros importantes.

En este aspecto, es muy ilustrativo el *Informe Stern*, el cual indica que hoy por hoy los costos asociados al impacto del cambio climático significan 2 % del PIB mundial, pero de no hacer algo al respecto, llegarán hasta 10 %, 15 % ó 20 % en el año 2050. La Organización Meteorológica Mundial señala que los costos por atención de emergencias son seis veces más altos que su prevención.

Recientemente se publicó el estudio *La Economía del Cambio Climático en México* (SEMARNAT, 2009) cuya elaboración encomendaron a la UNAM las secretarías de Hacienda y Crédito Público y del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno Federal. En este documento se advierte sobre la complejidad de construir escenarios a muy largo plazo, así como el alto grado de incertidumbre que ello implica, y el carácter indicativo de las estimaciones realizadas. Se señalan posibles costos para el año 2100 en México, debidos a los efectos del cambio climático, que pueden llegar hasta 6.2 % del PIB, tomando una tasa descuento de 4 % y considerando sólo los sectores agrícola, turismo internacional, uso del suelo, agua y costos directos asociados a la pérdida de biodiversidad, excluyendo costos por eventos extremos, el alza del nivel del mar y salud humana. Todo esto sin dejar de señalar que hay efectos mucho más difíciles de cuantificar económicamente, debido a que se encuentran fuera del mercado.

En contraste, se estiman costos por mitigación, con reducciones de 50 % de emisiones para el año 2100 con respecto al 2002, que pueden variar de 0.7 % a 2.2 % del PIB, según el valor asignado a la tonelada de carbono, que se estimó desde 9.5 hasta 30 dólares.

Debe explorarse la viabilidad de establecer un presupuesto específico para programar acciones ante el cambio climático, a fin de ser consecuentes con la opinión internacional. Ante lo expuesto a lo largo de este documento, y tomando en cuenta las consideraciones consensuadas a nivel nacional e internacional, el planteamiento de invertir una parte de nuestros recursos para mitigar, prevenir, mitigar y adaptarnos a las consecuencias del calentamiento global, se revela como una necesidad real en todos los niveles de gestión y gobierno.

Es imprescindible, en el futuro, dedicar recursos específicos para prepararnos ante las amenazas, probadas y por comprobarse, implicadas en los impactos del cambio climático. Eso es algo que debemos responder todos los sectores en conjunto, sin perder de vista que muchos de los recursos necesarios sólo tienen que reorientarse para su mejor aprovechamiento social, ambiental y económico.

Es importante recalcar que, dada la importancia del fenómeno a nivel mundial, se han creado mecanismos de cooperación y financiamiento nacional e internacional, a los cuales acudir para conjuntar esfuerzos en el combate a las causas y efectos del cambio climático, tanto en su dimensión global como al nivel de nuestro territorio local y nacional.

En este sentido, fortalecer las relaciones de cooperación con instituciones federales, internacionales, del sector público y privado, así como académico, incorporando la participación de la sociedad civil, es una forma de acercarnos a la gran tarea de prepararnos para enfrentar el inevitable fenómeno del cambio climático mediante la construcción de esquemas de vida más sustentables.



Conclusiones



Conclusiones

Hoy en día se reconocen los efectos del cambio climático y sus repercusiones a escala mundial y local, también es un consenso generalizado el que si bien hay tanto responsabilidades como riesgos comunes pero diferenciados entre países desarrollados y países emergentes, todos tenemos la necesidad de enfrentar los problemas ocasionados por este fenómeno global, en cada una de las escalas territoriales y de gestión. El Gobierno del Estado de México asume la responsabilidad correspondiente en materia de gestión de políticas de mitigación y adaptación ante el cambio climático.

A través de este trabajo, se exponen los principales efectos específicos, algunos esperados y otros ya manifiestos en territorio mexiquense, que según los científicos, los expertos en el tema y la población en general, ya se han observado y los que se podrán observar en el corto, mediano y largo plazos, como consecuencia de la concentración en la atmósfera terrestre, de los gases de efecto invernadero (GEI) producidos con la quema de combustibles fósiles en todo el planeta.

