



GOBIERNO DEL  
ESTADO DE MÉXICO



# Estrategia Estatal de Cambio Climático del Estado de México

2016

## Directorio



**Dr. Eruviel Ávila Villegas**  
Gobernador Constitucional del Estado  
de México

**Lic. Raúl Vargas Herrera**  
Secretario del Medio Ambiente del  
Estado de México

**Mtro. Marco Antonio Rodríguez  
Hurtado**  
Director General del Instituto Estatal  
de Energía y Cambio Climático

**Mtra. Claudia Ivett Alanís Ramírez**  
Jefa del Departamento de Políticas  
Públicas para el Cambio Climático



**SEMARNAT**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES

**Ing. Rafael Pacchiano Alamán**  
Secretario del Medio Ambiente y  
Recursos Naturales

**Mtra. Beatriz Bugueda Bernal**  
Directora General de Políticas de Cambio  
Climático

**Biól. Gloria Cuevas Guilaumin**  
Asesora Vulnerabilidad y Adaptación al  
Cambio Climático



**UNAM**  
Programa de Investigación en  
Cambio Climático UNAM.

**Dr. Carlos Gay García**  
Coordinador del Programa de  
Investigación de Cambio Climático-  
UNAM

Dr. Jorge Escandón Calderón  
Dr. José Clemente Rueda Abad  
Dr. José Luis Bravo Cabrera  
Dra. Elda Luyando López  
M. en C. Xochitl Cruz Nuñez  
M. en C. Oscar Sánchez Meneses  
Lic. en Geografía Dalia Guevara  
Lic. en Educación Liliana López  
Morales  
Lic. en Educación Ambiental Claudia  
Tatiana Peña Ledón



GOBIERNO DEL  
ESTADO DE MÉXICO



**Primera edición:**

Noviembre 2015

**Con contribuciones de:**

Servicios Ambientales y Cambio Climático SACC AC

**Coordinación Editorial:**

PINCC, UNAM

**Diseño editorial:**

Dr. Benjamín Ordoñez, SACC AC

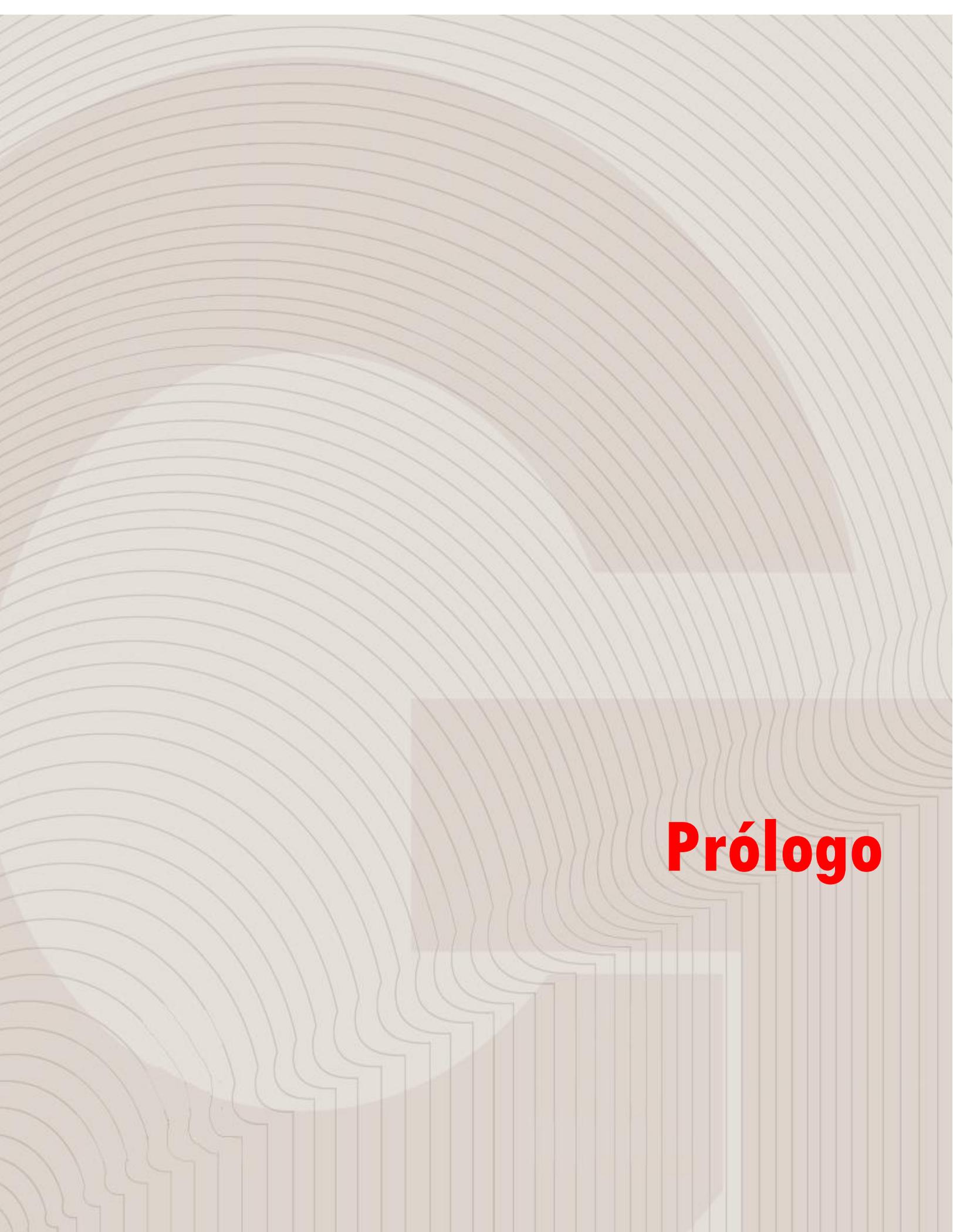
## CONTENIDO

Resumen Ejecutivo .....	11
Panorama general .....	11
Contribución del Estado de México al cambio climático .....	13
Vulnerabilidad por el Cambio Climático en el Estado de México .....	14
Vulnerabilidad estatal ante los escenarios climáticos futuros .....	15
Adaptación al Cambio Climático .....	16
Oportunidades de mitigación ante el cambio climático .....	18
Retos y perspectivas ante el Cambio Climático .....	19
Introducción .....	24
Fundamentos Jurídico – Normativos Del EECC-Edomex .....	24
Instrumentos de carácter federal .....	25
Pacto por México .....	25
Plan Nacional de Desarrollo, 2013–2018 .....	27
Ley General de Cambio Climático .....	28
Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10 – 20 – 40 .....	29
Instrumentos de carácter estatal .....	34
Plan de Desarrollo del Estado de México, 2011 - 2017 .....	34
Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México, 2008 .....	35
Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México 2006 .....	37
Objetivos .....	39
Objetivo general .....	39
Objetivos específicos .....	39
Descripción y características del Estado de México .....	42
Localización .....	42
Fisiografía .....	42
Geología .....	44
Edafología .....	46
Clima .....	46
Recursos naturales .....	49
Recurso hídrico .....	49
Biodiversidad .....	52
Uso actual del suelo .....	54
Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México <sup>11</sup> .....	55
Áreas naturales protegidas federales .....	56
Población .....	57
Distribución de la población en zonas metropolitanas .....	60
Índices de marginación y pobreza .....	62
Educación .....	64
Salud .....	66
Economía .....	67
Infraestructura .....	68

Productividad.....	70
Servicios y vivienda .....	71
Desechos.....	73
Energía eléctrica y combustibles fósiles.....	82
Producción de energía eléctrica.....	82
Consumo de energía eléctrica .....	84
Combustibles fósiles.....	86
Intensidad energética.....	89
Consumo de energía per cápita.....	90
Caracterización del Estado de México en materia de cambio climático .....	93
Inventario de Emisiones de GEI.....	93
Resultados por sector .....	94
Sector Energía.....	94
Sector Procesos Industriales .....	97
Sector Agricultura .....	99
Sector Uso de Suelo Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura .....	101
Sector Desechos .....	103
Escenarios de cambio climático para el Estado de México .....	106
Actualización de la climatología del Estado de México .....	106
Temperatura .....	106
Precipitación .....	109
Metodología.....	114
Resultados.....	117
Observaciones y recomendaciones .....	126
Diagnóstico .....	129
Diagnóstico de riesgos.....	129
Marco metodológico.....	137
Impacto potencial del cambio climático en el Estado de México. ....	142
Escenarios proyectados de cambio de temperatura y precipitación. ....	142
Diagnóstico de riesgos hidrometeorológicos extremos. ....	145
Exposición a fenómenos hidrometeorológicos extremos.....	145
Sensibilidad a condiciones de riesgo .....	149
Rezago social .....	149
Vulnerabilidad de Asentamientos Humanos.....	154
Salud .....	155
Infraestructura estratégica .....	155
Sistemas productivos.....	156
Ecosistemas-biodiversidad .....	157
Recursos Hídricos .....	<b>158</b>
Procesos regionales exitosos .....	160
Fortalecimiento de la Gobernanza y el Capital Social .....	162
Mecanismos de Monitoreo y Evaluación .....	163
Medidas de mitigación y adaptación propuestas para el Estado de México .....	166
Estrategias y Líneas de acción por Sector .....	168



Sector Energía.....	169
Sector Desechos .....	173
Sector USCUS .....	178
Sectores Agricultura y Ganadería .....	182
Medición, Reporte y Verificación.....	<b>185</b>
Monitoreo, Evaluación y Certificación .....	<b>188</b>
Medidas de adaptación propuestas para enfrentar el cambio climático.....	<b>190</b>
Medidas De Adaptación por sector .....	¡Error! Marcador no definido.
Conclusiones y pasos a seguir.....	226
Referencias.....	241



# Prólogo

En décadas recientes, las alteraciones en el clima han causado impactos negativos en la humanidad y en los sistemas naturales a nivel mundial. Desde 1990, se registran aumentos considerables en la temperatura de la tierra, el derretimiento de los polos, el aumento del nivel de los océanos y con ello incendios, inundaciones, huracanes, heladas, sequías, entre otros tantos fenómenos que han impactado al planeta, causando daños de enormes proporciones.

El cambio climático es el resultado de décadas de prácticas inadecuadas de la humanidad, que han puesto en riesgo nuestra supervivencia; por ello debemos tomar medidas y acciones inmediatas que contribuyan a mitigar el impacto ambiental que hemos ocasionado.

Es por ello que el Gobierno del Estado de México ha decidido impulsar la Estrategia de Cambio Climático, la cual consiste en una serie de políticas públicas, programas y proyectos que tienen como objetivo prevenir y controlar las emisiones provenientes de fuentes fijas y móviles; y con ello reducir los niveles de contaminación atmosférica; asimismo se propone identificar las actividades y sectores que generan mayor impacto ambiental para establecer medidas de correctivas e identificando las zonas más vulnerables a impactos ambientales de la entidad para implementar líneas de acción.

La Estrategia Estatal de Cambio Climático es un instrumento técnico, político y académico que traza una ruta de largo plazo para mejorar la salud y la calidad de vida de la población, además de permitirle a los tomadores de decisiones guiar las acciones para combatir éste fenómeno en las próximas décadas; asimismo define, analiza y propone ejes de acción para enfrentar la vulnerabilidad al cambio climático, su mitigación y construcción de mecanismos de adaptación, incluye la síntesis realizada de los resultados del inventario y de los escenarios de emisiones de gases efecto invernadero, la evaluación de la vulnerabilidad ante el cambio climático de los sistemas, sectores y

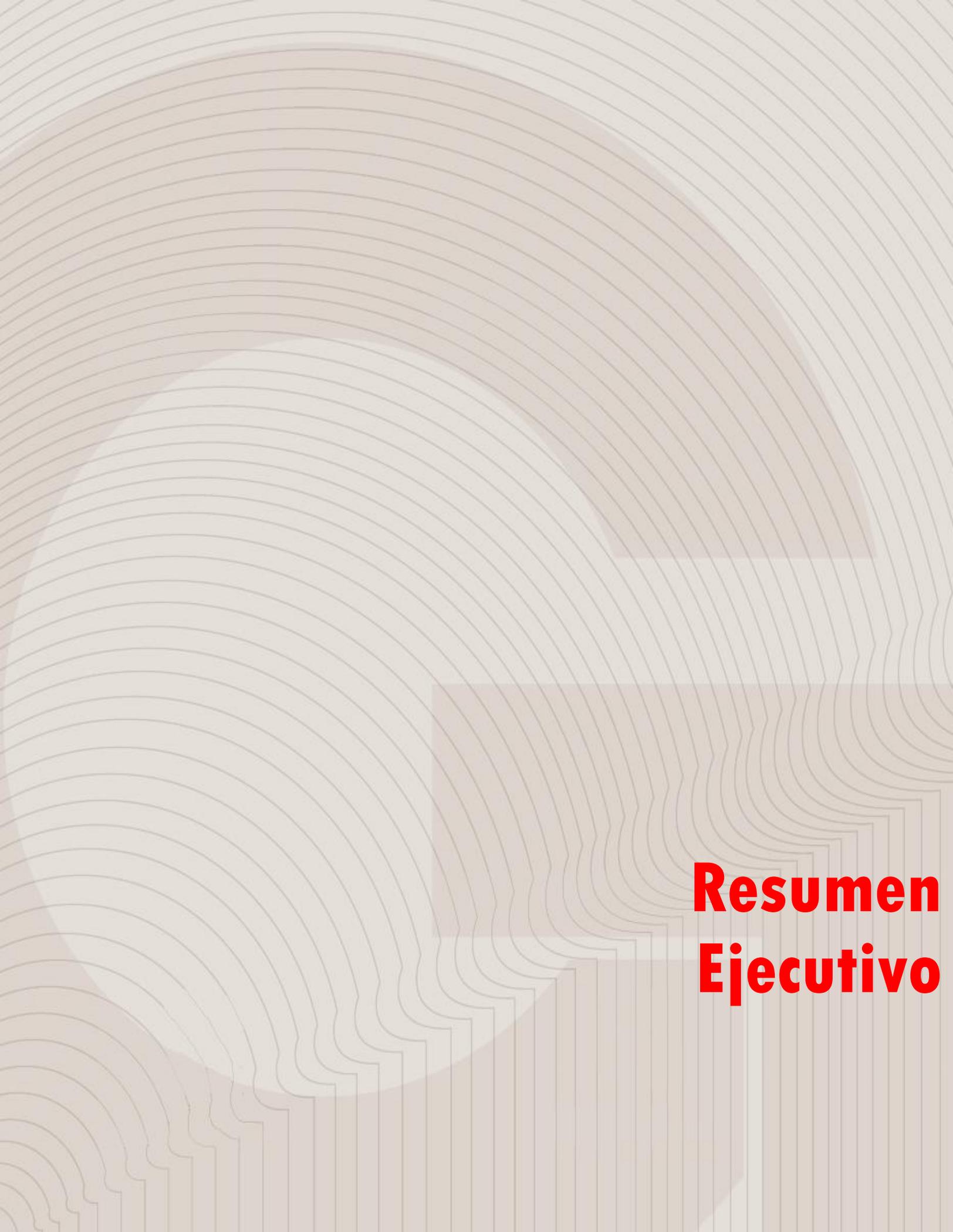
regiones de relevancia para el estado y las propuestas de adecuación del marco jurídico del estado, que permita la instrumentación de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.

La Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México a través del Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático, fomentará la coordinación con los municipios, tomando como base el presente documento, el cual deberá servir una fuente de consulta en la planeación de los programas municipales de en materia de cambio climático.

La Estrategia de Cambio Climático, es el resultado de la participación conjunta de la ciudadanía, empresas y académicos con el gobierno del Estado de México, siendo producto de un ejercicio democrático de la entidad mexiquense.

"Una sociedad que no previene es una sociedad vulnerable, tenemos que impulsar la cultura de prevención y conocer los riesgos a los que estamos expuestos para prepararnos y contrarrestar los siniestros".

**Dr. Eruviel Ávila Villegas.**

The background features a complex pattern of concentric circles and a grid. The circles are centered on the left side and fade out towards the right. The grid is located in the bottom right corner, with lines that curve and merge with the circular pattern. The overall color palette is a range of light to medium beige and tan tones.

# **Resumen Ejecutivo**

## Resumen Ejecutivo

---

### Panorama general

La Estrategia Estatal de Cambio Climático para el Estado de México (EECC-EM) visión 10-20-40, es un instrumento de planeación que integra, sugiere e identifica acciones para disminuir los riesgos ambientales, sociales y económicos derivados del cambio climático mediante opciones de adaptación, mitigación e identificando la áreas más vulnerables; para ello, integra diversos documentos desarrollados para este fin como el Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de México (PEACCEM) y el Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (IEEGEI) y otros documentos *ad hoc*.

El cambio climático de origen humano o antropogénico es sin duda, el reto más grande y urgente que enfrenta la humanidad. Las ciudades y los procesos industriales son parte del problema, ya que consumen una gran proporción de la energía producida a nivel mundial –entre 60 y 80%- y son responsables de un porcentaje similar de las emisiones de CO<sub>2</sub> del mundo (IPCC, 2014). En el Estado de México (EM) se emitieron 41,768.14 millones de toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> en el año 2010. El 59% de estas emisiones corresponde al consumo de energía en forma de combustibles fósiles y de electricidad, siendo el sector Energía la principal fuente de emisiones en el Estado.

Por otra parte, el cambio climático supone amenazas para la infraestructura y la calidad de vida en las diversas localidades que se ubican en el EM acentuándose por fenómenos hidrometeorológicos, pero también en sequías. Los mayores niveles de riesgo relacionados al cambio climático en la ciudad son los asociados a las precipitaciones intensas, ante los cuales la población urbana y suburbana en situación de pobreza es la

más vulnerable, de ahí la urgencia. Por ello resulta urgente la implementación de acciones adaptativas o preventivas.

Si bien los centros urbanos son parte del problema, también son parte importante de su solución ya que las autoridades locales tienen competencias claves para combatir el cambio climático. En este sentido, el EM debe ocupar una posición de liderazgo y vanguardia a nivel nacional.

La EECC 2015-2020 busca robustecer la política climática del EM construyendo con base en los estudios e inventarios sobre emisiones y cambio climático. Los criterios que rigen el EECC, mismos que están homologados y empatados a nivel nacional y a nivel regional con el Distrito Federal y otros estados que conforman la Megalópolis con énfasis en: la equidad social, la equidad de género, la calidad de vida de los ciudadanos en el marco del desarrollo sustentable, la coyuntura entre programas públicos federales y locales, la inclusión social y de tomadores de decisiones y la flexibilidad para adaptar las acciones propuestas a nuevos cambios tecnológicos engarzados con los principios rectores (modificados del Centro Mario Molina, 2013 para este documento) del PEACCEM.

La realización de este trabajo ha sido posible gracias al trabajo coordinado entre la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (SMAGEM), el Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC), la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). El proyecto de actualización ha sido elaborado por el Programa de Investigación en Cambio Climático de la Universidad Nacional Autónoma de México (PINCC-UNAM). El documento pretende dotar al Estado de México de un instrumento de planeación que integre, articule y coordine las acciones y políticas públicas en materia de cambio climático en la entidad, promueva la vinculación gobierno-academia-sociedad civil para, en primera instancia entender el cambio climático y las implicaciones que éste tendrá en el mediano y largo plazo sobre la sociedad mexiquense, los sistemas productivos locales y los recursos

naturales. En segundo término se proponen los ejes estratégicos y líneas de acción para la mitigación y adaptación del contexto estatal ante el cambio climático. El PEACC reporta los avances logrados por la entidad en la materia, integra la información sobre el Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2010, los escenarios climáticos históricos y futuros, así como los escenarios de mitigación y vulnerabilidad en el mediano y largo plazo.

### Contribución del Estado de México al cambio climático

De acuerdo al Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero (GEI), las emisiones para la entidad, expresadas en unidades de dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_{2\text{eq}}$ ) en el año de 2005 fueron de 40,628.4 Gg, en tanto que para el 2010 éstas ascendieron a 46,746.8 Gg, lo cual representó un incremento general del 15.08% durante este periodo. Por lo que respecta a las emisiones de 2010, el principal sector emisor es el de Energía con 24, 706 Gg (58.24 %), siendo la principal fuente de emisión la quema de combustibles fósiles, seguido de Residuos Sólidos Urbanos con 12, 487.5 Gg (26.71 %), Procesos Industriales 3,237.1 Gg (6.92 %), Agricultura 3,388.3 Gg (7.25 %) y Uso de Suelo-vegetación con 2,937.7 Gg (6.28 %). Los GEI emitidos y cuantificados para este año fueron:  $\text{CO}_2$  (62.96 %),  $\text{CH}_4$  (28.45 %),  $\text{N}_2\text{O}$  (6.04 %),  $\text{CF}_4$  (2.34 %) y  $\text{C}_2\text{F}_6$  (0.31 %). Dentro de este contexto cabe resaltar la creciente importancia del sector Residuos Sólidos Urbanos que refleja la tasa de crecimiento más elevada por sector, influida principalmente por las emisiones de metano en las actividades de residuos sólidos urbanos y tratamiento de aguas industriales y domésticas.

De acuerdo a las estimaciones realizadas para la entidad mexiquense, las emisiones por habitante mostraron una tendencia creciente al pasar de 2.8 a 3.0 t de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  entre 2005 y 2010, por lo que de seguir esta tendencia, en el 2050 la entidad estarían emitiendo aproximadamente 126,232 Gg de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$ . Ubicando a las emisiones del Estado de México

en el contexto nacional, con cifras de la Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, el estado contribuye con 6.25 % de las emisiones totales nacionales.

## Vulnerabilidad por el Cambio Climático en el Estado de México

El estudio de las variables climáticas históricas dentro del marco geográfico estatal (Capítulo 4), permite identificar espacialmente aquellas zonas con mayor vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos y que generalmente están asociadas a desigualdades sociales y de género, así como a una planeación ineficiente de la infraestructura. De forma específica, el Estado de México presenta áreas de mayor susceptibilidad a inundaciones en la porción sur del territorio, así como en las planicies de los valles de Toluca y México. Otro fenómeno importante a considerar son los procesos de remoción en masa que afectan principalmente a las zonas montañosas del estado y cuya importancia radica en que pueden llegar a afectar asentamientos humanos, actividades primarias y zonas de interés para la conservación del ambiente. Las sequías prolongadas también se constituyen como un factor de vulnerabilidad, para los sectores agrícola y forestal; al respecto se identificaron tres regiones con periodos secos mayores a 62 días consecutivos y que se encuentran en la porción al noreste del estado. Como una consecuencia de la temporada de estiaje, cobran especial relevancia los incendios forestales debido a que la entidad mexiquense ocupa uno de los primeros lugares en el país en cuanto a la incidencia de estos eventos. Aunado a lo anterior, también debe destacarse la propagación de enfermedades relacionadas con el clima como el dengue y el chikunguya, sobre todo en municipios del sur de la entidad, siendo niños y mujeres los segmentos de población más afectados por este tipo de enfermedades. Otros fenómenos climatológicos importantes son las heladas y granizadas, cuya mayor incidencia coincide con las regiones de mayor vocación agrícola y pecuaria.

Para construir los escenarios de proyección climática en el Estado de México se complementaron aquellos manejados por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio

Climático los cuales manejan como periodos de tiempo el futuro cercano (2015-2039) y lejano (2039-2075), con una alternativa orientada a la toma de decisiones sobre la base de valores umbrales de incremento de temperatura global de 1, 2, 3 y 4 grados. Es importante destacar que se priorizaron los escenarios de 1°C y 2°C, en el entendido de la necesidad de apresurar las medidas ante el cambio climático, ya que los periodos de tiempo calculados fueron del 2033-2037 (escenario de 1°C) y del 2054-2061 (escenario de 2°C). Para los primeros resultados del escenario de modificación de grado por grado del Estado de México se utilizaron como modelos a HADGEM1 y MPECH4M4. También es necesario mencionar que las rutas de concentración representativas (RCP<sup>1</sup> en inglés) fueron de 6.0 w/m<sup>2</sup> y 8.5 w/m<sup>2</sup>, mientras que en los escenarios del INECC son de 4.5 y 8.5 w/m<sup>2</sup>.

En lo relativo a la precipitación, la proyección empleada de aumento de 1°C muestra una tendencia de mayor humedad en la zona sur del estado (cuenca del Balsas), con valores mayores a 3 mm/día, en tanto que para las cuencas Lerma-Santiago y Pánuco los valores probables se sitúan en una disminución de 5%, condición que se exacerba con el escenario de 2°C.

## Vulnerabilidad estatal ante los escenarios climáticos futuros

Si bien es necesario reconocer la necesidad de realizar estudios para profundizar en el tema de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la entidad mexiquense, es posible inferir a través de la información disponible que los cambios en los patrones de temperatura y precipitación proyectados ocasionarán afectaciones para las comunidades humanas y los ecosistemas naturales. Dado que existe una condición de acuíferos sobreexplotados en la parte norte del estado y acuíferos en equilibrio en la parte sur, en el

---

<sup>1</sup> Las rutas de concentración representativas (RCP en inglés) son las trayectorias proyectadas de cuatro concentraciones de gases de efecto invernadero (no las emisiones en si medidas) adoptadas por el IPCC para su Quinto Informe de Evaluación (AR5) en 2014. Las RPC's estabilizan la fuerza radiativa en este caso a 6 y 8.5 watts por metro cuadrado

caso de las comunidades humanas ubicadas en la parte norte habría mayor propensión a una disminución de disponibilidad de agua para comunidades rurales y urbanas, afectaciones a actividades productivas primarias, particularmente a la agricultura de temporal mientras que en aquellas ubicadas en la parte sur del estado, podrían registrarse incrementos en la prevalencia de enfermedades cuyos vectores se desarrollan en el agua. Tal y como lo ha reconocido el IPCC, estos impactos se distribuyen de manera diferenciada (IPCC, 2001) entre las regiones, generaciones, edades, clases, ingresos, ocupaciones y sexos. Así mismo, se prevé que de las comunidades vegetales asentadas en el territorio estatal, sean los bosques templados de oyamel, pino y encino los más afectados por el incremento de temperatura y que esto se traduzca en su paulatino desplazamiento hacia zonas de mayor altitud o bien tiendan a reducir su cobertura.

## Adaptación al Cambio Climático

La capacidad de adaptación implica instrumentos de política para reducir la brecha entre distintos sectores sociales así como entre distintos niveles de Gobierno. Esta afirmación no es nueva, ya se reconoce cada vez más que la naturaleza acoplada de los problemas socio ambientales, como por ejemplo inundaciones, requiere arreglos institucionales innovadores para hacer frente a los complejos procesos biofísicos que se están produciendo a escala local, regional y global, así como coherencia entre las dinámicas económicas, socio-culturales, en relación con las limitaciones políticas de la toma de decisiones (Cash y Moser, 2000; Cummings *et al.*, 2006; Pahl-Wostl, 2006). En el diseño y la evaluación de las estrategias de adaptación propuestas para el Estado de México el eje de planeación y articulación de medidas es el estado actual del recurso hídrico y la condición socio ambiental de marginación existente en el estado. Haciendo un diagnóstico de las ANP's del Estado de México, como primer eslabón de la adaptación basada en ecosistemas, se incluyó el carácter y la magnitud de los impactos asociados a cambios potenciales en el clima y a los efectos relacionados con las tendencias climáticas observadas, además de los factores socio-ambientales. Entre los proyectos a replicar y

detonar en las zonas con áreas naturales protegidas ubicadas en acuíferos sobreexplotados, está el proyecto de Amanalco<sup>2</sup> cuyo responsable es el Consejo Civil Mexicano de Silvicultura Sustentable, así como los trabajos realizados en la Cuenca de Valle de Bravo<sup>3</sup> cuyo responsable es la organización no gubernamental Procuenca. Otro proyecto comunitario a considerar es el llevado a cabo en Malinalco por la organización no gubernamental La Escuela del Agua, A. C<sup>4</sup>. La siguiente escala de actuación integrada considera aspectos relacionados con programas municipales de desarrollo urbano<sup>5</sup>.

Como lineamientos generales podemos determinar lo siguiente:

- Que la categoría de uso de suelo *área urbanizable no programada*, sea revisada y cambiada a por ejemplo urbanizable programada con medidas ambientales (ecotecnias y mejoramiento de la imagen objetivo).
- Que los usos de suelo de áreas naturales protegidas con su respectiva zonificación interna sean incorporados a los programas de desarrollo urbano y se homologuen criterios para hacer compatibles la zonificación urbana con la ambiental.
- Que se incorporen procesos de ordenamiento ecológico a escala municipal.
- Que en los programas de desarrollo urbano, todas las barrancas sean protegidas.

Para las medidas de adaptación propuestas para el sector industrial del Estado de México, es necesario partir de una serie de estudios dirigidos al análisis de ciclo de vida de los principales sectores impulsores de la economía del Estado de México entre los que

---

<sup>2</sup> <http://amanalco.ccmss.org.mx/>

<sup>3</sup> <http://procuenca.org/emv/#!/>

<sup>4</sup> [http://www.pincc.unam.congresonacional2013/documentos\\_descargables/PDF/GestionMalinalco.pdf](http://www.pincc.unam.congresonacional2013/documentos_descargables/PDF/GestionMalinalco.pdf)

<sup>5</sup> Para el desarrollo de este apartado, se consultó en el último trimestre del 2014 y el primero del 2015 el siguiente vínculo:

[http://portal2.edomex.gob.mx/sedur/planes\\_de\\_desarrollo/planes\\_municipales/ecatepec\\_de\\_morelos/index.htm](http://portal2.edomex.gob.mx/sedur/planes_de_desarrollo/planes_municipales/ecatepec_de_morelos/index.htm)

se encuentran: el sector automotriz, el sector textil, el sector agroindustrial, el sector minería, y el sector productos químicos.

## Oportunidades de mitigación ante el cambio climático

La ley General de Cambio Climático, publicada en junio de 2012 y posteriormente la Estrategia Nacional de Cambio Climático reconoce la necesidad de implementar acciones en materia de mitigación de GEI que sean encausadas por los diferentes órdenes de gobierno. De esta forma, la estrategia estatal de mitigación de emisiones (Capítulo 5), implica la acción en dos grandes temas: el primero, enfocado a la reducción de emisiones de GEI en cada uno de los sectores involucrados, priorizando aquellos con mayor crecimiento e impacto como lo son el sector Energía y Desechos. El segundo es el incremento de los almacenes de carbono terrestres en la biomasa vegetal, suelos agrícolas y forestales. La definición de las propuestas de mitigación tuvo como punto de partida la identificación de los diferentes instrumentos normativos y de planeación de la política de cambio climático a nivel federal y estatal. Se detectaron las instancias de gobierno así como los planes y programas existentes con objeto de identificar la transversalidad de las instituciones y el fortalecimiento de los instrumentos de regulación, administración, económicos y sociales en materia de cambio climático.

Para el sector Energía se identificaron cuatro ejes estratégicos y ocho líneas de acción relacionados con la gestión y manejo eficiente de la energía en fuentes fijas y móviles, eficiencia de equipos electrodomésticos e industriales, ahorro de energía, así como temas de legislación y educación de la población y actores económicos.

En el sector Residuos, conformado por los residuos sólidos y aguas residuales, segundo en la emisión de GEI, se identificaron dos ejes estratégicos y cinco líneas de acción que contemplan medidas para la gestión integral de residuos sólidos urbanos, aguas residuales, así como implementación de políticas pública, incentivos económicos, investigación y educación para este sector.

En el sector USCUS se proponen un eje estratégico y dos líneas de acción tendientes a reducir las emisiones de GEI mediante la conservación de los sumideros de carbono en los sistemas forestales, incrementar el carbono almacenado en sistemas alterados por el cambio de uso mediante prácticas de reforestación y conservación y finalmente, emprender acciones de monitoreo y verificación.

En el sector Agricultura, que contempla tanto las actividades agrícolas como pecuarias, se identificaron dos ejes estratégicos y dos líneas de acción que involucran acciones para la gestión de los suelos agrícolas, manejo de fertilizantes, técnicas de cultivo, control y disminución de emisiones por fermentación entérica y manejo de estiércol.

## Retos y perspectivas ante el Cambio Climático

La construcción de la agenda estatal de mitigación y adaptación ante el cambio climático deberá ser un ejercicio de perfeccionamiento constante que será enriquecido con la aportación de los diferentes sectores sociales y económicos del estado (Figura 1). Cabe resaltar la inserción en este documento de dos rubros poco trabajados en instrumentos de planeación anteriores como son las cuestiones de género y preservación del patrimonio cultural. No obstante el avance que representa este documento en materia de planeación ante el cambio climático, por la complejidad y magnitud de este fenómeno en los diferentes ámbitos estatales, es oportuno establecer una agenda de temas que deberán tener especial atención en los instrumentos futuros de planeación y de los cuales se hace una breve descripción por sector:

- Sector hídrico: se recomienda fortalecer la gestión y manejo de los recursos hídricos mediante la integración de los consejos de cuenca en la toma de

decisiones, así como fomentar la participación de la población en el cuidado de este recurso.

- Asentamientos humanos: planificar el crecimiento de las zonas metropolitanas con criterios de adaptación al cambio climático; reubicar y/o regularizar los asentamientos humanos irregulares localizados en zonas de riesgo; evaluar la eficacia de conocimientos, prácticas y uso de materiales tradicionales, como alternativas de adaptación.
- Sector agricultura: fomentar el uso de variedades, especialmente de maíz mejor adaptadas a condiciones de estrés hídrico y plagas, generar y difundir de manera oportuna información agroclimática confiable que permita planificar los ciclos agrícolas. Fortalecer la actividad académica y de investigación en materia agropecuaria para hacer frente a las demandas futuras de este sector.
- Sector forestal: Los tipos de vegetación más vulnerables a elevación de temperatura son los bosques templados del Estado de México. Por otro lado, la selva es el tipo de vegetación que tiene mayor presión por deforestación. Ante esto se propone consolidar el programa estatal de ordenamiento ecológico y verificar su aplicación en los planes de desarrollo; fortalecer los instrumentos técnicos y financieros para expandir el programa de pagos por servicios ambientales hidrológicos a un mayor número de beneficiarios; incrementar la eficiencia del sector a través manejo integral de bosques; así como desarrollar líneas de investigación aplicada para entender el funcionamiento de los bosques naturales y alterados.



**Figura 1.** Criterios que rigen la Estrategia Estatal de Cambio Climático  
(Modificado del Centro Mario Molina, 2013)



The background features a complex pattern of concentric circles and a grid. The circles are centered on the left side and fade out towards the right. The grid is located in the bottom right corner, with lines that curve and merge with the circular pattern. The overall color palette is a range of light beige and tan tones.

# **Introducción**

## Introducción

---

### FUNDAMENTOS JURÍDICO – NORMATIVOS DEL EECC-EDOMEX

Para que la Estrategia Estatal de Cambio Climático del Estado de México como instrumento de planeación sea congruente con respecto de otros se busca ajustar y contribuir a que los objetivos de dichos instrumentos se cumplan, se fortalezcan entre sí, y se generen sinergias que no resulten contradictorias.

Los instrumentos de política pública como las estrategias estatales de cambio climático necesitan estar alineados y ser congruentes con otros instrumentos de planeación del gobierno. Esto implica que los objetivos y estrategias que propongan deben contribuir al cumplimiento de otros programas sectoriales (como son el ambiental, de desarrollo económico, de desarrollo urbano, etc.). Asimismo, deben contribuir a consolidar los esfuerzos que se realizan en otras escalas territoriales (de carácter regional o nacional). Es decir, tanto la escala como el sector son variables que determinan si un instrumento de planeación es potencialmente efectivo o no en relación con otros programas gubernamentales. En el caso específico la EECC EDOMEX, los objetivos y estrategias persiguen estar alineadas con sus particularidades, con la política de cambio climático del gobierno federal y apoyar planes como la Estrategia Nacional de Cambio Climático, 2013 – 2018, la Ley General de Cambio Climático (LGCC), la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) Visión 10-20-40, Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018.

En este contexto, se hizo una revisión de varios instrumentos de planeación de diferentes sectores que se relacionan de alguna manera con la EECC EDOMEX. A continuación se retoman los instrumentos revisados y se plantea la forma en la que la EECC EDOMEX contribuye a su cumplimiento. También se especifica si se deriva de manera explícita de estrategias o acciones planteadas en alguno de ellos o si generan sinergias con otros planes gubernamentales.

Siguiendo una lógica de jerarquía en los procesos de planeación, a continuación se presentan distintos instrumentos analizados iniciando por aquellos que son propios del gobierno federal y bajando de escala territorial para revisar algunos programas regionales, del Estado de México.

## INSTRUMENTOS DE CARÁCTER FEDERAL

### Pacto por México<sup>6</sup>

El Pacto por México es un acuerdo político suscrito el 2 de diciembre de 2012 por el presidente de la república, Enrique Peña Nieto y los presidentes de los partidos políticos más importantes del país. Se trata de un documento que contiene cinco acuerdos fundamentales desagregados en 95 compromisos concretos.

Los acuerdos son grandes temas en los que las fuerzas políticas del país trabajarán de manera conjunta. Estos ejes son:

1. Acuerdos por una sociedad de derechos y libertades.
2. Acuerdos para el crecimiento económico y la competitividad.
3. Acuerdos para la seguridad y la justicia.
4. Acuerdos para la transparencia, la rendición de cuentas y el combate a la corrupción.
5. Acuerdos para la gobernabilidad democrática.

Para la EECC EDOMEX, el eje 2.4. “Desarrollo Sustentable” es el que tiene mayor importancia, ya que reconoce al cambio climático como un reto global que debe ser

---

<sup>6</sup>PACTO POR MÉXICO. <http://www.presidencia.gob.mx/wp-content/uploads/2012/12/Pacto-Por-México-TODOS-los-acuerdos.pdf>. Pág. 10-11. Última consulta: 7 de agosto de 2015.

enfrentado en México, con una nueva cultura y compromiso ambiental que busque modificar nuestro estilo de vida. Al respecto menciona la transición hacia una economía baja en carbono, así como replantear el manejo hídrico del país, mencionando que su futuro depende de su manejo inteligente y sustentable. El agua de lluvia debe ser un recurso, no una amenaza. Por ello, se creará un programa para el impulso de la infraestructura para la captación y el almacenamiento del agua pluvial. Asimismo, se concluirán las obras de control de inundaciones en diversos estados del país. (Compromiso 50) Se incrementarán las coberturas de agua, drenaje y tratamiento. Se llevará a cabo la revisión y rehabilitación de 115 presas con alto riesgo, se inspeccionarán 5,000 km de bordos y se realizarán las acciones correctivas correspondientes. (Compromiso 51). También se menciona la gestión de residuos. Se creará un programa para aumentar la infraestructura para recolectar, separar, reciclar y aprovechar el potencial de los residuos en todo el país. (Compromiso 53<sup>7</sup>) .

Otro de los ejes que tienen relación con el cambio climático es el 2.8. “transformar el campo en una actividad más productiva”, ya que en el apartado de “pago por servicios ambientales” menciona que el cuidado de las aguas y los bosques requiere la transformación de los esquemas de subsidios en las zonas de menor viabilidad agrícola, para reorientarlos al cuidado y recuperación de bosques y cuerpos de agua, fortaleciendo el esquema de pagos por servicios ambientales (Compromiso 66).

En este sentido, el Pacto por México reconoce un vínculo entre el desarrollo sustentable, el desarrollo económico y la competitividad. Cualquier medida para combatir el cambio climático (tanto de mitigación como de adaptación) se asume como asociada al desarrollo económico y la competitividad.

---

<sup>7</sup> PACTO POR MÉXICO.

<http://www.presidencia.gob.mx/wp-content/uploads/2012/12/Pacto-Por-México-TODOS-los-acuerdos.pdf>.  
Pág. 10-11. Última consulta: 7 de agosto de 2015.

Dado que los impactos del cambio climático hace que las poblaciones más pobres sean las más vulnerables (IPCC, 2014<sup>8</sup>) . Se puede mencionar que otro de los ejes que tienen relación con el cambio climático es el 1.6. “derechos de los pueblos indígenas”<sup>9</sup>, donde se menciona que las últimas cifras de pobreza en México confirman lo que ha sido una constante en el desarrollo de nuestro país: los indígenas están mayoritariamente excluidos del mismo.

### Plan Nacional de Desarrollo, 2013–2018

El Plan Nacional de Desarrollo (PND), 2013–2018 es el documento rector de la administración pública federal. Contiene cinco grandes ejes que engloban la planeación nacional del sexenio: un México en Paz, un México Incluyente, un México con Educación de Calidad, un México Próspero, y un México con Responsabilidad Global. El PND reconoce al cambio climático en tres de los cinco ejes como uno de los componentes fundamentales de las políticas de: protección civil y prevención de desastres (un México en Paz), de desarrollo sustentable (un México Próspero) y de política internacional (un México con Responsabilidad Global).

Entre ellas, destaca la segunda línea de acción de la Estrategia 4.4.3., en la cual explícitamente se señala “Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono”; así como “Desarrollar las instituciones e instrumentos de política del

---

<sup>8</sup> IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 págs. (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso). [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5\\_wgII\\_spm\\_es.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf) Última consulta: 7 de agosto de 2015. Pag. 10

<sup>9</sup> PACTO POR MÉXICO. <http://www.presidencia.gob.mx/wp-content/uploads/2012/12/Pacto-Por-México-TODOS-los-acuerdos.pdf>. Pág. 10-11. Última consulta: 7 de agosto de 2015.

Sistema Nacional de Cambio Climático”. Es en particular con estas dos líneas de acción que la EECC EDOMEX se alinea y que acreditan su congruencia con el PND.

### Ley General de Cambio Climático.

Esta ley en su artículo 8 menciona las atribuciones de las entidades federativas y destaca las siguientes:

Formular, conducir y evaluar la política estatal en materia de cambio climático. Formular, regular, dirigir e instrumentar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. Fortalecer la preservación, restauración, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y recurso hídricos. Elaborar, publicar y actualizar el atlas estatal de riesgo, en coordinación con municipios y delegaciones.

La Ley General de Cambio Climático en su Título Cuarto: Política Nacional de Cambio Climático, en el artículo 26, establece como entre otros principios los siguientes:

- Sustentabilidad de los ecosistemas.
- Corresponsabilidad entre el Estado y la Sociedad en general
- Principio precautorio, de prevención, Tránsito a una economía de bajas emisiones en carbono.

Los artículos 27-30 mencionan el tema de adaptación y entre las acciones que destacan podemos mencionar:

- Reducir vulnerabilidad de la sociedad y ecosistemas frente a los efectos del cambio climático.
- Fortalecer la resiliencia y resistencia de sistemas naturales y humanos.
- Facilitar y fomentar la seguridad alimentaria.

El artículo 34 menciona que las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes.

Los artículos 31-37 mencionan el tema de mitigación destacando el fomento de capacidades nacionales y el establecimiento de metas de reducción específicas y entre las acciones podemos mencionar:

- Análisis de determinación de línea base.
- Análisis de medición reporte y verificación.
- Análisis del desempeño del sector industrial sujeto a medidas de mitigación.

Así mismo, en el artículo 72 la Ley General de Cambio Climático hace mención de los programas estatales de cambio climático.

La EECC EDOMEX está relacionada y alineada con todos y cada uno los artículos mencionados en la Ley General de Cambio Climático.

## **Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10 – 20 – 40**

El Artículo 60 de la Ley General de Cambio Climático define a la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40 (ENACC), como “...el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono”. Se integra por ocho capítulos. Algunos entre ellos están directamente vinculados con las acciones que los estados y municipios pueden y deben llevar a cabo. A continuación algunos ejemplos:

En el Capítulo 2.3. Contexto Nacional, y con fundamento en la Ley General de Cambio Climático la ENACC, reconoce a las entidades federativas como parte del Sistema Nacional de Cambio Climático . En consecuencia, les otorga el carácter de actores que contribuyen con la política nacional de cambio climático, capaces de movilizar recursos para la elaboración de instrumentos de planeación asociados a este fenómeno entre los que se encuentran los atlas de riesgos y los programas estatales en materia de cambio climático. La EECC EDOMEX se encuentra alineada a la ENAC y atiende este principio de inclusión de las entidades federativas como parte de dicho sistema y contribuye con la política nacional mediante la elaboración del presente instrumento.

La ENAC contiene tres temas fundamentales: 1) Pilares de política nacional de cambio climático, 2) Adaptación a los efectos del cambio climático y 3) Desarrollo bajo en emisiones/mitigación. Es relevante mencionar que el primer tema (Pilares de la política nacional de cambio climático) delinea los elementos estructurales mínimos que se deben considerar entre los que destacan los que se muestran a continuación.

A1. Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social ante los efectos del cambio climático.

A2. Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático.

A3. Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.

M1. Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia.

M2. Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable.

M3. Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono.

M4. Impulsar mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono.

M5. Reducir emisiones de contaminantes climáticos de vida corta y propiciar co-beneficios de salud y bienestar.

En cuanto a la visión 10-20 y 40, la EECC EDOMEX destaca todas las acciones vinculadas con el periodo de 10 años, dado que son los marcados como urgentes a alinear e implementar. En ese sentido la actual estrategia remarca aquellos relacionados con los rubros de sociedad/población, ecosistemas, sistemas productivos, sector privado/industria y movilidad. Dado que los rubros de energía y su relación con emisiones, son prioritariamente manejados por instituciones federales (CFE), en este documento se mencionan.

## **RUBRO 10 AÑOS**

### **SOCIEDAD/ POBLACIÓN**

- Se atiende a los grupos más vulnerables ante los efectos del cambio climático.
- La sociedad está involucrada y participa activamente en el tema del cambio climático.

### **ECOSISTEMAS (AGUA, BOSQUES, BIODIVERSIDAD)**

- Los ecosistemas más vulnerables se protegen y reciben atención y flujo de capital.

- El manejo ecosistémico y el manejo sustentable son ejes para la estrategia de conservación.
- Acciones de conservación y uso sustentable en los ecosistemas del país implementadas.
- Esquemas de gestión integral territorial implementados.
- Esquemas de financiamiento apropiados para promover paisajes sustentables.
- Existen y se utilizan herramientas técnicas y tecnológicas para la adaptación a nivel local.
- Se implementan estrategias para transitar a una tasa de cero por ciento de pérdida de carbono en los ecosistemas originales.

## ENERGÍA

- Tecnologías limpias integradas al desarrollo productivo nacional.
- Esquemas socioeconómicos incentivan el uso de energías limpias.
- Sistema de incentivos promueve las mayores ventajas del uso de combustibles no fósiles, la eficiencia energética, el ahorro de energía y el transporte público sustentable con relación al uso de los combustibles fósiles.
- Cerca de alcanzar el 35% de la generación eléctrica proveniente de fuentes limpias.

## EMISIONES

- Reducción de 30% de emisiones respecto a línea base.
- México reduce sustancialmente las emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta.
- Las industrias paraestatales energéticas implementan esquemas de eficiencia energética en todas sus operaciones y aumentan el uso de energías renovables.

→ Los centros urbanos con más de cincuenta mil habitantes cuentan con infraestructura para el manejo de residuos que evita emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) a la atmósfera.

## SISTEMAS PRODUCTIVOS

→ Los impactos ambientales en el sector productivo se entienden, conocen, monitorean y enfrentan.

→ Las tecnologías y prácticas productivas contribuyen a disminuir los riesgos al cambio climático.

→ Se implementan NAMA en diversos sectores de la economía.

## SECTOR PRIVADO/ INDUSTRIA

→ Las empresas incorporan criterios de cambio climático en sus proyectos productivos.

→ Las principales fuentes emisoras de GEI reportan su componente de emisiones en el Registro Nacional de Emisiones.

→ Las empresas reducen sus emisiones de gases y compuestos y aprovechan las oportunidades de eficiencia energética, ahorro de energía y uso de energías limpias y renovables.

## MOVILIDAD

- Los sectores público y privado adoptan sistemas de movilidad sustentables.
- Esquemas socioeconómicos incentivan el uso de transporte sustentable.
- Uso común de vehículos eléctricos en transporte público.

## INSTRUMENTOS DE CARÁCTER ESTATAL

### Plan de Desarrollo del Estado de México, 2011 - 2017

En el Plan de Desarrollo del Estado de México 2011-2017 (PDEM)<sup>10</sup> se reconoce al cambio climático como un asunto de interés estatal asociado a la disponibilidad del recurso hídrico y el abasto de agua, a las emisiones de CO<sub>2</sub>, al papel de las actividades económicas y el manejo de residuos sólidos. Los temas relacionados con la mitigación y la adaptación se desarrollan ampliamente en el capítulo Desarrollo Sustentable.

En el apartado sobre Control de Emisiones, el PDEM reconoce que las acciones para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> requieren una respuesta global que debe iniciar a nivel local. Este apartado establece una curva de los costos de abatimiento que destaca la conveniencia de invertir en acciones de eficiencia energética aplicados a edificios comerciales y residenciales, así como al transporte y la movilidad.