Además, se reconoce que en el Estado de México se emiten alrededor de 10 % del total nacional de GEI, al mismo tiempo que este total nacional significa entre 1.5 % y 2 % de las emisiones mundiales. Estas cifras ilustran el compromiso que cada localidad del planeta, en su propia dimensión, tiene respecto al cambio climático. Así, mantenemos esfuerzos en materia de mitigación de emisiones y convocamos a ampliar los alcances en este aspecto, mediante la participación de todos los sectores, para sumar posibilidades de combate ante esta problemática mundial.

Al enfrentar las amenazas que implican los efectos de las variaciones climáticas en nuestra entidad, en términos de afectación a los ecosistemas, a la infraestructura rural y urbana, a la salud humana y a las economías regionales, se requiere reforzar e innovar nuestros sistemas de manejo de riesgos, así como estrategias de disminución de desastres.

La instrumentación de políticas, proyectos concretos y acciones específicas no es un proceso inmediato, pero progresivamente se tiene que consolidar la incorporación del combate de emisiones GEI, así como los procesos de adaptación ante nuevas condiciones climáticas, en todos los aspectos de nuestro desarrollo. Así, reforzaremos la construcción de redes de actores clave y esquemas de definición y redefinición de proyectos y tareas, tanto los que se sumarán a los esquemas de gestión ambiental hoy vigentes, como los netamente innovadores de nuestras formas de producción y consumo de bienes y servicios, considerando las variables que impone actualmente el cambio climático a nivel local, regional y global.

En las acciones para reforzar la mitigación de emisiones, disminuir riesgos y minimizar desastres ante trastornos climáticos, es imprescindible la unión de esfuerzos y recursos de parte de todos los sectores de actividad pública y privada, y todos los niveles de gobierno.

La Iniciativa del Estado de México ante el Cambio Climático, se lanza como una invitación a considerar nuestras necesidades, posibilidades y preferencias como sociedad, al tiempo de revisar las condiciones de nuestros recursos ambientales, con sus características territoriales propias, y con ello impulsar los procesos necesarios para asegurar nuestro desarrollo, sustentado más allá de los límites que los cambios ambientales causados por el hombre inevitablemente impondrán a través de todas las regiones de nuestro planeta.

Nuestro Compromiso es favorecer los cambios, para prevenir el cambio climático.



Bibliografía



Bibliografía

- Aguilar, A. G. (2004). *Los asentamientos humanos y el cambio climático*. En: Martínez, J. y Fernández, A. (Comp.) *Cambio climático, una visión desde México*. INE-SEMARNAT. México, DF. pp. 267-278.
- CAM [Comisión Ambiental Metropolitana] (2008, Mayo). Acuerdo de colaboración para la implementación de siete medidas para mejorar la calidad del aire de la ZMVM.
- CAEM [Comisión del Agua del Estado de México] (2002, 4 de marzo). Resumen del Balance Hidrológico del Estado de México y Sistemas de abastecimiento por cuenca. Dirección General del Programa Hidráulico, oficio núm. 206B22000/186/02; Naucalpan de Juárez, Estado de México.
- CAEM (2005). *Situación actual y retos para el abastecimiento de agua potable y saneamiento del Valle de México*. Foro Nacional de Zonas Metropolitanas. Tlalnepan de Baz, Estado de México, México.
- CAEM (2006). *La administración del agua en las zonas metropolitanas del Valle de México*. Autor. México.
- CAEM (s. a.). *Programa hidráulico integral del Estado de México*. Autor. México.
- Centro Mario Molina (2006). *Movilidad y calidad de vida: 6 estrategias de acción para la Zona Metropolitana del Valle de México*. México, DF.
- CICC [Comisión Intersecretarial de Cambio Climático] (2006). *Hacia una estrategia nacional de acción climática*. SEMARNAT. México, DF.
- CICC (2007). *Estrategia nacional de cambio climático (Síntesis ejecutiva)* SEMARNAT. México, DF.
- CONAE [Comisión Nacional de Ahorro de Energía] (2008). *Tecnologías y combustibles alternos*. En: CONAE: <www.conae.gob.mx/wb/CONAE/Transporte> (15 de abril de 2008).
- CONAPO [Consejo Nacional de Población] (2000). *Proyecciones de la población total por entidad federativa, Estado de México, localidades según tamaño 2000-2030*. [Hoja electrónica].
- Conde, C. (2007). *México y el cambio climático global*. SEMARNAT, UNAM. México, DF.