El Plan reconoce que estos sectores que son financieramente viables, serán prioritarios para facilitar información y coordinar al sector productivo y a los proveedores de este tipo de tecnologías. Tres estrategias la EECC EDOMEX están totalmente alineadas con las planteadas en el PDEM, correspondientes a la necesidad de lograr una mayor eficiencia energética en el sector público y privado a través de la introducción de tecnologías

---

<sup>10</sup> Publicado en el periódico Oficial del Estado de México el 13 de marzo de 2013

ahorradoras de insumos y más eficientes en su consumo, incluyendo el cambio de luminarias en el alumbrado público.

Otro elemento que el Plan de Desarrollo incluye como parte de la política ambiental, es el transporte público y la movilidad. En este sentido, considera a ambos elementos como un factor de competitividad económica. Aquí la EECC destaca el Estudio del Sistema Integral de Movilidad Sustentable del Valle de Toluca, el cual junto con las políticas que buscan impulsar la accesibilidad y movilidad urbana sustentable a través de un Plan Integral de Movilidad Urbana del PACMUN Naucalpan (2014), como las principales líneas a implementar.

En lo que se refiere a la promoción de la educación y la comunicación ambiental, el PDEM plantea entre las acciones a emprender, la gestión de nuevos Centros de Educación Ambiental y Cambio Climático. Esto está en línea con las medidas y líneas de acción que busca implementar la Secretaría de Educación del Estado de México.

Las estrategias y acciones planteadas en la EECC EDOMEX son sinérgicas contribuyen a dar cumplimiento a los objetivos, estrategias y acciones del PDEM en materia de cambio climático, medio ambiente, competitividad así como promoción de una cultura ambiental.

### **Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México, 2008**

El Programa de Desarrollo Urbano del Estado de México 2011 – 2017 (PDUEM) no hace ninguna referencia abierta al cambio climático. Sin embargo contextualizando el cambio climático como un fenómeno “amplificador” de la problemática ambiental del estado de México, podemos mencionar que dicho instrumento hace mención de:

Contaminación del aire, contaminación del agua, sobreexplotación de acuíferos, procesos de deforestación y erosión, así como alteraciones causadas por la disposición inadecuada de desechos sólidos.

No atender a esta problemática, implica que se acentúen condiciones de riesgo y peligro para la población, por eso toda la serie de fenómenos riesgosos que se deben contemplar cuando se realizan instrumentos de planeación, es incorporar la variable climática a los programas de desarrollo urbano municipales y a otros instrumentos de planeación urbana estatales. Así mismo, la EECC EDOMEX retoma lo del PDUEM en términos de riesgos relacionados con inundaciones y deslaves de los municipios conurbados de las zonas metropolitanas tanto de la ciudad de México, como del Valle de Toluca.

Otro punto a destacar de la EECC EDOMEX es que se ajusta vía el planteamiento de adaptación basada en ecosistemas, con las políticas del PDUEM que mencionan el ordenamiento del territorio y orientación del poblamiento, en desarrollo urbano ordenado y sustentable, el fortalecimiento de la planeación urbana, la prevención y atención de riesgos y desastres, así como la preservación y conservación del entorno ambiental.

La EECC EDOMEX, se alinea al PDUEM cuando incorpora los sitios susceptibles de inundación de la Zona Metropolitana del Valle de México y Valle de Toluca. Así mismo, se alinea a este documento al analizar los criterios del Consejo Estatal de Población (COESPO) y compararlos con los del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), coincidiendo en un número de municipios de atención prioritaria de cerca de 70. Siendo urgentes aquellos 10 municipios con un grado alto de carencia alimentaria.

Para alinearse y sentar las bases de un desarrollo urbano sustentable (PDUEM; 2008, Pág. 114), para “asegurar que los instrumentos de planeación urbana adopten un enfoque integral que considere como premisa la sustentabilidad en los procesos de desarrollo urbano” y se “refuercen los criterios ambientales”, una propuesta que aportaría la EECC

EDOMEX es modificar el uso de suelo “urbanizable no programado” de todos los programas de desarrollo urbano municipales, ya que es en este uso de suelo donde la expansión urbana a escala municipal no tiene elementos de control. Otra propuesta que se incorpora es la de manejar aspectos de eficiencia en consumo de agua y de energía en las zonas de viviendas como política gubernamental.

### **Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México 2006**

La EECC EDOMEX, se alinea con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México al revisar la zonificación considerada a escala municipal del Programa de Ordenamiento Municipal de Almoloya, al considerar la zonificación a escala regional del área geográfica de los volcanes Popocatepetl-Iztaccihuatl, de la región metropolitana del Valle de Toluca, de la Subcuenca Nevada Sur y de la región Valle de Bravo Amanalco. A esta zonificación se incorpora en el diagnóstico la propuesta de acuíferos sobreexplotados y en equilibrio, y en las propuestas de adaptación se sugiere replicar el manejo de la cuenca Valle de Bravo Amanalco, así como del programa de ordenamiento municipal del Almoloya.

The background features a series of concentric, semi-transparent circles in shades of light beige and cream, centered on the left side. Overlaid on the right side is a grid of thin, light-colored lines that form a pattern of small squares, extending from the bottom towards the center.

# **Objetivos**

## Objetivos

---

### OBJETIVO GENERAL

Definir un instrumento de planeación con elementos de decisión integrales que hagan más eficientes las políticas públicas en materia de mitigación y adaptación al cambio climático, mediante acciones asociadas a la disminución de riesgos ambientales, sociales y económicos relacionados al cambio climático.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las regiones con mayores grados de vulnerabilidad a diversos fenómenos hidrometeorológicos que se verían exacerbadas a los efectos del cambio climático.
- Identificar las principales fuentes y estimar las emisiones de gases de efecto invernadero generados en el Estado de México con el fin de focalizar acciones potenciales de mitigación impulsadas por parte del gobierno del Estado.
- Proponer los lineamientos de política con una visión integral la agenda de adaptación estatal al cambio climático.
- Impulsar la creación y desarrollo de capacidades en materia de adaptación y mitigación al cambio climático en los distintos sectores estatales, con base en la concientización y corresponsabilidad de los diversos actores involucrados e interesados.



The background features a large, faint number '1' in the center, composed of concentric circles. The circles are light gray and become more densely packed towards the center. The overall color palette is a mix of light beige and off-white tones.

# **Descripción de la entidad federativa**

## Descripción y características del Estado de México

### Localización

El Estado de México se localiza en el centro del país, entre los 18°25' y 20° 17' de latitud norte y los 98°33' y 100°28' longitud oeste. Limita al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo, al sur con Morelos y Guerrero, al oeste con Guerrero y Michoacán y al este con Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y el Distrito Federal (Figura 2) (SEDAGRO, 2010).



**Figura 2.** Mapa de localización del Estado de México

### Fisiografía

Los límites del Estado de México comprenden áreas que corresponden a dos provincias fisiográficas del país, por un lado la Faja Volcánica Transmexicana, que ocupa la mayor parte de la superficie estatal y por el otro lado la Sierra Madre del Sur, en las porciones sur de la entidad, como se aprecia en la Figura 3 (SEDAGRO, 2010).

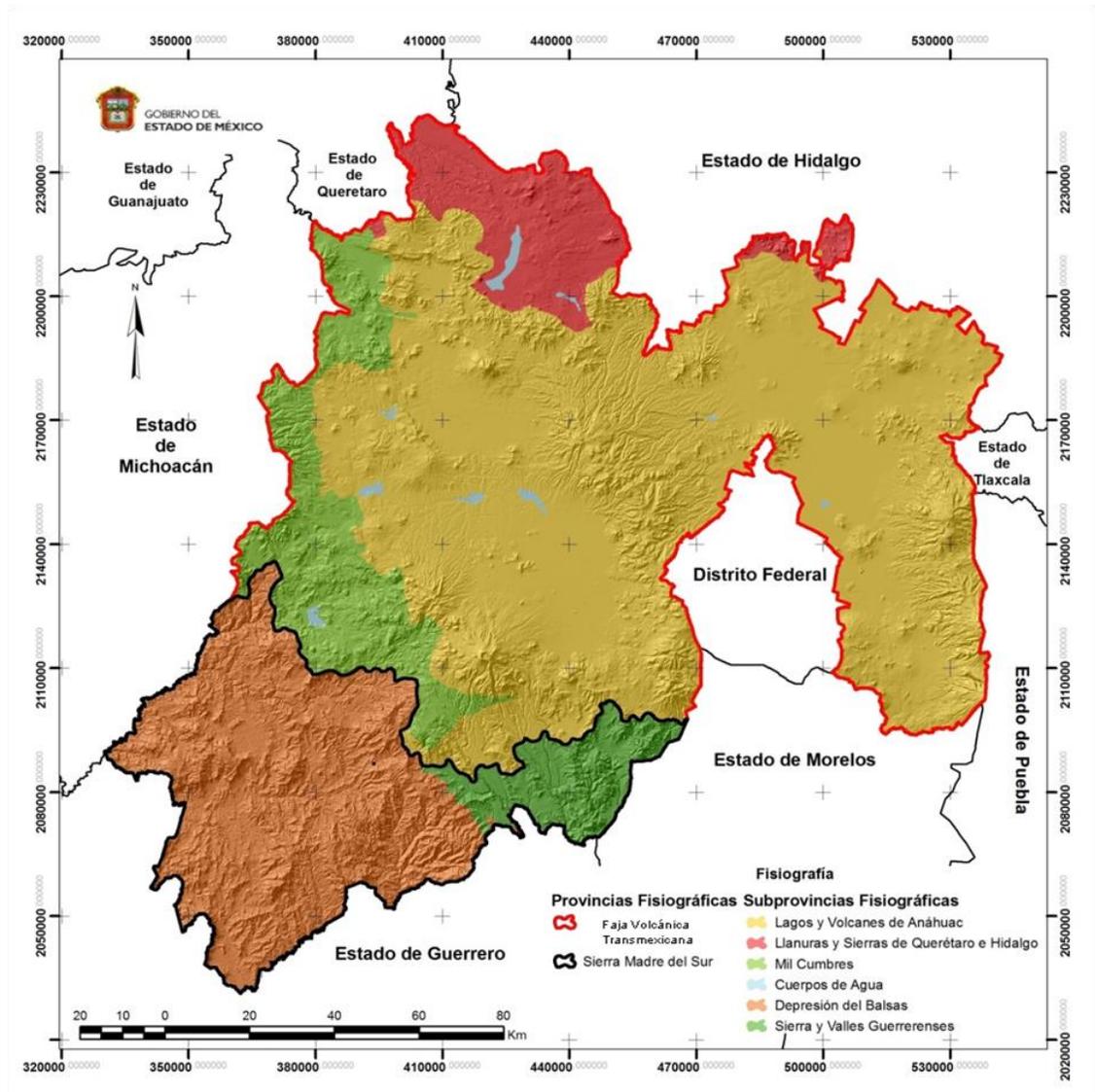
Así mismo, existen cinco subprovincias fisiográficas las cuales son la Depresión del Balsas, Sierra y Valles Guerrerenses, Mil cumbres, Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo y Lagos y Volcanes de Anáhuac. La subprovincias de la Depresión del Balsas se localiza al suroeste de la entidad, ocupa una superficie de 499, 232 hectáreas que corresponden al 22.2% del territorio estatal y cubre los municipios de Ixtapan del Oro, Santo Tomás, Otzoloapan, Zacazonapan, San Simón de Guerrero, Almoloya de Alquisiras, Sultepec, Tlatlaya, Amatepec, Tejupilco, Luvianos y parte de Donato Guerra, Valle de Bravo, Temascaltepec, Texcaltitlán, Coatepec Harinas y de Zacualpan.

Las Sierras y Valle Guerrerense se localizan al suroeste del estado, cubren una superficie de 101,242 hectáreas que representan el 4.5% del territorio. Abarcan los municipios de Ixtapan de la Sal, Tonicato, Zumpahuacán, y parte de Coatepec Harinas, Malinalco, Ocuilan, Tenancingo, Villa Guerrero y Zacualpan.

La subprovincia Mil Cumbres se localiza al oeste del estado, con una superficie de 150,848 hectáreas que representan el 6.7% del territorio. Comprende el municipio de El Oro y parte de Amanalco, Donato Guerra, Jocotitlán, San Felipe del Progreso, Temascalcingo, Temascaltepec, Valle de Bravo, Villa de Allende y Villa Victoria.

Los Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo se localizan al noroeste del estado, ocupa una superficie de 141, 529 hectáreas que representan el 6.3% del territorio. Los municipios que abarcan son Polotitlán, Soyaniquilpan y parte de Jilotepec, Aculco, Acambay, Chapa de Mota, Apaxco y Huepoxtla.

Los Lagos y Volcanes de Anáhuac se localizan al noroeste y este de la entidad, ocupando una superficie de 1,357,144 hectáreas que representan el 60.3% del estado. Abarca 84 municipios en su totalidad y 18 en parcialidad.

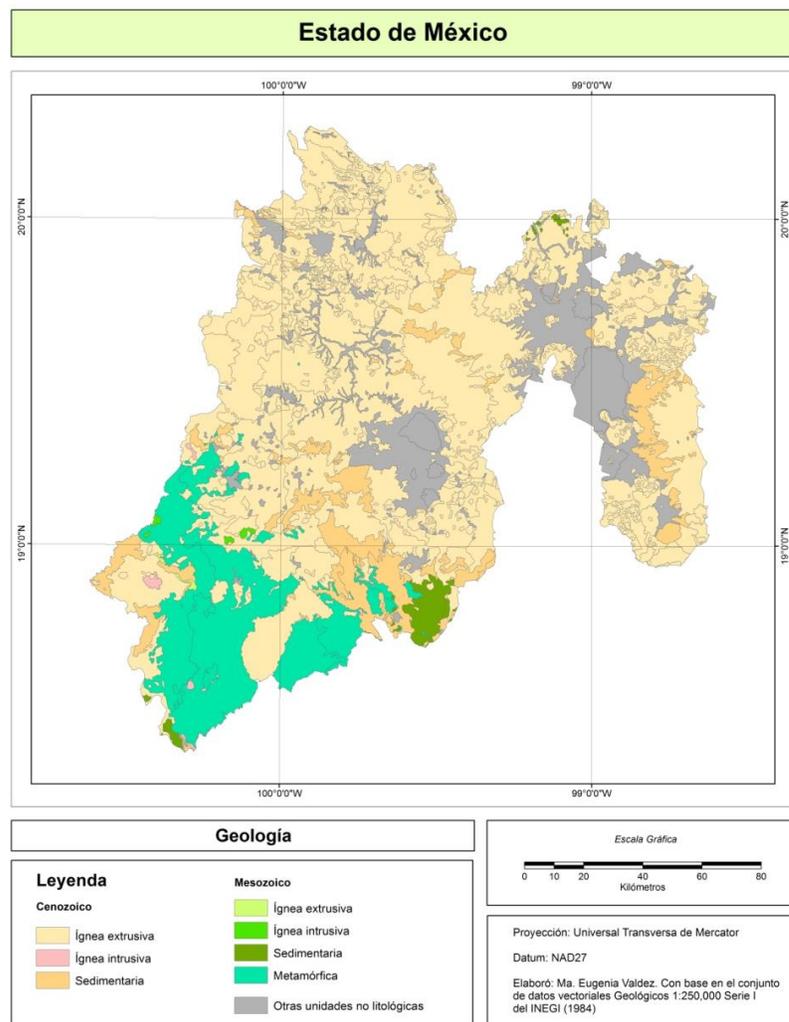


**Figura 3.** Provincias y sub-provincias fisiográficas del Estado de México

Fuente: Base de datos SMAGEM

## Geología

En el Estado de México existe el afloramiento de rocas de dos momentos geológicos el Cenozoico y Mesozoico (Figura 4) el cubrimiento superficial las rocas ígneas extrusivas es el que predomina con 1,404,636.6 ha, resultado de la gran actividad vulcanoplástica en el del estado, las rocas Ígneas intrusivas con apenas 7,114.7 Ha, las rocas metamórficas ocupan el segundo lugar en cobertura con 292,670.5 Ha y las rocas sedimentarias tienen una extensión de 223,191.0 Ha, el resto del territorio 305,358.0 Ha en zonas selladas por ocupación urbana.



**Figura 4.** Geología del Estado de México

## Edafología

El suelo es un recurso natural no renovable en cronología humana, sobre el que el hombre desarrolla todas las actividades y es el resultado del intemperismo de las rocas, en diferentes climas y paisajes por lo que en el estado se localizan 17 grupos de suelos (Tabla 1) de aquí que el suelo predominante en la entidad es el andosol que se forma a partir de rocas ígneas extrusivas, y su distribución está asociada al paisaje y por ende a su aprovechamiento. Por otro lado, la diversidad de actividades agrícolas pecuarias se debe a la variedad de suelos que existen, siendo los vertisoles y planosoles los grupos que con alto rendimiento en producción de gramíneas.

**Tabla 1.** Superficie que ocupan los diferentes tipos de suelos en la entidad

Suelo	Hectáreas	Suelo	Hectáreas
<b>Andosol</b>	507,278.1	<b>Luvisol</b>	175,210.6
<b>Arenosol</b>	28,928	<b>Feozem</b>	486,895.5
<b>Cambisol</b>	131,614.9	<b>Planosol</b>	103,327.4
<b>Durisol</b>	44,883.5	<b>Regosol</b>	203,349.9
<b>Fluvisol</b>	7,646.7	<b>Solonchak</b>	27,232.6
<b>Gleysol</b>	3,712.7	<b>Umbrisol</b>	10,752.8
<b>Leptosol</b>	171,399.7	<b>Vertisol</b>	226,726.5
<b>Histosol</b>	1,784.3	<b>Suelo urbano</b>	81,354.7

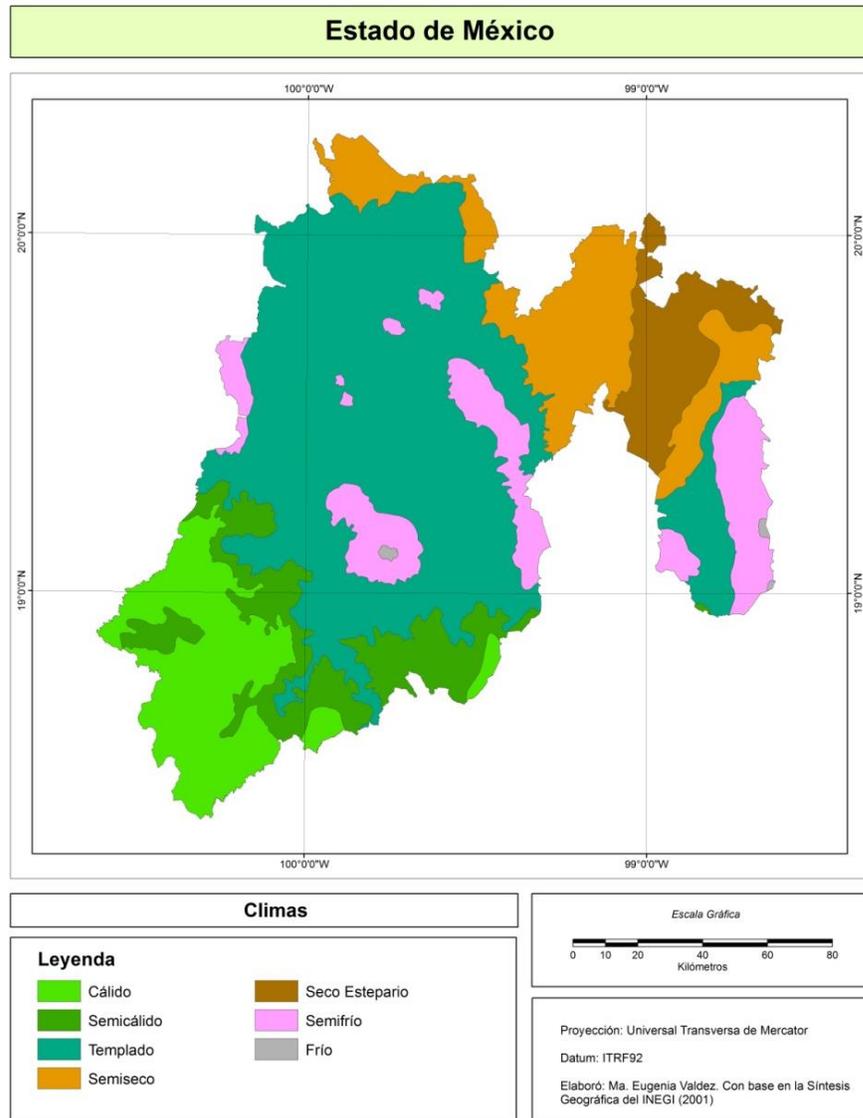
## Clima

Por su latitud geográfica, el Estado de México se ubica en la zona térmica tropical, sin embargo, su variación altitudinal que va desde cerca de los 350 msnm en los límites con el estado de Guerrero (cerca de la Presa Vicente Guerrero), hasta los 5,200 msnm en la parte alta del Popocatepetl, tiene como consecuencia una diversidad climática (Figura 5).

El clima predominante es el templado, puesto que cubre 60% de la superficie total de la entidad, propicia las actividades agropecuarias, así como el establecimiento de los principales centros urbanos. Su influencia está asociada con las topoformas: hacia el sur,

la Faja Volcánica Transmexicana actúa como divisorio, en el sector occidental, el sistema de sierras que parte del municipio de Santo Tomás y bordea los límites con Michoacán, hasta el municipio de El Oro, actúa como límite físico; hacia el oriente comprende la mayor parte de los municipios estatales, con excepción de Chimalhuacán, Ecatepec, Atenco, Tezoyuca, Tecámac y Nezahualcóyotl, mismos que ocupan 2.33% de la superficie total del estado y se ubican en la única área dominada por clima seco, aunque en realidad representan una franja de transición hacia el clima templado.

El clima cálido se concentra en la parte suroeste, abarcando principalmente los municipios de Tlatlaya, Amatepec, Tejupilco, Tonalico y Zumpahuacán, cubre parcialmente Ixtapan de la Sal, Zacazonapan, Otzoloapan, Sultepec y Villa Guerrero (IGEDEM, 2012).



**Figura 5.** Mapa del clima del Estado de México

## RECURSOS NATURALES

### Recurso hídrico

Los acuíferos tanto superficiales como subterráneos constituyen elementos inherentes de la hidrología. El Estado de México se caracteriza por contar con tres de las regiones hidrográficas más importantes del país, Lerma-Chapala-Santiago (RH12) en la parte centro integrada por 32 municipios; Río Balsas (RH18) en el suroeste compuesta por 33 municipios y Alto Pánuco (RH26) en la parte noroeste conformada por 60 municipios (Figura 6).

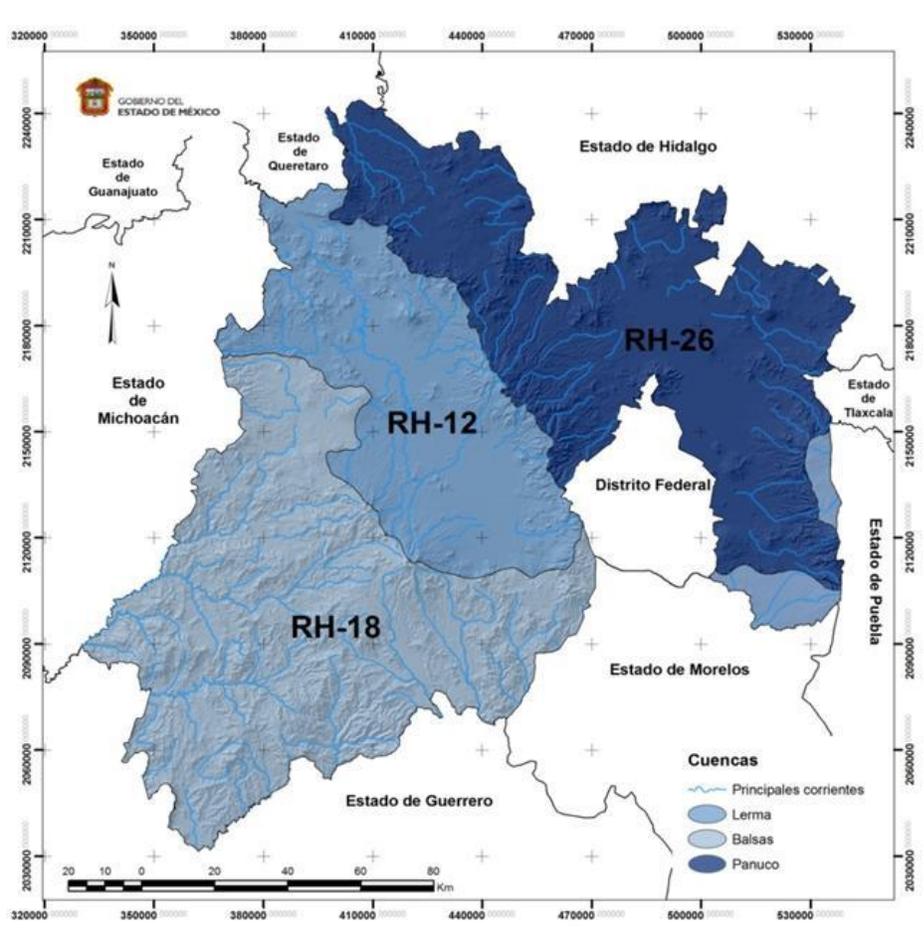


Figura 6. Regiones hidrológicas del Estado de México

Fuente: Base de datos SMAGEM

La RH-26 llamada también Pánuco, cuyos ríos históricamente han llenado los lagos del Valle de México es la zona norponiente de la megalópolis cuyo parteaguas colinda con el Valle de Toluca y que lo divide la Sierra de las Cruces, siendo las cuencas principales el Río Hondo, las microcuencas de la Presa Marín, la Presa Guadalupe y la Presa de la Concepción; del lado oriental se encuentra el Eje Neovolcánico que corresponde a la Sierra de los Grandes Volcanes que son el Iztaccíhuatl – Popocatépetl, del lado sur del Valle de México se encuentra cerrado por la sierra del Chichinautzin.

La región hidrológica RH-12, llamada también Lerma-Santiago cuyos ríos principales drenan de la Sierra de las Cruces hacia el Valle de Toluca corresponde a las partes alta y media de la Cuenca del Río Balsas, una parte de los ríos drenan hacia el estado de Morelos a la altura de los municipios de Atlautla, Ecatzingo, Juchitepec, Ozumba y Tepetlixpa.

La región hidrológica RH-18 que es la llamada Balsas, drena hacia los Estados de Morelos y Guerrero que corresponden a las escorrentías por un lado de la Sierra de Chichinautzin en el rumbo de las Lagunas de Zempoala y la otra, proviene de los deshielos de la Sierra Nevada del Nevado de Toluca, cuyos ríos principales son el Río Chalma que conforman la parte alta del Río Amacuzac.

En la Tabla 2 se enuncian las presas más importantes del estado y sus volúmenes de almacenamiento para el año 2009, donde es posible observar que la sumatoria arroja poco más del 40 por ciento de la capacidad total de almacenamiento, que está estrechamente ligado con la disposición de agua para las actividades primarias.

**Tabla 2.** Almacenamiento de las presas del Estado de México

Fuente: CCVM, 2010

Cuenca hidrológica	Presas	Capacidad		Llenado de la presa (%)
		Total (millones de	Almacenamiento (millones de	

		$m^3$ )	$m^3$ )	
<b>Lerma</b>	José Antonio Alzate	35.312	4.811	13.62
	Ignacio Ramírez	20.499	9.933	48.46
	Tepetitlán	67.623	39.627	58.60
	Fco. Trinidad Fabela	9.927	3.180	32.03
<b>Pánuco</b>	Danxhó	31.046	12.564	40.47
	Huapango	121.300	37.859	31.21
	El molino	7.700	1.182	15.35
	Ñadó	16.800	6.237	37.13
	Taxhimay	42.700	17.854	41.81
<b>Balsas</b>	Villa Victoria	185.731	39.836	21.45
	Valle de Bravo	394.390	202.434	51.33
<b>Total estatal</b>		<b>933.028</b>	<b>375.517</b>	<b>40.24</b>

El análisis de la extracción de agua por cuencas, muestra que los valles de Toluca y México, presentan sobreexplotación de los recursos subterráneos debido a diversos factores, entre ellos la alta concentración de población, la falta de infraestructura de almacenamiento para aprovechar recursos superficiales disponibles, los grandes volúmenes empleados en la agricultura de riego con métodos no tecnificados, la contaminación de las aguas superficiales, la falta de reúso de aguas residuales tratadas y la salida de aguas residuales sin tratamiento a cuencas vecinas (Tabla 3).

**Tabla 3.** Balance de acuíferos en el Estado de México en hectómetros cúbicos (hm<sup>3</sup>).

Fuente: CCVM, 2009

Acuífero	Recarga	Extracciones	Disponibilidad
<b>Zona Metropolitana de la Ciudad de México</b>	512.80	623.80	-111.00
<b>Chalco-Amecameca</b>	79.30	100.30	-21.00
<b>Texcoco</b>	161.00	184.20	-23.20
<b>Cuautitlán-Pachuca</b>	356.70	751.30	-394.60
<b>Villa Victoria-Valle de Bravo</b>	334.90	0.00	334.90
<b>Temascaltepec</b>	100.80	0.00	100.80
<b>Valle de Toluca</b>	336.80	422.40	-85.60
<b>Ixtlahuaca-Atzacomulco</b>	119.00	208.00	-89.00
<b>Polotitlán</b>	46.20	37.80	8.40

Desde la perspectiva de las aguas superficiales la ZMVM se asienta en la cuenca del Río Pánuco. Como se puede observar en la figura XX, las aguas subterráneas en los acuíferos de la Cuenca del Valle de México se encuentran sobreexplotados, el que tiene una mayor presión sobre los recursos hídricos es el acuífero de Texcoco con -857% de déficit, le sigue deficitariamente el acuífero Zona Metropolitana de la Cd. México (ZMCDM) con -347% y el que presenta un menor grado de presión sobre los recursos hídricos es el acuífero Chalco-Amecameca con -73.5%.

Uno de los graves problemas en el estado consiste en que poco más del 73% de la población se concentra en 59 municipios de la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco y el 14.31% en 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Esto ha provocado la sobreexplotación de los acuíferos locales y ha hecho necesaria la construcción de infraestructura para la transferencia de importantes volúmenes de agua desde las cuencas de los ríos Lerma y Cutzamala hacia el Valle de México.

Por su ubicación geográfica el origen de las cuencas y la distribución espacial y temporal de los escurrimientos, sólo se aprovecha el 29% del recurso hídrico, de ahí que el Estado de México sea un generador de escurrimientos y fuente de abastecimiento para las entidades vecinas.

## **Biodiversidad**

La ubicación del Estado de México es determinante en la definición de su biodiversidad. Su integración dentro de las provincias que pertenecen al Eje Transmexicano y Sierra Madre del Sur, le ha permitido contar con amplios contrastes en la elevación de su territorio, desde las zonas cercanas a 350 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 del Río Panuco y cuenca del Río Lerma, respectivamente,

donde es predominante la vegetación de bosques templados, matorrales espinosos, humedales y pastizales de altura, entre otros (Ceballos, 2009).

Todos estos elementos han sido determinantes en la generación de importantes ciclos naturales y servicios ambientales que son base para el desarrollo social y económico del propio estado. Los registros establecen que dentro del estado existen al menos 3,524 especies de plantas y 125 especies de mamíferos y 490 de aves (Tabla 4), lo que es sólo un ejemplo de la magnitud de la riqueza biológica con que cuenta el estado (Ceballos, 2009).

**Tabla 4.** Especies por grupos taxonómicos reportadas en el Estado de México

Fuente: Ceballos, 2009

Grupo Taxonómico	Número de géneros	Número de especies
<b>Algas</b>	209	668
<b>Hongos</b>	236	729
<b>Líquenes</b>	23	48
<b>Pteridofitas</b>	64	252
<b>Coníferas</b>	5	21
<b>Encinos</b>	1	23
<b>Gramíneas</b>	106	405
<b>Orquídeas</b>	59	181
<b>Cucurbitáceas</b>	11	30
<b>Cactáceas</b>	19	55
<b>Plantas acuáticas</b>	24	42
<b>Leguminosas</b>	58	416
<b>Bromeliáceas</b>	6	52
<b>Sinopsis de flora</b>	710	2045
<b>Protozoos</b>	67	133
<b>Rotíferos</b>	58	195
<b>Peces</b>	18	25
<b>Helmintos</b>	18	20
<b>Insectos</b>	79	204
<b>Lepidópteros</b>	310	561
<b>Arctiidae</b>	60	123
<b>Anfibios</b>	14	51
<b>Reptiles</b>	41	93
<b>Aves</b>	274	495
<b>Mamíferos</b>	73	118
<b>Flora útil</b>	359	594

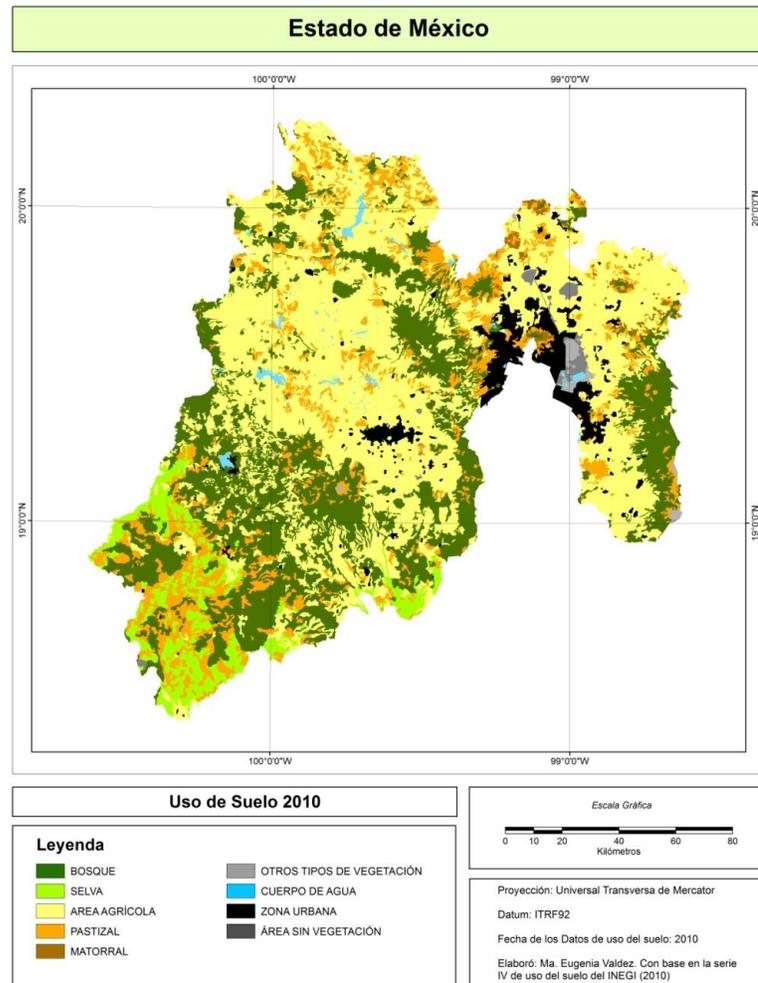
## Uso actual del suelo

El estado, para el año 2010 de acuerdo con la serie IV del INEGI (Tabla 5, Figura 7) clasifica el uso de suelo territorio mexiquense en nueve usos diferentes donde 94,992 ha están ocupadas por zonas urbanas, 18,828 ha por cuerpos de agua, 10,303 sin vegetación y el resto del territorio por algún tipo de cubierta vegetal.

**Tabla 5.** Uso de suelo en el Estado de México para el año 2010

Fuente: Con base en la serie IV de INEGI, 2010

Tipo de Vegetación	Ha
<b>Bosque</b>	625,666.24
<b>Matorral</b>	14,689.56
<b>Pastizal</b>	307,351.92
<b>Agricultura</b>	1,029,083.4
<b>Selva</b>	118,181.4
<b>Cuerpo de agua</b>	18,828.8
<b>Otros tipos de vegetación</b>	14,144.76
<b>Zona urbana</b>	94,992.2
<b>Área sin vegetación</b>	10,303.04
<b>Total</b>	2,233,241.32



**Figura 7.** Uso de suelo en el Estado de México

## Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México<sup>11</sup>.

Los datos de la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna mencionan que el Estado de México es la entidad con el mayor número de Áreas Naturales Protegidas en el país. Suman un total de 1'008,574.04 Has., que representan aproximadamente el 44.85%

<sup>11</sup> Información disponible en:

[http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas\\_naturales\\_protegidas/categorias\\_areas\\_protegidas/index.htm](http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/categorias_areas_protegidas/index.htm)

Consulta realizada en abril del 2015.

del territorio estatal (Tabla 6). De éstas, 13 son de carácter federal, 67 son de carácter estatal y 7 son de carácter municipal.

**Tabla 6.** Principales categorías de las áreas protegidas del Estado de México

Fuente: CEPANAF, 2011

	Categoría	No.	Hectáreas
1	Parques Nacionales	09	65,717.95
2	Parques Estatales	52	596,662.03
3	Parques Municipales	04	185.70
4	Reservas Ecológicas Federales	01	17,038.00
5	Reservas Ecológicas Estatales	12	122,814.13
6	Áreas de protección de flora y fauna	01	56,614.62
7	Áreas de protección de los recursos naturales	01	148,843.04
8	Parques Urbanos	03	28.98
9	Parques sin decreto	06	669.59
	Total	<b>90</b>	<b>1'008,574.04</b>

## Áreas naturales protegidas federales

Las áreas naturales protegidas federales con polígonos en el Estado de México son 13 (ver tabla 7).

**Tabla 7.** Áreas Naturales Protegidas Federales

Condición de acuífero <sup>12</sup>	Nombre del ANP Federal <sup>13</sup>	Municipios
<b>En equilibrio</b>	BOSENCHAVE	VILLA DE ALLENDE, VILLA VICTORIA Y SAN JOSE DEL RINCON.
<b>Sobre-explotado</b>	CIENEGAS DEL LERMA	LERMA, OCOYOACAC, CAPULHUAC, TIANGUISTENCO, ALMOLOYA DEL RIO, ATIZAPAN Y TEXCALYACAC.
<b>En equilibrio</b>	DESIERTO DEL CARMEN O DE NIXCONGO	TENANCINGO, MALINALCO Y ZUMPAHUACÁN.
<b>Sobre-explotado</b>	EL TEPEYAC	TLALNEPANTLA DE BAZ.
<b>Sobre-explotado</b>	INSUR. MIGUEL HIDALGO Y COSTILLA	OCOYOACAC, LERMA Y HUIXQUILUCAN.
<b>Sobre-explotado</b>	IZTACCIHUATL-POPOCATEPETL	TEXCOCO, IXTAPALUCA, CHALCO, TLALMANALCO, AMECAMECA, ATLAUTLA, ECATZINGO.
<b>Sobre-explotado</b>	LAGUNAS DE ZEMPOALA	OCUILAN

<sup>12</sup> La información utilizada para definir los acuíferos como sobre-explotados o en equilibrio se obtuvo de la Comisión Nacional del Agua. Consulta en octubre del 2014. [http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/21/index\\_svg.html](http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/21/index_svg.html).

<sup>13</sup> En cuanto a la información de Áreas Naturales Protegidas la información utilizada proviene de la Conabio. Consulta en octubre del 2014.

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

<b>Sobre-explotado</b>	LOS REMEDIOS	NAUCALPAN DE JUAREZ
<b>En equilibrio</b>	MARIPOSA MONARCA	TEMASCALCINGO, SAN JOSE DEL RINCON, VILLA DE ALLENDE Y DONATO GUERRA.
<b>Sobre-explotado</b>	MOLINO DE FLORES NETZAHUALCOYOTL	TEXCOCO
<b>Sobre-explotado</b>	NEVADO DE TOLUCA	TOLUCA, ZINACANTEPEC, ALMOLOYA DE JUAREZ, AMANALCO, TEMASCALTEPEC, COATEPEC HARINAS, VILLA GUERRERO, VILLA VICTORIA. CALIMAYA Y TENANGO
<b>Sobre-explotado</b>	SACROMONTE	AMECAMECA Y AYAPANGO.
<b>En equilibrio</b>	ZPFTC CUENCAS DE LOS RIOS VALLE DE BRAVO, MALACATEPEC, TILOSTOC Y TEMASCALTEPEC	DONATO GUERRA, IXTAPAN DEL ORO, STO TOMAS, OTZOLOAPAN, VALLE DE BRAVO, SAN JOSE DEL RINCON, TOLUCA. TEMASCALTEPEC

## Población

Una de las características que distingue al Estado de México es su evolución demográfica, cuyas variaciones se relacionan con las modalidades que han adquirido su desarrollo económico y urbano, así como factores de índole geográfico e histórico. Como resultado del alto ritmo de crecimiento demográfico que ha distinguido a la entidad se puede observar en la Tabla 2.7 que desde el año de 1950, representaba apenas el 5.4% de la población nacional, mientras que para el año 2000 esta proporción alcanzó el 13.43%.

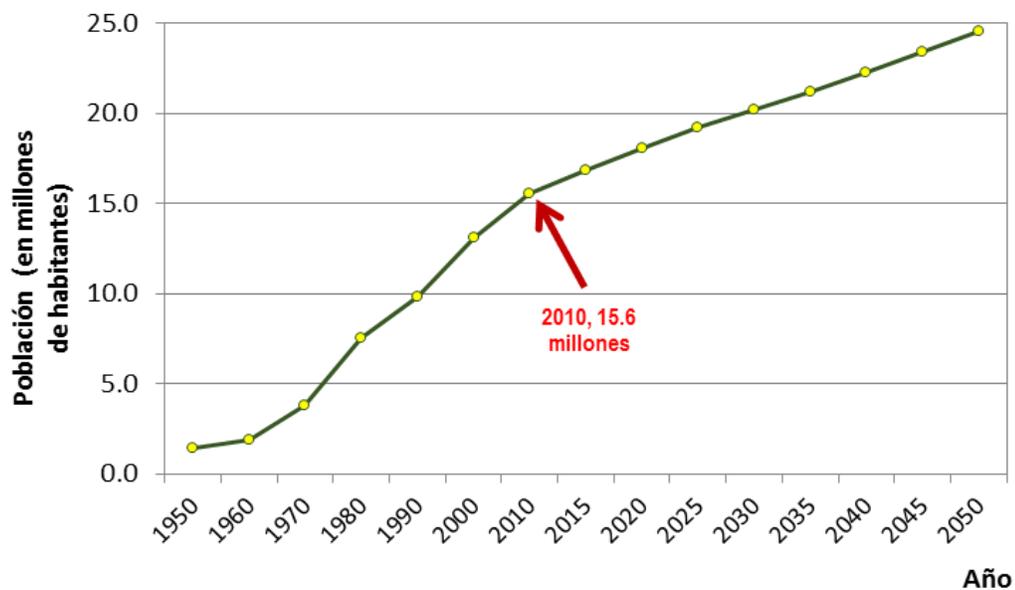
En 2005, la población del Estado de México ascendió a 14, 007,495 habitantes, lo que significa un incremento anual de 182 mil habitantes anuales en el quinquenio 2000-2005. Para el 2010, se contabilizaron un total de 15, 175,862 habitantes, con 7, 396,986 hombres y 7, 778,876 mujeres (Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI, 2011). La tasa de crecimiento anual de la entidad durante el período 2005-2010 fue del 1.6%, por contar con más de 15 millones de habitantes (Tabla 8), ésta tiene el segundo lugar en el país con mayor densidad de población después del Distrito Federal, con 679 habitantes por kilómetro cuadrado.

**Tabla 8.** Población total nacional, estatal y tasa de crecimiento promedio anual del periodo 1950-2010

Fuente: INEGI, 2011

Periodo	Nacional	México	%	TCPA (%)
1950	25,779,254	1,392,623	5.40	-
1960	34,923,129	1,897,851	5.43	3.14
1970	48,225,238	3,833,185	7.95	7.28
1980	66,846,833	7,564,335	11.32	7.03
1990	66,846,833	9,815,795	12.08	2.64
1995	91,158 290	11,707 964	12.84	3.59
2000	97,483,412	13,096,686	13.43	2.27
2005	103,263,388	14,007 495	13.56	1.35
2010	<b>112,336,538</b>	<b>15,175,862</b>	<b>13.51</b>	<b>1.6</b>

De acuerdo a las proyecciones de CONAPO (2010) entre el 2010 y 2020 la tasa de crecimiento promedio anual de 1.5%, alcanzando 18.1 millones de habitantes para el 2020; para el 2030, 20.2 millones con 1.1% de crecimiento promedio anual entre el 2020 y 2030; para el 2040, 22.3 millones y para el 2050, 24.5 millones, con una tasa de crecimiento promedio anual del 0.99% (para cada década) (ver Figura 8).



**Figura 8.** Proyecciones de la población para el periodo 2010 – 2050.

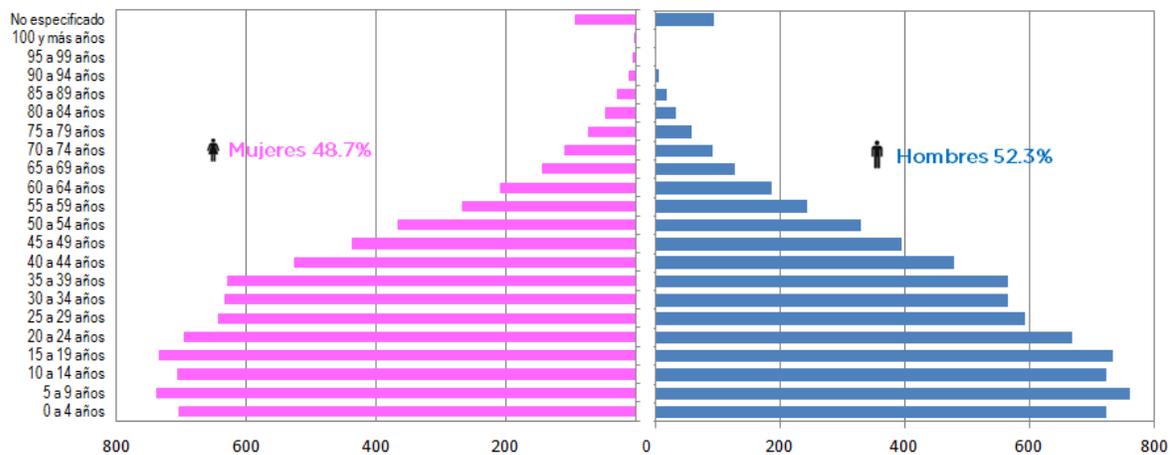
Fuente: CONAPO, 2010

Los niveles de fecundidad de las entidades federativas tenderán a converger en el futuro, de tal suerte que las diferencias serían prácticamente nulas. Para el Estado de México se observó que la Tasa General de Fecundidad disminuyó de 2.56 hijos por mujer en 1995 a 2.18 en el año 2000, 1.77 en el 2010 y de 1.65 para el 2020. El ritmo de descenso previsto para la entidad indica que en 2001 se habría alcanzado el reemplazo intergeneracional, es decir, un nivel donde una mujer procrea, en promedio, sólo una hija a lo largo de su vida reproductiva.

La tasa de natalidad del estado, también muestra una notoria tendencia descendente, pues en 1995 se ubicó en 23.56%, mientras que en 2000 llegó a 20.73%, para el 2005 disminuyó al 18.3% y para el 2010 aumento a 19.6%. Similarmente, la tasa de mortalidad presenta una tendencia ligeramente descendente de 1995 a 2000; en el año 2005 fue de 3.8 por cada mil habitantes, mientras que para el 2010 incrementó a 4.7 por ciento.

Lo anterior indica que el crecimiento natural de la entidad tiende a reducir su ritmo, en tanto que el crecimiento social continúa siendo significativo. Hasta 1980, el Distrito Federal era el principal destino de los migrantes del país, pero a partir de los ochenta fue el Estado de México. En 1995, 46% de los habitantes no eran mexiquenses de nacimiento, en el 2000 el 38.6% de la población estatal era originaria de otra entidad, destacando el D.F. como sitio de procedencia con 23% del total. Durante el periodo 1995–2000 migraron al estado un promedio de 137,640 habitantes por año, 65% provenientes del Distrito Federal. En el periodo 2000-2005 se estimó una inmigración de 417,413 habitantes y una emigración del orden de 300,042 habitantes, resultando un saldo migratorio de 117,371 habitantes en cinco años. Del 2005 al 2010 migraron 160,853 habitantes por año, una inmigración de 583,607 habitantes y una población emigrante de 939,141 habitantes.

En lo que respecta a los rangos de edad y género de la población mexiquense, el estado es considerado de edad media ya que el mayor porcentaje de la población va de los 0 a 39 años de edad con 63.3% del total de la población. En la Figura 9, se puede observar que el 52.3% corresponde a la población masculina, mientras que el 48.7% a la población femenina.



**Figura 9.** Pirámide poblacional del Estado de México (miles de habitantes)

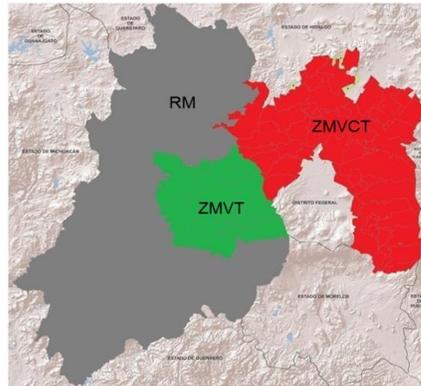
Fuente: INEGI, 2011

En cuanto a la estructura por edades de la población, en el último quinquenio, se aprecian disminuciones en los grupos de edad más bajos, derivadas de las menores tasas actuales de crecimiento, así como por el ensanchamiento consecuente de la parte media de la pirámide, es decir, la que corresponde a la población en edad de trabajar.

### Distribución de la población en zonas metropolitanas

La mayoría de los habitantes viven en localidades urbanas siendo éstas el 87% del total y sólo 13% las zonas rurales, concentrándose la mayor parte de la población en los

municipios metropolitanos. Bajo esta distribución y concentración, el territorio estatal está dividido en tres zonas denominadas como Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán- Texcoco (ZMVCT), Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) y el resto de los municipios (RM) (Figura 10).



**Figura 10.** Mapa de las zonas metropolitanas

La ZMVCT concentra casi el 74% de los habitantes y sus localidades son principalmente urbanas. Por su parte, la ZMVT alberga en su territorio poco más del 14% de la población del estado, los municipios restantes albergan al 12% de los habitantes, esta zona es más extensa en su territorio y la mayoría de sus localidades son rurales. Cabe señalar que a partir del 2003 se ampliaron las ZMVCT y ZMVT al pasar la primera de 18 a 59 municipios y la segunda de 9 a 22 municipios. De los diez municipios más poblados del estado (Tabla 9), nueve pertenecen a la ZMVCT y sólo el municipio de Toluca, capital del estado se ubica en la ZMVT.

**Tabla 9.** Municipios más poblados del Estado de México Fuente: INEGI, 2011

Núm.	Municipio	Habitantes
1	Ecatepec de Morelos	1, 656, 107
2	Nezahualcóyotl	1, 110, 565

3	Naucalpan de Juárez	833, 779
4	Toluca	819, 561
5	Tlalnepantla de Baz	664, 225
6	Chimalhuacán	614, 453
7	Tultitlán	524, 074
8	Cuautitlán Izcalli	511, 675
9	Atizapán de Zaragoza	489, 937
10	Ixtapaluca	467, 361

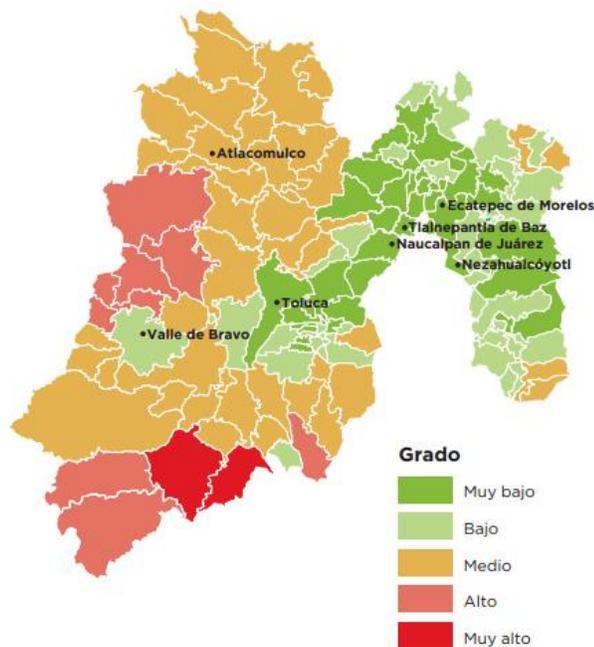
## Índices de marginación y pobreza

La pobreza es el conjunto de carencias que sufre una persona, familia o comunidad en dimensiones que afectan a su bienestar y desarrollo. En el caso de México, la Ley General de Desarrollo Social (LGDS) establece ocho indicadores para medirla; la pobreza en el Estado de México se manifiesta principalmente de dos maneras: la pobreza multidimensional extrema, la cual se asocia geográficamente con las zonas rurales y la pobreza multidimensional moderada, que se presenta principalmente en las dos grandes zonas metropolitanas de la entidad.

Con base en información del CONEVAL, en el año 2010, aproximadamente 6.5 millones de mexiquenses vivían en condiciones de pobreza multidimensional, lo que representa el 43% de la población total de la entidad. Bajo estos parámetros, el Estado de México ocupa la decimoséptima posición entre las entidades federativas. Asimismo, se estimaba entonces que más de 11.5 millones de habitantes tenían al menos una carencia social, siendo la más frecuente el acceso a la seguridad social, careciéndola el 58.9% de la población. Éste índice es similar al promedio nacional, el cual se ubica en 60.7%. En términos comparativos, las carencias sociales en el contexto estatal no son significativamente diferentes a las del resto del país. Por su parte, los indicadores de

rezago educativo, así como el de calidad y espacios de vivienda, presentan en la entidad un mejor desempeño que la media nacional (GEM, 2011).

Por otro lado, la marginación de una comunidad se define como la dificultad de propagar el progreso técnico, así como su exclusión del proceso de desarrollo y sus beneficios. Conforme a las definiciones y mediciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO) divide la marginación sobre el territorio en muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto como se puede apreciar en la Figura 11, así mismo en promedio el Estado de México tenía en 2010 un índice de marginación bajo en relación con el resto del país.



**Figura 11.** Grado de marginación por municipio. Fuente: GEM, 2011.

Considerando los componentes que conforman el índice de marginación del CONAPO, la entidad destacó positivamente en indicadores como cobertura de energía eléctrica y viviendas con piso de cemento. Cabe resaltar que el problema de marginación que más

afecta a la población es el hacinamiento, ya que el 37.9% de la población vive en esta condición (GEM, 2011).

Los municipios con muy alta marginación son Sultepec y Zacualpan y los de alta marginación son Tlatlaya, Amatepec, Zumpahuacán, Ixtapan del Oro, Donato Guerra, Villa de Allende, Villa Victoria, San José del Rincón y San Felipe del Progreso y el resto de los municipios se dividen entre medio, bajo y muy bajo grado de marginación. Más del 65% de los ayuntamientos con niveles de marginación alta y muy alta cuentan con menos de 40 mil habitantes, esta situación se debe a la carencia de infraestructura social que aún padecen estas áreas rurales, siendo menos del 10% de los municipios mexiquenses los que presentan severas carencias de marginación.

## Educación

La educación es un proceso por el cual los individuos asimilan, entienden y razonan conocimientos y habilidades que permiten un desarrollo pleno y su integración productiva y cultural en la sociedad. La educación debe contribuir a la formación de una ciudadanía capaz de enfrentar de manera crítica los retos económicos, sociales, políticos y culturales del mundo globalizado en el que vivimos (GEM, 2011).

El sistema educativo del Estado de México es el más grande del país y esto se constata al brindar atención a cerca de 4.5 millones de estudiantes en el ciclo escolar 2010-2011, impartiendo educación en los subsistemas de preescolar, primaria, secundaria, media superior, superior, así como la no escolarizada (Tabla 10).

La educación preescolar ha experimentado avances significativos en los últimos años, sin embargo, su cobertura aún es baja, ya que de los niños en edad de cursar este nivel escolar, sólo el 71.8% están inscritos. La educación primaria es el nivel con mayor población en la entidad, ya que da servicio a más de 1.9 millones de estudiantes que son atendidos por alrededor de 68 mil profesores, es decir, existe una relación de un docente por cada 29 alumnos. La cobertura de este subsistema y su eficiencia terminal son de

97.3 y 94.6% respectivamente. Si bien estos porcentajes pueden considerarse elevados, son inferiores a los registrados en otras entidades.

Respecto a la educación secundaria, es importante destacar el aumento registrado de la eficiencia terminal entre los ciclos escolares 2004-2005 y 2010-2011, que alcanzó un 83.9%. Aunque este porcentaje coloca a la entidad en el décimo lugar entre las entidades federativas, demuestra también una de las problemáticas del sistema educativo mexicano. La educación secundaria es obligatoria, pero tiene una cobertura de 96.3%, donde cinco de cada seis personas que se inscriben logran concluirla (GEM, 2011).

Por su parte, el nivel medio superior en la entidad está compuesta por múltiples subsistemas que en conjunto, atienden al 61.2% de la juventud mexiquense. Aunado a su cobertura, sólo tres de cada cinco mexiquenses que comienzan a estudiar este nivel logran graduarse, esto porque los jóvenes abandonan el nivel educativo debido a que la situación económica de su familia no les permite solventar sus estudios, debiendo colaborar en las labores del hogar o participar en alguna actividad económica. Por otro lado, los jóvenes en algunos casos optan por abandonarlo por considerar que cursarlo no les dará mayores oportunidades y buscan ingresar al mercado laboral de manera anticipada, en muchos casos sin éxito.

Finalmente, la escuela superior estatal está integrada por 513 instituciones. En el ciclo escolar 2010-2011 se atendieron a 313 mil 500 estudiantes, de los cuales 296 mil 300 estaban inscritos en licenciaturas. A causa de ello, la enseñanza superior plantea importantes retos para el gobierno estatal, puesto que, actualmente, sólo dos de cada 10 mexiquenses en edad de estudiar este nivel educativo están inscritos. (GEM, 2011).

**Tabla 10.** Sistema educativo del Estado de México ciclo escolar 2010-2011. Fuente: GEM, 2011

Preescolar	Primaria	Secundaria	Media Superior	Superior	No Escolarizada	Total
------------	----------	------------	----------------	----------	-----------------	-------



<b>Alumnos</b>	575,709	1,953,149	816,756	514,099	313,479	310,617	4,483,809
<b>Docentes</b>	24,392	68,395	43,590	37,411	32,925	16,390	223,103
<b>Alumnos por docente</b>	24	29	19	14	10	19	20
<b>Escuelas</b>	8,194	7,769	3,611	1,416	513	1,897	23,400
<b>Alumnos por escuela</b>	70	251	226	363	611	164	192
<b>Cobertura</b>	71.8%	97.3%	96.3%	61.2%	21.7%	nd	71.2%
<b>Eficiencia terminal</b>	nd	94.6%	83.9%	60.2%	nd	nd	nd

## Salud

La salud no sólo consiste en la ausencia de afectaciones y enfermedades, sino en un estado general de bienestar físico y psicológico. De la misma manera, un sistema de salud eficiente no sólo debe tratar padecimientos y enfermedades, sino debe constituir un instrumento de prevención y detección oportuna que fomente estilos de vida saludables.

En el Estado de México, la población derechohabiente a la seguridad social es superior a 8.8 millones, alrededor del 58.1% de la población. Las instituciones que otorgan esta prestación en la entidad son el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y el Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMyM). Adicionalmente, otras entidades que proveen servicios médicos son el Instituto de Salud del Estado de México (ISEM), el Instituto Materno Infantil del Estado de México (IMIEM) y el Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia del Estado de México (DIFEM) (GEM, 2011).

Con base en información del CONEVAL (2010), se observa que la cobertura de seguridad social no es homogénea en la entidad, pues existen municipios como Hueyapoxtla,

Chiconcuac, Capulhuac, Tequixquiac, Tepetlixpa, Valle de Chalco Solidaridad, Tezoyuca, Otumba, Atenco, Chiautla y Chimalhuacán, cuyo nivel de cobertura es inferior al 25.0% del promedio estatal.

Para hacer frente a las necesidades de salud en la entidad, en el año 2010 habían 1,786 unidades médicas, de las cuales 1,540 forman parte del sistema de atención para la población abierta. La capacidad de atención se concentra en unidades de consulta externa, pues sólo existen 77 unidades de atención hospitalaria general y 15 unidades de atención especializada. Con base en el Boletín de Información Estadística de la Secretaría de Salud (SS), se observa que los recursos físicos y el material médico del sistema de salud estatal son insuficientes. En términos de consultorios y camas censables, por cada 1,000 habitantes, el nivel de recursos de la entidad es inferior al promedio nacional en más de 35.0%. La comparación es de especial relevancia en cuanto al número de quirófanos disponibles por cada 100,000 habitantes, pues en el Estado de México el valor es de 1.6 y a nivel nacional es de 3.2. Diferencias aún más importantes se observan en el equipo especializado como tomógrafos y mastógrafos (GEM, 2011).

## Economía

El Estado de México se localiza al centro-sur de la República Mexicana por lo tanto cuenta con una ubicación geográfica estratégica, además de un alto nivel de desarrollo logístico, de infraestructura, razón por la cual es un estado propicio para llevarse a cabo casi todas las actividades económicas. Esta situación es ventajosa porque cuenta con el capital humano y los recursos naturales dentro de la misma entidad (GEM, 2011).

El Estado de México ocupa el segundo lugar a nivel nacional, por su aportación de \$1,172.5 mil millones en el año 2010 un poco más del 10% anual del Producto Interno

Bruto (PIB); de un tamaño similar a la de República de Colombia, si se toma en cuenta como indicador el poder adquisitivo de los mexicanos, situándose como uno de los motores principales de crecimiento económico del país por debajo del Distrito Federal (DF) y adelante de entidades como Nuevo León, Jalisco y Veracruz. (GEM, 2011).

El crecimiento de la economía de un Estado depende principalmente de dos factores: la fuerza laboral y la productividad, para la primera el estado cuenta con 6 millones 153 mil personas activas superando a la población total, que hay en los estados de Querétaro, Morelos e Hidalgo, aportando al país un 14% de personas activas de 42 millones 846 mil personas activas que haya nivel nacional. Y por último en el tema de la productividad la industria manufacturera mexicana aporta cerca del 16% de la producción total del país.

## Infraestructura

El sector de infraestructura es un factor determinante de la competitividad y, en última instancia, del crecimiento económico. Por ejemplo, la infraestructura en transporte, las obras hidráulicas o la provisión de energía son sólo algunos aspectos que incrementan directamente el bienestar de los hogares. De esta forma, la inversión en este tipo de obras constituye un elemento esencial del proceso de desarrollo económico, el cual contribuye en última instancia a elevar el bienestar de la gente.

Un tema también muy importante en el desarrollo de la economía de un estado es la infraestructura, respecto a la industria el estado cuenta con 64 de 342 desarrollos industriales del país. La actividad empresarial de la entidad la ubica en el segundo lugar a nivel nacional dado el número de parques y zonas industriales en el territorio (85 zonas industriales al 2009), sólo por debajo del Estado de Baja California, concentrando el 16% del total de los desarrollos industriales del país (Figura 12) (GEM, 2013).

Los municipios en los que se concentra la mayor parte de la actividad industrial de la entidad son Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla de Baz, Ecatepec de Morelos, Toluca,

Nezahualcóyotl, Cuautitlán Izcalli, Atizapán de Zaragoza, Tultitlán, La Paz y Texcoco, que en conjunto representa 68% del empleo y en su territorio se localiza 59% de las empresas (SMAGEM, 2007). Actualmente el número de establecimientos industriales que la agenda estadística básica del Estado de México menciona al 2011 corresponden al 10.98 % del total nacional.

En general hay 55 diferentes giros en la industria del Estado de México y se reportan 280 empresas registradas en 13 parques industriales y las actividades más comunes en orden de importancia son la industria química (10% de total de empresas), la industria plástica (7%), de servicios (5%), la industria metal-mecánica (5%), la textil (4%), la industria de la confección (4%), las comercializadoras y la industria automotriz, así como la industria de alimentos y bebidas (estas últimas con el 2% de la participación cada una), cabe destacar que una de las asociaciones empresariales más importantes del Estado de México es CANACINTRA. Existen 176 empresas de origen nacional, 11 de origen combinado y 26 de origen extranjero, sin embargo hay 67 empresas de origen no determinado (GEM, 2013).



**Figura 12.** Zona Industrial Lerma e Industria en la ZMVCT

En materia de sistemas de transporte ferroviario, se cuenta con 1,304 km. de vías. La densidad de red carretera se encuentra entre las más altas del país, el porcentaje de la red carretera de cuatro carriles es de 11.1% (decimosegunda posición entre las entidades federativas) y cuenta con 14,149 km. de carretera (GEM, 2011 a). Tocante al sistema de transporte aéreo, la entidad cuenta con un aeropuerto internacional con múltiples destinos nacionales e internacionales y cuenta 4 aeródromos.

Para la distribución de alimentos básicos cuenta con tres centrales de abasto de las 16 que hay en el país (SEDECO, 2010).

En infraestructura hidráulica ésta presenta resultados promedio, ya que la cobertura de agua entubada asciende a 94.0% y la de drenaje a 93.6 por ciento.

## Productividad

La productividad total de la mano de obra en el Estado de México es 29% inferior a la registrada a nivel nacional. Este indicador ubica a la entidad en el vigesimocuarto lugar entre las entidades federativas. A nivel sectorial, la productividad del sector agrícola es 19% inferior a la del país, mientras que la del sector industrial se ubica 32% abajo del nivel nacional. El sector inferiormente ubicado es el de servicios, ya que su productividad es inferior al 36 por ciento (GEM, 2011).

Los sectores en la entidad con mayor productividad relativa son las industrias del sector secundario, tales como la producción de bebidas y tabaco, de alimentos, la confección de vestidos y la producción de productos metálicos. En estos sectores de alta productividad relativa labora aproximadamente el 11% de la población. Respecto a los servicios, sólo tres sectores registran una productividad significativamente mayor que el promedio nacional: la construcción, el comercio al mayoreo de alimentos y abarrotes, así como la captación, suministro y tratamiento del agua.

Por otra parte, los sectores de baja productividad corresponden esencialmente al sector agrícola y servicios. A pesar de ello, la entidad ocupa el primer lugar en producción de haba verde, chícharo, tuna y manzanilla, con una aportación al volumen de producción nacional del 66, 58, 43 y 66%, respectivamente; el segundo en avena forrajera, durazno y maíz forrajero con un aporte a la producción nacional del 14, 19 y 12%, respectivamente; el tercero en producción de maíz grano, con una aportación del 8.6% a la producción nacional. Asimismo, las hortalizas aportaron \$2.8 mil millones al valor de la producción agrícola estatal, lo que representa el 13% generado en la entidad; las especies florícolas produjeron un valor de \$5.5 mil millones, que representan el 25% del total estatal. Finalmente, en el sector pecuario, la ovinocultura ocupa el primer lugar en el país con cerca de 1.1 millones de cabezas (GEM, 2011 a).

En lo que respecta al sector servicios, destacan cinco actividades que concentran el 37% de la población laboral. La productividad del comercio al menudeo de abarrotes, la de alimentos y la del comercio al menudeo en general representan el 89, 84 y 83% a nivel nacional. Asimismo, los servicios personales, que comprenden actividades tales como la reparación y el mantenimiento, así como las relacionadas con otras asociaciones y organizaciones, tienen una productividad sólo del 63% a nivel nacional. Dado el número de personas que trabajan en estos sectores, su baja productividad incide negativamente en la producción estatal. Cabe destacar que en los sectores de alta productividad relativa, la entidad ha desarrollado una ventaja respecto al resto del país y, en principio, resultaría atractivo para las empresas de estos ramos que se ubicaran en el territorio estatal. Sin embargo, estas industrias no son necesariamente las que mayor empleo generan; de hecho, únicamente el 11% de la fuerza laboral trabaja en los sectores de alta productividad relativa (GEM, 2011 a).

## Servicios y vivienda

La definición de una vivienda digna es subjetiva hasta cierto punto; sin embargo, organismos como la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) han formulado criterios para clasificarla de manera específica, valorando su calidad y espacios. Con base en este criterio, se estima que 1.96 millones de mexiquenses viven con carencias de calidad y espacios en su vivienda. La carencia de vivienda se concentra de manera importante en la en los municipios como, Zacualpan, Sultepec, Donato Guerra, Zumpahuacán, Nextlalpan, Ecatingo, San José del Rincón, Sultepec, Atlautla, Villa de Allende y Luvianos. En estos municipios más del 30% de la población habita una vivienda precaria. En términos absolutos, los municipios de Ecatepec de Morelos, Nezahualcóyotl, Chimalhuacán y Naucalpan de Juárez concentran cada uno más de 100 mil habitantes en esta situación.

De acuerdo con el CONAPO, cerca del 3.9% de los mexiquenses residen en viviendas con pisos de tierra. La región que presenta este problema en mayor grado es la constituida por los municipios de Ixtapan, Tlatlaya, Amatepec y Zumpahuacán. Respecto a los espacios con los que cuenta la vivienda, es importante mencionar que, bajo los criterios del CONAPO, que establecen una ocupación máxima de dos personas por dormitorio, en más de 110 municipios se presentan porcentajes de población en condiciones de hacinamiento superiores al 30 por ciento.

Adicionalmente a los temas de calidad de los materiales y a los espacios de la vivienda, son los servicios básicos con los que cuentan las zonas residenciales sean los requeridos para propiciar un desarrollo social adecuado. La CONAVI define a una vivienda con carencias, en cuanto al acceso a servicios básicos.

Con base al criterio de la CONAVI, el 15.8% de la población estatal presenta carencia en el acceso a los servicios básicos. Si bien esta proporción es inferior a la media nacional, a nivel regional los indicadores muestran marcados contrastes. Por ejemplo, más de 85 municipios se encuentran por arriba del nivel promedio del indicador y más de la mitad de la población de 25 ayuntamientos presenta estas carencias. Asimismo, en municipios

como Tlatlaya, Sultepec, Zacualpan, San Felipe del Progreso, San José del Rincón, Luvianos y Amatepec, tres de cada cuatro de sus habitantes carecen de los servicios básicos.

Con relación a los servicios de agua potable, alcantarillado y electricidad, la cobertura estatal es alta. Por ejemplo, de acuerdo con el CONEVAL, en el año de 2010, el 91.8% de la población contaba con agua entubada y de acuerdo al CONAPO el 96.8% con drenaje. El mayor número de afectados por la falta de estos servicios se encuentra en poblaciones rurales y de difícil acceso. En particular, los municipios de Tejupilco e Ixtapan de la Sal presentan el mayor déficit. Por otra parte, los asentamientos irregulares en la ZMVCT también registran un déficit significativo en los servicios de agua entubada y alcantarillado. Respecto a la cobertura de electricidad, 99.2% de la población cuenta ya con este servicio. De manera general, las poblaciones con déficit se relacionan con los municipios que presentan alta y muy alta marginación.

## Desechos

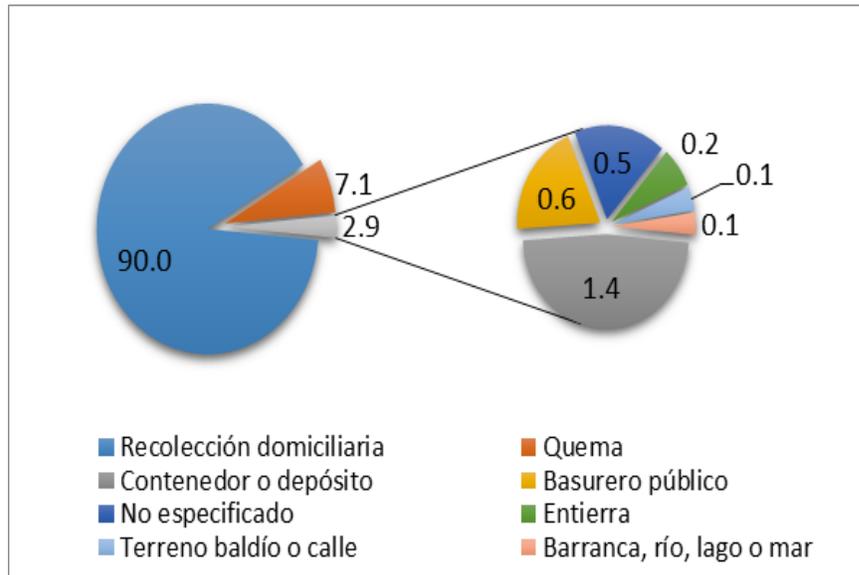
En lo referente a los residuos sólidos urbanos (RSU), se conoce que de los 125 municipios del Estado, 123 cuentan con servicio de recolección (se cubre el 86% de la población) y disposición final (Figura 13) y en 16 de ellos existe tratamiento de RSU, los municipios donde se recolectan mayores volúmenes diarios son Naucalpan de Juárez, Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán, Ixtapaluca, Nezahualcóyotl, La Paz, Toluca, Zumpango, Texcoco, Tlalnepantla de Baz, Valle de Chalco, Chicoloapan, Chimalhuacán, Ecatepec y Nicolás Romero (INEGI, 2013 a).



**Figura 13.** Tiradero en Huehueteca

Es necesario distinguir entre aquellos residuos generados y aquellos recolectados, ya que aquellos que no son recolectados son emisores de GEI que además contaminan recursos naturales como el suelo y el agua; en contraparte los residuos que son recolectados pueden ser aprovechados y por ende la reducción de emisiones se hace más factible. En este sentido, se conoce que la cantidad de RSU recolectados diariamente es de 15,339.45 t contra las 17,298.63 t que se generaron en el año 2010 (SEMARNAT, 2013).

Un factor determinante entre la generación y la recolección es la forma en que son dispuestos los RSU y al respecto, como se muestra en la Figura 14, el 90% es mediante recolección domiciliaria y 7% la quema, siendo otras formas de desechar los residuos menos comunes (INEGI, 2010). En este aspecto el 10% que no recurre al servicio público de recolección domiciliaria es por no contar con el servicio o porque éste es ineficiente (frecuencia del servicio), por cuestiones culturales u otras razones que es necesario considerar en las acciones para reducir el volumen de residuos que se quedan sin manejo.



**Figura 14.** Forma de desechar los RSU, 2010 (%) Fuente: INEGI, 2010.

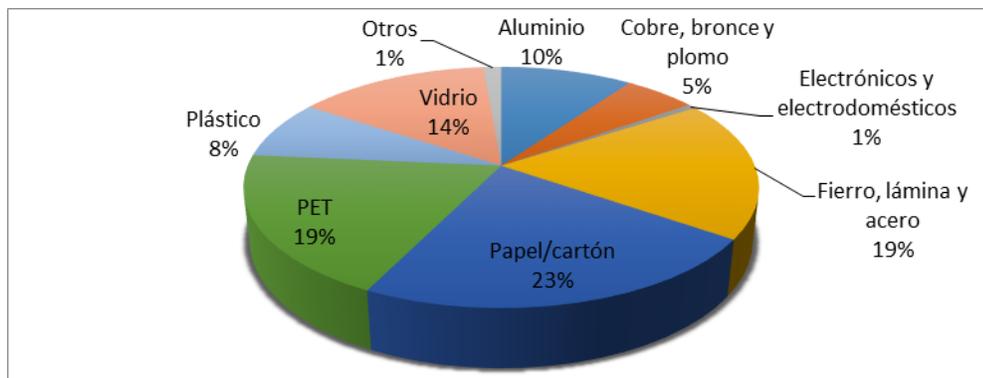
Por otro lado, de la cantidad de RSU recolectados, únicamente el 15% es selectiva y el 85% de manera no selectiva, el porcentaje de recolección selectiva a nivel nacional corresponde al 11% (INEGI, 2013 a), es decir el Estado de México supera al porcentaje nacional, sin embargo es una cantidad que puede representar un área efectiva para la reducciones emisiones de GEI debido a que la separación de RSU promueve el reciclaje y el incremento de la eficiencia de disposición de residuos.

De acuerdo a INEGI (2013 b) y SEMARNAT (2013), en el 2010, la infraestructura o sitios de disposición temporal o permanente (final) de los RSU con que se contaba eran 2,188 vehículos de recolección, 23 estaciones de transferencia, 43 centros de acopio distribuidos en 12 municipios y 79 sitios de disposición final, de los cuales 13 son rellenos sanitarios, 28 sitios controlados y 38 sitios no controlados (Figura 15) (incluye tiraderos a cielo abierto). Al respecto, la disposición estimada de RSU en el 2010 correspondió a 3, 651,000 t de residuos (57%) en sitios controlados y 2, 833,000 t de residuos en sitios no controlados con reciclaje.



**Figura 15.** Tiraderos clandestinos y desecho en barrancos, fotografía de Zumpango

Acerca del reciclaje, ya se mencionó que en el 2010 había 43 centros de acopio, que de acuerdo con el INEGI (2013 b), estos recolectan diariamente 6,773 Kg de papel y cartón, 5,720 Kg de PET y 5,606 Kg de fierro, lámina y acero, principalmente, como se muestra en la Figura 16, siendo otros residuos recolectados en menor proporción, el total de este volumen anualmente suma 10,902 t, sin contar aquellos residuos que se acopian de manera informal o al interior de las viviendas de manera independiente, conocer estas cantidades brinda un panorama sobre lo que más se acopia y el potencial de valorización o reciclaje de cada tipo de residuo.

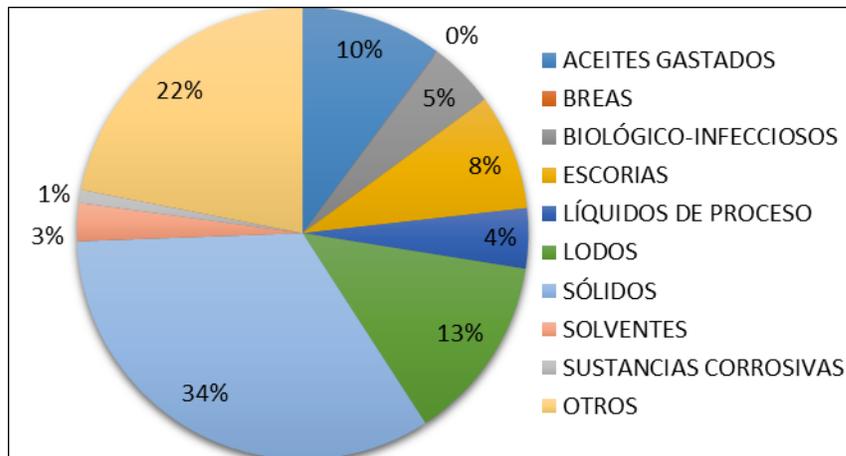


**Figura 16.** Porcentaje de materiales valorizables recolectados según su tipo, 2010

Fuente: INEGI, 2013 c

En lo que respecta residuos peligrosos (RP) y de manejo especial (RME), que de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, se incluyen residuos de materiales de construcción, salud, generados en actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, transporte, del tratamiento de aguas residuales.

Al respecto existen 3,958 empresas generadoras de Residuos Peligrosos registradas en el Padrón de Generadores de SEMARNAT, se estima que al año 2013 pueden generar 41,037.13 t de residuos peligrosos, de los cuales las actividades o sectores que más generarían son el químico (30%). Como se muestra en la Figura 17, por tipo de residuo los de mayor generación son con 13,772.91 t los sólidos (telas, pieles o asbesto, de mantenimiento automotriz, con metales pesados, tortas de filtrado y otros), 5,468.83 t de lodos (aceitosos, galvanoplastia, procesos de pinturas, templado de metales, tratamiento de aguas residuales y otros), 4,170.68 t de aceite (dieléctricos, lubricantes, hidráulicos, solubles, templado metales y otros), 3,401.09 t de escorias, 1,943.67 t de residuos biológico-infecciosos (cultivos y cepas, objetos punzocortantes, patológicos, no anatómicos y sangre), 1,767.04 t de líquidos de proceso, 1,123.20 t de solventes, 380.40 t de sustancias corrosivas, 14.65 t de breas (las cuales no figuran en unidades de porcentaje) y 8,994.66 de otros RP (Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, 2013).



**Figura 17.** Porcentaje de Residuos Peligrosos por tipo

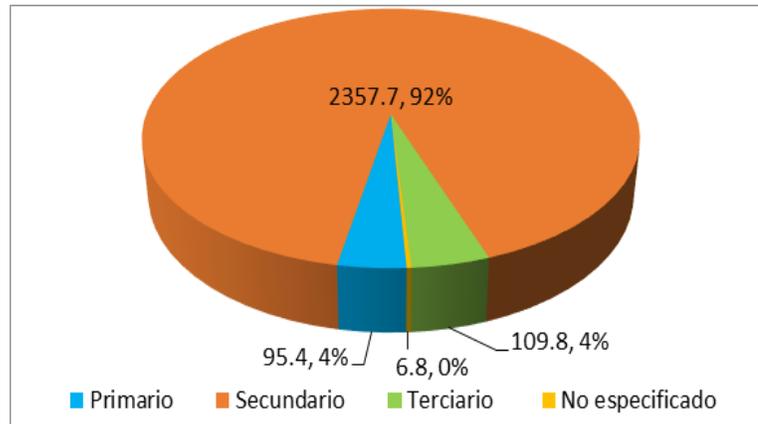
Fuente: Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. 2013

A nivel de entidad federativa, la infraestructura autorizada para la recolección y transportación de RP fue de 246 toneladas, que cubren el 32.7% del total y para el reciclaje la capacidad instalada autorizada fue de 202, 280 t (14.6%) de acuerdo con la SEMARNAT (2013 b).

Así mismo, otro tipo de desechos son los que se refieren a las aguas residuales, al respecto, se conoce que a nivel nacional, de acuerdo con la CONAGUA (2012), existen 2,289 plantas en operación y procesan un caudal de 97.6 m<sup>3</sup>/s, equivalente al 46.5% del total de las aguas residuales colectadas en los sistemas formales de alcantarillado municipales, estimado en 210 m<sup>3</sup>/s. Así mismo, el agua residual generada en el estado fue de 26,169 l/s (equivalente a 26.17 m<sup>3</sup>/s), de ésta, el agua residual colectada fue de 23,719 l/s, la capacidad instalada en operación en 139 plantas es de 8,743 l/s, de los cuales el caudal tratado es de tan sólo 6,493.9 l/s, siendo la cobertura de tratamiento del 27.4 % del agua residual colectada y 24.8 % del agua residual generada, esta cifra lo coloca en uno de los estados con menor cobertura de tratamiento, a pesar de su alto caudal de tratamiento y capacidad instalada.

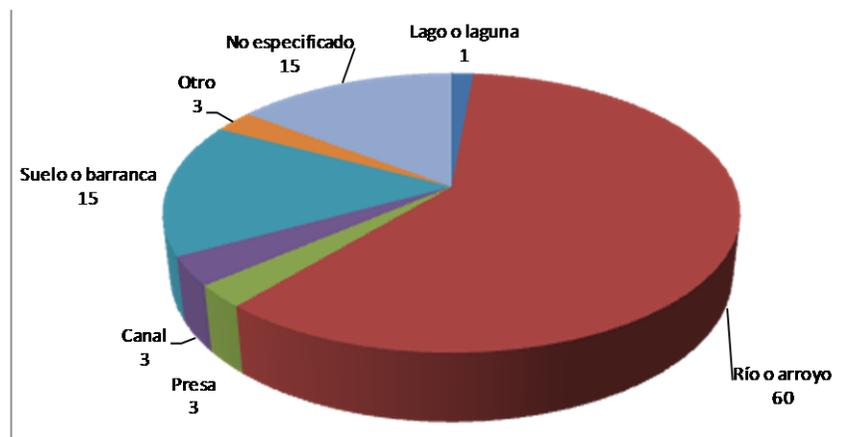
Cabe mencionar que las aguas residuales de origen urbano provienen de las viviendas, edificios públicos y de la escorrentía urbana que se colecta en el drenaje. Sus principales contaminantes son nutrimentos (nitrógeno y fósforo), organismos patógenos (bacterias y virus), materia orgánica, detergentes, metales pesados, sustancias químicas orgánicas sintéticas, hormonas y productos farmacéuticos (Silk y Ciruna, 2004 en SEMARNAT, 2013b). De ahí que el tratamiento es muy importante para reducir no sólo la carga de contaminantes y su afectación ambiental sino también la velocidad en que efectúa el proceso de descomposición que se evidencia en la emisión de gases. El tipo de tratamiento, al respecto se hace fundamental para eliminar las sustancias de desecho del agua, existen diferentes, pero en la entidad, son principalmente mediante lodos activados, tratamiento dual y las lagunas de estabilización, que en conjunto tratan el 95% de las aguas residuales (de 6,493.9 l/s totales), el resto tuvo otro tipo de tratamiento.

Existen 330 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales, con una capacidad instalada de 3,665 l/s y una capacidad en operación de 2,569.7 l/s. Los tipos de tratamiento a los que se pueden someter las aguas residuales industriales son tres: tratamiento primario, secundario y terciario (Figura 18). El tratamiento que más caudal trata es el secundario con 2,357.7 l/s y se aplica en 190 plantas. Le sigue el tratamiento terciario que trata un caudal de 109.8 l/s, en 13 plantas. El tratamiento que menor caudal trata es el primario y se aplica en 124 plantas, a pesar de que éstas son más que aquellas con tratamiento terciario. Así mismo otras plantas que no especificaron el tipo de tratamiento son tres y tratan 6.8 l/s.



**Figura 18.** Porcentaje de tratamiento de aguas residuales de origen industrial por proceso, 2011  
Fuente: CONAGUA, 2012.

En lo que se refiere a la descarga de aguas sin tratamiento en la Figura XX muestra que, en 2010 y de acuerdo a INEGI (2013), se registraron 271 puntos de descargas de aguas residuales sin tratamiento en la entidad; el 60% de éstos se localiza en ríos y arroyos (Figura 19).



**Figura 19.** Distribución porcentual de los puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, según tipo de cuerpo receptor, 2010  
Fuente: INEGI, 2013 c

Siete municipios concentran 42% del total de puntos de descargas de aguas residuales, siete municipios concentran 42% del total de puntos de descargas de aguas residuales sin tratamiento en ríos y arroyos de la entidad (Fig. 20): Naucalpan de Juárez, Cuautitlán Izcalli, Nezahualcóyotl, Ixtapaluca, Cuautitlán, Capulhuac y Atlacomulco.



Figura 20. Canal de desagüe. Planta Lerma

En lo que respecta a la generación de lodos, considerando los 39 municipios donde se trata al menos una parte de sus aguas residuales, en 21 se reportan lodos residuales, esto es, subproductos que se generan al reducir los contaminantes de las aguas utilizadas en viviendas y establecimientos públicos, comerciales y de servicios; de estos municipios que informaron la presencia de lodos residuales, 11 reportaron dar tratamiento al total de lodos producidos, lo cual deja una cantidad de lodos sin tratar como desconocida (INEGI, 2013 c) (Figura 21).



**Figura 21.** Contenido del lecho de canales como sedimentos y residuos sólidos urbanos

Respecto a la infraestructura empleada para el manejo y control de estos residuos de manejo especial, CONAGUA (2012) reporta que en promedio, el 24.82% es enviado a lagunas de estabilización y humedales, donde se extraen con una periodicidad de 5 a 10 años y el 75.18% de los lodos es enviado a los rellenos sanitarios. Las afectaciones al ambiente asociadas al manejo inadecuado de los lodos tienden a incrementarse, sobre todo porque en muchas de las plantas de tratamiento de agua residual no se cuenta con un sistema para el manejo de los mismos.

## Energía eléctrica y combustibles fósiles

### Producción de energía eléctrica

En el entorno internacional, el uso de la energía primaria y secundaria para generación de electricidad varía de una región a otra, así como de la disponibilidad de recursos económicamente competitivos. La utilización de dichas fuentes depende de las restricciones imperantes por la volatilidad en los precios de los energéticos, la disponibilidad de los combustibles, el impacto social, así como por la normatividad ambiental. Esto obedece a la volatilidad en los precios del combustible y a la

disponibilidad de tecnologías de mayor eficiencia y con un impacto ambiental sensiblemente menor que las plantas convencionales que utilizan derivados del petróleo. Se estima que durante el periodo 2007- 2025, la fuente primaria de mayor crecimiento en la generación eléctrica serán las energías renovables (SENER, 2010).

La producción de electricidad en la entidad ascendió a 6,871 Giga watts por hora (GW/h) en el 2010, 11.3% más que el año anterior y tuvo un crecimiento promedio anual de 4% para el periodo de 2005 a 2010 (Tabla 11). La producción total de energía eléctrica del estado aporta alrededor del 3.2% respecto del total nacional.

**Tabla 11.** Energía eléctrica producida en GW/h por tipo de planta en el Estado de México, 2005-2010  
Fuente: INEGI, 2006-2010

Tipo de planta	2005		2006		2007		2008		2009	2010
	LyFC	CFE	LyFC	CFE	LyFC	CFE	LyFC	CFE	CFE	CFE
<b>Hidroeléctrica</b>	39	97	39	43	40	74	42	14	28	110
<b>Termoeléctrica</b>	665	4,742	584	5,131	1,489	4,511	1,616	4,930	6,064	6,761
<b>Vapor</b>	565	1,523	476	1,327	377	1,170	467	1,610	2,009	2,237
<b>Ciclo combinado</b>	-	3,218	-	3,804	-	3,341	-	3,320	4,055	3,331
<b>Turbogas</b>	100	-	108	-	1,112	-	1,150	-	-	1,193
<b>Total</b>	<b>5,543</b>		<b>5,796</b>		<b>6,114.3</b>		<b>6,602</b>		<b>6,092</b>	<b>6,871</b>

En México, a partir del 2009 la Comisión Federal de Electricidad es la empresa que se encarga de la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica en el país. Actualmente atiende a 25.3 millones de personas.

De las 177 centrales generadoras de energía del país (incluye a los generadores independientes), la entidad cuenta con 25 centrales generadoras distribuidas en 10 municipios mexiquenses; de las cuales 12 son hidroeléctricas y 13 son termoeléctricas. Dichas centrales cuentan con una capacidad efectiva de 1,751 Megawatt por hora (MW/h).

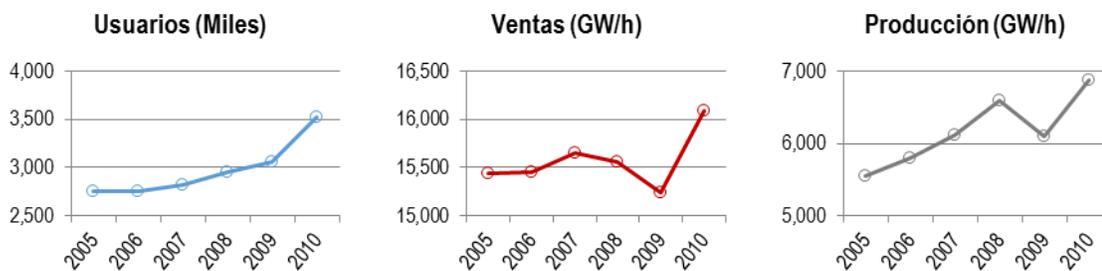
### Consumo de energía eléctrica

Por el lado del consumo, durante el 2010, se tuvieron ahorros importantes en energía eléctrica derivados del Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2007-2012 (PRONASE). En el plan de expansión se incluyen nuevas categorías tecnológicas como las de ciclo combinado con eficiencia de conversión mejorada y, las nuevas tecnologías de generación distribuida. De igual manera, se están considerando nuevas tecnologías de generación limpia, como los ciclos combinados y las carboeléctricas con captura y secuestro de carbono para enfrentar los desafíos del cambio climático (SENER, 2010).

Como reflejo de la recesión económica de 2009, el consumo nacional de energía eléctrica decreció en 0.8% respecto a 2008. Los sectores que redujeron en mayor magnitud su consumo fueron la gran industria y la empresa mediana, seguidos por el sector comercial que registró una ligera disminución de alrededor de un punto porcentual. Por el contrario, el sector residencial mantuvo un dinamismo importante al registrar un incremento superior al 3% (SENER, 2010).

En 2010, se registró un consumo nacional de energía eléctrica de 213,970 GWh, (Figura 22) lo que representó un aumento del 3.6% respecto al año anterior. Éste incremento

derivó del comportamiento de las ventas internas, con un crecimiento de 3.8% con relación al año anterior. El Estado de México es la entidad federativa que consume la mayor cantidad de energía eléctrica del país. En 2010, el volumen de venta fue de 16,090 GW/h, lo que representó 7.5% del total nacional. El número de usuarios conectados al servicio de electricidad alcanzó los 3.5 millones para ese año.



**Figura 22.** Comportamiento anual de la producción, ventas y número de usuarios en la entidad, periodo 2005-2010. Fuente: CFE. Estadísticas de ventas 2010

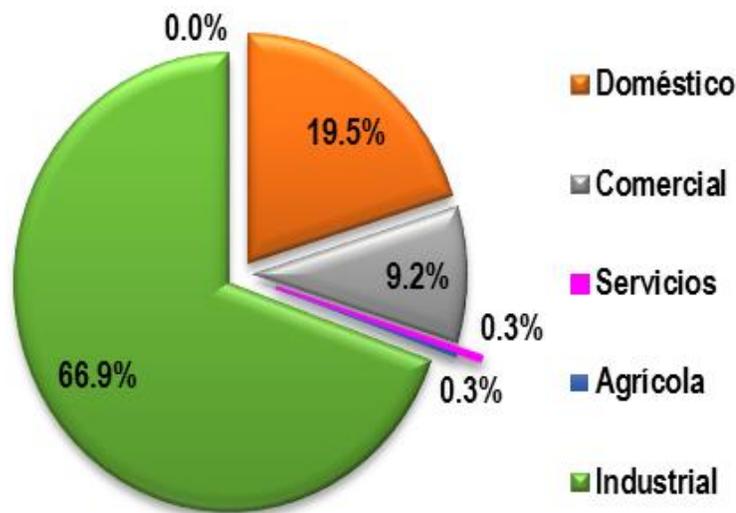
Las ventas de energía eléctrica en el país, se agrupan en los siguientes sectores: industrial, comercial, residencial, servicios y bombeo agrícola (Tabla 12); en la entidad el 0.6% del consumo corresponde a los servicios y al sector agrícola con el 0.3% cada uno, el 9.2% al comercial, el 19.5% al residencial y el 66.9% al industrial. Así mismo, entre el 2005 y 2010 el crecimiento en la demanda ascendió a 4.2% con respecto al total vendido.

**Tabla 12.** Ventas de energía eléctrica (en GW/h) por sector, en el periodo 2005-2010

Sector	2005	2006	2007	2008	2009	2010
--------	------	------	------	------	------	------

<b>Industrial</b>	10,391	10,491	10,649	10,522	10,454	10,767
<b>Doméstico</b>	2,843	2,790	2,797	2,885	2,718	3,134
<b>Servicios</b>	1,159	1,140	1,155	1,094	1,061	1,143
<b>Comercial</b>	1,001	989	1,005	1,016	957	994
<b>Agrícola</b>	48	38	43	40	42	51
<b>Total</b>	<b>15,442</b>	<b>15,449</b>	<b>15,649</b>	<b>15,557</b>	<b>15,233</b>	<b>16,090</b>

Como se puede observar en la Figura 23, el sector industrial se caracteriza por su alto consumo y por los extensos patrones de horarios de demanda. Así mismo, en el periodo de 2005-2010, los sectores residencial, comercial, servicios y bombeo agrícola, también tuvieron un incremento anual de consumo.



**Figura 23.** Porcentaje de ventas internas de energía eléctrica por sector en la entidad, para el 2010

Fuente: CFE. Estadísticas de ventas 2010

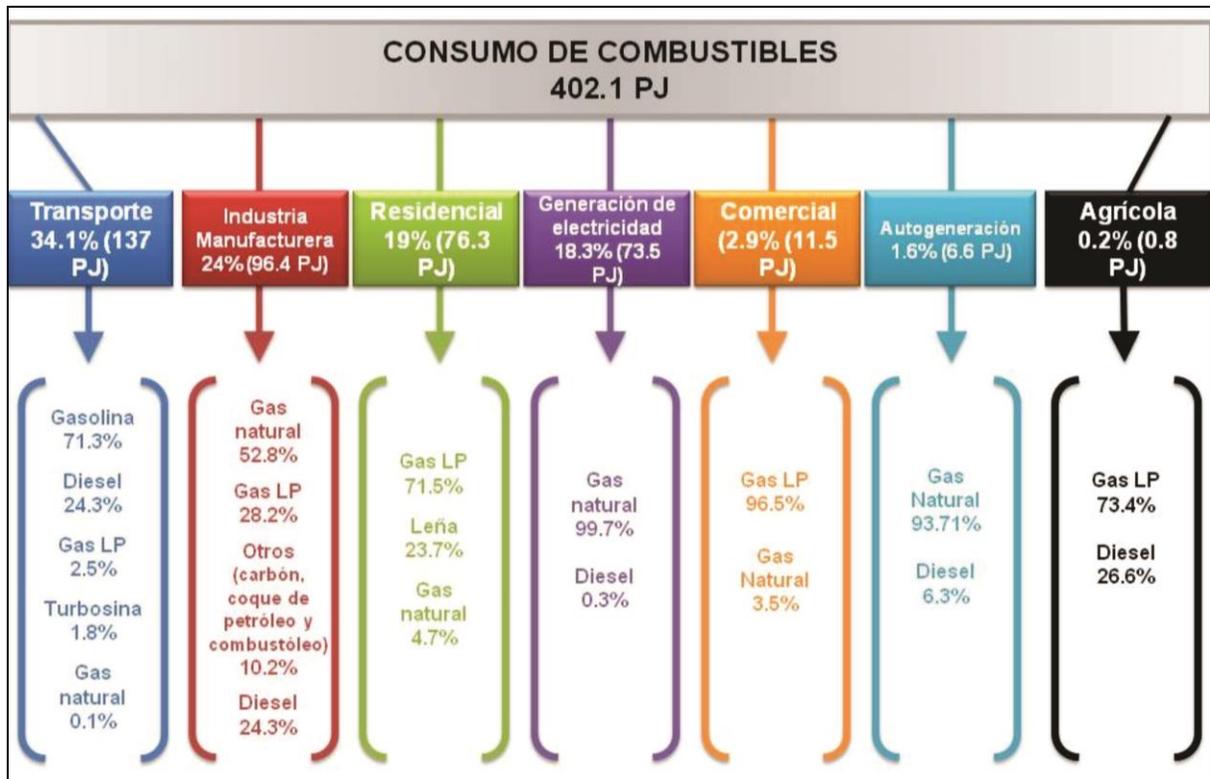
### Combustibles fósiles

Los sistemas energéticos constituyen componentes extremadamente complejos y amplios de las economías nacionales. Esto hace que la magnitud de la tarea de compilar un

registro completo de las cantidades consumidas de cada tipo de combustible en cada actividad de “uso final” sea considerable. Las emisiones de gases de efecto invernadero del Sector Energía son el resultado de la producción, transformación, manejo y consumo de productos energéticos (UNFCCC, 2010).