- Conde, C.; Ferrer, R. M.; Gay, C. y Arroyo, R. (2004). *Impactos del cambio climático en la agricultura en México*. En: Martínez, J. y Fernández, A. (Comp.) *Cambio climático, una visión desde México*. INE-SEMARNAT. México, DF. pp. 227-238.
- DGPCCA [Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica] (2005). *Diagnóstico ambiental de Estado de México por regiones hidrográficas 2005*. Secretaría del Medio Ambiente. Informe técnico DDA/05. Estado de México, México.
- DGPCCA (2007a). *Diagnóstico ambiental de Estado de México por regiones hidrográficas 2007*. Secretaría del Medio Ambiente. Informe técnico DDA/07. Estado de México, México.
- DGPCCA (2007b). *Situación de la flora y fauna del Estado de México respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2001*. Secretaría del Medio Ambiente. Informe técnico DDA/07. Estado de México, México.
- DGPCCA (2008a). *Estimación de la reducción de emisiones contaminantes en el Valle de México por los proyectos de tres sistemas de ferrocarril suburbano*. Secretaría del Medio Ambiente. Informe técnico DDA/08. Estado de México, México.
- DGPCCA (2008b). *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero estatal 2004*. Secretaría del Medio Ambiente. Informe técnico DDA/08. Estado de México, México.
- GEM [Gobierno del Estado de México] (2007). *Segundo Informe de Gobierno*. Lic. Enrique Peña Nieto. Anexo Estadístico, Tomo I. Autor. México.
- GEM, GDF, SEMARNAT, SSA (2002) *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010*. Autores. México.
- González, M.; Jurado, E.; González, S.; Aguirre, O.; Jiménez, J.; Navar, J. (2003). Cambio climático mundial: origen y consecuencias. *Ciencia UANL*, 6(3), 377-385.
- INE [Instituto Nacional de Ecología] (1999). *Estrategia nacional de acción climática*. SEMARNAP. México, DF.
- INE (2000). *Carta Forestal Nacional [versión electrónica]*.
- INE (2003). *Avances de México en materia de cambio climático 2001-2002*. Osnaya, P. (Comp.) SEMARNAT. México, DF.
- INE (2006a). *Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. SEMARNAT. México. DF.
- INE (2006b) *Más allá del cambio climático: las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global*. Urbina, J. y Martínez, J. (Comp.) SEMARNAT. México, DF.



- INE (s. a.). El cambio climático en México, información por estado y sector. En: INE <www.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_mexico.html> (22 de abril de 2008).
- INE y UNAM [Universidad Nacional Autónoma de México] (1999). *El cambio climático en México*. Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM. México, DF.
- INE y UV [Universidad Veracruzana] (2008). *Guía para elaboración de programas estatales de acción ante el cambio climático*. Tejeda, A. (Coordinador). México. (Versión preliminar para su revisión)
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática] (2006). *El sector energético en México*. Serie de Estadísticas Sectoriales. Autor. México.
- IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change] (2001). *Climate change 2001: synthesis report. A contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 398 pp.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. En: <http://www.ipcc.ch/>
- ISEM [Instituto de Salud del Estado de México] (2006). Enfermedades transmitidas por vector SIS 2006. En: ISEM <<http://salud.edomex.gob.mx>> (24 de abril de 2008).
- ISEM (s. a.). Temporada de calor. En: Secretaría de Salud, ISEM <<http://salud.edomex.gob.mx/html/article.php?sid=99>> (24 de abril de 2008).
- Lema I. I. (2002). El cambio climático y la salud humana. *Gaceta Ecológica*, (65), 43-52. (INE-SEMARNAT).
- Magaña, V. (2004). *El cambio climático global: comprender el problema*. En: Martínez, J. y Fernández, A. (Comp.) Cambio climático, una visión desde México. INE-SEMARNAT. México, DF. pp. 17-27.
- Magaña, V. y Gay, C. (2002). Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos. *Gaceta Ecológica*, (65), 7-23. (INE-SEMARNAT).
- Mendoza, V.; Villanueva, E. E. y Maderey, L. E. (2004). *Vulnerabilidad en el recurso agua de las zonas hidrológicas de México ante el cambio climático global*. En: Martínez, J. y Fernández, A. (Comp.) Cambio climático, una visión desde México. INE-SEMARNAT. México, DF. pp. 215-226.