Para el caso del Estado de México la fuente oficial de información está basada principalmente en los Balances Nacionales de Energía, el Sistema de Información Energética (SEI) y las Prospectivas del mercado de los combustibles, como es el gas natural, gas LP y petrolíferos, así mismo se utilizaron otras fuentes de información como la proporcionada por la industria de la región a través del instrumento de Cédula de Operación Anual (COA-FEDERAL) y Cédula de Operación Integral (COI-ESTATAL).

Para ilustrar lo anterior, en la figura 24 se presenta el consumo energético en la entidad por sector y tipo de combustible que incluyen: carbón, leña, y coque; los petrolíferos, que comprenden: gas LP, gasolinas, turbosina, diésel y combustóleo; y por último el gas seco. Del total consumido en el 2010 (402.1 Petajoules), el sector con mayor participación fue el transporte con 34.1%, seguido del sector industrial con 24.0%, residencial con el 19.0%, la generación de electricidad con el 18.3% y el resto, 2.9%, 1.6% y 0.2% a los sectores comercial, autogeneración y agrícola.



**Figura 24.** Consumo de combustibles por sector en la entidad, 2010.

Fuente: Elaboración con base en datos de SENER, ASERCA, SIE, SEMARNAT y SMAGEM

La demanda de petrolíferos, que es la principal fuente de energía a nivel mundial, en la entidad creció en el 2010, 1.7% respecto al 2005. Esto se relaciona con el crecimiento en el consumo de energía de los sectores residencial (13%) y transporte (15.5%) (Tabla 13). A su vez, el crecimiento en el consumo del sector transporte se asoció al incremento del parque vehicular emplacado en la entidad.

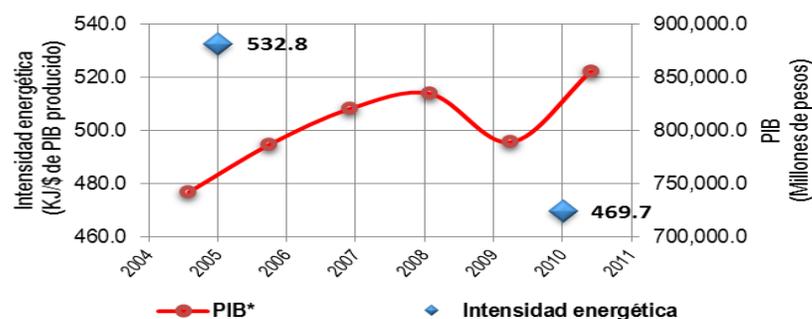
**Tabla 13.** Consumo de combustibles en Peta Joules por sector, periodo 2005 y 2010

Fuente: Elaboración con base en datos de SENER, ASERCA, SIE, SEMARNAT y SMAGEM

Sector energía	2005	2010
<b>Generación de electricidad</b>	85.3	73.5
<b>Industria manufacturera</b>	110.6	96.4
<b>Autogeneración</b>	0.002	6.6
<b>Transporte</b>	118.6	137,0
<b>Comercial</b>	12.3	11.5
<b>Residencial</b>	67.6	76.3
<b>Agricultura</b>	0.9	0.8
<b>Total</b>	<b>395.4</b>	<b>402.1</b>

### Intensidad energética

En 2010 la intensidad energética, es decir, la cantidad de energía requerida para producir un peso de Producto Interno Bruto (PIB) a precios de 2003, fue de 469.7 kJ por peso de PIB producido. Con respecto al 2005 hubo un decremento del 11.8% en este rubro. Como se puede observar en la Figura 25, el producto interno bruto tuvo un incremento de 7.8% en el 2010 con respecto al año anterior, mientras que en el 2009 decreció con el 5.8% debido a la recesión económica del país en ese año. Este comportamiento puede asumirse a las necesidades y actividades propias de la entidad que se han ido incrementado en el transcurso del periodo.



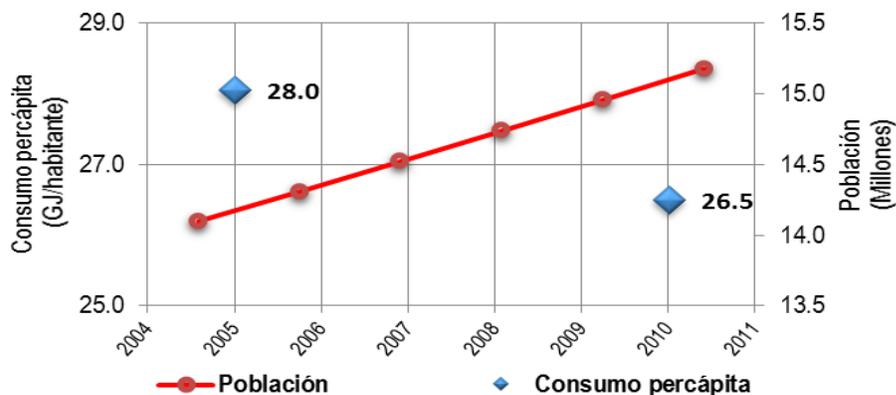
**Figura 25.** Intensidad energética y PIB, en el año 2005 y 2010  
Fuente: Secretaría de Finanzas. Producto Interno Bruto Municipal, México, 2012

### Consumo de energía per cápita

El consumo de energía per cápita fue 26.5 GJ por habitante en el 2010, 5.5% menor con respecto al 2005. En ese periodo, la población de la entidad pasó de 14.1 a 15.2 millones de habitantes, lo que representó un crecimiento del 7.6 por ciento.

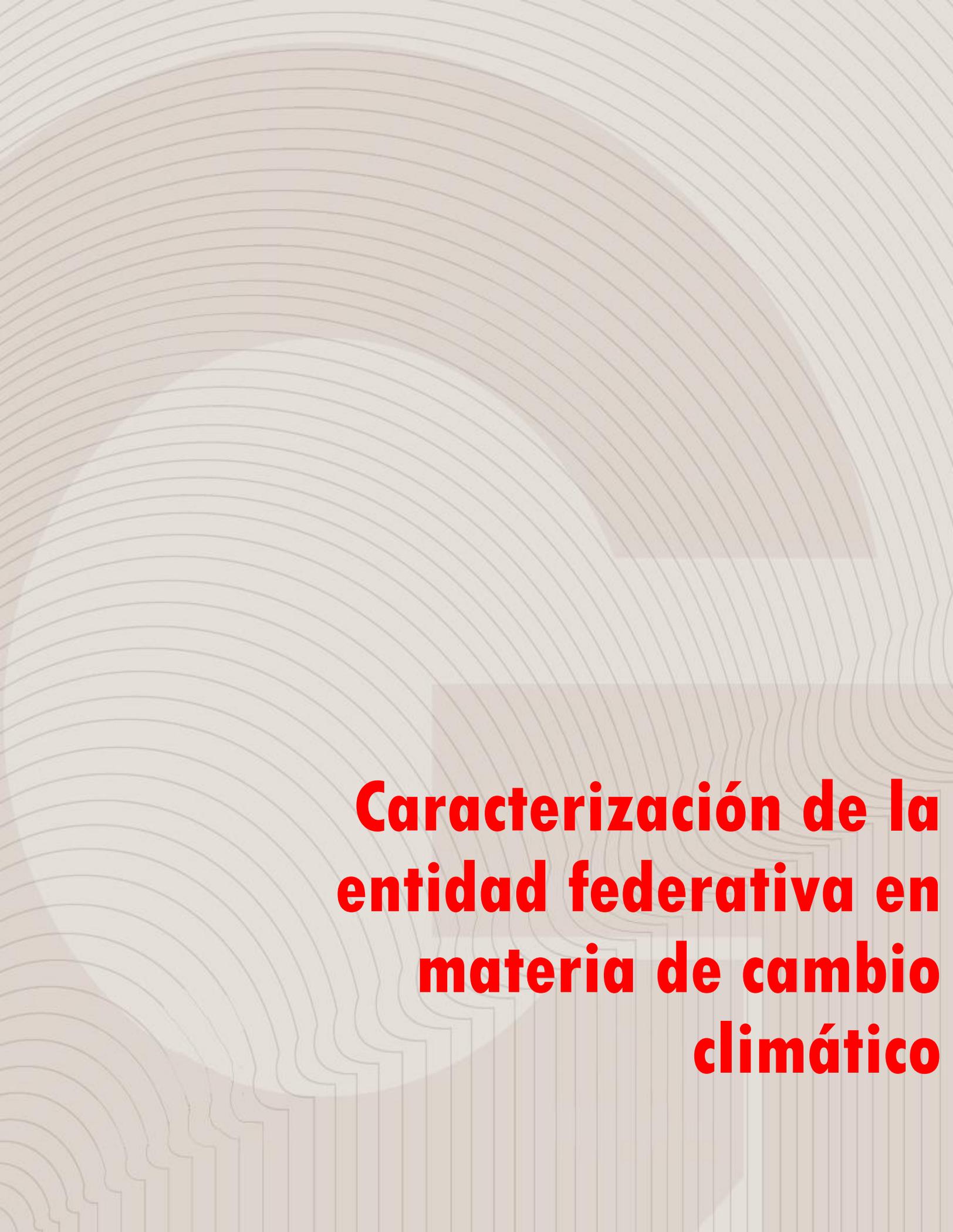
Al respecto la Figura 26 muestra una clara disminución en el consumo per cápita, lo que indica que a pesar del crecimiento poblacional se requiere una misma o menor oferta energética, o bien que existe una mayor eficiencia en el uso de la energía, por parte de la población.

Finalmente es importante señalar que en la Zona Metropolitana del Valle de México de la entidad se asienta dos tercios de la población estatal, cuenta con una importante actividad económica y dinámica urbana, y un parque vehicular que consiste en más de dos millones de vehículos.



**Figura 26.** Consumo de energía per cápita y población, en el 2005 y 2010

Fuente: INEGI, 2005-2010.

The background features a series of concentric, light-colored circles that create a ripple effect. A large, semi-transparent semi-circle is positioned in the upper half of the frame, and a horizontal rectangular bar is located in the lower half. The text is centered in the lower half, overlapping the rectangular bar.

**Caracterización de la  
entidad federativa en  
materia de cambio  
climático**

## Caracterización del Estado de México en materia de cambio climático

---

### Inventario de Emisiones de GEI

En el Inventario de Gases de Efecto Invernadero del Estado de México se reportan los seis principales gases de efecto invernadero, contemplados en el protocolo de Kioto: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidroflouorocarbonos (HFC's), perflouorocarbonos (PFC's) y hexafloruro de azufre (SF<sub>6</sub>) así como otros gases de efecto invernadero.

Se realizó el cálculo del año 2005 con fin comparativo (se eligió este año por la disponibilidad de datos) y del año 2010 con el fin de asentar el año base como el 2010 para futuros inventarios estatales.

Las emisiones se calcularon con la metodología propuesta por el IPCC versión 1996, Software de inventarios del IPCC, las guías de las buenas practicas 2003 y el Manejo de la Incertidumbre 1996 y 2006.

La metodología del IPCC versión 1996 reconoce los siguientes sectores:

- 1. Energía.** Comprende la generación de energía el consumo de combustible en la industria, transporte, comercios y servicios.
- 2. Procesos industriales.** Incluye a la industria minera, química, metálica, electrónica, de papel y alimentaria.
- 3. Agricultura.** Se refiere a las quemas para la preparación de terrenos de cultivo, fermentación entérica, manejo de estiércol y suelos agrícolas.

4. **Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura.** Se refiere a la conversión de bosques a praderas, cambios en los almacenes de carbono y cambios en la biomasa forestal y leñosa.
5. **Desechos.** Consiste en los sitios de deposición final de residuos sólidos urbanos y las plantas de tratamiento de aguas residuales.

El inventario satisface los principios de las buenas practicas, es decir, es completo, preciso, transparente, consistente y comparable.

Uno de los beneficios resultantes de este inventario es conocer y determinar la contribución de las emisiones de gases de efecto invernadero y sus principales emisores en el Estado de México, con el fin de proponer medidas de mitigación de emisiones de GEI.

## Resultados por sector

### Sector Energía

El sector energético es responsable de más de la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo. A nivel nacional representa la categoría más importante, representa el 67.3% (503,817.6Gg CO<sub>2eq.</sub>)<sup>14</sup>.

Las emisiones del sector energético se componen principalmente por emisiones derivadas de la combustión. Siguiendo la definición del IPCC combustión se define como la oxidación intencional de materiales dentro de un aparato diseñado para proporcionar calor o trabajo mecánico a un proceso, o para uso fuera del aparato. Esta definición separa la combustión para obtener energía productiva del calor liberado por hidrocarburos en reacciones químicas en procesos industriales, o del uso de hidrocarburos para usos

---

<sup>14</sup> Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. 1990-2010.  
Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/685/inventario.pdf>  
Consulta realizada en octubre del 2015.

finales no-energéticos. Se subdivide en consumo de combustibles fósiles y en emisiones de metano.

Las emisiones de GEI en cuanto a fuentes de combustión distribuidas en el Estado de México, se calcularon en base en las categorías definidas por las “Directrices del IPCC para Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero, 1996” con las metodologías de nivel 1, por defecto, y en los casos en las que se cuenta con más información, se utilizaron las metodologías del nivel 2.

Para los cálculos de emisiones de GEI del sector se ha consultado el consumo de energía para los años 2005 y 2010, teniendo el primero como año base (Tablas 14 y 15).

Los contaminantes reportados en este apartado son: el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y CO, así como el CO, NO<sub>x</sub> y COVNM. Para el caso de las emisiones fugitivas no fueron estimadas en la entidad debido a que no se cuenta con minado de carbón y con actividades de producción de petróleo y gas natural, sólo se tienen el almacenamiento y la distribución de combustibles.

En esta categoría se incluyen las emisiones de las industrias dedicadas a la generación de energía, así como el transporte, industrias de manufactura.

Las emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el sector Energía fueron de 23,913.2 Gg de CO<sub>2</sub> equivalentes para el 2005 y de 24,682.30 Gg de CO<sub>2</sub> equivalentes para el 2010. Las emisiones porcentuales por contaminante para el 2010 fueron 98.95% para el CO<sub>2</sub>, el CH<sub>4</sub> con el 0.75% y el N<sub>2</sub>O con 0.30%.

Se observa un incremento del 16% en las emisiones del transporte, donde para 2005 se emitieron 8,260.80 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, y para 2010 tenemos una emisión de 9,589.40 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Tabla 14.** Emisiones del sector Energía para el 2005 por Subsector (IEEGEI Edo de Méx., 2013).

<b>Emisiones en Gg de CO<sub>2</sub> equivalentes para el año 2005</b>				
<b>Subsector</b>	<b>2005</b>			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	TOTAL
<b>Industrias de la energía</b>	4,763.40	1.8	2.6	4,767.80
<b>Industria manufacturera</b>	6,848.30	9.2	9.3	6,866.80
<b>Transporte terrestre</b>	8,025.90	45.1	20.2	8,091.20
<b>Transporte aéreo</b>	168.1	0	1.5	169.60
<b>Comercial</b>	762.9	2.5	2.2	767.60
<b>Residencial</b>	3,027.70	128.3	32	3,188.00
<b>Agrícola</b>	61.8	0.2	0.2	62.20
				<b>23,913.20</b>

**Tabla 15.** Emisiones de GEI por subsector del sector Energía para el año 2010 (IEEGEI Edo de Méx., 2013).

<b>Emisiones en Gg de CO<sub>2</sub> equivalentes para el año 2010</b>				
<b>Subsector</b>	<b>2005</b>			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	TOTAL
<b>Industrias de la energía</b>	4,104.40	1.6	2.3	4,108.30
<b>Industria manufacturera</b>	6,423.10	7.9	10.3	6,441.30
<b>Transporte terrestre</b>	9,344.80	48.3	24.4	9,417.50
<b>Transporte aéreo</b>	170.4	0	1.5	171.90
<b>Comercial</b>	714.1	2.3	2	718.40
<b>Residencial</b>	3,611.10	125.9	32.7	3,769.70
<b>Agrícola</b>	54.8	0.2	0.2	55.20
				<b>24,682.30</b>

## Sector Procesos Industriales

Algunas de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero son producidas por una gran variedad de actividades de tipo industrial. El sector de procesos industriales considera las emisiones generadas en la producción y uso de minerales, industria química, producción de metales, producción de papel, alimentos y bebidas, así como la producción y consumo de hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y heptafluoruro de azufre. Es importante señalar que no toma en cuenta la quema de combustibles fósiles en el proceso productivo.

Los GEI de las actividades industriales, se originan bajo la forma de subproductos. Estas emisiones no son producidas como consecuencia del consumo energético sino debido al proceso industrial en sí, es decir, las materias primas son transformadas químicamente de un estado a otro y esta transformación frecuentemente produce emisiones de GEI tales como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Sus características dependerán de varios factores, como la calidad de los combustibles y materias primas empleadas e incluso del tipo de proceso y de la tecnología que se utiliza. Además, algunos GEI se utilizan en productos como refrigerantes, espumas o latas de aerosol, en los cuales se usan hidrofluorocarbonos (HFC).

El Estado de México cuenta con un Producto Interno Bruto (PIB) de 1,172.5 millones de pesos en el 2010, la economía del Estado de México fue la segunda más grande del país. El sector industrial de la entidad se encuentra dividido en cuatro zonas esto es para dar un panorama más detallado de la industria:

- Zona Poniente (Tlalnepantla de Baz, Naucalpan de Juárez y Huixquilucan).su productividad total es comparable en todos los aspectos a la del Distrito Federal

(DF), situándose sólo 2% abajo. Los sectores más productivos son la industria del papel, la de los productos metálicos, y la de maquinaria y equipo.

- Zona oriente (Nezahualcóyotl, Chalco, Texcoco y sus alrededores) posee dos industrias con un nivel de productividad superior en más de 50% a la del DF: la producción de papel así como la captación, suministro y tratamiento del agua.
- Zona Norte (Cuautitlán y Cuautitlán Izcalli); es la zona más productiva de todo el Valle de México. Industrias como la producción de maquinaria y equipo, la de bebidas y tabaco, la manufactura de productos de metal y equipo de transporte, y la industria alimentaria, presentan un índice de productividad entre 1.5 y 2% mayor que en el DF.
- Zona Nororiente. Aquí se localizan algunas de las industrias de mayor valor agregado. La productividad de la construcción y la manufactura de papel es casi cuatro veces superior a la del DF. Otras industrias altamente productivas son la alimentaria y la manufactura de maquinaria.

El sector Procesos Industriales se divide en los subsectores: Productos minerales, industria química, producción de metales, otras industrias, consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre, y uso de solventes y otros productos (IPCC, 1996). En el inventario se muestran los resultados de las emisiones derivadas de los 4 primeros subsectores, para los años 2005 y 2010.

Las fuentes que más más contribuyeron a las emisiones de CO<sub>2</sub> para el sector procesos industriales en el año 2005 fue la producción de cemento (972.36 Gg) seguida de la producción de cal (137.43 Gg) y en el 2010 fue la misma producción de cemento (1331.38 Gg) seguida de la producción de aluminio (290.39 Gg).

La industria del papel para el año 2010 fue la más emisora de SO<sub>2</sub>, NMVOC, NO<sub>x</sub>, mientras que la producción de aluminio fue la que más emisiones aportó de CO<sub>2</sub> para el mismo periodo, y es la única subcategoría emisora de CF<sub>4</sub> y C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>. La aportación en CO<sub>2</sub> equivalente en el 2010 con respecto al nacional fue del 5.2 %.

Los resultados finales de las emisiones de CO<sub>2eq</sub>, se muestran en la tabla 16.

**Tabla 16.** Resumen de emisiones del sector por Gg de CO<sub>2eq</sub> en el 2005 y 2010 (IEEGEI, 2013)

Emisiones en Gg de CO <sub>2</sub> equivalente			
Gas	Categoría	2005	2010
CO <sub>2</sub>	Productos minerales	112.86	1631.725
CO <sub>2</sub>	Producción de metales	96.42	411.53
CF <sub>4</sub>	Producción de metales	50.55	1046.6
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	Producción de metales	7.15	147.2
<b>Total</b>		<b>1266.98</b>	<b>3237.05</b>

## Sector Agricultura

A nivel mundial se identifican las actividades ganaderas y agrícolas como uno de los sectores productivos que más aportan emisiones de GEI a la atmósfera (IPCC, 2007). Se estima que en México, el sector agrícola genera cerca del 12.3% (92,184.4 Gg de CO<sub>2eq</sub>) de las emisiones nacionales (SEMARNAT, 2012).

La agricultura se expande en 4 millones de unidades productivas, con una superficie aproximada de 21 millones de hectáreas, distribuidas en todo el territorio nacional bajo una diversidad de condiciones ambientales y niveles tecnológicos (SEMARNAT, 2012). En el caso de la ganadería, tan solo la bovina se lleva a cabo en el 110 millones de hectáreas, lo cual representa aproximadamente el 60 % del territorio nacional (Ruiz et. al., 2004; SAGARPA, 2007); por lo cual, debido a su extensión e importancia en la

alimentación, es necesario estimar mediante un inventario GEI la contribución al efecto invernadero antropogénico de este sector.

La finalidad de conocer el aporte de emisiones, es el de identificar los procesos que más emiten, con el fin de implementar mecanismos de desarrollo limpio (MDL) y medidas de mitigación y adaptación, que a su vez, puedan, mediante la tecnificación de las prácticas agrícolas y pecuarias reducir las emisiones y generar un mejor rendimiento, producción y beneficios económicos a los campesinos.

El sector de Agricultura se compone de los subsectores pecuario y agrícola. En el sector pecuario, se incluyen las emisiones generadas por la fermentación entérica y el manejo de estiércol, mientras que en el sector agrícola se estiman las emisiones provenientes del cultivo de arroz inundado, la quema de residuos agrícolas y suelos agrícolas (Tabla 17).

Las emisiones reportadas para el Estado de México son del orden de 3,372.47 Gg de CO<sub>2</sub> eq. para el año base 2005; mientras que para el año 2010 corresponden a 3,404.09 Gg de CO<sub>2</sub> eq. A nivel general se observó un incremento en las emisiones del 0.94%. En el 2010 las emisiones directas e indirectas provenientes de suelos agrícolas representan el 64% del total, la fermentación entérica el 29.3% y el manejo de estiércol el 5.6%. Al hacer la comparación con los datos reportados por el Inventario Nacional (INEGEI) para el 2010, podemos observar que el Estado de México contribuye con un 3.69% de las emisiones totales. Si bien, éste sector tiene una contribución modesta en cuanto a emisiones de GEI a la atmósfera, también representa posibilidades de mitigación y adaptación.

**Tabla 17.** Resumen de las emisiones de CO<sub>2</sub> eq. por categoría (IEEGEI Edo de Méx., 2013)

Gas	Emisiones en Gg de CO <sub>2</sub> eq	2005	2010	Incremento +/- %
CH <sub>4</sub>	Fermentación entérica	921.93	998.93	8.35
CH <sub>4</sub>	Manejo de estiércol	34.76	31.79	-8.54
N <sub>2</sub> O	Manejo de estiércol	161.08	159.17	-1.18
CH <sub>4</sub>	Quema de residuos agrícolas	24.81	23.58	-4.96
N <sub>2</sub> O	Quema de residuos agrícolas	19.91	16.49	-17.17
N <sub>2</sub> O	Emisiones directas e indirectas provenientes de suelo agrícolas	2,205.20	2,173.77	-1.43
CH <sub>4</sub>	Cultivo de arroz	0.38	0.35	-7.69
	<b>TOTAL</b>	<b>3,368.08</b>	<b>3,404.09</b>	<b>1.07</b>

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

En las últimas décadas el cambio de uso de suelo se ha constituido como uno de los factores plenamente implicados en el calentamiento global; alterando procesos y ciclos involucrados en el mantenimiento de las buenas condiciones en el ambiente como: el ciclo del agua, el ciclo del carbono, incrementando los procesos erosivos y de desertificación de suelos, pérdida de biodiversidad, entre otros (Lambin et al., 1999). Estos cambios y alteraciones en los ciclos biogeoquímicos traen consigo el deterioro en la estabilidad y estructura del ecosistema, y en consecuencia, la pérdida de los servicios ambientales de los cuales dependemos como sociedad. Haciendo énfasis en los ecosistemas terrestres, los cuales han sufrido grandes cambios debidos en su mayoría a la conversión de la cobertura del terreno y a la degradación del suelo.

El objetivo principal del inventario de emisiones en el sector USCUS, es el de identificar y cuantificar las principales fuentes y sumideros de GEI, lo cual es básico para poder entender la compleja dinámica de los flujos del carbono y el de otros gases relacionados con el cambio climático (INE, 2006); así como dar inicio y contribuir en la estrategia nacional de inventarios estatales de GEI, por lo cual, el implementar estudios que

proporcionen información sobre la situación actual de los recursos ecosistémicos y forestales, la dinámica de su crecimiento y/o deterioro son de gran importancia para hacer la planeación de un manejo adecuado y sostenible.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el inventario forestal del Estado de México (2010), la cobertura vegetal ocupa 1,087,812 Ha. Las masas forestales son uno de los principales recursos naturales en el Estado de México, ya que representan el 48% de la superficie estatal.

Las emisiones y remociones en este sector son generadas por los cambios en bosques y otros reservorios de biomasa leñosa, la conversión de bosques y pastizales a tierras de cultivo, el abandono de tierras cultivadas y el cambio en el contenido de carbono de suelos minerales. Las actividades consideradas anteriormente, se identifican a nivel mundial como algunas de las más importantes, respecto al uso del suelo, cambio en el uso del suelo y las prácticas de manejo forestal.

El sector de USCUS aportaba en el año base (2005) un total de 2,830.3 Gg de CO<sub>2</sub>, mientras que en el 2010 las emisiones son de 2,896.8 Gg de CO<sub>2</sub>. En este periodo de estudio, las emisiones se incrementaron 2.35% (Tabla 18).

Para ambos años, el cambio en bosques y otros reservorios de biomasa leñosa son el sub-módulo que más contribuye en emisiones, posteriormente, la conversión de bosques y pastizales; por último, la regeneración de tierras abandonadas, que retiene un promedio de 463 Gg de CO<sub>2</sub>. En cuanto a los gases distintos al CO<sub>2</sub> para ambos años, se emite un total de 17.7Gg (1.8 Gg de CH<sub>4</sub>, 0.012Gg de N<sub>2</sub>O, 0.4 Gg de NO<sub>x</sub> y 15.5 Gg de CO).

**Tabla 18.** Resumen general de emisiones de Gg de CO<sub>2</sub> para el sector USCUS en el Estado de México (IEEGEI Edo de Méx., 2013).

Categoría	2005	2010	Incremento % (+/-)
Cambios en bosques y otros reservorios leñosos	1,886.8	1,826.8	-3.18
Conversión de Bosques y Pastizales	1,425.8	1,513.6	6.16
Abandono de tierras manejadas	-482.3	-443.6	-8.02
<b>TOTAL</b>	<b>2,830.3</b>	<b>2,896.8</b>	<b>2.35</b>

## Sector Desechos

El gran número de actividades productivas del Estado de México, así como la cercanía con la capital del país, han propiciado un rápido crecimiento de la población y por consiguiente todos los problemas que conlleva la expansión de la mancha urbana; siendo uno de ellos la generación de residuos sólidos y de aguas residuales (GEM, 2009).

En busca de la necesidad de la eliminación de dichos residuos se disponen sitios de disposición final, los cuales no siempre utilizan los métodos más adecuados para el tratamiento de los mismos. Al no operar de manera adecuada los sitios de disposición final se convierten en fuentes generadoras de contaminación que traen consigo problemas ambientales, tales como la contaminación del agua, del suelo y de la atmósfera, así como la emisión de gases de efecto invernadero (GEM, 2009).

El hecho de contar con más de 15 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, donde el 94.4% de las viviendas particulares cuenta con agua entubada y el 94.2% con drenaje (INEGI, 2010).

Actualmente, gran parte de los municipios rurales limitan el manejo de sus residuos sólidos a los elementos básicos: generación, recolección y disposición final; en algunos casos se realiza adicionalmente el barrido manual en calles de la cabecera municipal (GEM, 2009).

En los municipios urbanos y metropolitanos la meta es reincorporar subproductos al ciclo económico (reciclaje, compostaje), aquí los sistemas requieren procesos adicionales en el manejo de los residuos sólidos. Hay una gran variedad de formas de tratamiento adicional con diferentes finalidades que hacen el manejo de los residuos más complicado; sin embargo, generalmente presentan una reducción de los impactos negativos al ambiente (GEM, 2009).

En los municipios urbanos y metropolitanos la meta es reincorporar subproductos al ciclo económico (reciclaje, compostaje), aquí los sistemas requieren procesos adicionales en el manejo de los residuos sólidos. Hay una gran variedad de formas de tratamiento adicional con diferentes finalidades que hacen el manejo de los residuos más complicado; sin embargo, generalmente presentan una reducción de los impactos negativos al ambiente (GEM, 2009).

El tratamiento biológico de los residuos es una consecuencia natural de su composición, cercana al 50% de material biodegradable, consiste en la degradación controlada por medio de organismos. Al tratamiento biológico también se le conoce como biogasificación, por que durante los procesos gran parte de los sólidos procesados se convierten en gas. Los principales tratamientos biológicos son el compostaje, el mecánico-biológico y la metanización (GEM, 2009).

El IEEGEI del Estado de México presenta los cálculos de las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>), óxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provenientes de los desechos

sólidos urbanos, así como de los volúmenes de aguas y lodos residuales domésticas e industriales y de la incineración de desechos del Estado de México para el 2010. El total de las emisiones calculadas para el Inventario del Estado de México para el año 2010 en el sector Desechos es de 12,059.98 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, siendo la generación y disposición de residuos sólidos urbanos la principal fuente de emisiones, con poco más del 65% del total generado en el sector (Tabla 19).

El total de emisiones nacionales del sector desechos para el 2010 fue de 44,146.88 Gg (SEMARNAT, 2012), de los cuáles el Estado de México aporta 12,059.98 Gg que corresponden al 27.31% del total generado a nivel nacional.

**Tabla 19.** Total de emisiones de Gg de CO<sub>2</sub> equivalente por subsector (IEEGEI Edo. de Méx., 2013).

SECTOR	Emisiones totales	Emisiones en CO <sub>2</sub> equivalente
Residuos sólidos urbanos (Edo de Mex.)	376.65 Gg metano	7,909.65 Gg
Residuos sólidos urbanos (D.F.)	95.41Gg de metano	2,003.61Gg
Tratamiento de aguas residuales domésticas	8.51Gg de metano	178.71Gg
Tratamiento de lodos residuales domésticos	32.21Gg de metano	676.41Gg
Tratamiento de aguas residuales industriales	16.53 Gg de metano	347.13 Gg
Tratamiento de lodos residuales industriales	24.61Gg de metano	5,16.81Gg
Excreta humana	1.34 Gg de óxido nitroso	415.4 Gg
Incineración de residuos (Sector Salud)	12.26 Gg de CO <sub>2</sub>	12.26 Gg
Total		12,059.98 Gg

## Escenarios de cambio climático para el Estado de México

### Actualización de la climatología del Estado de México

Como medida de control de calidad en los datos observados para la climatología del Estado de México, se han escogido del Servicio Meteorológico Nacional, las estaciones climatológicas en el Estado de México, en el Distrito Federal y en el estado de Morelos (1) que reportan normales climatológicas, para la precipitación y la temperatura, con más de 30 años de datos continuos entre 1981 y 2010. Se han usado las últimas normales que consisten en los promedios de 30 años de datos, debido a que no se trata de encontrar las tendencias, sino que se pretende hacer una proyección con los datos más recientes.

El Servicio Meteorológico Nacional reporta 347 estaciones en el Estado de México con normales climatológicas, de las cuales 206 reportan normales climatológicas entre 1981 y 2010, de estas últimas únicamente 151 tienen al menos 20 años con observaciones continuas y reportan precipitación y temperatura normales.

Posteriormente para la homogeneización de la base de datos, se agruparon las estaciones empleando el procedimiento del programa Statistica para análisis de conglomerados. En cada caso se ha usado la variable precipitación o temperatura (Ver anexo 1).

### Temperatura<sup>15</sup>

En el Estado de México se distinguen 4 regiones principales de temperatura, con temperaturas medias de 8.8 °C, 13.2 °C, 15.8 °C y 18.6 °C (Figura 27).

---

<sup>15</sup> Fuente: Bravo J. L., E. Azpra, V. Zarraluqui y C. Gay (2014). Some variations of the rainfall in Mexico City from 1954 to 1988 and their statistical significance. *Atmósfera.*, 27(4), 367 –376. ISSN: 0187-6236, scopus-02672. Journal Citation Reports.

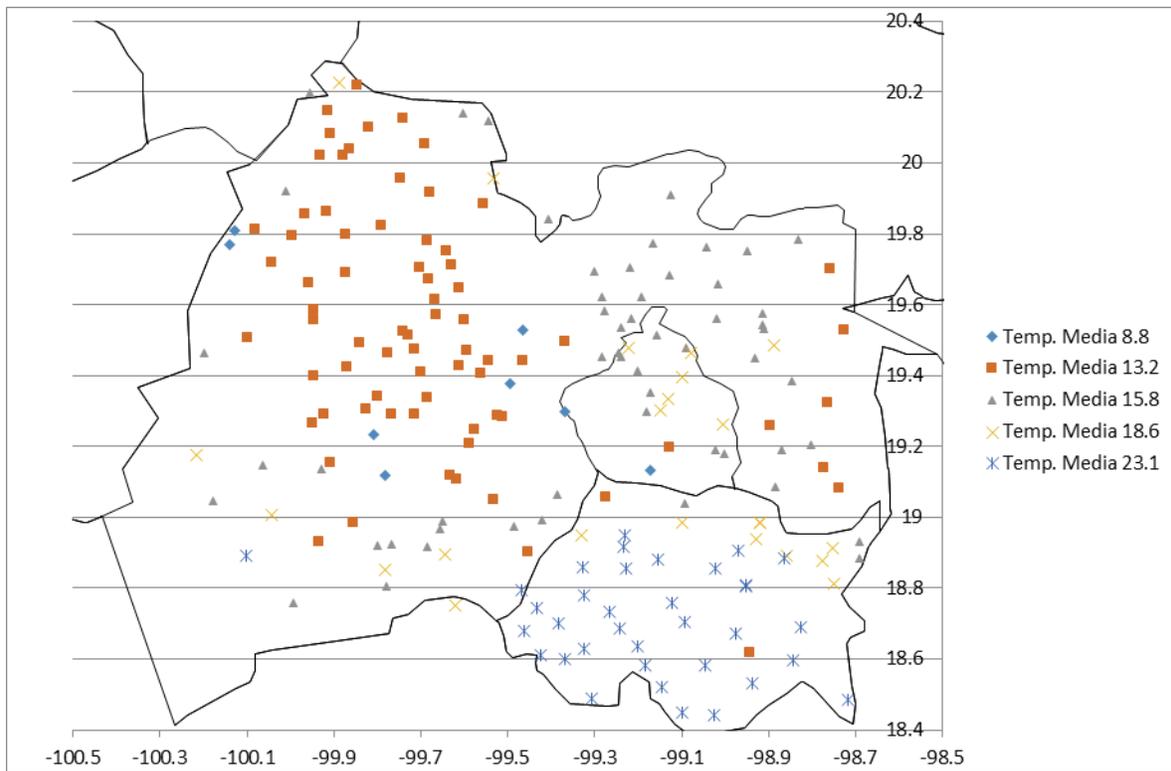
La más grande e importante se encuentra al oeste del Distrito Federal y tiene una temperatura media de 13.2°C. Mezcladas se encuentran estaciones con temperaturas más bajas 8.8°C que corresponden a estaciones de altura, como la estación del nevado de Toluca.

En la parte oriente del Estado de México se encuentra una región de temperatura más alta, con temperatura media de 15.8°C y al este de esta región se encuentran estaciones con temperaturas bajas nuevamente, que corresponden al grupo de 13.2°C y están en la sierra entre el Estado de México y el estado de Puebla.

En el área correspondiente al Distrito Federal, en la parte oriente del mismo hay un área de altas temperaturas correspondientes a 18.6°C y que representa la isla de calor producida por la mancha urbana en esa área.

En la parte suroeste del Estado de México, al lado oeste del estado de Morelos hay otra región de temperaturas altas que están entre 15.8°C y 18.6°C.

En el Anexo I, se enlistan las estaciones que se han empleado para la elaboración de la climatología de la temperatura.



**Figura 27.** Climatología actualizada de la Temperatura

Resulta evidente que la temperatura media está determinada, principalmente, por la orografía de la región, es decir, directamente por la altitud de las estaciones, presentándose las más bajas en las partes de mayor altitud y las más altas en zonas menores a los 1,000 msnm. La parte suroeste del estado presenta temperaturas medias anuales superiores a los 26°C, mientras que los valles de Toluca y Cuautitlán-Texcoco se caracterizan por un promedio que oscila entre 14 y 16°C (IGECEM, 2011).

El promedio anual de días con heladas está ligado a la altitud y a la temperatura media anual, siendo notables en las partes más altas (Nevado de Toluca, Popocatepetl y Sierra de las Cruces) con más de 100 días, caracterizándose las regiones noreste (de 60 a 80 días), noroeste (de 20 a 60 días), los valles de Toluca y Atlacomulco (de 80 a 100 días) y la sección suroeste de la entidad con ausencia total del fenómeno (IGECEM, 2011).

Durante el invierno en los meses de enero y febrero es cuando se presentan las temperaturas más bajas, en el año 2012 la temperatura más baja registrada fue de -8.3°C, ésta se presentó en el mes de enero y la temperatura más alta que se registró fue en el mes de marzo de 33.5°C. La temperatura media anual es de 13.5°C.

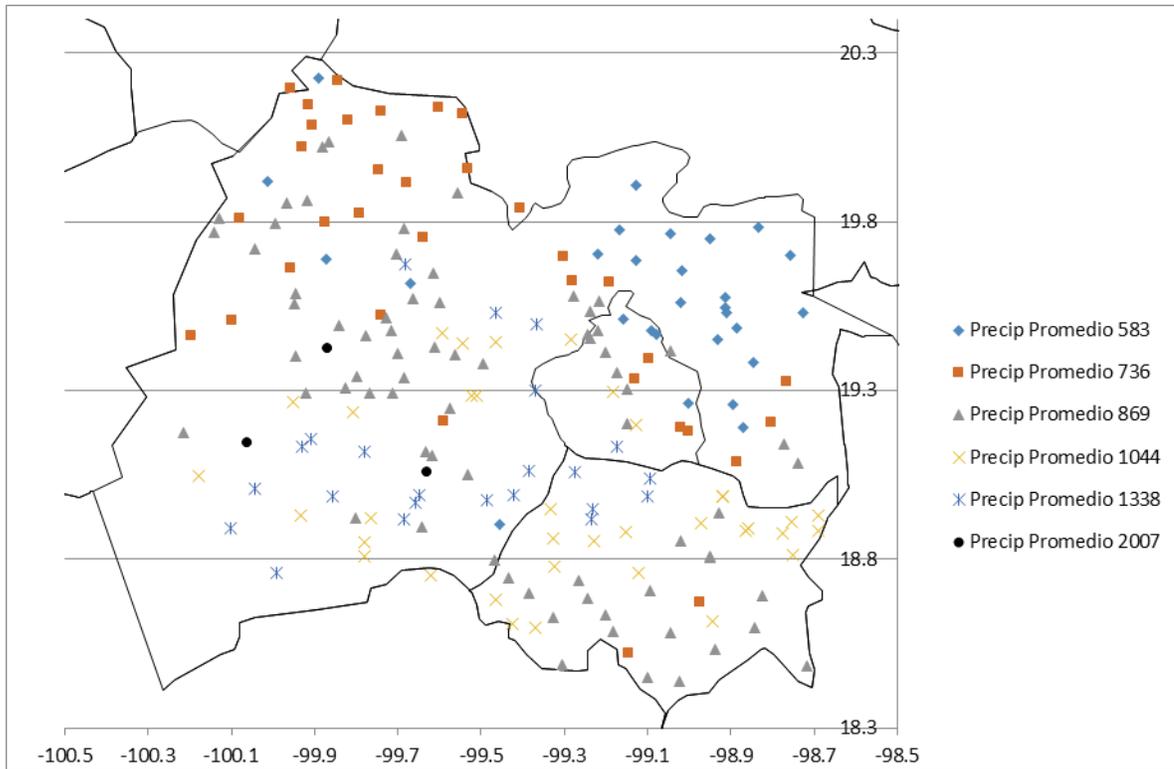
## Precipitación

Para la precipitación la distribución geográfica distingue 6 conglomerados con valores totales anuales de 583, 736, 869, 1044, 1338 y 2007 mm de precipitación (Figura 28). El rango de variación de la precipitación en el Estado de México es muy amplio. Las características geográficas de la distribución se describen a continuación:

Hay un área seca con poca precipitación al oriente del Estado de México con precipitaciones de 583 mm y al sur oriente se incrementa con valores de 736 y 869 mm.

El lado poniente del Estado de México es menos seco que el lado oriente. Hay una zona norponiente con precipitaciones medias de 736 y 869 mm, la precipitación en esta región se incrementa de norte a sur de manera que en la región central poniente se tienen precipitaciones de 869 mm casi exclusivamente. Este patrón de incremento se continúa hacia el sur presentándose valores de 1044 y 1338 al sur. En esta parte hay 3 estaciones con precipitaciones extremas con promedio de 2007 mm que podrían considerarse dudosas, sin embargo se encuentran en la misma región y se han mantenido.

En el Anexo I se enlistan las estaciones que se han empleado para la elaboración de la climatología de la precipitación.



**Figura 28.** Climatología de la precipitación

El período de lluvias inicia generalmente durante el mes de mayo, cuando la corriente tropical de los vientos alisios domina sobre la República Mexicana y se incrementa a finales del ciclo (septiembre-octubre) por la incidencia de perturbaciones tropicales en el Océano Pacífico y el Golfo de México, fenómeno que se presenta como nubosidad y precipitación pluvial. Lo anterior es la causa más importante que permite la actividad agrícola de temporal y la recarga de las presas y mantos acuíferos. Dada la variabilidad del relieve, se presentan también lluvias de tipo orográfico-convectivo. En las sierras Nevada y de las Cruces la precipitación es superior a los 1,000 mm anuales, siendo notables también los niveles que alcanza en la Cuenca del Balsas (Valle de Bravo, Tenancingo y Tlatlaya). La región con menor precipitación se localiza en la sección norte y noreste de la entidad, en los límites con el Estado de Hidalgo, predominando las zonas

semiseco y seco estepario semiáridas con menos de 600 mm de precipitación media anual (IGECEM, 2011).

El Valle de Toluca se encuentra en el punto medio de los aspectos descritos con un promedio de 800 mm anuales. Las nubes dominantes en el período lluvioso son los cúmulos y cúmulo nimbos, que ocasionan granizadas en las partes más altas (Sierra Nevada, Ajusco y Sierra de las Cruces) y en las planicies.

En la preparación del Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de México (PEACC EDOMEX, 2013) fueron considerados, como base, los escenarios de cambio climático presentados en la 5ª. Comunicación Nacional de México ante el Cambio Climático (Cavazos et al. 2013), documento preparado bajo el auspicio del fondo del Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) y administrado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), los resultados del trabajo fueron publicados por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y elaborados con la participación del CICESE, el IMTA y el CCA-UNAM (PEACC EDOMEX, 2013, página 117).

Dicho documento contiene fundamentalmente los escenarios de cambio climático sobre un dominio geográfico que incluye a la República Mexicana, y considera las proyecciones a futuro de 4 variables climáticas (temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación mensual) de 15 modelos de circulación general con atmósfera y océano acoplados (AOGCMs, Tabla 4.5, PEACC EDOMEX, 2013) combinados con 3 rutas representativas de concentraciones (de gases de efecto invernadero) (RCPs, Fig. 4.21 PEACC EDOMEX, 2013). Así mismo se contemplan 2 horizontes de proyección: cercano (2015-2039) y lejano (2075-2099).

Con el fin de evaluar el desempeño individual de cada AOGCM en el citado trabajo, se

utilizaron parámetros estadísticos (métricas e índices climáticos) basados en las series históricas del clima de nuestro país (periodo 1961 -2000) y para determinar de manera objetiva la incertidumbre asociada con el conjunto de AOGCMs se empleó el cálculo de confiabilidad promedio sobre un ensamble (REA por sus siglas en inglés, Giorgi y Mearns, 2001). El análisis de incertidumbre de todos los AOGCMs se lleva a cabo para cada elemento reticular en el dominio de resolución geográfica de 0.5° de longitud x 0.5° de latitud (55km x 55km aprox), pero los resultados finales se presentan para una regionalización del territorio nacional que consta de 4 zonas, el EDOMEX se ubica en la Zona Sur.

La existencia de varias RCPs refleja el esfuerzo de los investigadores, fundamentalmente en el campo de los modelos de evaluación integrada, por incluir de la manera más completa la gama de posibles futuros escenarios que las actividades socioeconómicas y las posibles circunstancias políticas futuras, nos deparan a corto, mediano y largo plazos, a partir del análisis de las situaciones pasada y actual del planeta (Moss et al., 2010).

Por otro lado, los diversos AOGCMs, creados principalmente para la investigación del clima, desde el punto de vista físico y con la inclusión de la modelación de los efectos que los ciclos bio-geo-químicos causan sobre el clima, poseen enfoques diferentes en función de los intereses, las bases de datos globales que utiliza, las parametrizaciones de los diversos fenómenos climáticos y hasta de los esquemas numéricos usados, de cada grupo de investigación que los desarrolla. Tanto los diferentes AOGCMs como las distintas RCP son fuente de incertidumbre en las proyecciones futuras del clima global y local.

La forma de interpretar las proyecciones que los escenarios de cambio climático proporcionan, se complica por el hecho de que existen diferentes fuentes de incertidumbre asociadas con los valores que alimentan los modelos usados para elaborar dichas proyecciones. Para científicos y tomadores de decisiones es particularmente difícil tomar en cuenta incertidumbres de tipo epistémico para diseñar estrategias de adaptación

o medidas de mitigación y las metodologías estadísticas no siempre son las más apropiadas (Gay y Sánchez, 2014).

Un enfoque alternativo, para el análisis de incertidumbres, consiste en considerar el rango de las fechas dentro de las que cada combinación de AOGCM y RCP se puede presentar, tomando como referencia valores umbrales de 1, 2, 3 y 4 °C en el incremento de la temperatura global (Gay y Sánchez, 2014). Es claro que entre más pronto se alcanza un cierto nivel de concentraciones de GEI más pronto se llega a los valores umbrales de incremento en la temperatura global, pero si además, la sensibilidad del sistema del clima a los forzamientos ocasionados por el incremento en las concentraciones de GEI en la atmósfera, es alta, los valores umbrales se presentan antes que si la sensibilidad del clima es baja, es decir, una medida indirecta de la sensibilidad del clima es la estimación de qué tan pronto se presentan valores umbrales de temperatura global.

La incertidumbre en la sensibilidad del clima es determinante pues representa la medida de nuestro entendimiento del funcionamiento del sistema del clima. La sensibilidad del sistema del clima es un parámetro que contiene los forzamientos directos del clima tanto como sus retroalimentaciones (McGuffie y Henderson-Sellers, 2005).

El Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC AR5, 2013 The Physical Science Basis) considera valores menores de sensibilidad climática de equilibrio (de 1.5 a 4.5 °C/W/m<sup>2</sup>) respecto a reportes de evaluación anteriores que consideraban que su valor podía ser de hasta 6 °C/W/m<sup>2</sup>, por ahora no se dispone de una mejor estimación debido a que no concuerdan los valores de los diferentes estudios hasta ahora realizados (IPCC AR5, 2013 Resumen para tomadores de decisiones), idealmente, cuando se pueda describir de manera completa todos los fenómenos que afectan al clima, especialmente en lo respectivo a la temperatura global, se sabrá cuál es el menor rango de incertidumbre de la sensibilidad del sistema del clima.

Para este trabajo se usaron los valores de las emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes a la RCP8.5, considerada la más pesimista, con dichos valores se alimentó el programa MAGICC 5.3 con el cual es posible calibrar los incrementos de temperatura global de 1°C a 4°C y obtener un registro de las fechas en que dichos cambios se presentan. A manera de muestra, los resultados obtenidos para 2 AOGCM's, MPI-ECHAM y HADGEM1 que han sido utilizados en anteriores comunicaciones nacionales, se presentan en forma de mapa.

## Metodología

Los AOGCMs producen como resultado las estimaciones a futuro de muchas variables climatológicas importantes, entre ellas, las más útiles son la temperatura global y la precipitación. Todos lo AOGCMs incluyen como procesos conductores el cambio en el uso de suelo, asentamientos humanos, tipo de vegetación, además de muchos otros. La vía mediante la cual todos estos procesos quedan incluidos está constituida por el aumento de las emisiones de GEI (poner cita) cuya modelación detallada es el objeto de los modelos de emisiones de GEI. En este caso se han empleado, dos modelos que han sido considerados en comunicaciones nacionales anteriores y que también están incluidos en el menú de modelos de la actualización oficial de los escenarios de cambio climático publicados por el INECC (2014) ([http://www2.inecc.gob.mx/cgacc/escenarios\\_cu/act\\_escenarios.html](http://www2.inecc.gob.mx/cgacc/escenarios_cu/act_escenarios.html)) también se usaron aquí dos rutas de concentración representativa (RCP) una de 6.0 y otra de 8.5 W/m<sup>2</sup>, la primera se puede considerar realista para las condiciones socioeconómicas de un país como el nuestro y, con el fin de establecer una referencia temporal útil, se propone usar adicionalmente como referencia el RCP8.5 para estimar el año en que se presenta primeramente cada uno de los valores umbrales de incremento de temperatura global. Ambos rutas están incluidas en el menú de rutas de la actualización oficial de los escenarios de cambio climático publicados por el INECC (2014).

Usando escenarios en términos de incrementos umbrales de temperatura global de 1, 2, 3 y 4 °C, es posible hacer un análisis de las medidas propuestas de adaptación y, en general de la toma de decisiones, que resulte más adecuado dado que los usuarios de los escenarios de cambio climático tienen claros los efectos de los cambios de temperatura umbrales en los sistemas que analizan (Gay y Sánchez, 2014).

La expresión territorial de los escenarios grado por grado, se integró en un sistema de información geográfica y se combinó con otros datos ambientales como el de acuíferos del Estado de México, así mismo se construyeron otros mapas con características socioeconómicas para poder visualizar de manera integral las características socioambientales del Estado de México. La determinación del grado de vulnerabilidad, se explicará más detalladamente en el siguiente capítulo.

Así se tiene que, por ejemplo, si un sistema vulnerable presenta una alteración característica de sus propiedades cuando es expuesto a un incremento del orden de 1 °C, será determinante entonces saber el año más próximo en que los RCPs contemplan dicho incremento pues ese año marcará la referencia para la implementación de medidas de adaptación y análisis de vulnerabilidad. Se toma como referencia el cambio de temperatura global puesto que está directamente vinculado a los forzamientos radiativos, a escala regional los valores correspondientes se distribuyen alrededor de cada umbral como se muestra en las figuras de la sección de resultados (Tabla 20 y figuras 29 a 36).

En el PEACC EDOMEX de 2013 se emplean los escenarios de cambio climático correspondientes a la 5ª. Comunicación Nacional considerando la ruta de concentración representativa (RCP) de 6.0 W/m<sup>2</sup>, aunque éste valor de estabilización del forzamiento radiativo se puede considerar realista para las condiciones socioeconómicas de un país como el nuestro, con el fin de establecer una referencia temporal útil se propone usar adicionalmente como referencia el RCP8.5 para estimar el año en que se presenta primeramente cada uno de los valores umbrales de incremento de temperatura global.

Hacer un promedio ponderado de los resultados de los AOGCMs, como lo implica la metodología REA, impide contrastar el desempeño de cada AOGCM individualmente para alguna región considerada. Ya se ha mencionado que los AOGCMs son construidos tomando en consideración diferentes parametrizaciones para la descripción del comportamiento de los fenómenos atmosféricos y oceánicos, en particular existen AOGCMs que funcionan mejor para regiones del mundo más continentales que para regiones más oceánicas. Tomando en cuenta la experiencia adquirida en las anteriores Comunicaciones Nacionales en este trabajo se presentan escenarios de cambio climático para 2 GCMs cuyo desempeño ha sido aceptable, el MPI-ECHAM y el HADGEM1 (Conde et al., 2011). Lo más importante es que dichos modelos mostraron tener climatologías base consistentes con las climatologías observadas disponibles en nuestro país. Además los AOGCMs escogidos han cumplido con criterios de desempeño básicos para nuestro país como se menciona en el documento ***Actualización de escenarios de cambio climático para México como parte de los productos de la Quinta Comunicación Nacional*** (<http://escenarios.inecc.gob.mx/>) en la parte de métricas.

El análisis con incrementos umbrales que se presenta aquí se enfoca en las variables de temperatura media y precipitación tomando en cuenta las trayectorias de concentración representativas de 6.0 y 8.5 W/m<sup>2</sup>. El RCP2.6 (también citado como RCP3-PD) es descartado debido a su poca factibilidad dadas las condiciones socioeconómicas y políticas actuales, es decir, se considera muy “optimista”, por otro lado, por razones de simplicidad no se considera el RCP4.5.

A partir de la información contenida en la herramienta de elaboración de escenarios de cambio climático MAGICC/SCNEGEN v5.3 (Wigley, 2008) se obtienen los datos correspondientes a los incrementos de temperatura media global que diversos AOGCMs, generan para una retícula global de 2.5° de longitud x 2.5° grados de latitud. MAGICC/SCNEGEN v5.3 es un software que, a través de un modelo simple del clima en

conjunción con un algoritmo de escalamiento, permite reflejar, a escala regional, los incrementos de temperatura global sobre variables como la temperatura y la precipitación.

En los resultados aquí mostrados se emplea un valor de la sensibilidad climática de 3.0 °C/W/m<sup>2</sup> la cual se considera moderada y, por ahora, se considera la mejor estimación, dada la naturaleza epistémica de la incertidumbre asociada con la sensibilidad climática.

Para incluir en MAGICC/SCNEGEN v5.3 las rutas representativas de concentraciones se usa el escenario de emisiones A1FI para todos sus componentes con excepción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, pues éstas se han tomado de los valores correspondientes a los RCPs que se encuentran en la herramienta alterna MAGICC6 (Meinshausen, et al., 2011).

El RCP8.5 ha sido seleccionado porque representa la perspectiva más pesimista acerca de las emisiones de GEI, por lo tanto proporcionará las fechas más próximas en que se presentarán los valores umbrales de incremento de temperatura global, para cualquier AOGCM. Es claro que si se usara un valor de sensibilidad más alto, digamos 4.5 °C/W/m<sup>2</sup>, las fechas de ocurrencia de los valores umbrales serían más próximas.

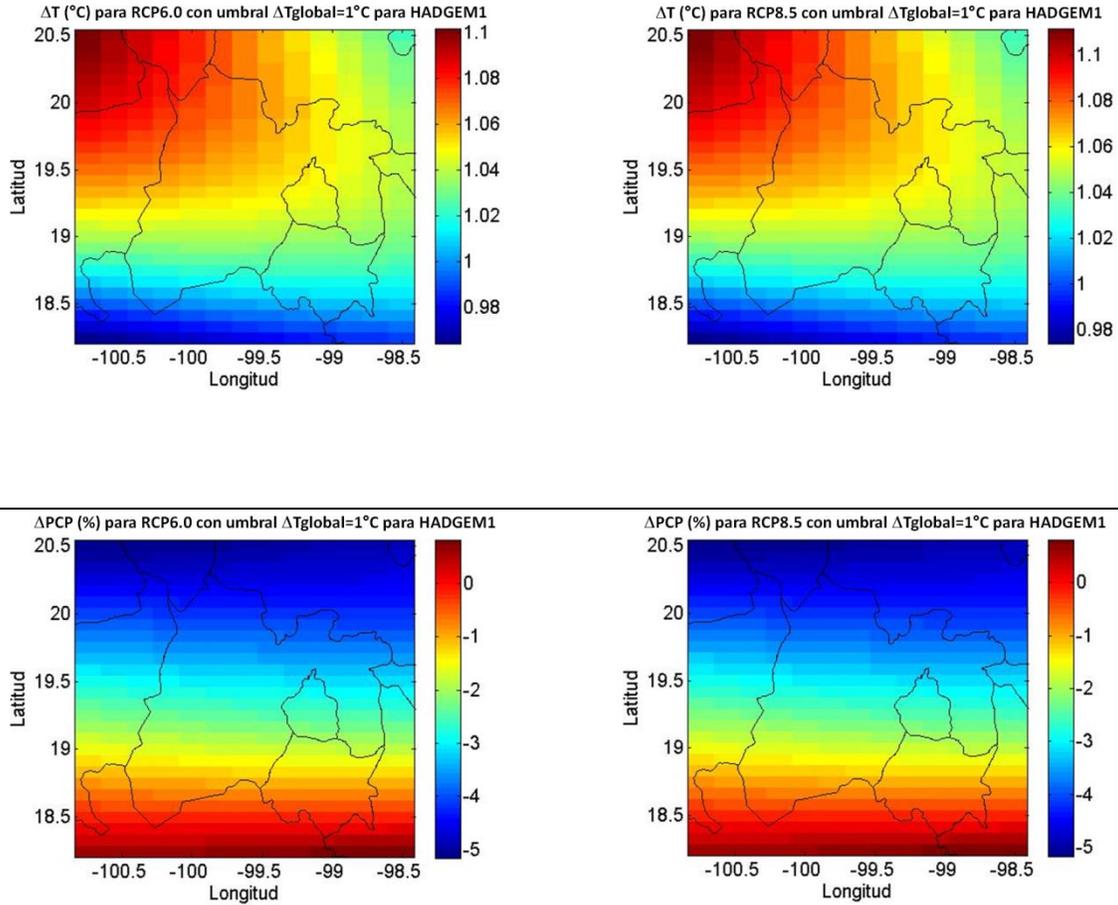
## Resultados

Los años esperados, anteriores al año 2100, en los que se alcanzan los valores umbrales de incremento de temperatura global, obtenidos mediante el software MAGICC/SCENGEN se muestran en la Tabla 20.

**Tabla 20.** Años estimados mediante MAGICC/SCENGEN en que se alcanzan los valores umbrales de  $\Delta T_{\text{global}}$

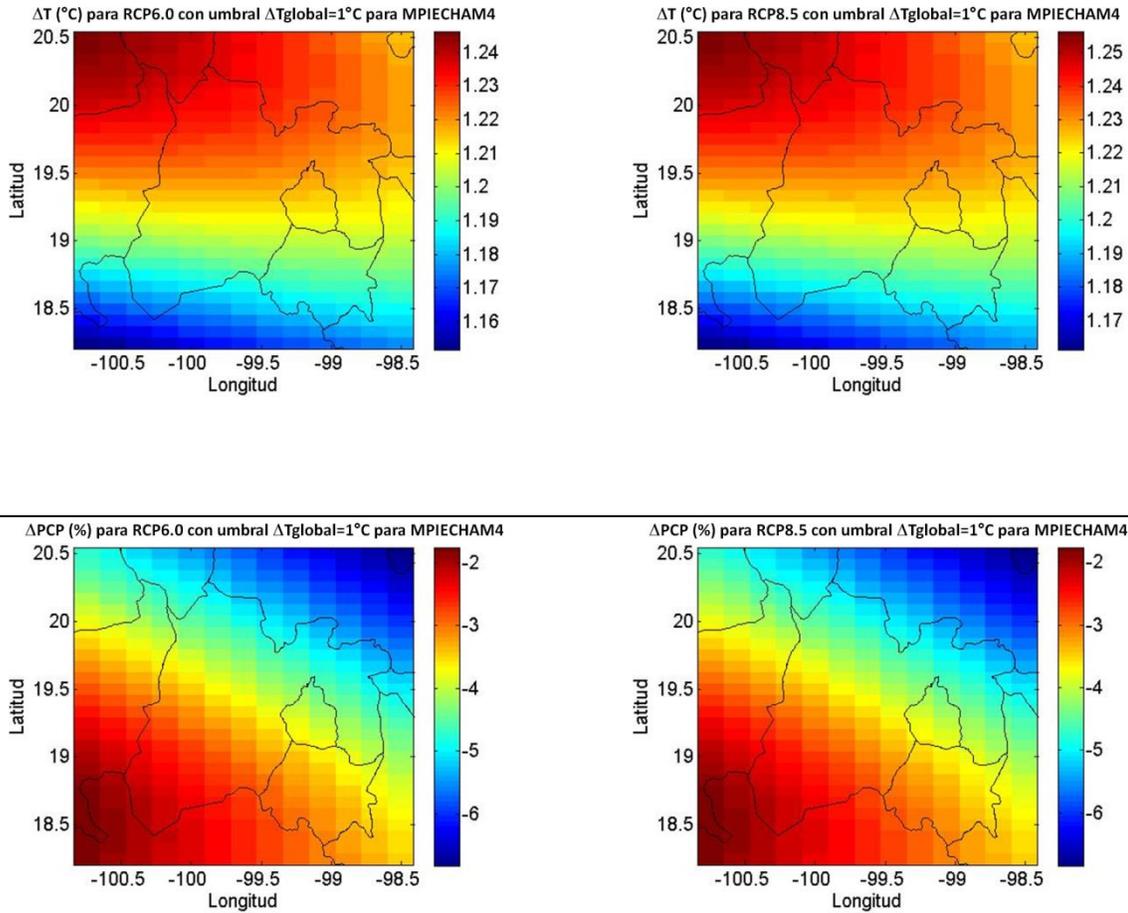
Valor umbral $\Delta T_{\text{global}}$ (valor aproximado)	RCP	Año
1 °C (0.993)	RCP6.0	2037
1 °C (1.003)	RCP8.5	2033
2 °C (1.983)	RCP6.0	2061
2 °C (2.005)	RCP8.5	2054
3 °C (2.989)	RCP6.0	2085
3 °C (3.023)	RCP8.5	2072
4 °C (4.015)	RCP8.5	2093

Con estos valores se generaron bases de datos con valores georeferenciados de incrementos de temperatura media y precipitación para la región que abarca el Estado de México, dichas bases de datos se incluyen con el presente informe. Como ya se ha mencionado se contemplan 2 AOGCMs, el MPI-ECHAM y el HADGEM1 y 2RCPs (6.0 y 8.5) para cada valor umbral. El valor de la sensibilidad del clima se fijó en 3.0 °C/W/m<sup>2</sup>. Los mapas generados a partir de los datos obtenidos se muestran en las figuras 29 a 36.



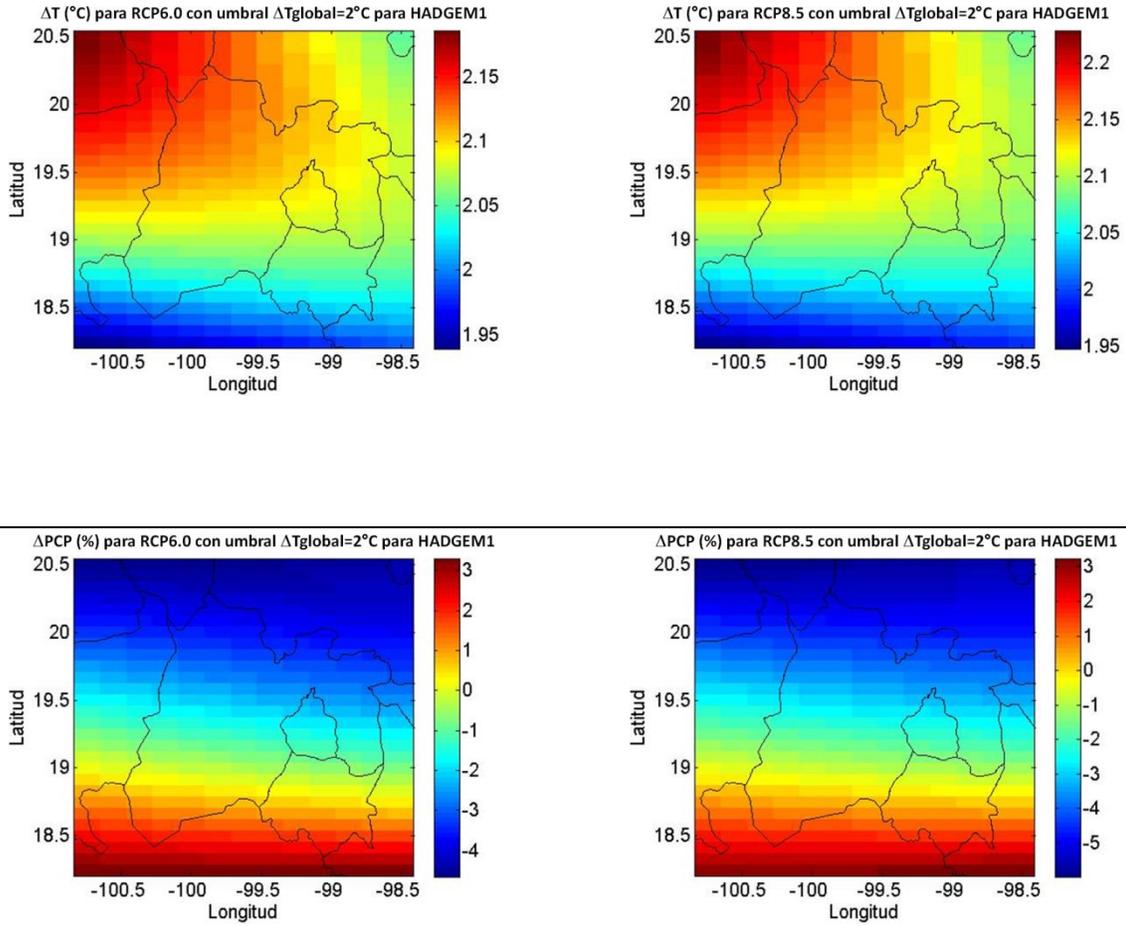
**Fig. 29.** Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para  $\Delta T_{\text{global}}=1^{\circ}\text{C}$  con RCP6.0 y RCP8.5. Modelo HADGEM1.

Se puede observar que los mapas para RCP6.0 y RCP8.5, para HADGEM1, son extremadamente parecidos con diferencias prácticamente indistinguibles, sobretodo en incrementos de precipitación (Fig. 29). Lo anterior se explica por el hecho de que para el umbral de 1°C las rutas de RCP6.0 y RCP8.5 están en realidad muy próximas (4 años de diferencia) y se van separando conforme avanza el tiempo, como se puede comprobar en las figuras restantes.

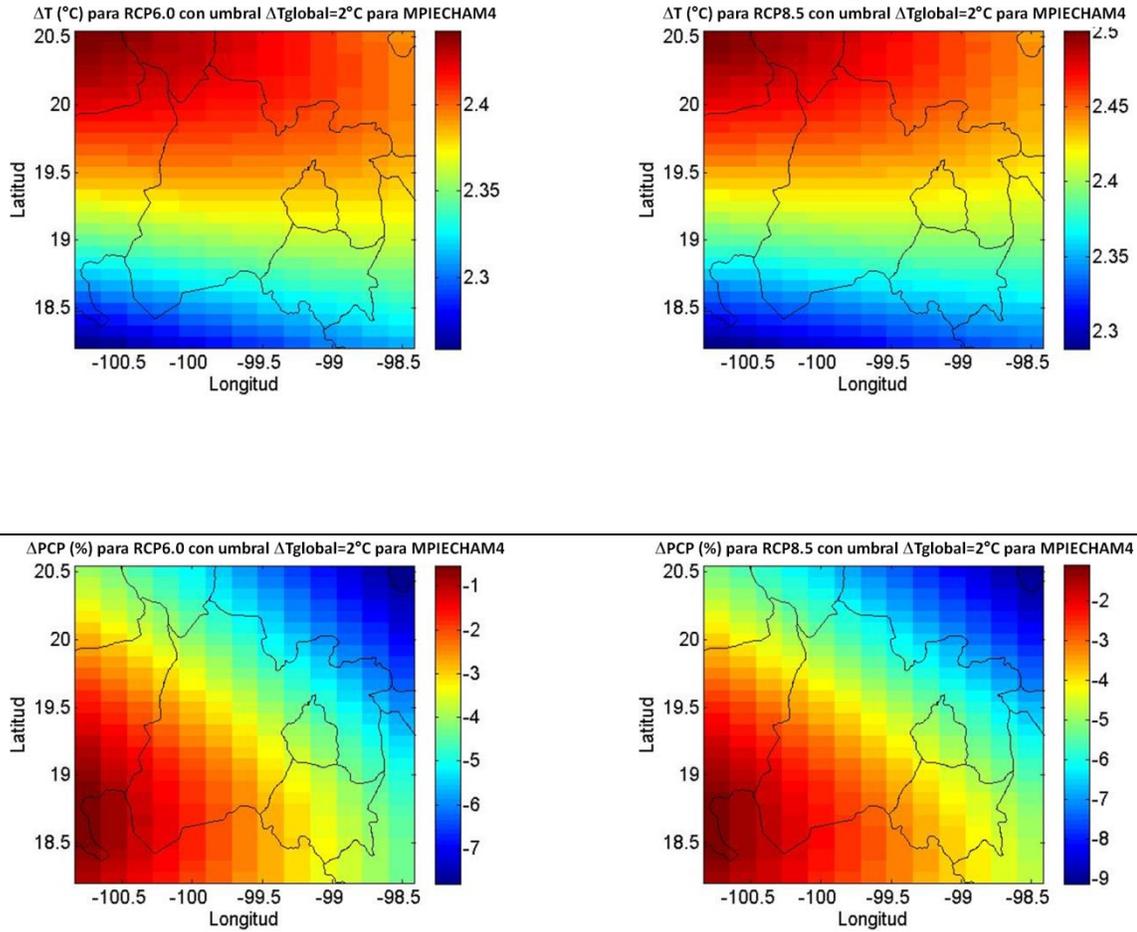


**Fig. 30.** Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para  $\Delta T_{\text{global}}=1^{\circ}\text{C}$  con RCP6.0 y RCP8.5. Modelo MPIECHAM4.

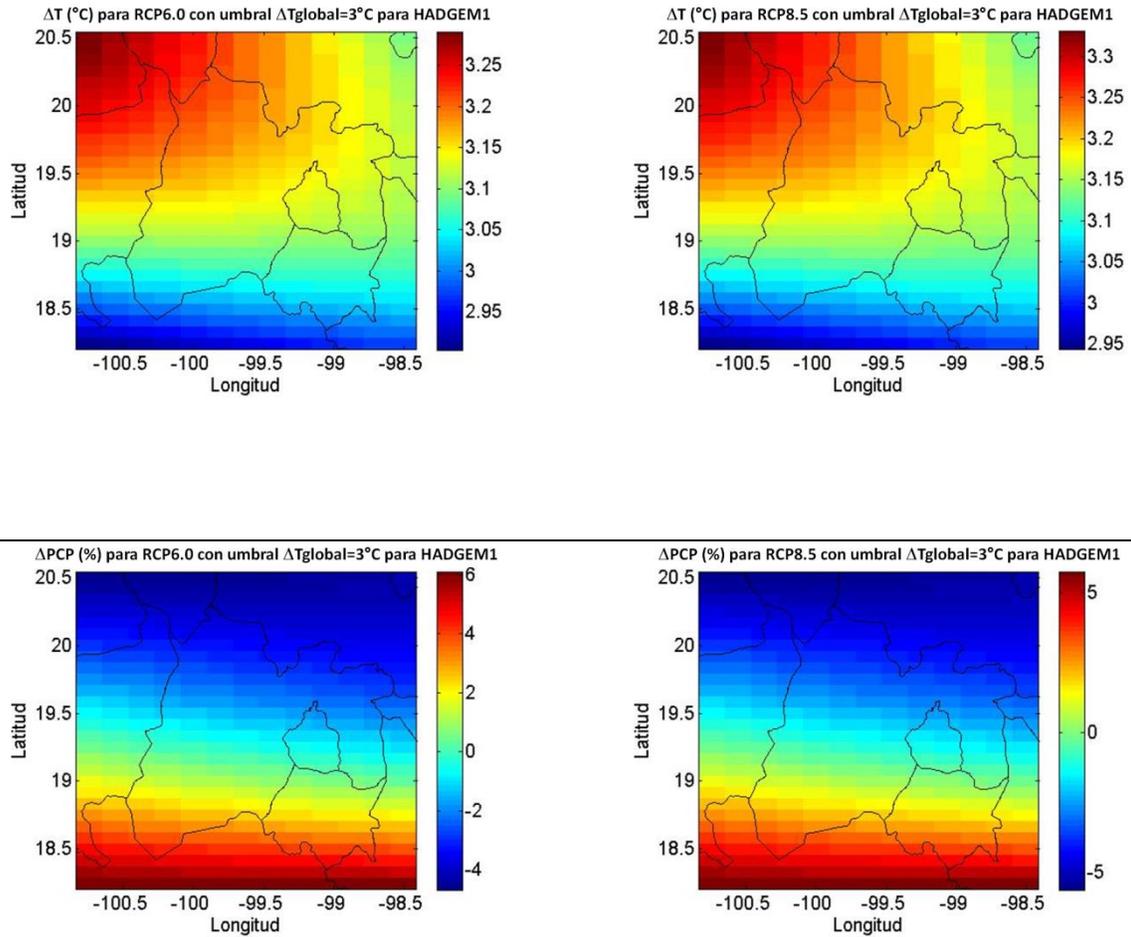
Para MPIECHAM4 las diferencias en los incrementos de precipitación son indistinguibles entre RCP6.0 y RCP8.5 para el umbral de 1°C (Fig. 30) por las razones ya explicadas, pero sí es apreciable en las figuras correspondientes a los umbrales mayores.



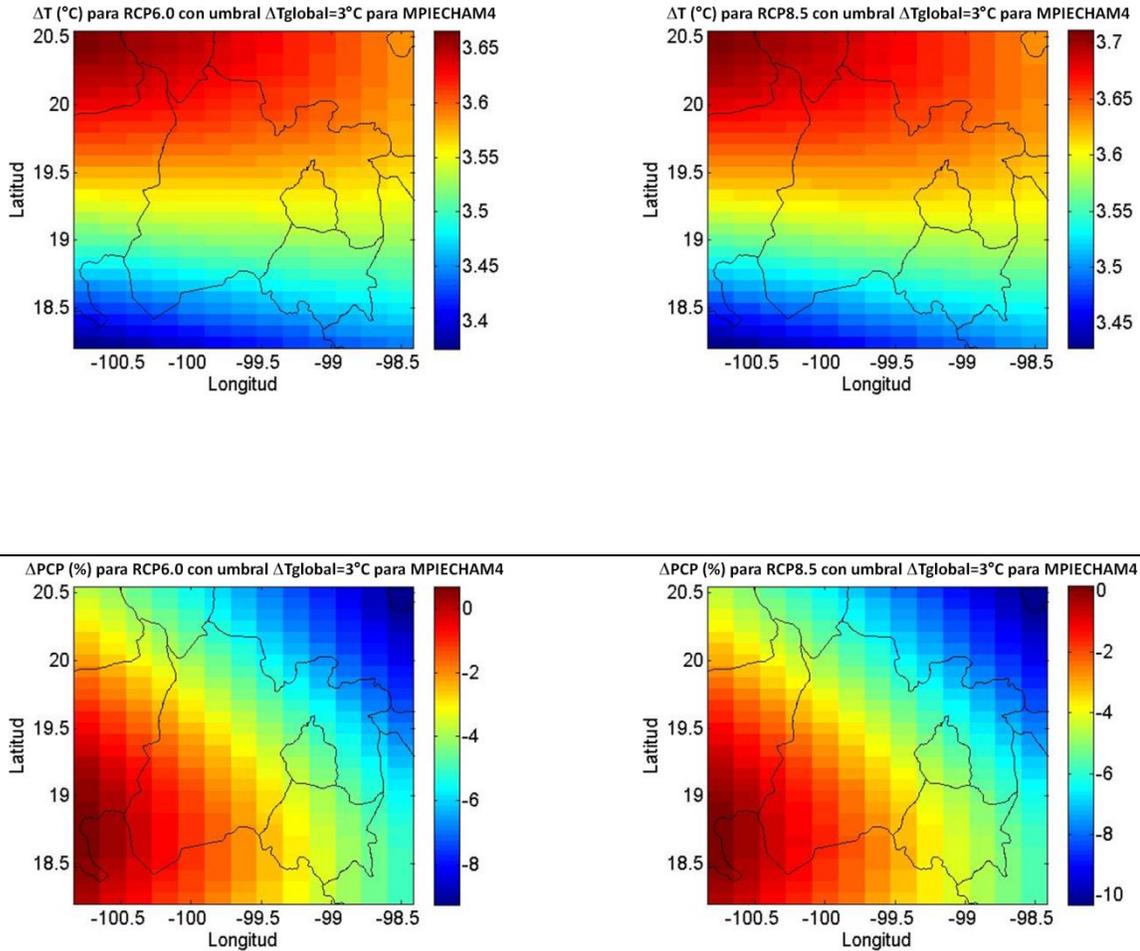
**Fig. 31.** Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para  $\Delta T_{global}=2^{\circ}C$  con RCP6.0 y RCP8.5. Modelo HADGEM1.



**Fig. 32.** Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para  $\Delta T_{global}=2^{\circ}C$  con RCP6.0 y RCP8.5. Modelo MPIECHAM4.

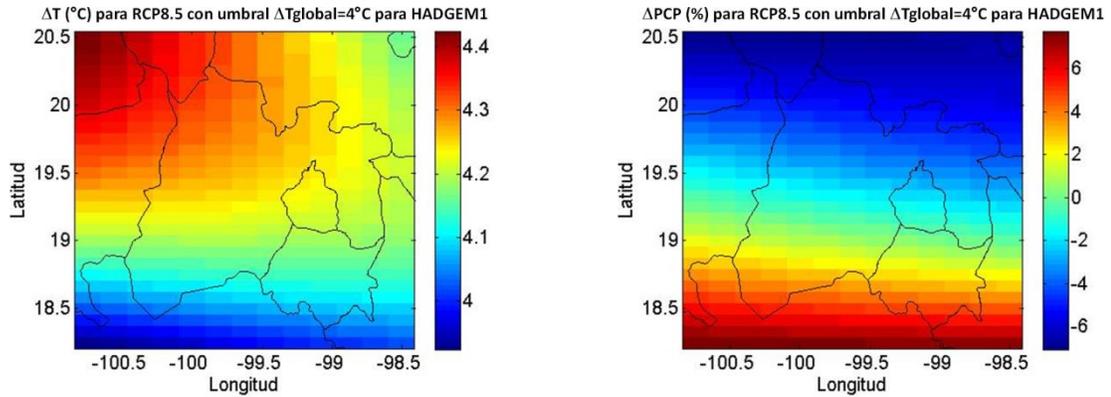


**Fig. 33.** Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para  $\Delta T_{global}=3^{\circ}C$  con RCP6.0 y RCP8.5. Modelo HADGEM1.

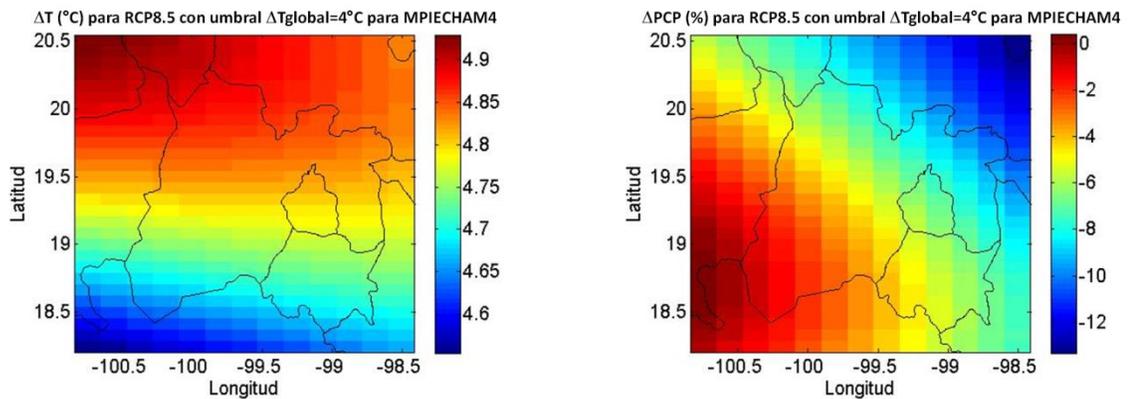


**Fig. 34.** Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para  $\Delta T_{\text{global}}=3^{\circ}\text{C}$  con RCP6.0 y RCP8.5. Modelo MPIECHAM4.

Dado que RCP6.0 no lleva a alcanzar los 4 °C de incremento en la temperatura global antes de 2100, solamente se incluyen los mapas de 4 °C para RCP8.5 (Fig. 35 y Fig.36).



**Fig. 35.** Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para  $\Delta T_{\text{global}}=4^{\circ}\text{C}$  con RCP8.5. Modelo HADGEM1.



**Fig. 36.** Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para  $\Delta T_{\text{global}}=4^{\circ}\text{C}$  con RCP8.5. Modelo HADGEM1.

## Observaciones y recomendaciones

La estructura de los mapas correspondientes a cada AOGCM es la misma, es decir, la distribución espacial de los valores de temperatura o precipitación no cambia ni con  $\Delta T_{\text{global}}$ , ni con los RCPs aunque los valores en sí, son diferentes. Lo anterior ocurre también con los otros AOGCMs incluidos en la 5a. Comunicación Nacional.

Para valores umbrales altos de  $\Delta T_{\text{global}}$  las diferencias entre los mapas de las rutas RCP6.0 y RCP8.5 se hacen mayores, lo cual es un reflejo de la dispersión de los valores de la concentraciones de GEI para cada RCP a medida que avanza el tiempo.

Es claro que entre más pronto se alcanza un cierto nivel de concentraciones de GEI más pronto se llega a valores de incremento en la temperatura global mayores pero, por otro lado, si la sensibilidad del sistema del clima, es alta, el tiempo en que se alcanzan temperaturas altas se vuelve aún menor. La sensibilidad del clima es un parámetro determinante pues establece cuántos grados centígrados de incremento en la temperatura global se tienen por cada watt por metro cuadrado de forzamiento radiativo, causado por diferentes factores, sobre el sistema del clima (McGuffie y Henderson-Sellers, 2005). La sensibilidad del clima representa nuestro entendimiento del funcionamiento del sistema del clima, idealmente si se conocieran y cuantificaran todos los fenómenos climáticos que afectan la temperatura global se tendría su valor preciso. De acuerdo con el 5o. Informe de Evaluación (IPCC AR5, 2013 Resumen para tomadores de decisiones) el valor más aceptado se ubica entre 1.5 y 4.5 °C/W/m<sup>2</sup> y, por ahora, no se dispone de una mejor estimación debido a que no concuerdan los valores de los diferentes estudios hasta ahora realizados.

Con los resultados de estos escenarios de variabilidad climática futura, como ya se mencionó, se construyeron mapas que se integraron en un sistema de información geográfica y se combinaron de forma integral con otros mapas con información ambiental

y socioeconómica del Estado de México, para poder visualizar de manera integral las características socioambientales del Estado de México. La determinación del grado de vulnerabilidad, se explicará más detalladamente en el siguiente capítulo.

The background features a series of concentric, overlapping circles in shades of light beige and cream, creating a ripple effect. A semi-transparent red rectangular box is positioned in the lower right quadrant, containing the word "Diagnóstico" in a bold, white, sans-serif font.

**Diagnóstico**

## Diagnóstico

---

### Diagnóstico de riesgos

Si bien es necesario reconocer la necesidad de realizar estudios para profundizar en el tema de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la entidad mexiquense, es posible inferir a través de la información disponible que los cambios en los patrones de temperatura y precipitación proyectados ocasionarán afectaciones para las comunidades humanas y los ecosistemas naturales. En el caso de las primeras, podrían registrarse incrementos en la prevalencia de enfermedades gastrointestinales, enfermedades insecto-infecciosas, disminución de disponibilidad de agua para comunidades rurales y urbanas, afectaciones a actividades productivas primarias, particularmente aquellas relacionadas con la agricultura de temporal.

Tal y como lo ha reconocido el IPCC, estos impactos se distribuyen de manera diferenciada (IPCC, 2001) entre las regiones, generaciones, edades, clases, ingresos, ocupaciones y sexos. Así mismo, se prevé que de las comunidades vegetales asentadas en el territorio estatal, sean los bosques templados de oyamel, pino y encino los más afectados por el incremento de temperatura y que esto se traduzca en su paulatino desplazamiento hacia zonas de mayor altitud o bien tiendan a reducir su cobertura (Villers y Trejo, 2004).

### **Riesgo urbano a eventos meteorológicos extremos debido al cambio climático en el Estado de México**

Los desastres naturales se han intensificado en los últimos años debido a los cambios recientes en el clima (IPCC, 2012), a la par que existe una tendencia mundial hacia la urbanización, pues las ciudades actúan como polos de atracción por su concentración de actividad económica, empleos y mejor nivel de ingresos. Debido a esta alta concentración de personas y actividades, las ciudades se identifican como los sitios de mayor vulnerabilidad, sobre todo en países en desarrollo como México, en los que el proceso de urbanización se lleva a cabo de manera acelerada y desorganizada.

Esta vulnerabilidad se debe a dos razones: por un lado, la población se concentra en lugares propensos a peligros, y por otro lado, la frecuencia e intensidad de los desastres naturales muestra una tendencia a incrementarse. Debemos considerar que del crecimiento de la población urbana deriva el aumento en la demanda de infraestructura y servicios urbanos, sin contar un sin fin de recursos naturales. Esta demanda crece más rápido que la provisión ofertada, por lo cual se generan tensiones debido a la sub-oferta de infraestructura y servicios, lo que aumenta su vulnerabilidad.

En la actualidad, la población del Estado de México y de gran parte del país, padece los efectos de la variabilidad normal del clima, la cual se manifiesta a través de la ocurrencia de desastres como inundaciones, sequías, heladas y las enfermedades desencadenadas por la situación de vulnerabilidad de la población.

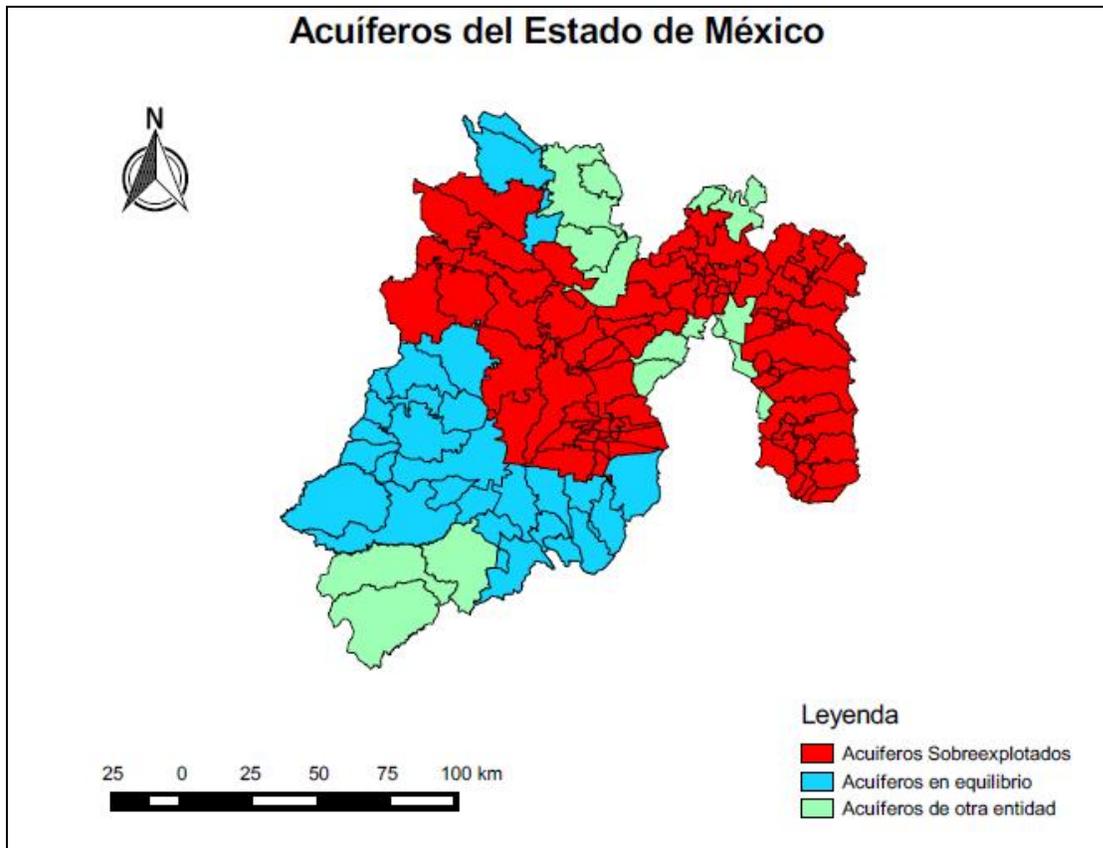
El Estado de México presenta características físicas, socioeconómicas y políticas que lo hacen vulnerable a fenómenos hidrometeorológicos extremos relacionados con cambio climático. El Estado de México es una entidad con población mayoritariamente urbana (87%) y como ya se mencionó, la mayor parte se concentra en los municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán Texcoco (ZMVCT, dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México) y la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT). Ambas se localizan en la región más densamente poblada del país que, por motivos históricos multicausales y posteriormente de desarrollo en la industria y los servicios, ha dado lugar a una zona de grandes contrastes. Estas zonas metropolitanas

mantienen vínculos estrechos e intensos con relaciones funcionales. Responden a un modelo centro-periferia policéntrica<sup>16</sup>. Es decir, se refiere a la existencia de varios centros en una región determinada, hay un crecimiento urbano disperso a partir de una gran aglomeración con una discontinuidad y bajas densidades conforme se aleja de ella, dando lugar a la urbanización de los espacios rurales que quedan intermedios. Ambas zonas metropolitanas están tan próximas que han llevado a un flujo laboral importante, hay una interrelación que si bien no ha llegado a la conurbación física, constituyen una región densamente poblada. El proceso de urbanización acelerada y desorganizada, implica que la población se concentre en lugares susceptibles a riesgos, que sumado al incremento de la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos, propicia que la población esté expuesta a condiciones potenciales de mayor peligro y por ende, haya una mayor probabilidad de desastres. Si se considera la zonificación del recurso hídrico del estado de México, las dos zonas urbanas del Estado de México se encuentran situadas en los acuíferos sobreexplotados (Figura 37).

Por otro lado, las condiciones de vulnerabilidad a los que está sujeto el Estado de México en sus regiones rurales, se relacionan principalmente con incendios forestales muchas veces provocados por intereses relacionados con limpieza de terrenos para agricultura o para ocupación, así como con enfermedades infecciosas como el dengue, el paludismo y más recientemente el chikunguya y el zika, donde los cuerpos de agua son el medio propicio para la multiplicación de sus vectores. Tanto los incendios forestales, como el dengue, el paludismo, el chikunguya y el zika, aumentan su frecuencia e intensidad bajo condiciones climáticas propicias.

---

<sup>16</sup> Que es cuando se presenta una gran aglomeración a la vez que se manifiestan formas de crecimiento urbano disperso donde también se desarrolla un modelo de crecimiento policéntrico (Aguilar, 2006).



**Figura 37.** Mapa de acuíferos en el Estado de México (Fuente: CAEM Y CONAGUA, 2014).

Desde la perspectiva político-administrativa, el nivel municipal tiene un papel relevante en la protección civil ya que es la primera instancia encargada de la atención de emergencias, de la identificación de riesgos y la elaboración de los atlas; es también el nivel en donde se operativiza el discurso de la protección civil, donde las ideas se ponen en práctica, se viven las emergencias y se experimentan los daños y pérdidas (Toscana Aparicio, 2014). Por todo lo anterior, es un nivel de gobierno fundamental, aunque a partir de las experiencias en municipios en el Estado de México se observa que los municipios enfrentan graves dificultades para cumplir con sus funciones a pesar de que el Estado de México promulgo su Ley de Protección Civil en 1994 y fue de los primeros estados en hacerlo, en parte por sus particulares condiciones de riesgo-desastre (Toscana Aparicio, 2014).

Para Toscana Aparicio (2014) un problema del Sistema Nacional de Protección Civil (Sinaproc) en relación con los tres niveles (federal, estatal y municipal) de gobierno en que está conformado, es que su discurso no es claro; por ejemplo, en el nivel federal se habla de “manejo integral de riesgos” y en el municipal de “desastres naturales”. El uso de los términos no es aleatorio ni políticamente neutro: hablar de “desastres naturales” es entenderlos como procesos en los que la dinámica natural del planeta es clave; hablar de “manejo integral de riesgos” implica reconocer que el riesgo no es fatal sino que se puede incidir en él, también implica reconocer la multiplicidad de variables que lo configuran.

En los tres niveles, pero sobre todo en el municipal, la tendencia de la Protección Civil es hacia la atención de emergencias. En este sentido tampoco es claro el tipo de emergencias que debe atender, ya que puede ser desde una inundación en una cuenca hasta un accidente vehicular que implique un solo automóvil (Toscana Aparicio, 2014). Otro problema que menciona Toscana Aparicio es que entre los problemas derivados de la descentralización de la Protección Civil resalta la limitada experiencia municipal en el tema de riesgos y desastres, en la identificación de fenómenos peligrosos y sus áreas de influencia, en la detección de las condiciones de vulnerabilidad de la población, en el mapeo de zonas de riesgo, así como en el diseño de políticas tanto preventivas como de atención de emergencias y recuperación (Toscana Aparicio, 2014).

El Estado de México ha hecho esfuerzos significativos para reducir las condiciones de riesgo en la entidad, aunque es necesario que se desarrollen aún más las medidas preventivas. Si bien el Sinaproc plantea en su diseño la cooperación y colaboración entre los tres niveles de gobierno, el sector público, el privado y los grupos de voluntarios, esto no se da en la realidad y se requieren estrategias para lograrlo. La falta de vinculación entre la planeación del uso del suelo y el tema de riesgos es otro problema constante (Toscana Aparicio, 2014), que si se suma a la falta de homologación en el discurso a utilizar, la manera en que este discurso homologado tiene que dar forma a las políticas

relacionadas con riesgo y con cambio climático, así como la descoordinación institucional, implica que se tiene mucho trabajo por delante para lograr efectividad en las políticas preventivas.

Con lo mencionado con respecto a la perspectiva político-administrativa, la capacidad de adaptación al cambio climático no se puede mejorar sin instrumentos de política para reducir la brecha entre distintos sectores sociales y entre distintos niveles de Gobierno (Eakin et. al, 2010). Esta conclusión no es nueva, ya que se reconoce cada vez más que la naturaleza acoplada de los problemas socioambientales, como por ejemplo inundaciones, requiere arreglos institucionales innovadores para hacer frente a los complejos procesos biofísicos que se están produciendo a escala local, regional y global, así como coherencia entre las dinámicas económicas y socio-culturales, en relación con las limitaciones políticas de la toma de decisiones (Cash y Moser, 2000; Cummings et al, 2006; Pahl-Wostl, 2006). En ese sentido el arreglo institucional de la SEMARNAT, es un ejemplo de eficiencia a seguir y reproducir dado el alto grado de efectividad alcanzado por la actual administración que inició en 2012. Sin embargo, a pesar de las expectativas que la descentralización de la planificación de los gobiernos municipales genera, con relación a mejorar la eficiencia y la legitimidad de la política en el ámbito local, la experiencia ha suscitado dudas sobre la eficacia de la rápida descentralización como medida para hacer frente a algunas de las preocupaciones ambientales (Eakin y Lemos, 2006). En el caso de la gestión del riesgo ante fenómenos hidrometeorológicos extremos, los gobiernos municipales son susceptibles de estar limitados por mandatos espaciales que no necesariamente están coordinados ni democráticamente definidos. La rápida rotación en los gobiernos locales y la relativa inmadurez de los procesos democráticos en el ámbito municipal plantean retos importantes a la legitimidad de los gobiernos municipales (Assetto *et al.*, 2003; Cabrero Mendoza, 2000).

Ante el fenómeno de expansión urbana, la dinámica de las comunidades rurales-urbanas en las periferias urbanas, exacerban estos desafíos. Dado que las expectativas de ingresos se expanden más allá de la agricultura, es necesario que haya opciones de uso

de suelo ecológicamente viables y socialmente pragmáticas para residencia "urbana" dentro de lo que antes se definía como espacios "rurales" (Eakin *et al.*, 2010).