- NCEH [National Center for Environmental Health] (2004). Calor extremo, guía de prevención, preguntas frecuentes sobre el calor extremo. En: Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades <www.bt.cdc.gov/disasters/extremeheat/es/faq.asp> (24 de abril de 2008).
- NIA [Nacional Intitute on Aging] (2003). Hipertermia: muy caliente para su salud. En: Centro de Información del Instituto Nacional Sobre el Envejecimiento, EE. UU. <www.niapublications.org/agepages/hyperther-sp.asp> (24 de abril de 2008).
- PNUMA [Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente] (2007). Salud humana, cambio climático. En: Iniciativa Mexicana de Aprendizaje para la Conservación <www.imacmexico.org/ev_en.php?ID=37027_201&ID2=DO_TOPIC> (23 de abril de 2008).
- Robine, J. M. ; Cheung, S. L.; Le Roy, S. ; Van Oyen, H. ; Herrmann, F. R. (2007). *Report on excess mortality in Europe during summer 2003. The 2003 Heat Wave Project* (EU Community Action Programme for Public Health, Grant Agreement 2005I14).
- PROBOSQUE [Protectora de Bosques] (2006). *Programa de desarrollo forestal sustentable del Estado de México 2005-2025*. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Estado de México, México.
- Sánchez-Salazar, M. T. (2004). *Evaluación de la vulnerabilidad en zonas industriales*. En: Martínez, J. y Fernández, A. (Comp.) *Cambio climático, una visión desde México*. INE-SEMARNAT. México, DF. pp. 291-302.
- SEDAGRO [Secretaría de Desarrollo Agropecuario] (2006, 3 de mayo). Convocatoria 2006 y reglas de operación del programa de reforestación y restauración de microcuencas. *Gaceta del Gobierno*, (83). (GEM).
- SEDAGRO (2007a, 16 de febrero). Convocatoria 2007 y reglas de operación del programa de reforestación y restauración de microcuencas. *Gaceta del Gobierno*, (33). (GEM).
- SEDAGRO (2007b, 3 de diciembre). Convocatoria 2007 y reglas de operación del programa pago por servicios ambientales hidrológicos. *Gaceta del Gobierno*, (109). (GEM).
- SEDAGRO (2008, 4 de abril). Reglas de operación del programa reforestación y restauración integral de microcuencas. *Gaceta del Gobierno*, (64). (GEM).
- SEGEM [Secretaría de Ecología del Estado de México] (2002). *Biodiversidad en el Estado de México* [CD-ROM].
- SEIA [Sistema Estatal de Información del Agua] (2004). *Prontuario de información hidráulica del Estado de México*. CAEM. México.