Otra observación que proviene del trabajo de Eakin y colaboradores (2010), ilustra que pocas autoridades municipales, y casi ninguno de los líderes de las comunidades locales, ponen en práctica el uso de los instrumentos existentes para la Gestión del Riesgo tales como: el Atlas de Inundaciones y otros instrumentos cartográficos más generales como el Atlas de Riesgos.

Por otra parte, las atribuciones cruzadas entre las autoridades federales, estatales y locales, conduce a la inacción y la parálisis. Como ejemplo de estas dinámicas cruzadas y descoordinadas, aunque los gobiernos municipales tienen la obligación de gestionar el crecimiento urbano, el abastecimiento de agua y alcantarillado, así como la planificación ecológica, las comunidades rurales dentro de límites municipales han regido tradicionalmente sus propios usos de la tierra bajo la supervisión de la Oficina Federal de Reforma Agraria. En algunos casos las comunidades han tenido éxito en sus procesos de ordenamiento y manejo territorial, pero en otros casos han fracasado. Para Eakin (2010) la agencia estatal de Desarrollo Urbano, SEDUR, está notablemente ausente de toda consideración del riesgo. Los funcionarios locales y los de Protección Civil del Estado se encuentran entre los pocos que tienen una visión intersectorial, sin embargo, según Eakin, tienen muy poco margen de maniobra política y prácticamente no tienen poder financiero, por lo que ejercen poca influencia sobre los procesos preventivos en cualquier otro nivel de gobierno.

Si bien cualquier persona física residente puede tomar medidas de protección individual, la adaptación comunitaria a los complejos problemas hidrometeorológicos regionales como por ejemplo, las inundaciones o las sequías, requiere un esfuerzo sustancial para la integración entre escalas político-administrativas múltiples e intersectoriales así como

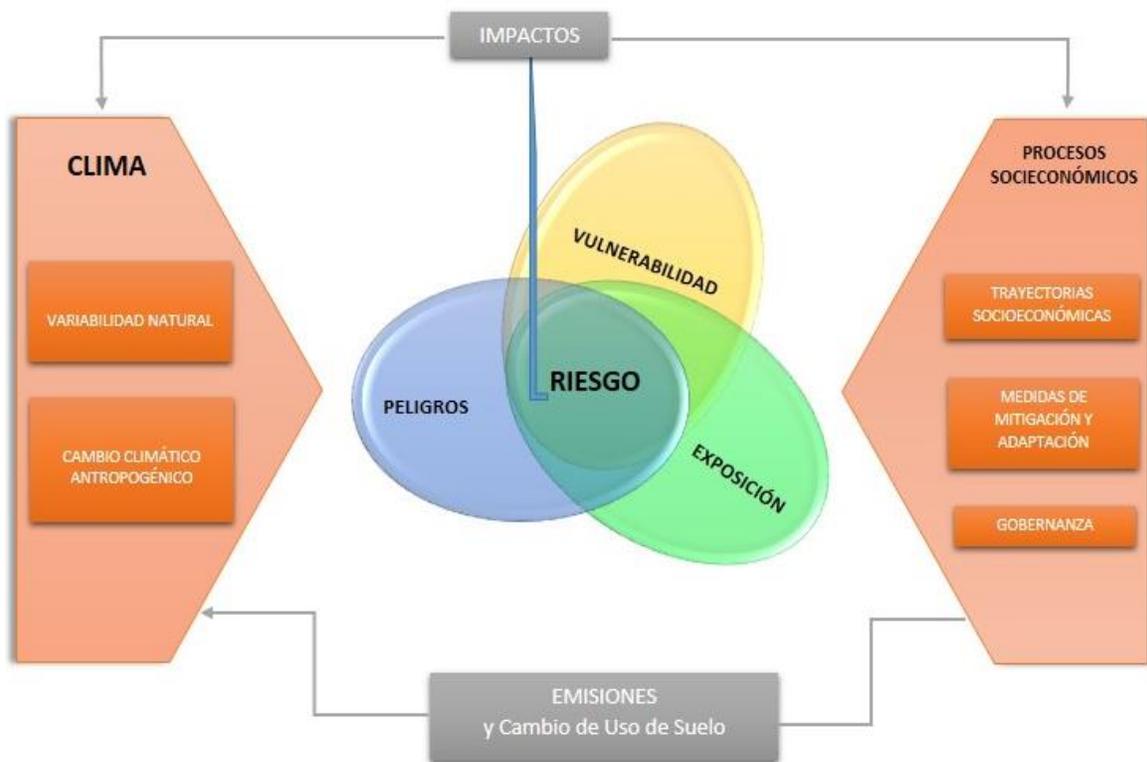
entre la construcción y mantenimiento de acuerdos entre diversos actores (Tompkins, 2005), un esfuerzo que es poco probable que surja de los marcos existentes en la actualidad en el Estado de México para la gobernanza.

Abordar las percepciones dispares de la problemática ambiental, la falta de capacidad operativa en el ámbito local, las superposiciones y vacíos entre las responsabilidades de los actores particulares y la necesidad de coordinación a través de la división administrativa es un trabajo extenuante y supremo (Ivey *et al.*, 2004), pero indispensable para las medidas de adaptación al cambio climático. Cuando el cambio ambiental es repentino, junto con la rápida evolución del paisaje social y económico, el reto de definir sistemas adecuados de gobernabilidad es mayor. Mejorar la capacidad de adaptación en este contexto requiere de una visión que ve las poblaciones y comunidades de la región como un sistema integrado, en el que los medios de vida rurales y urbanos son interdependientes y mutuamente vulnerables.

Las herramientas iniciales para apoyar la vinculación entre la planeación del uso del suelo y el tema de riesgos, ya existen en México en forma de ordenamientos ecológicos y Atlas de riesgos a escala municipal, pero estos instrumentos también se han diseñado a lo largo de la relativamente inflexible división urbano / rural. Mientras que los Planes de Desarrollo Urbano abordan el desarrollo dentro de los límites predefinidos como "urbanos", no están diseñados para abordar el desarrollo y las ordenanzas ecológicas extraurbanas en los usos del suelo restantes (Eakin *et al.*, 2010). No se dispone aún de instrumentos que faciliten la planificación para el complejo paisaje periurbano que caracteriza cada vez más a gran parte del país. Como actualmente se implementan las acciones tomadas en respuesta a eventos hidrometeorológicos extremos, sólo reflejan las medidas correctivas y persiste la desconexión entre la realidad física y social de la vulnerabilidad a los riesgos hidrometeorológicos extremos y el marco institucional para las acciones de adaptación (Eakin *et al.*, 2010). Todas estas condiciones problematizan esquematizar medidas preventivas ante fenómenos relacionados con cambio climático.

## MARCO METODOLÓGICO

Los impactos del cambio climático dependen de las condiciones de vulnerabilidad actual y futura del Estado de México. La vulnerabilidad es definida por el IPCC (2014) como la propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de elementos que incluyen la exposición, que implica la presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura o activos económicos, sociales o culturales que podrían verse afectados negativamente por fenómenos hidrometeorológicos extremos; la sensibilidad o susceptibilidad al daño, así como la falta de capacidad de respuesta y adaptación<sup>17</sup> (Figura 38).



<sup>17</sup> Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Grupo de trabajo II Quinto informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Resumen para responsables de políticas. [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5\\_wgII\\_spm\\_es.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf)

Figura 38. Diagrama esquemático que relaciona la vulnerabilidad con los impactos, el riesgo, el clima y los procesos socioeconómicos (Modificado de IPCC, 2014).

Para el IPCC (2014) El riesgo de los impactos vinculados al clima se deriva de la interacción de los peligros conexos al clima (incluidos episodios y tendencias peligrosas) con la vulnerabilidad y la exposición de los sistemas humanos y naturales. Los cambios en el sistema climático (izquierda) y los procesos socioeconómicos, incluidas la adaptación y mitigación (derecha), dependiendo de las políticas públicas y de las estrategias de gobernanza implementadas, pueden constituirse en atenuadores o impulsores de peligros, exposición y vulnerabilidad ante el cambio climático de origen antropogénico (Figura 38).

El análisis de riesgo permite estimar la probabilidad de daños y pérdidas futuras asociadas al impacto de un evento físico externo sobre un sistema vulnerable (por ejemplo, ecosistemas, infraestructura, ciudades, población, etc.) (CEPRENAC & PNUD, 2003). El riesgo se determina con base en el peligro y la vulnerabilidad del sujeto estudiado. Para iniciar el análisis de riesgo, se realizó una primera revisión de la información disponible en el Estado de México con respecto a temas ambientales y para construir una perspectiva socio ambiental, se revisaron artículos y reportes en materia de adaptación publicados tanto por instancias académicas como por el IPCC (2014), se revisaron estudios específicos que muestran la situación en diversos sectores del estado de México, como industrias “clusters” del Estado de México, usos de suelo y vegetación, disponibilidad de agua (CAEM y Conagua , 2014), inundaciones (CAEM, 2014), proyecciones climáticas regionalizadas (INECC, 2015) y estadísticas poblacionales (CONEVAL, 2014), solo por citar algunos.

La definición de vulnerabilidad adoptada por el IPCC, la señala como una función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa de un lugar o territorio (Monterroso *et al.*, 2013).

En el presente escrito de actualización del Programa Estatal de Cambio Climático del Estado de México, se adecuaron tanto la metodología como los conceptos de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa expuestos en la publicación digital “Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en México” (2014) <sup>18</sup>.

### **a) Exposición**

En el discurso de cambio climático exposición se refiere al grado de estrés climático sobre una unidad particular de análisis. Puede estar representada por cambios en las condiciones climáticas o bien por cambios en la variabilidad climática, donde se incluye la magnitud y frecuencia de eventos extremos.

### **b) Sensibilidad**

La sensibilidad es el grado en el que un sistema es potencialmente modificado o afectado por un disturbio, interno, externo o un grupo de ellos. Esta medida determina el grado en el que un territorio se puede ver afectado por una condición estresante. Esto se puede traducir en las condiciones humanas y ambientales que pueden empeorar o disminuir los impactos por el cambio climático.

### **c) Capacidad Adaptativa**

Se refiere a la capacidad de un sistema de enfrentar los efectos del cambio climático, es decir, el potencial de implementar medidas que ayuden a disminuir los posibles impactos identificados. La capacidad adaptativa de una sociedad refleja su capacidad de modificar sus características o comportamientos para enfrentar de una mejor manera o anticiparse a los factores que impulsan el cambio. Una observación importante es que para Monterroso y colaboradores (2013), la capacidad adaptativa es algo estático y en su planteamiento se asume que está dada como un hecho, sin embargo desde la

---

<sup>18</sup> Consulta realizada en abril del 2015. <http://atlasclimatico.unam.mx/VyA/#1/z>

perspectiva de actualización del Programa Estatal de Cambio Climático, es una capacidad dinámica que tiene que construirse y estar en un proceso de continua evaluación y aprendizaje.

Con respecto a este último concepto, es que se elaboran una serie de medidas que impliquen aumentar la capacidad adaptativa del Estado de México. Entonces, la vulnerabilidad va a estar en función de las variables definidas como se resume en la siguiente fórmula (Monterroso *et al.*, 2013):

$$\text{Vulnerabilidad} = f \left( \frac{\text{exposición} * \text{sensibilidad}}{\text{capacidad de adaptación}} \right)$$

### **EXPOSICIÓN:**

Para fines de este trabajo, la exposición parte de fenómenos de riesgo extremos que ya han estado ocurriendo en el Estado de México considerando a las: inundaciones, heladas, sequía, granizadas y deslizamientos.

### **SENSIBILIDAD:**

En este trabajo, la sensibilidad toma como datos socioeconómicos el porcentaje de población con carencia alimentaria superior al 50% y el grado de rezago social (pobreza extrema) del Estado de México, tomando como base los datos del CONEVAL (2010), asumiendo que esta población es la que tiene mayores probabilidades de no construir estrategias para enfrentar riesgos y peligros vinculados con fenómenos hidrometeorológicos extremos. Como unidad ambiental que ayuda a la construcción territorial del riesgo, el dato biofísico principal es la zonificación de las condiciones de los acuíferos del Estado de México. La presencia de masas boscosas en la entidad como

elemento que contribuye a amortiguar la exposición, aquí es considerada como la presencia de áreas naturales protegidas.

### **ADAPTACIÓN:**

Por definición este concepto implica medidas y 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<sup>19</sup>. También puede entenderse como “la capacidad del sistema para adaptarse a una perturbación, el daño potencial moderado, aprovechar las oportunidades y hacer frente a las consecuencias que produce una transformación” (Gallopin, 2006). En la literatura sobre las respuestas a las perturbaciones climáticas, las adaptaciones se caracterizan a menudo como procesos o acciones que se antojan anticipatorias (por ejemplo, la prevención de desastres, mantenimiento de la infraestructura hidrológica) o sensibles (por ejemplo, las operaciones de socorro, rehabilitación de infraestructura) (Burton *et al.*, 1978; Smit y Pilifosova, 2001; Nelson *et al.*, 2007). Atributos de la capacidad de adaptación son los factores que facilitan las respuestas en una población: por ejemplo, la riqueza (en sentido amplio), la tecnología, las políticas e instituciones de apoyo, información accesible al conocimiento, la educación y el acceso al capital externo (Yohe y Tol, 2001; Wisner *et al.*, 2004; Eakin y Lemos, 2006; Smit and Wandel, 2006).

Como procedimiento de instrumentación metodológica, se utilizó un sistema de información geográfica (SIG) en el cual se integró información correspondiente a:

Mapa municipal del Estado de México, Mapa de acuíferos del Estado de México, Mapa de Áreas naturales Protegidas, Mapa de escenarios climáticos, Mapa de carencia alimentaria, mapa de rezago social.

---

<sup>19</sup> Fuente: Diario Oficial de la Federación (2012<sup>a</sup>). Ley General de Cambio Climático. 6 de junio del 2012.

Se realizaron sesiones de sobreposicionamiento de los distintos mapas para obtener la expresión territorial del impacto potencial del cambio climático en el Estado de México, tomando como unidad la escala municipal.

## IMPACTO POTENCIAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE MÉXICO.

### ESCENARIOS PROYECTADOS DE CAMBIO DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN.

Para los primeros resultados del escenario de modificación de grado por grado del Estado de México se utilizaron como modelos a HADGEM1 y MPECH4M4, modelos que también se usaron en la 5ta Comunicación Nacional. También es necesario mencionar que las rutas de concentración representativas (RCP<sup>20</sup> en inglés) fueron de 6.0 w/m<sup>2</sup> y 8.5 w/m<sup>2</sup>.

Con los escenarios de 1°C (años 2033-2037) y 2 °C (año 2054 y 2061) como base de trabajo, se analizó la expresión territorial de la modificación del clima y sus posibles efectos sobre la zonificación relacionada con las regiones de los acuíferos, así como de las áreas boscosas del Estado de México, permitiendo sugerir las siguientes conclusiones:

El escenario de aumento de 1°C de temperatura va a tener un impacto importante en la parte norponiente del Estado de México. El escenario de 2 °C exacerba las condiciones de las mismas regiones extendiéndose hacia el sur del Estado a la región RH-12 correspondiente a la cuenca del Balsas. Un acercamiento más detallado a las zonas montañosas del Estado, implica que los siguientes climas van a ser más susceptibles de ser afectados:

---

<sup>20</sup> Las rutas de concentración representativas (RCP en inglés) son las trayectorias proyectadas de cuatro concentraciones de gases de efecto invernadero (no las emisiones en si medidas) adoptadas por el IPCC para su Quinto Informe de Evaluación (AR5) en 2014. Las RPC's estabilizan la fuerza radiativa en este caso a 6 y 8.5 watts por metro cuadrado.

- **C (w2)** Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.
- **C (w1)** - Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
- **C (wo)** - Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.
- **Cb' (w2)** - Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.
- **E(T) CHw**- Frío, temperatura media anual entre -2°C y 5°C, temperatura del mes más 2% frío sobre 0°C y temperatura del mes más caliente entre 0°C y 6.5° C; con lluvias de verano

Siguiendo la línea de acción que menciona...”fortalecer la identificación y atención de zonas, asentamientos y grupos sociales prioritarios para la reducción de la vulnerabilidad y el aumento de la resiliencia de los asentamientos humanos en zonas rurales y urbanas”...<sup>21</sup>, es de vital importancia el Rubro de Las zonas montañosas relacionadas con los bosques de coníferas y praderas de alta montaña del Parque Nacional Izta-Popo y el Área de Protección de flora y fauna del Nevado de Toluca, El Área de Protección de Recursos Naturales-Zona Protectora Forestal Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, la zona de Mariposa Monarca, el Parque Otomí Mexica, los Santuarios del Agua de: Presa Villa Victoria, Presa Ñado, Huapango, Taxhimay, Arroyo Sila, Antonio Alzate, Mayorazgo Temoaya, Río Sn Lorenzo, Malinalco, Corral de Piedra, Cascada Los Diamantes, El Salto de Atlahutla, las cuales tienen al menos dos de estos climas. En el caso específico del Parque Nacional Izta-Popo, los estudios de Carla Torres-Beltrán y Lorenzo Vázquez-Selem (2013<sup>22</sup>) muestran que el límite superior del bosque cerrado y continuo en el Iztaccíhuatl ascendió 30 m en los últimos 67 años<sup>23</sup>. Este resultado coincide con la tendencia ascendente en las gráficas de temperatura (Torres-Beltrán C. y L. Vázquez-Selem, 2013).

Las zonas de recarga hídrica, relacionadas con las áreas naturales protegidas federales, estatales y municipales correspondientes a la Región Hidrológica RH-26 Pánuco y la RH-12 Lerma (Fig. 6) en donde se acentúa el 90% de la población del Estado de México, son un sistema socio-ambiental de suma importancia por la vulnerabilidad social y la vulnerabilidad agrícola asociada a esta zona. Una disminución del 5% en la precipitación proyectada por el cambio de 1°C hacia las décadas del 2033-2037, o de cerca del 6-8% precipitación proyectada por el cambio de 2°C hacia las décadas del 2054-2061 afecta principalmente la región del norte del Estado, la cual coincide tanto con la zona de acuíferos ya sobreexplotados del Estado de México, haciendo urgentes medidas tanto correctivas como preventivas de adaptación al cambio climático, así como con la zona de

---

<sup>21</sup> Gobierno de la República, Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40.

<sup>22</sup> [http://iztapopo.conanp.gob.mx/documentos/SIMPOSIO\\_IZTA-POPO\\_2013/Carteles/IP-A31.pdf](http://iztapopo.conanp.gob.mx/documentos/SIMPOSIO_IZTA-POPO_2013/Carteles/IP-A31.pdf)

<sup>23</sup> Límite superior del bosque (LSB) es la relación entre el crecimiento de los árboles y la temperatura ambiental (Körner y Paulsen, 2004)

sequía del Estado de México. En cuanto a los acuíferos en equilibrio localizados al sur poniente del Estado, la disminución de precipitación proyectada es de aproximadamente el 1% para los años 2033-2037 y de 3% hacia el periodo del 2054-2061.

A este escenario proyectado en el futuro cercano, hay que integrar los fenómenos hidrometeorológicos extremos que ya están impactando diversas zonas del Estado de México, como se describe más adelante.

## DIAGNÓSTICO DE RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS.

### EXPOSICIÓN A FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS

Para fines de este trabajo, la exposición parte de fenómenos de riesgo extremos que ya han estado ocurriendo en el Estado de México considerando a las: inundaciones, heladas, sequía, granizadas y deslizamientos.

#### INUNDACIONES

Los datos de inundaciones del Estado de México según la CAEM (durante el periodo del 2002-2013) señalan como municipios más vulnerables a (tabla 21):

**Tabla 21.** Municipios con mayor exposición a inundaciones en el Estado de México (Fuente: CAEM, 2013).

Sn. José del Rincón	Huixquilucan	Netzahualoyotl	Ixtapaluca
Sn. Felipe del Progreso	Lerma	Chimalhuacan	Valle de Chalco-Solidaridad
Cuautitlan Izcalli	Toluca	La Paz	Chalco

El dato paradójico es que estos municipios que presentan mayor susceptibilidad a inundaciones, se encuentran ubicados en la zona de acuíferos sobreexplotados, pero otro dato interesante de este primer análisis es que a excepción de Sn José del Rincón y Sn

Felipe del Progreso, dichos municipios se encuentran en la zona conurbada de las dos áreas metropolitanas del Estado de México, implicando una mala planeación territorial y poniendo de manifiesto una mala estrategia gubernamental en el manejo de agua. Se calcula que la sobreexplotación de los mantos acuíferos subterráneos del Estado de México ubicados dentro de la cuenca del Valle de México asciende a 20.167 m<sup>3</sup>/s (Perlo Cohen, 2005).

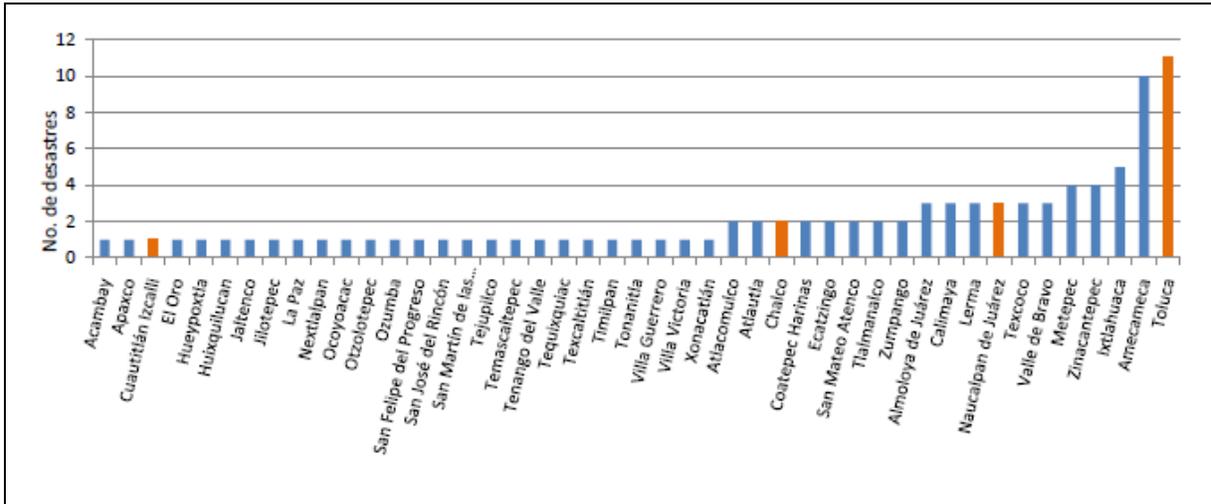
La sobreexplotación de los acuíferos de: Chalco-Amecameca, Zona metropolitana de la ciudad de México, Texcoco, Cuautitlán-Pachuca, así como los acuíferos del Valle de Toluca y el de Ixtlahuaca-Atlacomulco, ha ocasionado hundimientos diferenciales tanto en la ciudad de México como en sus municipios conurbados y en el Valle de Toluca. Los hundimientos más graves en los municipios conurbados se localizan en Ciudad Nezahualcoyotl, Ecatepec, Naucalpan, Chalco, Los Reyes la Paz y Chimalhuacán. En la zona urbana de Toluca también se han registrado agrietamientos del suelo ocasionados por abatimientos excesivos de su manto acuífero en las zonas donde se localizan los pozos (Perlo Coen, 2005).

## HELADAS

Los datos relacionados con heladas tienen como fuente la página electrónica DesInventar cuyo eje de datos son las publicaciones de eventos en periódicos durante un periodo aproximado de 35 años (1974 al 2010). Los daños registrados son entre otros, un aumento de las enfermedades respiratorias, daños a cultivos y pérdida de cosechas. Los años reportados con daños fueron 1979, 1982, 1998, 1999, 2004, 2006 y 2010<sup>24</sup> (Figura 41).

---

<sup>24</sup> Consulta a DesInventar realizada en marzo del 2015 (<http://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp>)



**Figura 41.** Exposición relacionada con número de heladas en el Estado de México (Fuente: Desinventar, 2014).

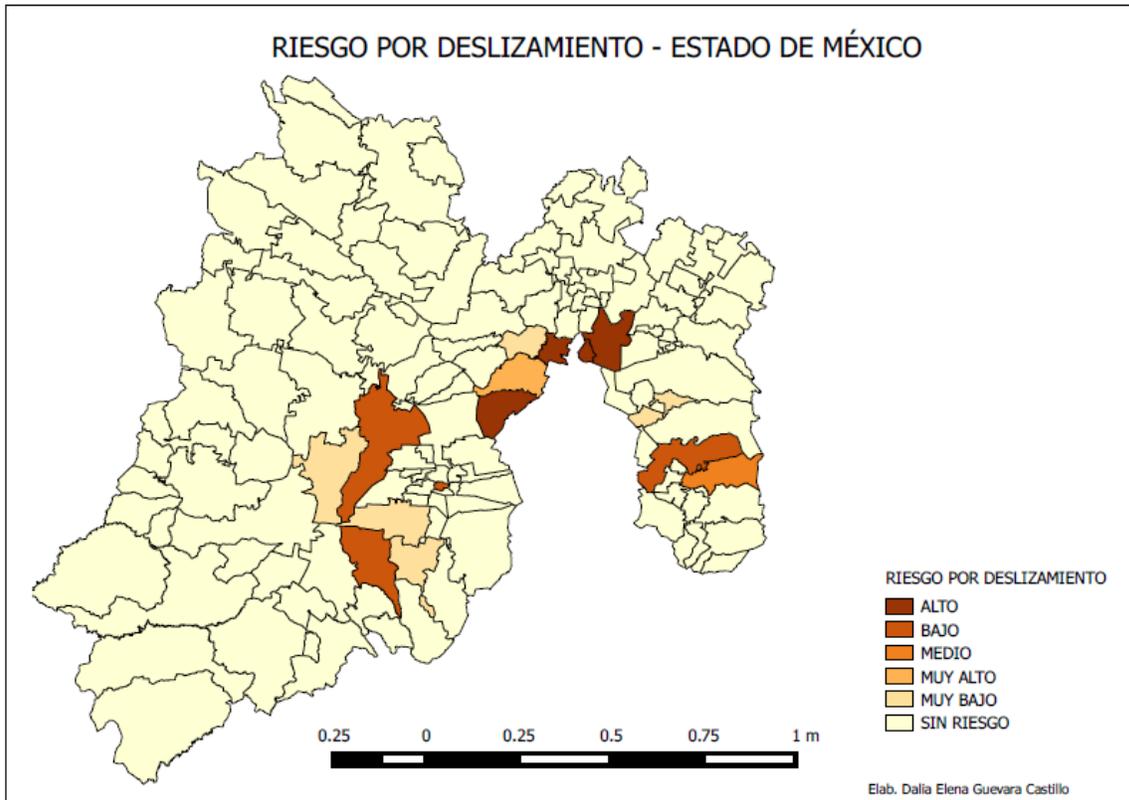
Los municipios más afectados son: Toluca, Amecameca, Zinacantepec, Ixtapaluca y Metepec.

## GRANIZADAS

Tomando como base Desinventar (2010) los municipios con mayor incidencia de granizadas son: Toluca, Lerma, Polotitlán, Huehuetoca, Tequixquiác.

## DESLIZAMIENTOS

Tomando como base Desinventar (2010) los municipios con mayor incidencia de deslizamientos son: Naucalpan de Juárez, Ecatepec, Huixquilucan y Tlalnepantla de Baz (Figura 42).



**Figura 42.** Mapa de exposición y riesgo a deslizamientos (Fuente: Desinventar, 2010).

## SEQUÍA

Los datos de sequía del Estado de México según el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP<sup>25</sup>) señalan como municipios más vulnerables a (Tabla 22):

**Tabla 22.** Municipios con mayor exposición a sequías en el Estado de México (Fuente: SIAP, 2014).

Acolman	Otumba	Texcoco (Zona poniente)
Tezoyuca	Sn Martín las Pirámides	La Paz

<sup>25</sup> Sistema de información de Agricultura y Pesca, SAGARPA. Consulta realizada en el mes de marzo del 2015.

Chiconcuac	Chimalhuacán	Nopaltepec
Chiautla	Teotihuacán	Atenco
Axapusco		

## SENSIBILIDAD A CONDICIONES DE RIESGO

En este trabajo, la sensibilidad toma como datos socioeconómicos el porcentaje de población con carencia alimentaria superior al 50% y el grado de rezago social (pobreza extrema) del Estado de México, tomando como base los datos del CONEVAL (2010), asumiendo que esta población forma parte de grupos sociales prioritarios para la reducción de vulnerabilidad<sup>26</sup>, ya que es la que tiene mayores probabilidades de no construir estrategias para enfrentar riesgos y peligros vinculados con fenómenos hidrometeorológicos extremos. Como unidad ambiental que ayuda a la construcción territorial del riesgo, el dato biofísico principal es la zonificación de las condiciones de los acuíferos del Estado de México. La presencia de masas boscosas en la entidad se toma como elemento que contribuye a amortiguar la exposición, aquí es considerada como la presencia de áreas naturales protegidas.

### Rezago social

Tomando datos del CONEVAL (2013)<sup>27</sup>, el grado de pobreza se evalúa siguiendo siete criterios de carencias sociales: acceso a la alimentación, acceso a los servicios básicos en la vivienda calidad y espacios de la vivienda acceso a la seguridad social, acceso a los servicios de salud y rezago educativo. Los municipios del Estado de México que tienen deficiencia en cuanto al acceso a la alimentación con un índice de carencia alimentaria del 50% y superior al 50% de la población son (Tabla 23):

<sup>26</sup> Gobierno de la República, Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40.

<sup>27</sup> Diario Oficial de la Federación. 16 de Junio del 2010. En:

[http://www.coneval.gob.mx/rw/resource/coneval/med\\_pobreza/DiarioOficial/DOF\\_lineamientos\\_pobrezaCONEVAL\\_16062010.pdf](http://www.coneval.gob.mx/rw/resource/coneval/med_pobreza/DiarioOficial/DOF_lineamientos_pobrezaCONEVAL_16062010.pdf)

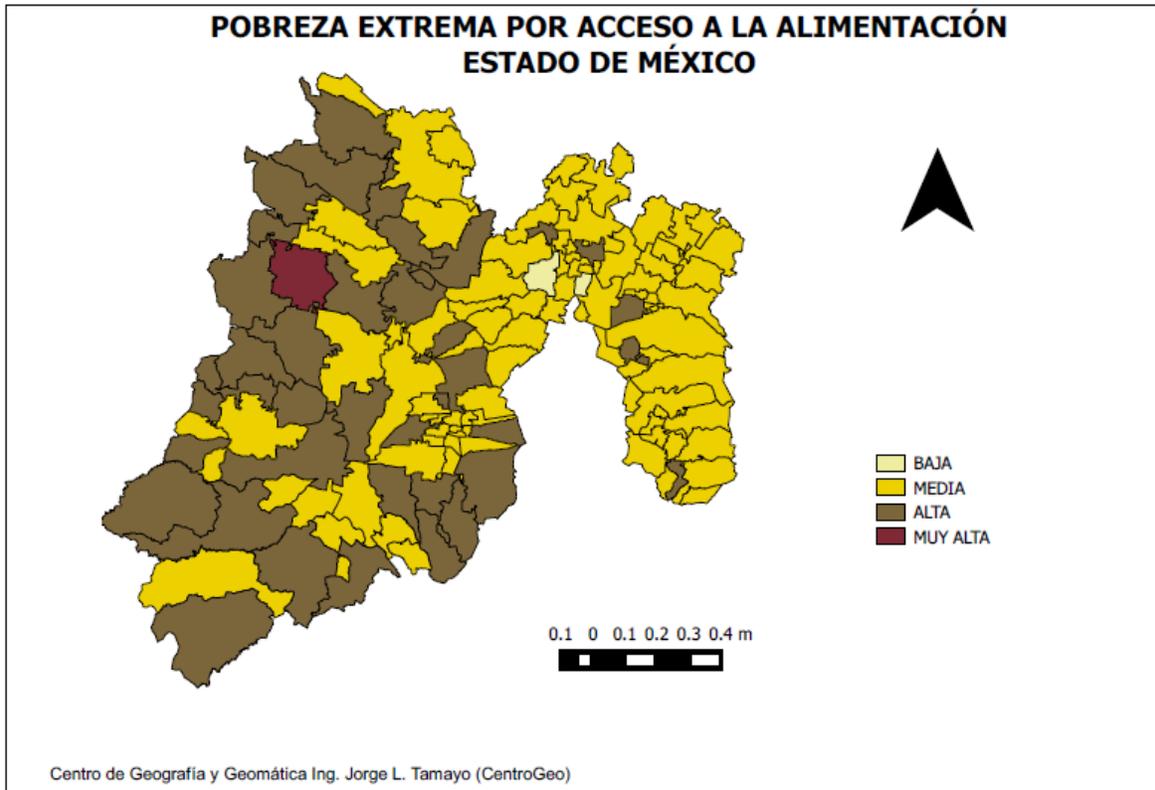
**Tabla 23.** Municipios del Estado de México con mayor índice de carencia alimentaria (Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2010).

Acambay de Ruiz	Ixtapan del Oro
Sn Felipe del Progreso	Luvianos
Sn José del Rincón	Zumpahuacan
Villa Victoria	Sultepec
Villa de Allende	Zacualpan
Tlatlaya	Amatepec
	Donato Guerra

De los municipios con carencia alimentaria (trece en total), tres están ubicados en zonas con acuíferos sobreexplotados (Acambay, Sn. Felipe del Progreso y Sn. José del Rincón) y diez en zonas con acuíferos en equilibrio.

En lo que se refiere a municipios con rezago social, donde se establece que la medición de la pobreza debe considerar el carácter multidimensional de ésta, el CONEVAL (2010)<sup>28</sup> señala para el Estado de México treinta y cinco municipios catalogados con un índice de rezago social con alta y muy alta pobreza (Figura 46); de estos, dieciocho están ubicados en zonas con acuíferos sobreexplotados y diecisiete en zonas con acuíferos en equilibrio.

<sup>28</sup> Consulta realizada en marzo del 2015 en: <http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx>



**Figura 46.** Mapa de municipios con mayor rezago social en el Estado de México (Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2010-2012).

Aquellos municipios catalogados con índice de rezago social con alta y muy alta pobreza que se localizan en regiones con acuíferos sobreexplotados son (tabla 24):

**Tabla 24.** Municipios del Estado de México con mayor índice de rezago social y con acuíferos sobreexplotados (Fuente: Elaboración propia con datos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2010 y de la CONAGUA-CAEM, 2013).

MUNICIPIOS CON ACUÍFEROS SOBREPLOTADOS			
Ozumba	Acambay de Ruiz	Temascalcingo	Xalatlaco
Chimalhuacán	Morelos	El Oro	Calimaya
Atenco	Jiquipilco	Sn José del Rincón	Zinacantepec
Nextlalpan	Ixtlahuaca	Otzotepec	
Coyotepec	Sn Felipe del Progreso	Lerma	

Aquellos municipios catalogados con índice de rezago social con alta y muy alta pobreza que se localizan en regiones con acuíferos en equilibrio son (tabla 25):

**Tabla 25.** Municipios del Estado de México con mayor índice de rezago social y con acuíferos en equilibrio (Fuente: Elaboración propia con datos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2010 y de la CONAGUA-CAEM, 2013).

MUNICIPIOS CON ACUÍFEROS SOBREPLOTADOS			
Villa Victoria	Luvianos	Tenancingo	Tlatlaya
Villa de Allende	Tejupilco	Malinalco	Zultepec
Donato Guerra	Temascaltepec	Ocuilan	
Ixtapan de Oro	Amanalco	Zumpahuacán	
Otzoloapan	Villa Guerrero	Zacualpan	

Como ya se mencionó, el Estado de México se caracteriza por contar con tres de las regiones hidrográficas más importantes del país, Lerma-Chapala-Santiago (RH12) en la parte centro; Río Balsas (RH18) en el suroeste y Alto Pánuco (RH26) en la parte noroeste. Los acuíferos continentales en condiciones de déficit o sobreexplotados corresponden a las Cuencas del Alto Panuco y de Lerma Chapala.

Del total de Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México, hay 66 de ellas que coinciden con la zonificación de acuíferos sobreexplotados. Otro dato importante a considerar es que 34 de las Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México sobre

todo aquellas manejadas por instancias estatales, no cuentan con programa de manejo<sup>29</sup> (tabla 26).

**Tabla 26.** Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México sin programa de manejo (Fuente: Comisión Estatal de Parques naturales y de la Fauna, Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Estado de México 2014 y SEMARNAT, 2014 Comisión de Áreas Naturales Protegidas).

	Nombre ANP	Con Decreto	Programa de Manejo
1	“Santuario del Agua Laguna de Zumpango”	Parque Estatal 23/06/03	NO
2	“Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Manantial El Salto de Atlautla –Ecatzingo	Parque Estatal 13/10/04	NO
3	Reserva Ecológica Estatal La Cañada	Reserva Estatal 08/08/03	NO
4	Zona Sujeta a Conservación Ambiental Barranca México 68	Reserva Estatal 15/01/96	NO
5	Parque Estatal denominado Ing. Gerardo Cruickshank García	Parque Estatal 04/06/01	NO
6	“Sistema Tetzcutzingo”	Reserva Estatal 31/05/01	NO
7	Centro Ceremonial Mazahua	Parque Estatal 31/10/03	NO
8	Zona Sujeta a Conservación Ambiental Barranca de Tecamachalco	Reserva Estatal 15/01/96	NO
9	Zona Sujeta a Conservación Ambiental Denominada Espíritu Santo	Reserva Estatal 10/08/94	NO
10	Zona de Recursos Naturales Río Grande San Pedro	Reserva Estatal 07/09/93	NO
11	Malpaís de Santo Tomás de los Plátanos	Reserva Estatal 02/08/93	NO
12	Parque Estatal Ecológico, Turístico y Recreativo denominado San José Chalco	Parque Estatal 02/06/94	NO
13	Parque Estado de México-Naucalli	Parque Estatal 09/10/82	NO
14	Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico denominado Isla de las Aves	Parque Estatal 19/06/80	NO
15	Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico denominado Hermenegildo Galeana	Galeana Parque Estatal 03/04/80	NO
16	Parque Estatal denominado Metropolitano de Naucalpan	Parque Estatal 15/02/79	NO
17	Parque Natural denominado de Recreación Popular denominado “José María Velasco”	Parque Estatal 28/09/78	NO
18	Parque Estatal de Recreación Popular denominado Atizapán -Valle Escondido (Los Ciervos)	Parque Estatal 10/06/78	NO

<sup>29</sup> Consulta a las siguientes páginas electrónicas efectuada en marzo-abril del 2015.  
[http://www.anpsestatales.mx/archivos/Areas\\_Naturales\\_Protegidas\\_Estatales\\_de\\_Mexico.pdf](http://www.anpsestatales.mx/archivos/Areas_Naturales_Protegidas_Estatales_de_Mexico.pdf)  
[http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/programa\\_manejo.php](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/programa_manejo.php)

19	Parque Natural denominado El Llano (Canalejas)	Parque Estatal 05/01/78	NO
20	Parque Natural de Recreación Popular denominado El Ocotal	Parque Estatal 23/07/77	NO
21	Parque Estatal denominado Chapa de Mota	Parque Estatal 26/05/77	NO
22	Parque Estatal "Lic. Isidro Fabela"	Parque Estatal 08/02/75	NO
23	Parque Estatal denominado Santuario del Agua "Lagunas de Xico"	Parque Estatal 08/06/04	NO
24	Parque Estatal denominado "Santuario del Agua y Forestal Presa Taxhimay"	Parque Estatal 12/05/06	NO
25	Parque Estatal denominado "Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila"	Parque Estatal 12/05/06	NO
26	Parque Estatal denominado "Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Presa Antonio Alzate"	Parque Estatal 12/05/06	NO
27	Parque Estatal denominado "Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango"	Parque Estatal 08/06/04	NO
28	Parque Estatal denominado "Santuario del Agua y Presa Ñado"	Parque Estatal 12/05/06	NO
29	Parque Estatal denominado El Oso Bueno	Parque Estatal 07/06/77	NO
30	Parque Estatal denominado "Grutas de la Estrella"	Parque Estatal 13/10/04	NO
31	Parque Estatal Monte Alto	Parque Estatal 28/06/13	NO
32	Parque Estatal Cerro Cuautenco	Parque Estatal 26/10/92	NO
33	Área Natural Protegida Denominada Tiacaque	Reserva Estatal 22/04/93	NO
34	Estribo del cerro colorado	Zona de restauración ambiental 13/09/11	NO

### Vulnerabilidad de Asentamientos Humanos.

De los trece municipios con carencia alimentaria, tenemos a Sn. José del Rincón y a Sn Felipe del Progreso, entre los más vulnerables, ya que han sido afectados por inundaciones y deslizamientos. Estos municipios tiene características rurales y se ubican en una zona de acuíferos sobreexplotados.

En los municipios con características urbanas, los barrios y colonias pobres de los municipios conurbados a las dos áreas metropolitanas (Cuautitlán Ixcalli, Huixquilucan, Lerma, Toluca, Netzahualcoyotl, Chimalhuacan, La Paz, Ixtapaluca, Valle de Chalco) también son muy vulnerables a las inundaciones que se han registrado en el Estado de México.

De los municipios catalogados con índice de rezago social con alta y muy alta pobreza, vulnerables a condiciones de sequía destacan Otumba, Chimalhuacán y Atenco, los cuales también se ubican en una zona con acuíferos sobreexplotados.

### Salud

De los trece municipios con carencia alimentaria, Villa Victoria, Villa de Allende, Tlatlaya, Ixtapan del Oro, Luvianos, Zumpahuacán, Sultepec, Zacualpan, Amatepec y Donato Guerra, al ser ricos en cuanto a cuerpos de aguas superficiales, se infiere que presentan mayor probabilidad a ser vulnerables a enfermedades gastrointestinales y de corte insecto-infeccioso tales como el dengue, el paludismo, el chikunguya y el zika.

### Infraestructura estratégica

En las zonas de acuíferos sobreexplotados, destaca la mención que hace el escrito de Escolero y cols., (2009)<sup>30</sup> cuya zona de estudio abarca el Sistema Cutzamala, el Sistema Lerma, el Sistema de Pozos del Plan de Acción Inmediata (PAI), así como los pozos y manantiales del Sistema de Agua de la Ciudad de México, incluido Chiconautla. Los autores mencionan que “En todas ellas se observó que en los últimos años ha habido una disminución gradual en su aportación al abastecimiento, que se relaciona con dos aspectos básicamente: infraestructura y degradación de las áreas de captación”. El autor destaca que la infraestructura y los factores socio-administrativos juegan un rol importante en la vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento.

Resaltando el importante papel de los factores socio-administrativos, en la revisión de documentos de la CAEM (2014) se menciona como causas de inundación que: las obras

---

<sup>30</sup> Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México. Consulta hecha en julio del 2015.  
[http://www.cvcccm-atmosfera.unam.mx/sis\\_admin/archivos/agua\\_escolero\\_inffinal\\_org.pdf](http://www.cvcccm-atmosfera.unam.mx/sis_admin/archivos/agua_escolero_inffinal_org.pdf)

hidráulicas han sido rebasadas, el diseño de las estructuras no contempla las aportaciones actuales de escurrimientos residuales y pluviales, originadas por el acelerado crecimiento demográfico y de su traza urbana. Los hundimientos diferenciales de terreno que se presentan en las zonas (generalmente en aquellas de rígen lacustre), han ocasionado contrapendientes y fracturas de drenes a cielo abierto, así como en redes de alcantarillado, subcolectores, colectores, emisores, dificultando en exceso el manejo de los escurrimientos sanitarios. Los drenes naturales y/o artificiales, han sido rebasados en sus capacidades de conducción debido a la falta de mantenimiento adecuado, como la limpieza, desazolve, rectificación y dragado de cauces; falla, ruptura o colapsamiento de bordos, canales y muros de contención. Otras causas que se mencionan son la incorrecta operación de la infraestructura hidráulica debido a la falta de personal capacitado, a la falta de presupuesto para capacitación, así como a la falta de sistemas de alertamiento para activar equipos de apoyo.

### Sistemas productivos

La zona norte del Estado, coincide con presas para uso agrícola, las cuales al proyectarse una disminución de precipitación se van a ver afectadas en sus volúmenes de almacenamiento. Las principales presas con mayor probabilidad de verse afectadas serían<sup>31</sup>: Presa la Concepción, Presa Francisco José Trinidad Fabela, Presa San Andrés Tepetitlán, Presa Danxhó, Presa Huapango, Presa Ñado y Presa el Molino.

La producción agrícola del Estado de México<sup>32</sup> mostraría afectaciones en Atlacomulco y Jcotitlán ubicados en zona de acuífero sobreexplotados. En cuanto a los municipios de Coatepec de Harinas, Tenancingo, Villa Guerrero y Villa de Allende la producción agrícola podría tener mayores afectaciones a plagas relacionadas con condiciones de mayor propagación por aumento de temperatura y humedad como hongos (Tabla 27).

---

<sup>31</sup> Sagarpa, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consulta hecha en junio del 2015.  
<http://www.cmgs.gob.mx:82/Presas/presasMap.php>

<sup>32</sup> Sagarpa, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consulta hecha en junio del 2015.  
<http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>

Los municipios de Coatepec de Harinas, Villa Guerrero y Tenancingo, destacan en la producción de: aguacate, flores, hortalizas como jitomate y chile manzano, durazno, guayaba y fresa.

**Tabla 27.** Superficie sembrada, cosechada y mayores valores de producción en municipios del Estado de México para el año 2013 (Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera).

Ubicación	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Valor Producción
<b>Atlacomulco</b>	14,103.90	14,097.90	493,655.15
<b>Coatepec Harinas</b>	14,669.00	14,549.00	1,051,541.97
<b>Jocotitlán</b>	17,782.20	17,782.20	450,998.69
<b>Tenancingo</b>	6,548.50	6,493.50	662,285.43
<b>Villa Guerrero</b>	5,027.10	4,971.10	2,201,595.88
<b>Villa de Allende</b>	19,785.50	19,620.80	442,828.97

## Ecosistemas-biodiversidad

Muchas de las áreas Naturales Protegidas del Estado de México presentan un grado de vulnerabilidad alta ante escenarios de aumento de temperatura, sobre todo aquellas relacionadas con bosques templados. En este sentido, las Áreas Naturales Protegidas ubicadas en la zona de acuíferos sobreexplotados son prioritarias en términos de atención, ya que además al encontrarse en la región que también integra a las dos grandes áreas urbanas del Estado de México, tienen presiones de cambio de uso de suelo. En ese sentido, aquellas áreas naturales protegidas bajo jurisdicción federal entre las que podemos mencionar a: las Zonas de Protección Forestal de las Cuencas De Los Ríos Valle De Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, los Parques Nacionales del Nevado de Toluca y los volcanes Iztaccihuatl-Popocatepetl y el Área de Protección las Ciénegas del Lerma. Así como aquellas áreas naturales protegidas bajo jurisdicción estatal, entre las que podemos mencionar a: Santuario del Agua y Forestal Manantial El Salto de Atlautla – Ecatzingo, Santuario del Agua y Forestal Manantiales Cascada Diamantes, Sistema Tetzcotzingo, Sierra Patlachique, Cerro Gordo, Sierra Hermosa,

Santuario del Agua Laguna de Zumpango, Sierra de Guadalupe, Sierra de Tepoztlán, Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe, Atizapán - Valle Escondido (Los Ciervos), Santuario del Agua y Forestal Presa Taxhimay, Chapa de Mota, Zempoala - La Bufa "Otomí-Mexica", Nahuatlaca – Matlazinca, Tenancingo - Malinalco – Zumpahuacan, Sierra Morelos, Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo, Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo-Temoaya, Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Presa Antonio Alzate, Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila, Lic. Isidro Fabela, Santuario del Agua Manantiales de Tiacaque, Santuario del Agua y Forestal Presa Villa Victoria, Santuario del Agua Presa Corral de Piedra, Santuario del Agua Valle de Bravo, entre otros, son de vital importancia para el Estado de México porque en sus condiciones actuales siguen siendo zonas de recarga de acuíferos, a pesar de que muchos de estos estén sobreexplotados.

## Recursos Hídricos

Como ya se mencionó, los acuíferos continentales en condiciones de déficit o sobreexplotados corresponden a las Cuencas del Alto Panuco y de Lerma Chapala. Entre estos destacan los acuíferos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Clave 0901), Valle de Toluca (Clave 1501), Ixtlahuaca-Atlacomulco (Clave 1502), Chalco Amecameca (Clave 1506), Texcoco (Clave 1507) y Cuautitlán-Pachuca (Clave 1508)<sup>33</sup>.

Las zonas vinculadas con recursos hídricos de mayor probabilidad de vulnerabilidad son aquellas relacionadas con las dos zonas urbanas del Estado de México, aquellas relacionadas con la zona metropolitana de la ciudad de México y con el Valle de Toluca.

El balance hídrico de la zona metropolitana del Valle de México según datos de CONAGUA (2005), en esta región se tiene una precipitación pluvial de 210.4 m<sup>3</sup>/s, de los cuales se evapotranspiran 156.9 m<sup>3</sup>/s. La escorrentía superficial y que se va al Golfo de

---

<sup>33</sup> Gobierno de la República, 2014. Atlas del Agua en México. Número de registro: BMC-CONAGUA-004-TM/ATL-073 ISBN: 978-607-8246-76-2. Ed. Biblioteca Mexicana del Conocimiento. Pag. 54.

México por el río Pánuco es de 57.0 m<sup>3</sup>/s. El agua total utilizable es de 82.2 m<sup>3</sup>/s, de los cuales 64.9 m<sup>3</sup>/s se utilizan para el uso público urbano, 4.7 m<sup>3</sup>/s para la industria y 12.5 m<sup>3</sup>/s son para la agricultura. Por el lado de la oferta de agua, 53.9 m<sup>3</sup>/s se extraen de los mantos acuíferos 17.1 m<sup>3</sup>/s se transvasan de las cuencas del Cutzamala y del Lerma con 12.7 m<sup>3</sup>/s y 4.4 m<sup>3</sup>/s respectivamente. Finalmente solo se reúsan 11.3 m<sup>3</sup>/s del total.

El balance hídrico en el Valle de Toluca según datos de la CAEM, (2005), la precipitación en el Valle de Toluca es de 114.3 m<sup>3</sup>/s de los cuales se evapotranspiran 89.7 m<sup>3</sup>/s. El agua total disponible (demanda) es de 61.3 m<sup>3</sup>/s, de los cuales la agricultura es la que mayor cantidad de agua utiliza, con un 55.0 m<sup>3</sup>/s, le sigue la industria con 4.3 m<sup>3</sup>/s y el uso público urbano 2.0 m<sup>3</sup>/s. Hacia el río Moctezuma drenan 28 m<sup>3</sup>/s, en este valle solo se reúsan 1.8 m<sup>3</sup>/s.

La prospectiva de aumento de temperatura y alteración de los niveles de precipitación en estas zonas de acuíferos sobreexplotados, implica que haya una mayor presión sobre el recurso agua, empeorando las condiciones de sobreexplotación.

La tabla 28 muestra un resumen para la zona metropolitana del Valle de México la cual presenta complicaciones debido a distintas jurisdicciones y muchas autoridades involucradas.

**Tabla 28.** Complicaciones de la ZMVM.

Zona Metropolitana del Valle de México					
Indicadores	Actual	ESCENARIOS			
		2033 - 2037	2055 - 2061	2072 - 2085	2093
Demanda adicional de agua (hm <sup>3</sup> /año)		75	12	15	19
Incremento de agua fts. Externas		Si	Si		Δ reuso
Sobreexplotación de acuíferos		Continua	Continua	Continua	Continua
Contaminación de cuerpos receptores		Δ	Δ	Δ	Δ
Población sin servicios de agua (miles)	1,362	1,571	1,601	1,714	1,737
Inundaciones		Agravación	Agravación	Agravación	Agravación
Extracción anual de agua (hm <sup>3</sup> /año)	2 592	2 667	2 679	2 694	2 713
Superficial	550	523	518	513	505
Subterránea	2 042	2 144	2 161	2 181	2 208
Extracción anual de agua (m <sup>3</sup> /seg)	82.19	84.57	84.94	85.42	86.03
Fugas en la red	1,555	1,600	2,009	2,020	2,035
Agua en viviendas	1,364	1,403	1,450	1,465	1,518
Recarga média de acuíferos	1,112	1,056	1,048	1,036	1,022
<b>Índice de uso no sustentable del agua</b>	<b>- 930</b>	<b>-1 088</b>	<b>-1 113</b>	<b>-1 145</b>	<b>-1 186</b>
<b>Índice de estrés relativo del agua</b>	<b>84%</b>	<b>103%</b>	<b>106%</b>	<b>110%</b>	<b>116%</b>
Población con agua (miles)	18,657	21,518	21,936	23,472	23,791
Dotación de agua	381	340	335	314	312
Consumo percapita	200	179	181	171	175
<b>Población</b>	<b>20,019</b>	<b>23,089</b>	<b>23,537</b>	<b>25,186</b>	<b>25,528</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA, CONAPO, INEGI

## PROCESOS REGIONALES EXITOSOS

Entre los proyectos que apuntan hacia un fortalecimiento de las capacidades institucionales podemos mencionar los Programas de Acción Climática Municipales de Toluca, de Naucalpan, y de Tlalnepantla de Baz, los cuales fortalecen los lineamientos de coordinación metropolitana en cuanto a movilidad urbana.

Entre los proyectos a replicar y detonar en las zonas con áreas naturales protegidas ubicadas en acuíferos sobreexplotados, está el proyecto de Amanalco <sup>34</sup>, cuyo responsable es el Consejo Civil Mexicano de Silvicultura Sustentable, así como los

<sup>34</sup> <http://amanalco.ccmss.org.mx/>

trabajos realizados en la Cuenca de Valle de Bravo<sup>35</sup> cuyo responsable es la organización no gubernamental Procuena. Otro proyecto comunitario a considerar es el llevado a cabo en Malinalco por la organización no gubernamental La Escuela del Agua, A. C<sup>36</sup>. Estos proyectos destacan porque van llevando a la práctica un enfoque de adaptación basada en ecosistemas.

Mencionando el proyecto de Amanalco a manera de ejemplo, se establecen como premisas lo siguiente:

- El aprovechamiento activo y sostenible de los recursos naturales es la base para la conservación de éstos y para el desarrollo de las comunidades rurales.
- El manejo del territorio logra una mayor efectividad, eficiencia y funcionalidad si es hecho de manera integral y con un enfoque de paisaje.
- El ordenamiento comunitario del territorio y la planeación colectiva y estratégica de las actividades de manejo son la base de la sustentabilidad de las intervenciones humanas-sociales en el territorio.
- Los servicios ambientales (SA) son provistos por el territorio en su conjunto; con todos los socio-ecosistemas que éste alberga y gracias a las prácticas de buen manejo de éstos. Por lo tanto, los esquemas de PSA y REDD+ requieren abordar las diversas problemáticas del manejo del territorio sin segregar por uso de suelo.
- Los ejidos y comunidades rurales propietarias de la mayor parte de las tierras de la cuenca son los actores principales en el manejo territorial. El desarrollo de sus medios de vida tiene una relación positiva con la conservación ambiental y sus estructuras de gobernanza son la base para organizar y mantener en el largo plazo las estrategias de desarrollo sostenible.

---

<sup>35</sup> <http://procuena.org/emv/#/>

<sup>36</sup> [http://www.pincc.unam.mx/congresonacional2013/documentos\\_descargables/PDF/GestionMalinalco.pdf](http://www.pincc.unam.mx/congresonacional2013/documentos_descargables/PDF/GestionMalinalco.pdf)

Las acciones prioritarias en el proyecto de la cuenca de Amanalco, han buscado abonar y fortalecer los siguientes ejes:

### Fortalecimiento de la Gobernanza y el Capital Social

- Reglamentos ejidales y estatutos
- Espacios de toma de decisiones, transparencia y rendición de cuentas
- Formalización de estructuras de gobierno y cuadros operativos de la Unión de Ejidos y los ejidos de la cuenca
- Sistema local de monitoreo y evaluación.

### Manejo territorial sostenible

- Ordenamientos Territoriales Comunitarios.
- Mejores prácticas silvícolas y certificación FSC.
- Conformación de una Agencia de Desarrollo Local para acompañamiento y capacitación.
- Planes de manejo y conservación de parcelas agrícolas y puesta en marcha de mejores prácticas de manejo.
- Centros de acopio de residuos sólidos.
- Plantaciones forestales sostenibles (agroforestería, forestería análoga, sistemas silvopastoriles).
- Restauración forestal y prevención de la degradación.

### Desarrollo de esquemas de Pagos por Servicios Ambientales

- Mecanismo local de PSA que impulsa el manejo planeado y sostenible del territorio de la cuenca.
- Estrategia regional de **reducción de emisiones por degradación y deforestación**, aprovechamiento forestal sustentable e incremento de los almacenes de carbono.

Cabe mencionar que este proyecto, por su ubicación está relacionado con el de la Cuenca del Valle de Bravo y comandado por la organización Procuenca, con otra serie de premisas que involucran al sector empresarial.

## Mecanismos de Monitoreo y Evaluación

Con respecto a la estrategia de monitoreo-revisión-verificación (MRV), se proponen como primeros pasos que la EECC cumpla con los mismos lineamientos que tiene el PDUEM en cuanto a instrumentos de seguimiento y evaluación.

A continuación se sugieren lineamientos para la creación del sistema de evaluación a través del cual sea posible ratificar o modificar el rumbo de los objetivos, políticas y estrategias, para orientar las acciones hacia resultados estratégicos.

- Por medio de este sistema será posible integrar y procesar la información reportada por instancias estatales, municipales, sociales y privadas sobre el avance de los proyectos y programas que realizan. Ello bajo criterios homogéneos que permitan la obtención de cifras globales y de análisis comparativos.
- La implementación del sistema implica además de su diseño, la definición de conceptos y lineamientos generales, a seguir por los participantes de los tres sectores (público, privado y social) aplicables tanto a las tareas de evaluación, como a las de programación.
- La evaluación debe permitir no sólo la comparación de avances alcanzados respecto a los objetivos propuestos sino también el análisis de los impactos y beneficios generados por las acciones desarrolladas. Para ello será conveniente vincular el procedimiento de evaluación y seguimiento con el Sistema de información para el desarrollo urbano (observatorio), a través del cual se pretende

contar con indicadores para analizar la dinámica del proceso de desarrollo urbano de la entidad.

- Se recomienda desarrollar un sistema automatizado que permita la captura y consulta de resultados por las dependencias involucradas y que permita generar reportes mensuales, semestrales y anuales de avances para la evaluación.
- Se deberán incorporar al sistema las evaluaciones que realicen las autoridades municipales correspondientes respecto de sus planes municipales de desarrollo urbano, toda vez que su formulación guardó congruencia con los objetivos, políticas y estrategias del Plan Estatal de Desarrollo Urbano que se modifica.

The background features a complex pattern of concentric circles and a grid of lines, creating a textured, topographical effect. The colors are muted, consisting of various shades of beige, tan, and light brown. The text is overlaid on this pattern.

# **Medidas de mitigación y adaptación propuestas**

## Medidas de mitigación y adaptación propuestas para el Estado de México

Teniendo como referente la Ley General de Cambio Climático (LGCC, 2012) que establece las metas de reducir en 30% las emisiones con respecto a la línea base del 2020 y alcanzar el 50% de las emisiones del año 2000 al 2050, el Estado de México impulsa acciones conducentes para contribuir al logro de esta meta y para ello es de suma importancia conocer el estado actual de las emisiones de GEI por sector (PEACCEM, 2013).

De acuerdo con el Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (IEEGEI, 2013, Pag. 26), el Estado de México emitió 46,756.79 Gg de CO<sub>2</sub> eq. en 2010, siendo los sectores con mayor contribución a las emisiones, el de energía (52.83%), desechos (26.7%), agricultura (7.24 %), procesos industriales (6.92%) y finalmente, uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (-USCUSS- 6.28 %) (Tabla 29).

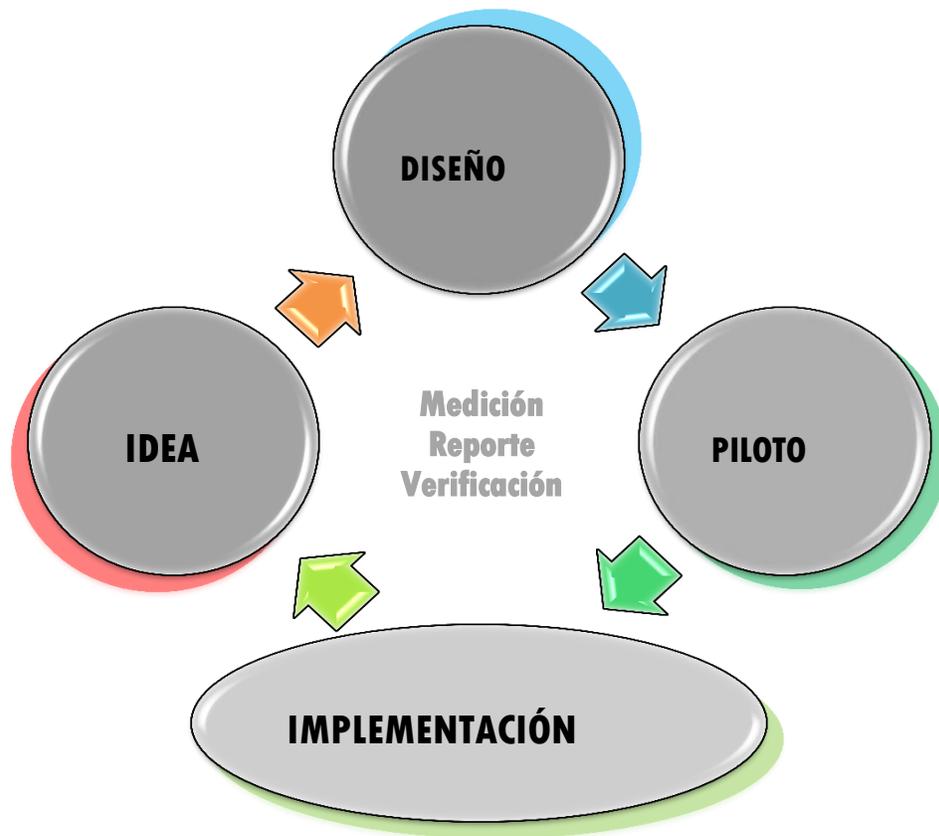
Sector	2005 Gg CO <sub>2eq</sub>	2010 Gg CO <sub>2eq</sub>	Porcentaje del total
Energía	23,946.45	24,706.19	52.83
Procesos Industriales	1,266.98	3,237.06	6.92
USCUSyS	2,871.23	2,937.72	6.28
Agricultura	3,368.10	3,388.28	7.24
Desechos	9,175.67	12,487.54	26.70
TOTAL	40,628.43	46,756.79	100

**Tabla 29.** Complicaciones de la ZMVM.

La Estrategia Estatal de Mitigación de Emisiones de GEI implica necesariamente actuar en dos direcciones: la primera, en el sentido de reducir las emisiones de GEI en cada uno de los sectores mencionados, priorizando la implementación de medidas en aquellos con mayor crecimiento e impacto; la segunda, incrementar los reservorios de carbono tanto en los ecosistemas forestales como en suelos agrícolas de la entidad (PEACCEM, 2013).

Para la implementación de acciones necesarias para la reducción de emisiones de GEI por sectores, se recomienda la implementación de NAMA's (Acciones Nacionales para la

Mitigación Ambiental, por sus siglas en inglés), cuyo carácter es de tipo voluntario para México, pero planificadas para alinearse con las políticas nacionales encaminadas para el desarrollo sustentable, y de carácter medible, reportable y verificable y soportadas con financiamiento, tecnología y desarrollo de recursos humanos especializados (SEMARNAT, 2014) (Fig. 47)



**Fig. 47** Proceso de desarrollo de las NAMA (Modificada de SEMARNAT, 2014).

## Estrategias y Líneas de acción por Sector

Tomando como referentes a la Ley General de Cambio Climático, (LGCC, 2012) y la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40 (ENACC, 2013), instrumentos que mandatan y coordinan la política nacional, en materia de cambio climático, las acciones de mitigación en los siguientes rubros (PEACCEM, 2013):

- Acciones con alto potencial de aplicación y beneficios económicos que pueden ser implementadas de manera inmediata, pero que a pesar de su rentabilidad requieren ser impulsadas mediante esquemas de financiamiento o bien, a través de la aplicación de instrumentos económicos, como acciones de eficiencia energética y cogeneración, aprovechamiento de biogás y vehículos eficientes.
- Acciones con menor potencial de mitigación y beneficios económicos más modestos en comparación con el rubro anterior, cuyos alcances son más significativos en el mediano plazo dado la gradualidad de su implementación, como lo es la reducción de la quema de leña, eficiencia en iluminación o refrigeración y el cambio de combustibles para la fabricación de ladrillos para construcción.
- Acciones con alto costo y aplicación a mediano y largo plazo que pueden presentar co-beneficios, lo que las hace atractivas aun cuando su costo es elevado como lo es la sustitución de los combustibles convencionales a biocombustibles y la captura y secuestro de carbono.
- Acciones que requieren mayor desarrollo tecnológico o alternativas de financiamiento con aplicación a largo plazo. Por su alto costo de implementación, bajo las condiciones económicas actuales resultan poco atractivas, pero pueden ser una alternativa a futuro en la medida en que los costos se reduzcan, como la instalación de calentadores solares, celdas fotovoltaicas y tecnología LED.

## Sector Energía

### Objetivos:

- Reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero a partir de la gestión y mejor manejo de la energía, incluyendo el carbono negro.
- Promover el uso de prácticas que minimicen el consumo de combustibles en vehículos particulares, de transporte público y de carga.
- Minimizar las fugas de energía en los equipos industriales y trascender al uso de tecnologías alternativas.
- Reducir el consumo de energía eléctrica y fomentar su buen uso entre los consumidores.

### Líneas de acción identificadas:

- Divulgar los instrumentos normativos, técnicos y jurídicos relacionados con el manejo, gestión y eficiencia de la energía a nivel estatal, regional y municipal.
- Promover estrategias de uso de energía sustentables y de eficiencia energética en zonas habitacionales, basadas en criterios de equidad social y de género, tomando en cuenta los patrones de consumo.
- Promover estrategias de ahorro de energía en la red de alumbrado público municipal<sup>37</sup> (a ritmo de 14 municipios por año).
- Promover la adquisición y uso de vehículos con motores de tecnologías más eficientes en el consumo de combustibles y menor emisión de GEI.

---

<sup>37</sup> El Departamento de Mitigación al Cambio Climático del Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático ya ha iniciado este proyecto en dos municipios.

- Establecer los mecanismos de un programa de detección y retiro de vehículos ostensiblemente contaminantes.
- Promover el diseño y uso de transporte masivo planificado para zonas de mayor tráfico vehicular (como el caso del MEXIBUS).
- Reordenar rutas para la creación de corredores de transporte público de pasajeros.
- Proponer la conversión del transporte público y de carga al uso de combustibles más limpios (gas natural y gas LP), así como promover los vehículos híbridos para las zonas urbanas.
- Renovar la flota vehicular de los sistemas de transporte público y de carga.
- Promover el uso de transporte escolar en zonas de alta densidad urbana.
- Desarrollar el sistema de transporte público masivo basado en investigación y datos estadísticos con análisis de género para promover la movilidad segura y eficiente de la población.
- Aumentar la eficiencia y homologar el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria de vehículos particulares y de carga que circulan en el Estado de México al que se ejecuta en la Ciudad de México (antes D.F.).
- Promover la sustitución de maquinaria y equipo industrial obsoletos que consumen gran cantidad de energía por nuevos con mayor eficiencia.
- Implementar un programa de iluminación eficiente en las instalaciones industriales.
- Fomentar alternativas tecnológicas para el uso eficiente de combustibles limpios y el control de emisiones contaminantes de hornos ladrilleros y talleres de alfarería.
- Promover el mantenimiento de maquinaria y equipo industrial para reducir las pérdidas de energía en la generación y distribución de calor.

- Sustituir aparatos electrodomésticos que consumen altas cantidades de energía por nuevos con mayor eficiencia.
- Promover estrategias de uso de energías sustentables y eficiencia energética en edificios gubernamentales.
- Fomentar la utilización de la energía solar térmica, incluyendo su aprovechamiento para el calentamiento de agua en el sector residencial.
- Difundir en centros escolares y de trabajo información sobre ahorro y eficiencia en el consumo de energía.
- Diseñar, desarrollar e implementar dispositivos de captura de carbono negro, proveniente de la combustión de diesel, con el fin de reducir las emisiones contaminantes de éste sector.
- Dado que los datos obtenidos de la actividad industrial solo abarcan un 10% de las industrias asentadas en el Estado, aumentar de manera paulatina el porcentaje relacionado con las actividades industriales.
- Los acuerdos voluntarios de industrias no son obligatorios por lo que varias de ellas pueden retirarse y no cumplir.
- Contabilizar las emisiones de gases del sector industrial mediante registros mejorados para que se elimine este vacío de información.
- Desarrollo de planes integrales de movilidad.
- Impulso a las nuevas tecnologías que promueven eficiencia energética.
- Certificación de eficiencia energética en las empresas del Estado.
- Desarrollo de diagnósticos energéticos de los sectores que más utilizan grandes cantidades de energía.

- Desarrollo de nuevas investigaciones para promover la eficiencia de los equipos industriales.
- Construcción de escenarios de la demanda de servicios de energía eléctrica y de vivienda.
- Fomentar la formación de recursos humanos para que proporcionen asistencia técnica a empresas que deseen transitar al uso de nuevas tecnologías.
- Crear direcciones institucionales encargadas de recabar datos que puedan ser de utilidad para próximas actualizaciones del PEACC.
- Revisión de la NTEA-002-SMA-DS-2009, que regula la exploración, explotación y transporte de minerales no concesionables en el Estado de México.

### Alcance esperado de las acciones de mitigación a mediano y largo plazo

- Reducción de las emisiones de GEI, ante el aumento de la eficiencia de medidas relacionadas con transporte público.
- Aumento del empleo en transporte público, teniendo una mayor demanda de usuarios para reducir la flota vehicular de automóviles particulares que emiten mayor cantidad de GEI por el número de unidades que circulan en la entidad.
- Reducción de la emisión de carbono negro al instalar dispositivos de captura de carbono negro, inicialmente en unidades de carga y transporte con uso de diesel y posteriormente en unidades de transporte público.
- Optimizar el uso de energía eléctrica en grandes, medianas y pequeñas empresas, a fines de reducir las emisiones provenientes en este subsector.
- Poseer infraestructura que aproveche las condiciones ambientales y climáticas, alcanzando con ello mayor eficiencia energética.

- Disminuir el consumo energético en los hogares, con la consecuente reducción de emisiones de GEI.

## Sector Desechos

### Objetivos

- Fomentar la participación de los sectores públicos, privado y social en la reducción de la generación, el incremento en la separación y el manejo de los RSU, incorporando elementos de educación ambiental y perspectiva de género.
- Fortalecer, impulsar y divulgar programas, instrumentos normativos y jurídicos relacionados con la separación de basura y el manejo integral sustentable de residuos y su aprovechamiento, principalmente en localidades mayores a 50 mil habitantes.
- Reducir las emisiones de metano provenientes de la disposición y descomposición de residuos sólidos urbanos.
- Reducir las emisiones de metano generadas por las aguas y lodos residuales provenientes de los municipios e industrias
- Lograr el máximo aprovechamiento del biogás y residuos generados en las diferentes fases del tratamiento de aguas y lodos residuales.
- Reciclar al máximo posible los residuos sólidos urbanos antes, durante y después del proceso de disposición final (tiraderos al aire libre, rellenos sanitarios e incineración de residuos).

### Líneas de acción:

- Vincular el Programa Nacional de Gestión Integral de los Residuos y el Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México (PEPGIR), poniendo especial atención a construir acuerdos con las autoridades del Gobierno del Distrito Federal para ver soluciones

integrales a la disposición de residuos provenientes desde esta entidad federativa al Estado de México.

- Impulsar que los sitios de disposición final de residuos promuevan medidas de tratamiento y/o aprovechamiento de los residuos generados, a través del aprovechamiento de biogás, de combustión de la energía u otros medios similares.
- Regularizar los sitios de disposición final de residuos sólidos que no cumplan con las especificaciones establecida en la normatividad, para mejorar las características de dichos sitios y prevenir mayor emisión.
- Implementar sistemas de captura del biogás generado en los rellenos sanitarios y sitios de disposición final, que sean considerados como viables y con ello aprovechar la energía generada para abastecer los servicios públicos.
- Promover la instalación de más plantas de acopio y separación de residuos para tratamiento y venta de valorizables, tales como papel, cartón, vidrio, plásticos, textiles y metales principalmente.
- Crear centros de acopio para la recopilación de residuos peligrosos o de manejo especial, destinados a empresas especializadas en su manipulación, reutilización, tratamiento y aprovechamiento.
- Promover la elaboración y uso de composta a partir de residuos sólidos orgánicos tanto semiurbanos como rurales.
- Impulsar la actividad de clasificación y separación de desechos desde los hogares hasta los centros de almacenamiento.
- Gestionar la obtención de bonos de carbono a través de mecanismos de desarrollo limpio (MDL), por el aprovechamiento de biogás en plantas tratadoras.
- Fomentar la participación de los sectores públicos, privados y social en la reducción de la generación, el incremento en la separación, el aprovechamiento, el tratamiento y

disposición (manejo) de los residuos, incorporando elementos de educación ambiental y perspectiva de género, a través de campañas de divulgación y concientización.

- Regularizar el trabajo de los “pepenadores” y el sector informal en el manejo de los residuos como una actividad fundamental para alcanzar los objetivos de aprovechamiento y reducción de residuos que llegan a un sitio de disposición final.
- Contabilizar el volumen de agua tratada, de lodos y su disposición del sector industrial, e integrarlos a las estadísticas para un mejor registro y con ello toma de decisiones a partir de las deficiencias o mejoras encontradas.
- Evaluar la expedición de registros de descarga de aguas residuales al alcantarillado y ver si cumplen con el marco legal existente.
- Realizar el diagnóstico de la eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales en las plantas de manejo estatal.
- Sanear las aguas residuales con un enfoque integral de cuenca que incorpore los sistemas y poblaciones de aguas arriba y aguas abajo.
- Incentivar proyectos de cogeneración a partir del biogás producido en el tratamiento de las aguas, para su aprovechamiento y uso en las instalaciones de la planta de tratamiento.
- Promover el uso de baños secos en las zonas más rurales para evitar fugas de aguas negras y su probable contaminación al subsuelo.
- Mejora en el tratamiento de agua residual reflejada en mayor cantidad de agua tratada y reducción de emisiones de metano aprovechables en la generación de energía eléctrica.



- Mejorar la información que existe en torno a los residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos es limitada, por lo que es necesario generar esquemas para obtenerla en lo referente a la generación, tratamiento, acopio, composición y disposición final para poder proponer acciones de mitigación, más específicas al respecto

## Retos

- Existen lugares de acopio de residuos sólidos urbanos informales en los que su actividad no queda registrada y por ende el número de desechos recolectados permanece como desconocido, el mismo caso sucede con sitios de disposición irregulares, donde no hay control de los residuos que entran y salen.
- Existe una carencia casi absoluta de la información concerniente a la incineración de los desechos provenientes del sector salud (público y privado), así como los RSU comunes provenientes de los municipios más rurales.

## Oportunidades

- El estado es uno de los mayores generadores de residuos, esto le confiere un gran potencial en la producción de biogás, así mismo del tratamiento de aguas residuales.
- Es una de las entidades donde mayor infraestructura existe para el reciclaje y recuperación de papel y cartón, así como de infraestructura para recolección transporte de RP.
- Existen diferentes trabajos de investigación académica respecto al manejo gestión integral de residuos sólidos urbanos, así mismo como de tratamientos eficientes de aguas residuales, para el aprovechamiento y estabilización de lodos residuales.

## Normativas y políticas públicas existentes para llevar a cabo los objetivos a mediano y largo plazo:

- Ley del Agua para el Estado de México y Municipios
- Plan de Desarrollo Estatal 2011-2017
- NTEA-001-SEGEM-AE-2003
- NTEA-003-SEGEM-DS-2004.
- NTEA-006-SMA-RS-2006
- NTEA-007-007SMA-DS-2006
- NTEA-010- SMA-RS-2008
- NTEA-011- SMA-RS-2008
- NTEA-013- SMA-RS-2011

## Alcance esperado de las acciones de mitigación a mediano y largo plazo

- Reducción en la emisión no controlada de metano a través de su aprovechamiento.
- Se espera una mayor gestión de residuos sólidos urbanos que generen empleos y recuperación de materiales de desechos y generación de energía con menor efecto de calentamiento de la atmósfera.



- Se espera una mejora en el tratamiento de agua residual reflejada en mayor cantidad de agua tratada y reducción de emisiones de metano aprovechables en la generación de energía eléctrica.
- Se espera un aprovechamiento de los lodos residuales ya estabilizados como sustratos y/o abonos, de igual manera a los residuos sólidos urbanos de carácter orgánico, reduciendo los niveles de desechos que fermentan y liberan metano en los tiraderos y rellenos sanitarios.
- Se espera una disminución en la disposición final de los residuos sólidos urbanos al optar por mecanismos de captación de reciclables.
- Unificación sistemática de los métodos de recolección de RSU en el estado, estableciendo un sistema eficiente captación y separación de los desechos.
- Concientización poblacional en la importancia de la separación de residuos para coadyuvar desde éste nivel a la reducción de liberación de GEI.
- Los indicadores de alcance pueden ser construidos a partir de la definición de porcentajes acordados en cuanto a las cifras actualizadas de los diferentes procesos relacionados con RSU.

## Sector USCUS

### Objetivos

- Reducir la emisión de GEI en el sector forestal por medio de acciones que garanticen su conservación y manejo sustentable.
- Ampliar el programa de Pago por Servicios Ambientales como alternativa para conservar los recursos naturales disponibles en el Estado de México y a su vez

combatir la pobreza con estímulos económicos como compensación por la conservación.

- Incorporar la estrategia REDD+ en la EECC.

### Líneas de acción identificadas

- Consolidar del programa estatal de ordenamiento ecológico y verificar su aplicación en los planes de desarrollo desde un nivel municipal.
- Desincentivar mediante instrumentos legales y económicos el cambio de uso de suelos en sistemas forestales.
- Fortalecer los instrumentos técnicos y financieros para expandir el programa de pagos por servicios ambientales a un mayor número de beneficiarios, así como verificar su eficiente implementación.
- Implementar el pago por captura de carbono como una estrategia de desarrollo del sector forestal estatal.
- Incluir en el Pago por Servicios Ambientales a las poblaciones en marginación y alta marginación aledañas y propietarias de las áreas candidatas a protección, con el fin de combatir la pobreza y pobreza extrema de las comunidades.
- Consolidar los programas de manejo en Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal mediante completando y actualizando los Estudios Técnicos-Justificativos, así como mediante la publicación y difusión de dichos programas de manejo.
- Desarrollo e implementación de PIN REDD+

## Retos

- Es escasa la disponibilidad de información histórica del sector, requiriendo por tanto consolidar las áreas de manejo y gestión de la información sectorial.
- Actualmente es reducida la superficie forestal bajo manejo técnico, es necesario incrementarla a través del aumento de la inversión, la integración de programas sectoriales y capacitación de usufructuarios del recurso.
- El escaso control sobre el mercado negro de productos maderables y no maderables, así como la creciente importación de estos productos, disminuye la rentabilidad del sector y desincentiva la producción.

## Oportunidades

- La entidad ya cuenta con esquemas administrativos y operativos para el sector forestal.
- Existen beneficios colaterales reales con la implementación de las medidas de mitigación, éstos pueden ser la conservación de la biodiversidad, prestación de servicios ambientales, mayor rentabilidad del sector y creación de fuentes de empleo mejor remuneradas.
- Se puede identificar el mercado informal de productos no maderables provenientes del bosque y consolidar un mercado formal, con la finalidad de crear bases de datos de extracción de los mismos, y a su vez, fomentar la conservación de las áreas naturales en base a las opciones de explotación con menor impacto ambiental.
- Promover el mercado justo para campesinos y productores del campo, estableciendo un mercado competitivo para los productos provenientes del bosque,

asegurando un precio justo con venta sin intermediarios, apoyando así a la lucha contra la pobreza y la marginación.

## Normatividad y políticas públicas existentes relacionadas con el sector

- Código para la Biodiversidad del Estado de México.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Áreas Naturales Protegidas.
- Programa de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de México 2005-025. Gobierno del Estado.
- NTEA-005-SMA-RN-2005, que establece las especificaciones y criterios que deben observarse para el desarrollo de acciones y usos compatibles sustentables en las áreas naturales protegidas del Estado de México.
- NTEA-009-SMA-RN-2008 que establece las especificaciones y criterios que deben observarse para el uso, conservación y restauración de suelos en áreas naturales protegidas del Estado de México.

## Alcance esperado de las acciones de mitigación a mediano y largo plazo

- Lograr reducciones significativas en las emisiones de GEI provenientes de este sector, generando las condiciones adecuadas para la preservación o restauración de las funciones ecológicas de los sistemas forestales.
- Disminuir los niveles de deforestación con fin de aprovechamiento maderable o pastoreo, al establecer un mercado formal y competitivo de productos forestales no maderables.

- Reducir los niveles de pobreza al combinar los alcances de los programas de pagos por servicios ambientales y la apertura del mercado de productos forestales no maderables.

## Sectores Agricultura y Ganadería

### Objetivos

- Reducir emisiones directas e indirectas de gases efecto invernadero en tierras de cultivo.
- Reducir las emisiones de metano en el subsector pecuario y aumentar la productividad del hato ganadero, al aprovechar eficientemente los alimentos.
- Reducir los niveles de deforestación con fines agropecuarios, optando e incentivando el uso de métodos alternativos de producción.

### Líneas de acción

- Promover entre los productores la adopción de prácticas agrícolas sustentables para el uso eficiente de agua y suelo.
- Establecer un programa estatal para fomentar el uso racional de los fertilizantes nitrogenados de acuerdo a los requerimientos específicos de los diferentes cultivos y suelos agrícolas del estado.
- Aprovechar los residuos agrícolas y excretas animales para la elaboración de fertilizantes orgánicos.

- Incrementar el uso de abonos orgánicos que mejoren la estructura del suelo y disminuyan la salinización por residuos de los excipientes de los fertilizantes inorgánicos y sean una opción para complementar la nutrición de plantas.
- Capacitar a productores agropecuarios sobre las alternativas de manejo alimenticio y sanitario del ganado con objeto de incrementar la eficiencia nutricional y reducción de emisiones de metano por fermentación entérica.
- Implementación de prácticas pecuarias de alta eficiencia en el manejo del ganado estabulado y de pastoreo.

## Retos

- La información que existe acerca del sector agricultura es limitada, por lo que es necesario tener información disponible el tamaño de la población y sus tasas de crecimiento con objeto de poder ser utilizados en el desarrollo de otros documentos oficiales.
- Las acciones que se realicen en este tema deben apuntar a la erradicación de la pobreza y a la promoción de la igualdad entre mujeres y hombres, sobre todo en términos de acceso a la tierra y a los beneficios que ello conlleva.
- Optar por técnicas modernas de producción conlleva un cambio de paradigma (para los productores) en la concepción del proceso de producción.
- La capacitación debe ser proporcionada por profesionales y expertos calificados y debidamente certificados, para adecuarse a las características y necesidades particulares. Además, deben llevarse a cabo procesos de acreditación y certificación de los productores, así como constante monitoreo y verificación para garantizar la adecuada adopción de los procesos de producción sustentables.

- La adopción de métodos alternativos de producción agrícola sustentable y amigable con el ambiente debe adecuarse para disminuir y sustituir eventualmente la actividad de deforestación en la entidad.

## Oportunidades

- Promover la investigación de las especies ganaderas en el contexto de cambio climático para mejorarlas y que sus emisiones de GEI sean menores.
- Mediante la aplicación de buenas prácticas agrícolas y pecuarias es posible incrementar los sumideros de carbono en los suelos agrícolas.
- La inserción de las técnicas de producción sustentables aseguran una disminución en la liberación de GEI por uso de abonos nitrogenados, haciendo uso de una menor superficie para su aprovechamiento. Potencialmente se reduciría la deforestación, incrementando el potencial de captura de carbono en las áreas conservadas.
- Se abren posibles fuentes de empleo, con posibilidad de proyección a nivel municipal, estatal y federal.
- Relacionar el cambio de la cobertura vegetal con la apertura de áreas agrícolas y pecuarias.

## Normativas y políticas públicas existentes para llevar a cabo los objetivos a mediano y largo plazo

- Código para la Biodiversidad del Estado de México.
- Ley de Desarrollo Social del Estado de México.

- Reglamento del Fomento y Desarrollo Agropecuario, Acuícola y Forestal del Estado de México.

### Alcance esperado de las acciones de mitigación a mediano y largo plazo

- Menor uso de fertilizantes inorgánicos y con ello la reducción de emisiones de nitrato a la atmósfera; además, de forma indirecta, la prevención de contaminación de mantos freáticos.
- Reducción de emisiones de metano generadas mediante el proceso de digestión del ganado tras la mejora del alimento y/o adición de un producto para reducir la actividad metanogénica.
- Mayor calidad de los alimentos destinados al ganado y con ello promover la salud animal y mejorar la producción de carne y leche.
- Mayor producción de hortalizas orgánicas para abastecer la creciente demanda de alimentos.
- Maximización del aprovechamiento de las áreas de cultivo directamente proporcional a la disminución de áreas deforestadas para el mismo destino.
- Generación de fuentes de empleo a distintos niveles de la sociedad, asociada a una disminución de la marginación y pobreza en el estado.

### Medición, Reporte y Verificación

Los procesos de medición, reporte y verificación de los inventarios, y de la reducción de emisiones, como resultado de las actividades de mitigación del cambio climático, son esenciales para asegurar la efectividad de esas actividades (DNV, KEMA, MLED USAID, 2013).

Los instrumentos de Medición, Reporte y Verificación (MRV) así como de Monitoreo y Verificación (M&E) proporcionan transparencia y certidumbre de las acciones, además garantizan la integridad ambiental, comparabilidad, consistencia, transparencia y precisión de los datos. Las metodologías de MRV y M&E permiten asegurar la calidad de las acciones de adaptación y mitigación, por lo cual son útiles nacionalmente en el diseño, implementación y evaluación de las NAMA (ENCC, 2013).

A nivel internacional existe una percepción favorable del uso de estas metodologías e incluso, se han generado esquemas de acompañamiento y asociación entre países desarrollados y en desarrollo para compartir conocimientos y experiencias (ENCC, 2013). México ha participado activamente en la definición internacional de los criterios que definen el uso y alcance de las metodologías y ha comenzado a capacitarse en diversos órdenes para incorporar el MRV y M&E en sus actividades contra el cambio climático (ENCC, 2013). Respecto a esta Estrategia Nacional, la LGCC mandata que la política nacional de cambio climático se sustente en las actividades esenciales del MRV y M&E, por lo que es relevante que los tres órdenes de gobierno asuman la tarea de incorporar activamente estos criterios en sus esquemas de gobierno y políticas públicas (ENCC, 2013).

La Medición es el primer elemento en la evaluación general de la eficiencia durante la ejecución de cualquier acción de mitigación, la cual consiste en la obtención de datos esenciales para llevar a cabo el reporte, y por ende, la verificación del mismo (PACCMDF, 2014).

Lo que se requiere para la Medición depende enteramente de las demandas finales que se llevarán a cabo como parte del programa de mitigación. Aunque generalmente el monitoreo estará asociado con la medición de emisiones, también existen otros elementos que podrían requerir monitoreo (PACCMDF, 2014).

El Reporte se enfoca en las actividades de reducción de emisiones; mientras que la información se centra en las instalaciones específicas y la actividad de las fuentes de emisión de gases del proyecto (PACCMDF, 2014).

El reporte puede ser dividido en emisiones directas e indirectas.

En el reporte de emisiones directas, generalmente se requiere que la instalación coloque medidores que hagan el reporte automático y directamente a una base de datos especializada; mientras que el reporte de emisiones indirectas suele apoyarse en el registro manual y en el cálculo de emisiones, los cuales se verifican antes de registrarse como datos finales sobre las emisiones (PACCMDF, 2014).

El reporte directo de emisiones ofrece al gobierno la ventaja de disponer de datos completos y precisos (PACCMDF, 2014).

La Verificación tiene como objetivo confirmar que el monitoreo y el reporte están alineados con los requerimientos y los objetivos del programa de mitigación (Dimotakis *et al.*, 2011).

Al diseñar un marco de contabilidad de emisiones robusto y transparente se logrará asegurar la integridad ambiental de cualquier acción y programa. Por otro lado, la ausencia de normas de contabilidad comparables, transparentes, consistentes y precisas de emisiones pone en riesgo y debilita los compromisos, objetivos y credibilidad de la acción tomada (PACCMDF, 2014).

La mayoría de los sistemas de MRV están diseñados para medir y reportar, ya sea en comparación con un estándar de cumplimiento o con una línea base. Las líneas base son

esenciales para medir el éxito de las políticas o programas de mitigación de GEI (PACCMDF, 2014).

No hay una definición estándar de una línea base; generalmente es un escenario de referencia de la actividad económica y de las emisiones de GEI relacionadas con ella, dentro de un área geográfica carente de políticas o proyectos de mitigación de GEI (PACCMDF, 2014).

Se debe establecer una línea base para proporcionar el mejor cálculo posible a la reducción real de emisiones GEI alcanzada mediante la implementación de una política o de un programa en comparación con la línea base (PACCMDF, 2014).

Cabe destacar que el sistema MRV (PACCMDF, 2014), trae consigo importantes beneficios, tales como:

- Fortalecer la mitigación de las emisiones de GEI
- Mejorar la calidad y consistencia de los datos para el cálculo de emisiones
- Informar sobre políticas actuales y futuras, mecanismos de mercado e inventarios nacionales
- Proporcionar información a los grupos de interés para actualizar bases de datos
- Fortalecer la gestión y mitigación de los GEI

En resumen, el propósito de un sistema de Medición, Reporte y Verificación es apoyar la implementación de medidas de mitigación, facilitar la adopción de decisiones en los compromisos de mitigación, generar información comparable, disminuir el índice de incertidumbre de los datos obtenidos (aumento de confianza) a través de la producción de información confiable, específica y transparente, y potenciar la probabilidad de obtener apoyo nacional y/o internacional para las medidas de mitigación (PACCMDF, 2014).

## **Monitoreo, Evaluación y Certificación**

Respecto a la definición de objetivos y metas en un Programa Estatal de Acción Climática, existen tres pasos significativos en los que es necesario contar con información confiable:

### **La planeación de las metas.**

Al inicio de los trabajos de elaboración del programa se definen los objetivos, metas y por lo tanto es necesario decidir cuál es la mejor manera de definir la meta de mitigación (reducción con respecto de un año base o respecto de una línea base, respecto de intensidad de emisiones o del logro de un nivel de emisiones expresado en cifras porcentuales), así como definir los elementos de MRV que permitirán darle seguimiento (PACCMDF, 2014).

### **La ejecución del programa**

A lo largo de la ejecución del programa será necesario mantener un seguimiento de los avances para cumplir con los objetivos y metas. También será necesario reportar periódicamente ese nivel de progreso; en su caso, esta información indicará si es necesario tomar medidas para corregir las acciones a modo de cumplir con los objetivos o para evitar desviaciones en los mismos (PACCMDF, 2014).

### **La revisión del cumplimiento de las metas**

Una vez finalizado el periodo para el cual el programa fue diseñado, será necesario evaluar si los objetivos y metas se alcanzaron, a modo de replantear nuevos objetivos, metas y estrategias en base al éxito o fracaso de los antes implementados (PACCMDF, 2014).

El nivel de progreso en el cumplimiento con los objetivos y metas de mitigación del Programa Estatal de Acciones ante el Cambio Climático del Estado de México se podrá

conocer a partir del avance puntual en el desarrollo e implementación de cada una de las acciones que conforman el programa, así como de las NAMA generadas.

Es necesario, definir un sistema de Medición, Reporte y Verificación para asegurar que se toma una serie de pasos que permitirán la Evaluación, el Reporte y su subsecuente Certificación de este nivel de progreso (PACCMDF, 2014).

Durante la ejecución de las acciones, el seguimiento de las actividades se debe llevar a cabo periódicamente para asegurar que el proyecto está funcionando como se ha diseñado. Se espera que las actividades de vigilancia y de evaluación se lleven a cabo por los mismos actores involucrados que han diseñado y desarrollado las acciones de mitigación puntual (Vine and Sathaye, 1999).

Se espera además que durante el proceso de implementación de cada acción, se lleven a cabo revisiones de los procesos y logros esperados, tanto por los propios involucrados como por verificadores (terceros) para evitar conflicto de intereses. Este proceso lleva a la certificación (Vine and Sathaye, 1999).

La certificación es el proceso de acreditación en la reducción de la liberación de GEI, proveniente de las acciones y NAMA establecidas y confirma el logro y alcance de cada una de las acciones. Se considera que los certificadores deben ser especialistas en el área, además de optar por la capacitación de profesionales técnicos, para formar recursos humanos especializados (Vine and Sathaye, 1999).

## **MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PROPUESTAS PARA ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO**

Las medidas de adaptación aquí propuestas estarán alineadas con los principales instrumentos de política a nivel federal. En este sentido se considerarán principalmente la Ley General de Cambio Climático, así como la Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-30. Cabe mencionar que el periodo a considerar en esta estrategia es la de

los primeros 10 años dado que plantear el siguiente horizonte sin haber evaluado estas primeras acciones es algo que no tiene mucho sentido.

En cuanto a la LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (LGCC). Los objetivos que señala en materia de adaptación y que se consideraran de manera prioritaria son:

1. Reducir la vulnerabilidad de la población, los ecosistemas y la infraestructura frente a los efectos adversos del cambio climático.
2. Minimizar los riesgos y daños considerando los escenarios actuales y futuros de cambio climático
3. Identificar la vulnerabilidad y capacidades de adaptación y transformación de los sistemas ecológicos y sociales.

En cuanto a la ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (ENCC). Los objetivos que señala en materia de adaptación y que se consideraran de manera prioritaria son:

- A1.-Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social ante los efectos del cambio climático.
- A2.- Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático.
- A3.-Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.

### LÍNEA DE ACCIÓN: A1.

Generación de información científica detallada para profundizar en el conocimiento sobre la adaptación al cambio climático y el manejo integral de riesgos de desastres para reducción de vulnerabilidad.

**Tabla 30.** Acciones para profundizar en el conocimiento sobre adaptación al cambio climático en el Estado de México.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>Actualización y mejoramiento de los escenarios climáticos y desarrollo de capacidades locales</b>	Continuar, profundizar y mejorar los estudios para proyecciones de los escenarios climáticos y los riesgos asociados (tendencias de sequías, inundaciones, incremento de frecuencia e intensidad de huracanes, etc.)
	Otorgar las facilidades para la distribución y elaboración de bases de datos climáticas y de recursos naturales generadas a través de estaciones meteorológicas instaladas en el estado.
	Desarrollar estudios e investigaciones específicas para profundizar y ampliar el conocimiento local sobre los impactos proyectados del cambio climático en cada sector (por ejemplo: salud, biodiversidad, agricultura y economía).
	Fomentar el desarrollo de capacidades locales, mediante la capacitación de investigadores pertenecientes a la academia, así como impulsar la generación de información de calidad mediante investigaciones relacionadas al cambio climático y sus efectos.
	Generar un inventario de buenas prácticas que se realizan a nivel local sistematizando las experiencias en donde ya se están realizando algunas prácticas de adaptación.
<b>Generación de herramientas para la gestión de riesgos en el estado</b>	Elaborar atlas a escalas adecuadas de riesgos municipales y comunitarios basados en mapas existentes elaborados por el Instituto de Protección Civil y Manejo Integral de Riesgo de Desastres del Gobierno del Estado, organizaciones de la sociedad civil, instituciones académicas y los escenarios climáticos generados por la EECC.
	Generar una base de datos con información sobre tendencias de la vulnerabilidad climática y adaptación en los diversos municipios del estado.
<b>Análisis costo beneficio de la adaptación vinculado con instituciones especialistas en la gestión de riesgo</b>	Ejecutar estudios detallados de la vulnerabilidad institucional, social, física, económica y política del estado y a nivel regional

## LÍNEA DE ACCIÓN: A2.

Prevención y recuperación a desastres en las zonas del estado con mayor riesgo.

**Tabla 31.** Acciones para profundizar en el procesos de difusión del conocimiento sobre adaptación al cambio climático en el Estado de México.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
Promover programas de comunicación a diferentes públicos en el estado sobre la importancia de programas de prevención y recuperación a los desastres	Realizar un programa de sensibilización en medios masivos de comunicación dirigido a la sociedad mexiquense para la reducción de su propia vulnerabilidad a los impactos de eventos hidrometeorológicos extremos.
Promover en todos los niveles, y en particular en comunidades rurales y zonas vulnerables la conformación de comités regionales y municipales permanentes de prevención y recuperación de desastres.	<p>Capacitar a los consejos y comités en la gestión de riesgos de desastres para que puedan desarrollar planes integrales y ejecutarlos para la reducción de la vulnerabilidad.</p> <p>Incorporar la Gestión de Riesgos en los procesos de desarrollo comunitario, municipal y regional, mediante una efectiva participación social y comunitaria.</p>
Mejorar los sistemas de alerta temprana y planes de emergencias estatales y regionales.	<p>Consolidar sistemas de alerta temprana y redes de protección civil en centros de población tanto urbanos como rurales tomando en cuenta la diversidad cultural y la equidad de género.</p> <p>Establecer y apoyar la operación de áreas de protección civil requeridas, difundir y aplicar planes de emergencia ante distintos eventos hidrometeorológicos extremos</p>
Financiamiento para la prevención y recuperación de desastres.	<p>Identificar, fortalecer y operar de manera coordinada fondos federales, estatales y municipales para ejecutar acciones de prevención y recuperación en función de impactos de eventos hidrometeorológicos adversos.</p> <p>Promocionar la solidaridad y ahorro comunitario que permita apoyar de manera eficiente durante alguna emergencia a familias afectadas.</p> <p>Explorar la opción de mecanismos de compensación de pérdidas por desastres, por ejemplo, un fondo de emergencias estatal, fideicomisos, seguros internacionales, con el fin de tener acceso a recursos en casos de emergencias y desastres causados por eventos hidrometeorológicos extremos.</p>

### LÍNEA DE ACCIÓN: A3.

Fortalecimiento del marco legal e institucional para la gestión de riesgos de desabasto y reducción de la vulnerabilidad.