- SEMARNAP [Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca] (1997). *Primera comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*. Autor. México.
- SEMARNAT [Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales] (2008). Mecanismo para un Desarrollo Limpio. En: SEMARNAT <www.semarnat.gob.mx/QUEESSEMARNAT/POLITICA_AMBIENTAL/CAMBIOCLIMATICO/Pages/mdl.aspx> (14 de abril del 2008).
- SEMARNAT (2009). *La economía del cambio climático en México*. En: SEMARNAT <www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Publicacion/sintesis2009cambioclimatico.pdf> (8 de julio del 2009).
- SMAGEM [Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México] (2008, septiembre). *Prontuario de la Secretaría del Medio Ambiente*. Estado de México, México.
- SS [Secretaría de Salud] (2006). *Situación de Salud en México, indicadores básicos 2000-2004*. Tabulados de Morbilidad [hoja electrónica]. Obtenida en: SS, Sistema Nacional de Información en Salud <<http://sinais.salud.gob.mx/indicadores/basicos/>> (24 de abril de 2008).
- Staines, F. (2008). Cambio climático: interpretando el pasado para entender el presente. *Ciencia Ergo Sum*, 14(3), 345-351.
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, Reino Unido.
- STGEM [Secretaría de Transporte del Gobierno del Estado de México] (2007, 22 de noviembre). Programa especial de transporte masivo del Estado de México. *Gaceta del Gobierno*, (102). (GEM).
- STGEM y SMAGEM (2008, 31 de enero). Acuerdo por el que se establecen los requisitos que deberán cumplir los particulares, concesionarios y permisionarios del servicio público de transporte de pasajeros del Estado de México que participen en el proyecto de conversión de gasolina a gas natural comprimido o gas licuado de petróleo, para acceder a los subsidios previstos en el Artículo 14 de la Ley de Ingresos del Estado de México para el ejercicio fiscal del año 2008. *Gaceta del Gobierno*, (22). (GEM).
- Viller, L. y Trejo, I. (2004). *Evaluación de la vulnerabilidad en los ecosistemas forestales*. En: Martínez, J. y Fernández, A. (Comp.) *Cambio climático, una visión desde México*. INE-SEMARNAT. México, DF. pp. 239-254.



Glosario



Glosario

Adaptación. Ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos.

Bióxido de carbono equivalente (CO₂ eq). Cantidad de gramos de bióxido de carbono a la que equivale un gramo de otro compuesto gaseoso. Véase Potencial de calentamiento global.

Combustibles fósiles. Designa a los materiales orgánicos combustibles que se formaron por la descomposición de plantas y animales, convirtiéndose en petróleo crudo, carbón, gas natural o aceites pesados al estar sometidos al calor y presión de la corteza terrestre durante millones de años.

Compuestos perfluorados (PFC). Son sustancias químicas sintéticas utilizadas como recubrimientos resistentes al aceite y al agua. Se caracterizan por su alto potencial de calentamiento. Entre éstas se encuentran el hexafluoruro de azufre (SF₆), el trifluoruro de nitrógeno (NF₃), el tetrafluorometano (CF₄), el hexafluoroetano (C₂F₆) y el octafluoropropano (C₃F₈).

Gases de efecto invernadero (GEI). Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua (H₂O), el bióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC), son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre.

Gigagramo (Gg). Unidad de masa expresada con un factor de 1×10^9 , esto es, mil millones de gramos.

Gigawatt-hora (GWh). Unidad de potencia eléctrica expresada con un factor de 1×10^9 , esto es, mil millones de watt-hora. Véase watt-hora.

Hidrofluorocarbonos (HFC). Sustancias químicas que se emplean fundamentalmente en equipos de refrigeración y aire acondicionado, extintores de incendios y aerosoles. Los HFC no dañan la capa de ozono, pero son potentes gases de efecto invernadero. Entre estos se puede mencionar al trifluorometano (CHF₃).

Inventario de emisiones. Cuantificación y evaluación de las emisiones contaminantes de distintas fuentes. Es el eje principal de un programa de administración de calidad del aire.

Joule (J) «julio en español». Unidad para medir energía, trabajo o cantidad de calor, y su equivalente mecánico de calor es de 0.2388 calorías. Véase Petajoule.

Megawatt-hora (GWh). Unidad de potencia eléctrica expresada con un factor de 1×10^6 , esto es, un millón de watt-hora. Véase watt-hora.

Mitigación. Intervención antropogénica para reducir las fuentes o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero.

Petajoule (PJ). Unidad de energía expresada con un factor de 1×10^{15} , esto es, mil billones de joules.

Potencial de calentamiento global. Define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de un gramo de un gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO₂. De esta forma, se pueden tener en cuenta los efectos radiativos de cada gas, así como sus diferentes periodos de permanencia en la atmósfera.

Sumidero. Cualquier proceso, actividad o mecanismo que retira de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol, o un precursor de gases de efecto invernadero. Ente estos se encuentran los ecosistemas terrestres y acuáticos.

Variabilidad climática. Se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos, entre otros) del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados.

Watt-hora (Wh) «vatio-hora». Unidad de potencia eléctrica; unidad de trabajo igual al desarrollado por un sistema que proporciona la potencia de un watt durante una hora. Véase gigawatt-hora y megawatt-hora.



Siglas y acrónimos



Siglas y acrónimos

CAM	Comisión Ambiental Metropolitana
CAEM	Comisión del Agua del Estado de México
CEPANAF	Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna
CICC	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
DGCCA	Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica
GEM	Gobierno del Estado de México
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
IPCC	Siglas en inglés del Panel Intergubernamental de Cambio Climático
ISEM	Instituto de Salud del Estado de México
NCEH	Siglas en inglés del Centro Nacional para la Salud Ambiental
NIA	Siglas en inglés del Instituto Nacional en Envejecimiento
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PROBOSQUE	Dirección General de la Protectora de Bosques del Estado de México
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca
SEDAGRO	Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de México
SEIA	Sistema Estatal de Información del Agua
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMAGEM	Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México
SS	Secretaría de Salud
STGEM	Secretaría de Transporte del Gobierno del Estado de México
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
ZMVCT	Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México
ZMVT	Zona Metropolitana del Valle de Toluca

Símbolos, unidades y otros

GEI	gases de efecto invernadero
CO	monóxido de carbono
CO ₂	bióxido de carbono
CO ₂ eq.	bióxido de carbono equivalente
COT	compuestos orgánicos totales

COV	compuestos orgánicos volátiles
COVDM	compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano
CFC	clorofluorocarburos
CH ₄	metano
HC	hidrocarburos
HFC	hidrofluorocarbonos
N	nitrógeno
NH ₃	amoníaco
N ₂ O	óxido nitroso
NO _x	óxidos de nitrógeno
PFC	perfluorocarbonos
SF ₆	hexafluoruro de azufre
SO ₂	bióxido de azufre
SO _x	óxidos de azufre
°C	grado centígrado
Gg	gigagramo
GWh	gigawatt-hora
ha	hectárea
km	kilómetro
km ²	kilómetro cuadrado
mm	milímetro
Mm ³	millón de metro cúbico
m ³ /s	metro cúbico por segundo
msnm	metros sobre el nivel del mar
MWh	megawatt-hora
PJ	petajoule
ppm	partes por millón
ND	no determinado
NS	no significativo
s. a.	sin año de publicación
SI	sin información



Directorio



Directorio

Lic. Enrique Peña Nieto

Gobernador Constitucional del Estado de México

Lic. Gustavo Cárdenas Monroy

Secretario del Medio Ambiente

Lic. César Reyna de la Madrid

Coordinador Ambiental Metropolitano

Lic. Roberto Cervantes Martínez

Director General de Prevención y
Control de la Contaminación Atmosférica

Lic. Cuauhtémoc José Zariñana Oronoz

Director General de Prevención y Control de la
Contaminación del Agua, Suelo y Residuos

Lic. Carlos Sánchez Gasca

Director General de Ordenamiento e
Impacto Ambiental

Arq. Enrique Collado López

Coordinador de Estudios y Proyectos Especiales

Lic. Modesto Sánchez Jalili

Coordinador Jurídico

En la elaboración e integración de este documento participaron las siguientes personas.

Alma Elizabeth Abreu Aguirre

Gloria Julissa Calva Cruz

Francisco Pablo Escamilla Báez

Juan Conrado Quezada García

Bibiana Valdez Avedaño

Gabriel Zavaleta Mondragón

Se agradece especialmente la colaboración de las instituciones federales y estatales cuyas valiosas aportaciones enriquecieron el contenido de esta Iniciativa.