**Tabla 32.** Acciones de Promoción de comunicación y fortalecimiento de marco legal para la adaptación al cambio climático en el Estado de México.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
Promover programas de comunicación a diferentes públicos en el estado sobre la importancia de programas de prevención y recuperación a los desastres	Promover la alineación de los diferentes programas del gobierno estatal, federal y municipal, en temas como atención al ordenamiento y gestión del territorio y prevención de desastres.
	Establecer responsabilidades y prioridades de cada instancia de gobierno en la atención de zonas periurbanas y rurales de alta vulnerabilidad.
	Capacitar a funcionarios públicos sobre gestión y reducción de riesgo de desastre y mejorar el equipamiento a atención de emergencias.
	Fomentar el intercambio de información entre las instancias, la sociedad civil y las instituciones académicas así como la construcción de redes en materia de zonas de alto riesgo de desastres y eventos hidrometeorológicos extremos.
	Establecer mecanismos y espacios para el seguimiento y transparencia de las acciones que ejecuta cada instancia estatal, federal o municipal, tales como un observatorio ciudadano que involucre a los comités de cuenca, consejos de protección civil regionales y municipales y a los diferentes actores que participen en el gestión de riesgos.
Fortalecimiento del marco legal	Fortalecer del marco legal e institucional para promover el desarrollo local y la gestión sustentable e integral del territorio, incorporando la adaptación al cambio climático.
	Fortalecer e implementar las normativas del estado para la reducción y manejo apropiado de los riesgos climáticos actuales y futuros.

## LÍNEA DE ACCIÓN: A4.

Reducción de la vulnerabilidad y gestión de desastres en asentamientos humanos.

**Tabla 33.** Acciones para planificación urbana, crecimiento e infraestructura para reducción de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de asentamientos humanos en el Estado de México.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
Planificar el crecimiento de las ciudades con criterios de adaptación al cambio climático	Considerar e integrar criterios ambientales, diagnósticos y conocimiento científico y técnico que involucre actores sociales y sectores claves en la planeación urbana.
	Identificar a la población más vulnerable en zonas de alto riesgo, zonas de recarga subterránea o áreas de conservación y considerar su reubicación bajo procesos consensados con la población.
	Incluir criterios de adaptación al cambio climático en los programas de obra pública y los reglamentos de construcción, logrando que las obras públicas en zonas periféricas cuenten con el visto bueno de la Comisión Interestatal de Cambio Climático y Protección Civil del Estado de México.
	Considerar criterios de adaptación al cambio climático en las cartas urbanas, ordenamiento de las ciudades y planes de gestión de cuenca.
	Fortalecer el cumplimiento de la normatividad para las recargas de acuíferos.
	Promover el uso de seguros en áreas inundables.
Mejorar y diseñar las obras de drenaje y protección contra inundaciones en las zonas urbanas y rurales	Expandir y mejorar las redes de drenaje pluvial y residual.
	Utilizar pavimentos mixtos entre empedrado o pavimento permeable para permitir recarga a fuentes de abastecimiento y disminuir inundaciones y escurrimientos.
	Trazar calles transversales a fin de disminuir fuerza a las avenidas de agua y construir muros de contención para evitar deslaves y arrastres.
Planificar la urbanización de poblados en zonas rurales	Incluir criterios de adaptación al cambio climático en los programas de urbanización y provisión de servicios de cabeceras ejidales y comunales, así como rancherías y pequeños centros de población.



Adaptar los edificios a ondas de calor	Explorar necesidades para adecuar casas, oficinas e industrias ante ondas de calor, en cuestiones de diseño, ventilación, materiales y uso de vegetación.
--	---

## LÍNEA DE ACCIÓN: A5.

Enfoque ecosistémico para la reducción de la vulnerabilidad y gestión del sector hídrico.

**Tabla 34.** Acciones para reducir vulnerabilidad al cambio climático en el sector hídrico en el Estado de México.

EJE ESTRATÉGICO: AGUA					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y oportunidades	Instituciones responsables
ENFOQUE ECOSISTÉMICO					
Diseñar estrategias e instrumentos de políticas de adaptación al cambio climático con base en la funcionalidad ecológica y ambiental del territorio	Alta	Corto	Resistencia de los organismos encargados de administrar el agua a nivel federal y estatal para incorporar criterios ambientales	Se centrarían las bases para adoptar un enfoque basado en la funcionalidad de las cuencas hidrográficas y unidades de paisaje.	CONAGUA CAEM Secretaría De Medio Ambiente Municipios UAEM UNAM Universidad del Medio Ambiente Procuenca
Pasar a fase ejecutiva todos los ante proyectos del catálogo del Plan Maestro para la Restauración Ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma	Alta	Corto-Mediano	Falta de voluntad política de distintas instituciones gubernamentales que se refleja en falta de presupuesto	Se estaría alineando una serie de estrategias de visión integral cuyo eje de planeación es el agua como elemento de multi-interés.	CONAGUA CAEM Secretaría De Medio Ambiente Municipios UAEM UNAM Universidad del Medio Ambiente Procuenca

Manejar de manera integral las cuencas del estado, desde su generación en tierras altas y a través de su recorrido a las zonas bajas	Alta	Corto	Resistencia de los organismos encargados de administrar el agua a nivel federal y estatal para incorporar criterios ambientales	Ya hay experiencias exitosas en el Estado que podrían replicarse como es el caso de la cuenca de Amanalco y Valle de Bravo.	CONAGUA CAEM Municipios UAEM UNAM Universidad del Medio Ambiente Procuenca
Vincular instrumentos de ordenamiento territorial con planes de gestión de cuenca	Alta	Corto	Resistencia de los organismos encargados de administrar el agua a nivel federal y estatal para incorporar criterios ambientales	Ya hay experiencias exitosas en el Estado que podrían replicarse como es el caso de la cuenca de Amanalco con ordenamiento comunitario.	CONAGUA CAEM Municipios UAEM UNAM Universidad del Medio Ambiente Procuenca

### LÍNEA DE ACCIÓN: A6.

Lineamientos generales de abastecimiento de agua para la reducción de la vulnerabilidad y gestión del sector hídrico

**Tabla 35.** Acciones de abastecimiento de agua para la reducción de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el Estado de México.

EJE ESTRATÉGICO: AGUA					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y oportunidades	Instituciones responsables
<b>LINEAMIENTOS GENERALES DE ABASTECIMIENTO</b>					
Incrementar al 100% la cobertura de dotación de agua y drenaje en el Estado	Alta	Corto	Corrupción relacionada con licitaciones de grandes obras hidráulicas en el Estado.	Dar una responsabilidad más relevante a los gobiernos comunitarios en materia de agua.	CONAGUA CAEM Municipios PROCUENCA A



Incrementar el uso de aguas tratadas	Alta	Corto	Un solo uso Concesionada en su totalidad para riego. Ausencia de políticas claras para su uso Inexistencia de incentivos al sector privado	Eficiente para riego de áreas verdes y jardines Se pueden añadir otros usos Puede reutilizarse	CONAGUA CAEM Municipios
Evaluar la cosecha de agua de lluvia en zonas periurbanas de ciudades con densidad media	Por definir	Por definir	Redefinir costos Bombardeo hacia lugares más altos	Existen experiencias exitosas en el otras partes del país	PROCUENCA CAEM CONAGUA
Incremento en la eficiencia y la capacidad de tratamiento de aguas residuales	Alta	Medio	Plantas de tratamiento con modelos de gran escala obsoletos y que no operan a toda su capacidad	Pueden verse oportunidades en estudiar el potencial de incorporar micro-hidroeléctricas para alumbrado público	CONAGUA CAEM Municipios
Incorporación de sistemas de estabilización de lodos a las plantas de tratamiento de aguas residuales	Alta	Medio	Costos de mantenimiento que se elevan y que al no ser integrados en otros procesos productivos se descalifican como opción	Pueden verse oportunidades en estudiar el potencial de incorporar los lodos tratados a cadenas productivas agrícolas	CONAGUA CAEM Municipios
Aumentar la captura de agua en presas o estanques de infiltración	Alta	Medio	Habría que actualizar la información sobre el estado de la infraestructura de presas y estanques, así como su evapotranspiración.	Pueden verse oportunidades en actualizar los balances hídricos a escalas municipales y por unidades de riego para eficientar el uso de recursos	CONAGUA CAEM
Aprovechar los pozos ya existentes (secos)	Alta	Corto	Costos para adaptar los pozos	Los pozos ya existen	CONAGUA CAEM

Favorecer la recarga dando mantenimiento a las presas	Media	Medio	Costos Acumulación actual de sedimentos	Las presas que ya existen	CONAGUA CAEM
Aumentar la construcción de represas de captura de agua en zonas altas	Alta	Corto	Determinar los lugares y tamaño más adecuados	Existen experiencias exitosas tanto en el Estado como en otras partes del país	CONAGUA CAEM

## LÍNEA DE ACCIÓN: A7.

Lineamientos generales de reducción de fugas en la infraestructura hídrica del sector

**Tabla 36.** Acciones para reducción de fugas en la infraestructura hidráulica en el Estado de México.

<b>EJE ESTRATÉGICO: AGUA</b>					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y oportunidades	Instituciones responsables
<b>REDUCIR FUGAS</b>					
Modernizar el sistema de agua potable en las ciudades	Media	Medio	Costos Se asume que el agua desperdiciada se filtra a los mantos subterráneos, pero no siempre es así (p.e. en Valle de México y Valle de Toluca)	Pueden verse oportunidades en actualizar los balances hídricos a escalas municipales y por unidades de riego para eficientar el uso de recursos	Secretaría de Desarrollo Urbano y metropolitano CAEM Municipios



Construir drenajes pluviales.	Media	Medio	Costos Normatividad para nuevas construcciones	Podrían canalizarse dichos drenajes a procesos de disminución de riesgos, así como a diversos sectores productivos	Secretaría de Desarrollo Urbano y metropolitano CAEM Municipios
Minimizar los obstáculos a la infiltración no poniendo concreto en los arroyos.	Alta	Corto	Costos Falta de información Falta de continuidad en las políticas Falta de planeación de largo plazo	Podrían instalarse materiales que propician la infiltración como ecocreto.	Secretaría de Desarrollo Urbano y metropolitano CAEM Municipios
Usar materiales permeables en la pavimentación.	Alta	Medio	Costos Falta de información Falta de continuidad en las políticas Falta de planeación de largo plazo	Política de largo plazo de desarrollo urbano Normas	Secretaría de Desarrollo Urbano y metropolitano CAEM Municipios
Hacer un uso eficiente del agua en áreas y edificios públicos.	Media	Medio	Falta de capacitación en personal institucional y costos de operación de verificación de uso eficiente.	El gobierno predicaría con el ejemplo y tendría sistemas demostrativos de sensibilización con la población.	Todas las Secretarías del Estado de México CAEM Municipios

## LÍNEA DE ACCIÓN: A8.

Acciones necesarias para una cultura del agua

**Tabla 37.** Acciones para profundizar la cultura del agua en relación a la adaptación al cambio climático en el Estado de México.

EJE ESTRATÉGICO: AGUA					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y oportunidades	Instituciones responsables
<b>CULTURA DEL AGUA</b>					

Desarrollar un mayor número de programas educativos escolarizados en uso y cultura de agua.	Alta	Corto	La Secretaría de Educación Pública tiene descoordinación con la Secretaría de Educación Estatal con respecto a temas ambientales, cuya población objetivo sean los niños.	Elaborar cursos y diplomados permanentes para profesores de educación primaria y media superior	UAEM, PINCC, SEP, SEMARNAT
Replantear una estrategia comprehensiva de cultura del uso del agua	Alta	Corto	Desconexión entre campañas y resultados	Ya existen campañas Se contribuiría el fortalecimiento y la cooperación entre CONAGUA, CAEM, SEMARNAT	UAEM, PINCC, SEP, SEMARNAT

### LÍNEA DE ACCIÓN: A9.

Acciones necesarias para un mejoramiento en el uso agrícola.

**Tabla 38.** Acciones para mejoramiento y eficiencia del abastecimiento y uso del agua en el sector agrícola en el Estado de México.

<b>EJE ESTRATÉGICO: AGUA</b>					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y oportunidades	Instituciones responsables
<b>USO AGRÍCOLA</b>					
Modificar los sistemas de subsidio gubernamental,	Alta	Medio	Es necesaria la concientización de los	Se harían efectivos los programas	CAEM CONAGUA SAGARPA



orientándolos hacia el apoyo a los cultivos de mayor rendimiento, y sistemas de riego eficientes			agricultores sobre los beneficios de la reconversión. Renuencia al cambio de cultivos por inexperiencia y tradiciones arraigadas en el cultivo y comercialización de ciertos productos agrícolas	federales visualizándolos como bolsa de recursos territorializados y etiquetados.	
Promover políticas de compra definitiva por parte del gobierno de algunas concesiones para cerrar algunos de los pozos y evitar la sobreexplotación	Alta	Medio	Costos. Para hacer la venta atractiva para los concesionarios el gobierno debe ofrecer precios competitivos (iguales o ligeramente más altos que los precios del mercado)	Se homologarían criterios sobre información correspondiente a # de pozos y estado de estos entre diversas secretarías; se haría efectiva la relación entre transparencia de información, coordinación interinstitucional	CAEM CONAGUA Gobierno del Estado
Fomentar menor uso del agua por medio de estímulos al concesionario	Alta	Medio	Existen cuotas de uso del agua para no quitar la concesión del pozo No existe estudio de uso real de los propietarios de ranchos de uso de agua para cultivos agrícolas	Estructurar políticas e incentivos de usar menos agua (p.e. servicios ambientales)	CAEM CONAGUA Gobierno del Estado
Fomentar el financiamiento y las inversiones en actividades alternativas, ahorradoras	Alta	Medio	Es necesaria la concientización de los agricultores. Establecer mecanismos de		Gobierno del Estado; Academia

de agua, como el turismo alternativo y sustentable, así como agregación de valor			acceso a crédito, capacitación y acompañamiento para los productores		
--	--	--	--	--	--

### LÍNEA DE ACCIÓN: A10.

Acciones necesarias para un mejoramiento de estudios.

**Tabla 39.** Estudios que necesitan ser replicados en otras regiones y en otros ríos del Estado de México.

EJE ESTRATÉGICO: AGUA					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y oportunidades	Instituciones responsables
<b>ESTUDIOS</b>					
Replicar el estudio de caracterización y dinámica hídrica del sistema Cutzamala <sup>38</sup> para los Ríos Lerma, Moctezuma. Tepejí y Pánuco	Alta	Corto			Gobierno del Estado; Academia

### LÍNEA DE ACCIÓN: A11.

<sup>38</sup> INE- SEMARNAT, 2012. “Escenarios de la dinámica hídrica de la región de aporte del sistema Cutzamala”. Bunge, V., Martínez, J. y Ruiz-Bedolla, K. Documento de Trabajo de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas, México. Disponible en:

[http://inecc.gob.mx/descargas/cuencas/doc\\_trabajo\\_dinamica\\_hidrica\\_cutzamala.pdf](http://inecc.gob.mx/descargas/cuencas/doc_trabajo_dinamica_hidrica_cutzamala.pdf)

Acciones necesarias con prioridad muy alta para desarrollar medidas de adaptación basada en ecosistemas<sup>39</sup>.

**Tabla 40.** Acciones sobre adaptación basada en ecosistemas en las regiones de acuíferos sobreexplotados de las cuencas del Pánuco y Lerma en el Estado de México.

ADAPTACIÓN BASADA EN ECOSISTEMAS		
Objeto socio ambiental	Descripción de la acción	Detalle
Ecosistemas forestales/ Zonas de recarga	Incrementar la superficie forestal con pago por servicios ambientales.	En modalidades como el PSA hidrológico, biodiversidad y captura de carbono. Especialmente en áreas prioritarias para: recarga de acuíferos y zonas altas de cuenca, alta biodiversidad, vegetación ribereña y vegetación secundaria.
Modelos de manejo y gestión de recursos naturales	Promover y fortalecer el manejo forestal comunitario.	Se puede promover el manejo forestal comunitario en áreas con aptitud maderable y no maderable, con buenas prácticas y coordinado con sistemas productivos diversificados (agroforestería), que exploren el potencial de especies nativas (p.ej, capulín, tejocote, zarza, chile entre otras) y la producción de traspatio con los mercados.
Ecosistemas forestales	Realizar un análisis de riesgo /susceptibilidad a perturbaciones por variabilidad climática.	Incendios, plagas (descortezador, muérdago, roya del café), deslaves y otras perturbaciones.
Modelos de manejo y gestión de recursos naturales	Desarrollar un programa estratégico de manejo de la fauna silvestre.	Su diseño deberá incluir: 1) estudios poblacionales de especies protegidas (NOM059/2010); 2) monitoreo y regulación de la extracción de fauna ( con brigadas comunitarias); y 3) reproducción de especies de interés.

<sup>39</sup> Esta línea de acción tiene como base el documento de: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas -Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. 2013, *Programa de Adaptación al Cambio Climático Región Central de la Sierra Madre Oriental*. CONANP, GIZ. México.

Modelos de manejo y gestión de recursos naturales	Desarrollar una estrategia integral de saneamiento de ecosistemas forestales.	Basada en un diagnóstico de plagas, enfermedades y especies invasoras, con participación de: comunidades, gestores y académicos. Se propone: 1) diagnóstico y localización; 2) parcelas demostrativas; y 3) sistema de monitoreo, evaluación y seguimiento. Captará fondos de diferentes fuentes.
Modelos de manejo y gestión de recursos naturales	Fomentar prácticas Agropecuarias sustentables.	Técnicas de conservación de suelo y agua para el aprovechamiento sin perder funcionalidad ecosistémica (p.ej. manejo forestal sustentable, cultivos biointensivos, seguimiento de Ordenamientos Ecológicos Territoriales).
Agroecosistemas / Modelos de manejo y gestión de recursos naturales	Diseñar e instrumentar sistemas agroforestales.	Se pueden diseñar sistemas agroforestales que estén integrados a la producción de café y maíz, como sistemas silvopastoriles y de ganadería sustentable, que enriquezcan la vegetación secundaria.
Modelos de manejo y gestión de recursos naturales	Incrementar el número de obras de conservación de agua y suelo en los sistemas productivos.	Considerar las obras como parte integral de los modelos de producción locales.
Población de la comunidad	Desarrollar estrategias de vinculación entre la academia y las comunidades locales.	Ejemplos: “ejidos modelo” (con manejo forestal y de cuencas, y organización comunitaria), “investigación -acción” y otras estrategias para rescatar, mejorar y difundir el conocimiento local.
Población de la comunidad	Fortalecer campañas de comunicación y educación ambiental regionales.	La finalidad de campañas de comunicación es informar e involucrar a las comunidades locales en el diagnóstico, planeación e implementación de acciones de gestión del riesgo inducido por variabilidad climática.

Entre los proyectos a replicar y detonar en las zonas con áreas naturales protegidas ubicadas en acuíferos sobreexplotados, está el proyecto de Amanalco<sup>40</sup> cuyo responsable

<sup>40</sup> <http://amanalco.ccmss.org.mx/>

es el Consejo Civil Mexicano de Silvicultura Sustentable, así como los trabajos realizados en la Cuenca de Valle de Bravo<sup>41</sup> cuyo responsable es la organización no gubernamental PROCUENCA. Otro proyecto comunitario a considerar es el llevado a cabo en Malinalco por la organización no gubernamental La Escuela del Agua, A. C<sup>42</sup>.

### LÍNEA DE ACCIÓN: A12<sup>43</sup>.

Acciones necesarias con prioridad alta para llevarse a cabo tanto en ANP's ubicadas en acuíferos sobreexplotados como en acuíferos en equilibrio.

**Tabla 41.** Acciones sobre adaptación basada en ecosistemas en las regiones de acuíferos de las cuencas del Balsas, Pánuco y Lerma en el Estado de México.

ACCIONES DE ADAPTACIÓN EN ANP's		
Objeto socio ambiental	Descripción de medida	Detalle
Población de la comunidad	Fortalecer las capacidades locales y la cohesión comunitaria.	Con orientación a incrementar el acceso a recursos gubernamentales que promueven la conservación del bosque y el manejo sustentable en modelos agropecuarios.
Ecosistemas forestales	Diseñar una red de corredores para aumentar la conectividad ecológica en ecosistemas forestales (particularmente al norte de la RCSSMO).	Se necesita: 1) identificar remanentes forestales conservados (p. ej. selva baja caducifolia y subcaducifolia en la parte surponiente del estado), y 2) diseñar un sistema de corredores que brinde conectividad para estos tipos de vegetación.
Modelos de manejo y gestión de recursos naturales	Incentivar el uso de cercas vivas en zonas de cultivo y potreros.	Con especies forrajeras o nativas para producción maderable y uso (p.ej. barreras contra el viento). Aplicar otras prácticas de conservación de agua y suelo en los cultivos en ladera. Dar seguimiento a los resultados e impactos de estas prácticas.
Transversal	Implementar un fondo de investigación de efectos del cambio climático en ecosistemas de la	Evaluar la factibilidad de conformar un Fondo sectorial CONACYT - CONANP con operación en las ANP'S estatales y federales.

<sup>41</sup> <http://procuenca.org/emv/#/>

<sup>42</sup> [http://www.pincc.unam.mx/congresonacional2013/documentos\\_descargables/PDF/GestionMalinalco.pdf](http://www.pincc.unam.mx/congresonacional2013/documentos_descargables/PDF/GestionMalinalco.pdf)

<sup>43</sup> Esta línea de acción tiene como base el documento de: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas -Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. 2013, *Programa de Adaptación al Cambio Climático Región Central de la Sierra Madre Oriental*. CONANP, GIZ. México.

	RCSMO.	
Bosque templado	Investigar especies con mayor susceptibilidad al cambio climático.	Específicamente, el comportamiento de umbrales de temperatura y humedad en ciertas especies ( <i>Pinus Michoacana</i> , <i>P. hartwegii</i> , <i>Quercus cracifolia</i> y <i>Q. obtusata</i> ). Se requiere desarrollar proyectos de conservación y restauración en áreas con estas especies.
Cuerpos de agua / Zonas de recarga	Desarrollar e implementar acciones de manejo integrado de cuencas hidrográficas.	Requiere diagnóstico biofísico y social, identificación de problemas y definición de estrategias. Considerar: conservación de cobertura forestal (parte alta y media de cuencas), saneamiento de aguas residuales y desarrollo de campañas para el cuidado del agua.
Ecosistemas forestales	Implementar un programa de restauración ecológica.	Énfasis en cafetales abandonados y bosque mesófilo degradado, con enfoque integral (protegiendo el suelo, reconociendo microcuencas e integrando sectores) e incorporando especies útiles. Se sugieren como etapas: prevención, capacitación, ejecución y seguimiento.
Transversal	Fortalecer e incentivar la vinculación entre sociedad, gobierno y academia para implementar actividades productivas alternas.	La vinculación estaría dirigida a mejorar la capacitación, participación y organización comunitaria en actividades como el aprovechamiento forestal no maderable, el ecoturismo y la agroforestería, entre otros.
Ecosistemas forestales / Agroecosistemas	Desarrollar un programa de reforestación de áreas agrícolas ociosas.	Con énfasis en la restauración ecológica y que incluya: las necesidades de los productores, un sistema de monitoreo, un sistema de compensación y la incorporación de especies útiles (p.ej. frutales) para las comunidades humanas.
Ecosistemas forestales	Implementar medidas para el control de incendios.	Se puede brindar capacitación en remoción de carga de combustible, establecimiento de guarda rayas, manejo de incendios controlados (p. ej. en bosques con pinos resistentes o favorecidos: <i>P. hartwegii</i> , <i>P. leiophylla</i> , <i>P. montezumae</i> , <i>P.</i>

		<i>oocarpa, P. patula y P. teocote</i> ).
Población de la comunidad	Desarrollar un sistema financiero para atender eficientemente los impactos de eventos climáticos.	Se puede incluir el uso de fondos y fideicomisos para captar recursos económicos cuando se atienden sequías, heladas, incendios o inundaciones.
Población de la comunidad	Diseñar e implementar programas de educación y participación de la población local.	Considerar temas prioritarios como: cambio climático, incendios, manejo de fauna y de recursos hídricos, servicios ambientales (incluido REDD+), y orientar la educación y participación para que las respuestas a los problemas incluyan la experiencia local.
Modelos de manejo y gestión de recursos naturales	Establecer viveros.	Producir especies nativas e introducidas: multipropósito y de importancia económica para los pobladores (p.ej. orgánicos y plantas medicinales), que abastezcan plantaciones para el enriquecimiento biológico y el aumento de la conectividad de la vegetación ribereña.

Como premisas se pueden establecer las siguientes:

- El aprovechamiento activo y sostenible de los recursos naturales es la base para la conservación de éstos y para el desarrollo de las comunidades rurales.
- El manejo del territorio logra una mayor efectividad, eficiencia y funcionalidad si es hecho de manera integral y con un enfoque de paisaje.
- El ordenamiento comunitario del territorio y la planeación colectiva y estratégica de las actividades de manejo son la base de la sustentabilidad de las intervenciones humanas-sociales en el territorio.
- Los servicios ambientales (SA) son provistos por el territorio en su conjunto; con todos los socio-ecosistemas que éste alberga y gracias a las prácticas de buen manejo de éstos. Por lo tanto, los esquemas de PSA y REDD+ requieren abordar las diversas problemáticas del manejo del territorio sin segregar por uso de suelo.
- Los ejidos y comunidades rurales propietarias de la mayor parte de las tierras de la cuenca son los actores principales en el manejo territorial. El desarrollo de sus medios de vida tiene una relación positiva con la conservación ambiental y sus

estructuras de gobernanza son la base para organizar y mantener en el largo plazo las estrategias de desarrollo sostenible.

Las acciones prioritarias necesitan abonar los siguientes ejes:

### **FORTALECIMIENTO DE LA GOBERNANZA Y EL CAPITAL SOCIAL**

- Reglamentos ejidales y estatutos
- Espacios de toma de decisiones, transparencia y rendición de cuentas
- Formalización de estructuras de gobierno y cuadros operativos de la Unión de Ejidos y los ejidos de la cuenca
- Sistema local de monitoreo y evaluación.

### **MANEJO TERRITORIAL SOSTENIBLE.**

- Ordenamientos Territoriales Comunitarios.
- Mejores prácticas silvícolas y certificación FSC.
- Conformación de una Agencia de Desarrollo Local para acompañamiento y capacitación.
- Planes de manejo y conservación de parcelas agrícolas y puesta en marcha de mejores prácticas de manejo.
- Centros de acopio de residuos sólidos.
- Plantaciones forestales sostenibles (agroforestería, forestería análoga, sistemas silvopastoriles).
- Restauración forestal y prevención de la degradación.

### **DESARROLLO DE ESQUEMAS DE PAGOS POR SERVICIOS AMBIENTALES**

- Mecanismo local de PSA que impulsa el manejo planeado y sostenible del territorio de la cuenca.
- Estrategia regional de **reducción de emisiones por degradación y deforestación**, aprovechamiento forestal sustentable e incremento de los almacenes de carbono.

## LÍNEA DE ACCIÓN: A13.

Acciones necesarias cuyo eje estratégico es la planeación urbana.

**Tabla 42.** Acciones de planeación urbana en el Estado de México.

EJE ESTRATÉGICO: PLANEACION URBANA <sup>44</sup>					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y oportunidades	Instituciones responsables

<sup>44</sup> Gran parte de las medidas aquí mencionadas se han obtenido de la revisión de otros programas estatales de acción climática, así como la revisión de los programas municipales de Acción climática del Estado de México.

Planificar el crecimiento de las ciudades con criterios de adaptación al cambio climático	Alta	Corto	Desconocimiento y falta de sensibilización de todos los órganos de gobierno en general.	Hay instrumentos federales y estatales que pueden ser orientados hacia este objetivo	Gobierno del Estado; Gobiernos municipales
Planificar el crecimiento de las ciudades en regiones periurbanas	Alta	Corto	Falta de sensibilización e incluso omisión de esta dinámica de todos los órganos de gobierno en general.	Hay instrumentos federales y estatales de ordenamiento territorial que pueden ser orientados hacia este objetivo	Gobierno del Estado; Gobiernos municipales
Evitar el crecimiento de las ciudades hacia zonas de alta vulnerabilidad y hacia zonas de recarga.	Alta	Medio	Modificar la normatividad existente. Hay que establecer una planeación urbana a mediano y largo plazo.	Ya están detectadas algunas zonas vulnerables a fenómenos geológicos pero hay que incrementar la perspectiva hacia fenómenos hidro-meteorológicos extremos (p.e heladas, nevadas, inundaciones).	Gobierno del Estado; Gobiernos municipales
Censo de Asentamientos humanos irregulares con criterios homologados entre las distintas secretarías del Estado de México	Alta	Medio	Se omite el tema de Asentamientos humanos irregulares en los documentos gubernamentales y se manejan de manera discrecional	Las principales oportunidades se relacionan con una focalización a priori de grupos vulnerables y pobres en zonas periurbanas de las ciudades medias y grandes	Gobierno del Estado; Gobiernos municipales



Creación de un programa de planeación territorial para el Estado de México que integre políticas ambientales y urbanas	Alta	Medio	Hay descoordinación institucional para llevar a cabo este tema por parte de entidades gubernamentales del Estado de México	Ya hay enfoques a escala municipal que pueden ser tomados como ejemplo, Valle de Bravo y Amanalco y ver su adecuación a municipios con mayor urbanización.	Gobierno del Estado; Gobiernos municipales Instituciones académicas
Programa de identificación de Predios o Inmuebles subutilizados y planteamiento de la estrategia de aprovechamiento a escala municipal	Alta	Medio			Gobierno del Estado; Gobiernos municipales Actores sociales
Estructuración de una Guía para la evaluación del impacto urbano y urbano-ambiental de nuevos desarrollos y construcciones	Alta	Medio			Gobierno del Estado; Gobiernos municipales Instituciones académicas Actores sociales
Modificación del reglamento de construcciones para incorporar criterios de sustentabilidad así como la aplicación de ecotécnicas en los inmuebles nuevos	Alta	Medio			Gobierno del Estado; Gobiernos municipales
Establecer sistemas de alerta temprana en caso de desastres naturales	Alta	Corto	Hay que fortalecer la cooperación entre Ayuntamientos y Protección Civil	Existen programas por parte de Protección Civil Existen experiencias previas los municipios en cuanto a desastres y daños por	Gobierno del Estado Gobiernos municipales

				lluvias, que pueden servir como insumo para la planeación urbana y ordenamientos territoriales a escala regional y municipal	
Manejo de barrancas urbanas de valor ambiental	Alta	Mediano	Las barrancas a pesar de ser zonas de responsabilidad federal, estatal y municipal, no se consideran como zonas de riesgo.	La oportunidad de disminución de riesgos al ser incluidas en estrategias de planeación, restauración y mantenimiento de imagen urbana puede revitalizarlas como zonas de amortiguamiento de riesgos.	Gobierno del Estado Gobiernos municipales Instituciones de Educación Superior Centros de Investigación
Concientizar los desarrolladores de vivienda sobre la necesidad de evitar construcciones en zonas vulnerables	Alta	Mediano	Talleres informativos que contemplen vulnerabilidad y costos	Ya existe interés por parte de algunas agrupaciones empresariales	Gobierno del Estado Gobiernos municipales Instituciones de Educación Superior Centros de Investigación
Adaptar las viviendas y edificios públicos a ondas de Calor.	Alta	Medio	Promover uso de materiales aislantes y materiales tradicionales de BCS. Hay que estructurar las políticas e instrumentos de fomento. Evaluar los costos y beneficios Normas de especificaciones	Hay experiencias exitosas que pueden servir de ejemplo.	UAEM; El Colegio Mexiquense AC.

Usar en la pavimentación ecocreto en vez de asfalto.	Mediana	Mediano	Costos	Se ahorraría en alumbramiento público debido a la capacidad más alta de reflejar la luz. Se evita contaminación de aguas subterráneas. Más duradero	Municipios
Reforestación en áreas de recarga y desarrollo de más áreas verdes en general.	Alta	Mediano	Compromiso ciudadano Concientización.	Se utilizarán plantas locales de bajo consumo de agua. Existen estudios de INIFAP	CONAFOR Municipios
Realizar análisis de factibilidad de proyectos y obras de grandes dimensiones sobre todo en función de los eventos climáticos y zonas de riesgo identificadas	Media	Medio	Costos Normatividad Consenso con sector empresarial.		El Colegio Mexiquense, UAEM, PINCC Municipios
Realizar estudios específicos de especies sensibles que se encuentren cercanas a zonas urbanas y donde el crecimiento poblacional se tiene esperado, ante todo Toluca y Valle de México.	Alta	Mediano	Costos		UAEM; Colegio Mexiquense; PINCC.

La siguiente escala de actuación integrada considera **ASPECTOS RELACIONADOS CON PROGRAMAS MUNICIPALES DE DESARROLLO URBANO**<sup>45</sup>.

<sup>45</sup> Para el desarrollo de este apartado, se consultó en el último trimestre del 2014 y el primero del 2015 el siguiente vínculo:

[http://portal2.edomex.gob.mx/sedur/planes\\_de\\_desarrollo/planes\\_municipales/index.htm](http://portal2.edomex.gob.mx/sedur/planes_de_desarrollo/planes_municipales/index.htm)  
<http://sedur.edomex.gob.mx/>

Como lineamientos generales podemos determinar lo siguiente:

- Que la categoría de uso de suelo **área urbanizable no programada**, sea revisada y cambiada a por ejemplo urbanizable programada con medidas ambientales (ecotecnias y mejoramiento de la imagen objetivo).
- Que los usos de suelo de áreas naturales protegidas con su respectiva zonificación interna sean incorporados a los programas de desarrollo urbano y se homologuen criterios para hacer compatibles la zonificación urbana con la ambiental.
- Que se incorporen procesos de ordenamiento ecológico a escala municipal.
- Que en los programas de desarrollo urbano, todas las barrancas sean protegidas.

#### LÍNEA DE ACCIÓN: A14.

Adaptación en el sector agrícola brindando atención prioritaria de los productores de alta y muy alta marginación.

Bajo condiciones más secas y más calientes proyectadas por efecto del cambio climático, la agricultura tendrá el reto de incrementar o mantener la producción actual con menos agua a través de acciones de adaptación, aplicando técnicas y sistemas que permitan una mayor eficiencia en el uso del agua. Para ahorrar agua se requiere conocer primero el uso que se le dará en una zona de riego:

- Para satisfacer las necesidades de transpiración de la planta que tiene una variabilidad espacial y temporal en el ciclo.
- Suministrar la evaporación del agua del suelo.
- Compensar las pérdidas de agua por llevar el agua de la fuente a la zona de raíces.
- Compensar la variabilidad en la aplicación del riego y en las propiedades del suelo, cultivo y ambiente.

Las zonas con condiciones semidesérticas en el estado de México corresponden a la parte nororiente del estado (municipios de Netzahualcoyotl, Chimalhuacán, Atenco,

Acolman y Teotihuacán<sup>46</sup>), las cuales serían prioritarias en términos agrícolas, sin embargo esto no quiere decir que se desatiendan las otras zonas agrícolas del Estado. Ante la presencia de una sequía existen cuatro estrategias de manejo para reducir el déficit hídrico de los cultivos (Debaeke y Aboudrare, 2004): Escapar de la sequía cambiando la fecha de siembra, de cultivo y de variedad.

**Tabla 43.** Acciones de adaptación al cambio climático para el sector agrícola en el Estado de México.

SECTOR AGRÍCOLA <sup>47</sup>					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y oportunidades	Instituciones responsables
Planeación para la gestión del riesgo climático. Incluye sistemas de monitoreo meteorológico y climático, de alerta temprana, de pronóstico estacional y seguro agrícola.	Alta	Corto	Operatividad del Instituto Estatal de Cambio Climático y creación de Comisión Intersecretarial de Cambio Climático	Utilizar la información disponible de manera INTEGRAL CON LA Coordinación General del Sistema Meteorológico Nacional	Instituto Estatal de Cambio Climático, SEMARNAT, SAGARPA, CONAGUA Colegio de Postgraduados, Chapingo UAEM, UNAM, UAM-LERMA
Manejo sustentable del agua. Incluye técnicas para conservación del agua su cosecha y tecnificación del riego.	Alta	Corto	Atención en ventanillas de la SAGARPA en el Estado de México. Privilegio a grandes productores a expensas de pequeños y medianos.	Oportunidad de generar nuevas zonas de apoyo a riego en el Estado en un contexto de escasez de agua.	Instituto Estatal de Cambio Climático, SEMARNAT, SAGARPA, CONAGUA Colegio de Postgraduados, Chapingo.

<sup>46</sup> Información disponible en el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (<http://www.gismexico.com/azam/#>). Consulta realizada en abril del 2015.

<sup>47</sup> Fuente: Adaptación al cambio climático: efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México: volumen IV / editado por Polioptro F. Martínez Austria y Carlos Patiño. Gómez. -- Jiutepec, Mor. : Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, ©2012.

Manejo sustentable del suelo. Incluye la conservación del suelo, labranza de conservación y manejo integrado de nutrientes del suelo.	Alta	Corto	Apoyo gubernamental a manejo de cultivos de alto rendimiento con alta demanda de agroquímicos	Posibilidad de aprovechar los grandes mercados urbanos de la zona metropolitana para fomentar agricultura sin agroquímicos	Instituto Estatal de Cambio Climático, SEMARNAT, SAGARPA, CONAGUA Colegio de Postgraduados, Chapingo
Reducir la contribución de la evaporación del suelo con acciones como el acolchado, la utilización de residuos vegetales y la inducción del desarrollo temprano del cultivo.	Alta	Corto	Privilegio a grandes productores a expensas de pequeños y medianos.	Posibilidad de aprovechar los grandes mercados urbanos de la zona metropolitana para fomentar agricultura sin agroquímicos	Instituto Estatal de Cambio Climático, SEMARNAT, SAGARPA, CONAGUA Chapingo
Manejo del cultivo. Incluye diversificación de cultivos y variedades, desarrollo de nuevas variedades, y manejo integral de plagas y enfermedades.	Alta	Corto	Privilegio a grandes productores con lógica de monocultivos.	Posibilidad de aprovechar los grandes mercados urbanos de la zona metropolitana para fomentar técnicas agroecológicas	Instituto Estatal de Cambio Climático, SEMARNAT, SAGARPA, CONAGUA Chapingo
Desarrollo de capacidades. Incluye la creación y desarrollo de organizaciones de productores, servicios de apoyo	Alta	Mediano	Difusión y comunicación a grupos de productores de los programas disponibles en SAGARPA	Posibilidad de aprovechar los grandes mercados urbanos de las zonas	Instituto Estatal de Cambio Climático, SEMARNAT, SAGARPA, CONAGUA

tecnológico a los productores y organizaciones, y capacitación y desarrollo de capacidades para los diversos actores del sector agrícola.				metropolitanas para fomentar técnicas agroecológicas	Chapingo
---	--	--	--	--	----------

### LÍNEA DE ACCIÓN: A15.

Acciones necesarias de adaptación del sector industrial automotriz, textil, agroindustrial, minero<sup>48</sup> y de productos químicos.

**Tabla 44.** Acciones para profundizar en perspectivas de ciclo de vida como medidas sobre adaptación al cambio climático en sectores industriales clave del Estado de México.

Rubro	Acción	Unidad de medida	Indicador
Generación e Integración de conocimiento	Análisis de ciclo de vida de los minerales extraídos en el sector minero	Estudios	# de empresas estudiadas
Utilización de energía eléctrica	Cálculo de emisiones de GEI por parte de la industria	Toneladas de CO <sub>2</sub> equiv /mes y año	# de empresas incorporadas al censo
	Cálculo de consumo de energía eléctrica en la minería por año	Toneladas de CO <sub>2</sub> equiv /mes y año	# de empresas incorporadas al censo
	Medidas de eficiencia energética en el proceso de extracción de roca	Toneladas de CO <sub>2</sub> equiv /mes y año	# de empresas incorporadas al censo
	Que haya un porcentaje de la energía consumida proveniente de renovables	Toneladas de CO <sub>2</sub> equiv /mes y año	# de empresas incorporadas al censo
Transporte y consumo de combustibles	Medidas de eficiencia energética en las flotas vehiculares que transportan carga minera	Toneladas de CO <sub>2</sub> equiv /mes y año	# de camiones utilizados
	Llevar a cabo mediciones del consumo de agua para procesos de extracción y lavado de minerales por unidad de tiempo	lts3/segundo m3/seg	# de empresas incorporadas al censo
	Que las bitácoras de	# de bitácoras por	# de empresas

<sup>48</sup> Adecuación de medidas del sector minero chileno tomadas de: <http://www.consejominero.cl/ambitos-estrategicos/recursos-hidricos/> (Consulta realizada en abril del 2015)

Utilización de agua	seguimiento de medidas de eficiencia energética y mejora en consumo de agua no tengan manejo discrecional	empresa	incorporadas al censo
	Que el uso eficiente del agua se vea reflejado en la tasa de recirculación, medida como el agua total utilizada en el proceso minero, menos el agua que entra al proceso a partir de las extracciones señaladas en consumos de agua por tonelada de mineral procesado o tratado, dividido por el agua total utilizada	lts3/segundo m3/seg	# de empresas incorporadas al censo
	Que se incorporen sistemas de purificación de agua después del ciclo de extracción y lavado de minerales	lts3/segundo m3/seg	# de empresas que incorporan la medida
Residuos peligrosos	Bitácora de químicos utilizada en procesamiento de minerales	# de bitácoras por empresa	# de empresas que incorporan la medida
	Programa de almacenamiento, manejo y depósito final de residuos	Programa y fecha de actualización	# de empresas que incorporan la medida
Labores de oficina	Medidas de eficiencia energética en instalaciones de oficinas	Kw/hora	# de empresas que incorporan la medida
	Sistemas ahorradores de agua en baños, cocinas y comedores	% de agua ahorrada en lts por aditamento incorporado	# de empresas que incorporan la medida
	Incorporación de un sistema de compras "verdes"	Variable	# de empresas que incorporan la medida

## LÍNEA DE ACCIÓN: A16.

Acciones necesarias de adaptación del sector salud.

### PREVENCIÓN DE DESHIDRATACIÓN

**Tabla 45.** Medidas del sector salud para la prevención de la deshidratación en el Estado de México.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
Prevención de la deshidratación, manejo médico oportuno, evitar complicaciones	Instruir a la población a hidratarse constantemente y evitar largos periodos de labores extenuantes.
	Indicar cuáles son las principales causas de deshidratación para poder prevenirlas, así como el clima y temporada del año que propicia la aparición de la misma.
	Instrucción a la población acerca de la hidratación oral, el uso adecuado de las soluciones que existen mediante orientación médica, principalmente a los grupos más vulnerables, esto es, ancianos y preescolares.
	Limitar enfermedades que exacerben la deshidratación, mediante el control médico de las mismas como lo son infecciones agudas del tracto gastrointestinal, golpes de calor, hemorragia aguda, diabetes mellitus 2 descontrolada, largos periodos de inanición y enfermedad renal.
	Generar un diagnóstico oportuno, identificar la causa aparente y clasificación de la deshidratación, en cuanto a la severidad del caso. Decidir si el manejo se llevará a cabo en el hogar o en una sala de hidratación oral en un medio hospitalario, dependiendo de la gravedad del caso y así, evitar complicaciones como: choque hipovolémico, insuficiencia renal aguda.
	Manejo médico y reposición hídrica vía oral y/o parenteral, equilibrio electrolítico y equilibrio acido-básico.

## PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES DIARREICAS AGUDAS

Tabla 46. Medidas del sector salud para la prevención de enfermedades diarreicas agudas en el Estado de México.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
Prevención, diagnóstico oportuno y limitación de la enfermedad, manejo de complicaciones y secuelas	Instruir a la población del manejo adecuado de alimentos, su desinfección y cocción mediante campañas de salud pública.
	Promover en la población el beneficio de consumir agua potable, hervida o clorada e instruir mediante educación en salud la manera apropiada de llevar a cabo dichas acciones.
	Limitar complicaciones, como deshidratación e insuficiencia renal aguda, brindar manejo médico oportuno dependiendo del agente etiológico y la gravedad del caso, siendo de preferencia el manejo ambulatorio desde el primer nivel de atención.

## PREVENCIÓN DEL DENGUE Y EVITAR SU MORBI-MORTALIDAD

**Tabla 47.** Medidas del sector salud para la prevención del dengue en el Estado de México.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
Refuerzo a las medidas de prevención, diagnóstico oportuno, actualización medica en las líneas de tratamiento, evitar complicaciones, manejo de secuelas, precesión de la vida y extender estas medidas a otras zonas potencialmente afectadas en el estado	Reforzar la educación a la población acerca de la transmisión de la enfermedad mediante campañas de salud y publicidad en zonas de trabajo, escuelas, estancias infantiles y de ancianos.
	Indicar a la población las características de reproducción y hábitos de vida del vector, las temporadas del año y condiciones climatológicas en las que se desarrolla y las horas del día en los cuales se están más expuestos al mismo.
	Exponer la necesidad de la limpieza de posibles zonas de reproducción del vector.
	Reforzar las campañas de saneamiento y brigadas de salud, mediante la fumigación de áreas extensas en medios rurales y urbanos, mallas anti-mosquitos, descacharramiento en temporadas de mayor incidencia de la enfermedad y brindar a la población e instruir el uso adecuado del ABATE81 mediante visitas domiciliarias por personal capacitado.
	Manejo médico oportuno mediante diagnóstico clínico y de laboratorio, identificar los casos leves para brindar manejo ambulatorio o realizar manejo hospitalario en casos moderados y graves para evitar complicaciones como: evento vascular cerebral hemorrágico y hemorragia aguda del tubo digestivo

## PREVENCIÓN DE MICOSIS SUPERFICIALES

**Tabla 48. SALUD,** Medidas del sector salud para la prevención de micosis en el Estado de México.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
Prevención de micosis superficiales, reducción de la tasa de transmisión, diagnóstico oportuno, manejo médico para limitar complicaciones	Brindar información médica a la población acerca de las micosis superficiales y su transmisión, indicar que los principales factores son el clima cálido y húmedo así como la deficiencia del aseo personal.
	Recomendar la necesidad de realizar actividades higiénicas adecuadas tanto en el propio individuo así como en su vestimenta.
	Diagnóstico oportuno, mediante la clínica en el primer nivel de atención evitando complicaciones como: <i>Querion de Celso</i> , <i>Candidiosis mucocutanea</i> . Dichas complicaciones no ponen en peligro la vida, pero comprometen la calidad de la misma en el aspecto social
	Brindar manejo médico y apoyo psicológico a los pacientes.

## PREVENCIÓN DE PARASITOSIS INTESTINALES

**Tabla 49.** Medidas del sector salud para la prevención de parasitosis intestinales en el Estado de México.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
Prevención de parasitosis intestinales, diagnóstico oportuno, manejo médico, limitar complicaciones	Indicar a la población mediante campañas de salud acerca de la relevancia de las parasitosis, como afectan la salud del individuo y como afecta al adecuado desarrollo del infante.
	Instruir a la población acerca de la importancia del manejo de alimentos, su desinfección y cocción. Indicar el manejo adecuado de agua para consumo humano, mediante educación para la salud.
	Inspección de restaurantes y cocinas públicas para asegurar la higiene de los lugares y procesos de preparación de comida.
	Brindar manejo médico con respecto a agente causal, identificar la severidad de cada caso para poder realizar manejo ambulatorio u hospitalario si el caso amerita evitando complicaciones como: diarreas agudas, neumonía eosinofílica, absceso hepático amebiano, anemia crónica, etc. que conllevan a una mortalidad elevada.

## PREVENCIÓN DEL TRACOMA

**Tabla 50.** Medidas del sector salud para la prevención del tracoma en el Estado de México.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
Prevención, diagnóstico oportuno, tratamiento médico, prevención de complicaciones, conservar la vista del paciente	Instruir a la población acerca de las formas de contagio ya sea de persona a persona o de moscas infectadas hacia personas.
	Fomentar campañas de saneamiento del agua, el aseo personal y evitar el uso de ropa y utensilios de personas infectadas. Llevar a cabo recolección de basura adecuada, promover la construcción de fosas sépticas para disminuir el riesgo de contracción de la enfermedad en comunidades rurales.
	Explicar la importancia del aseo continuo y evitar el uso de fómites con pacientes posiblemente contagiados.

## PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD DEL CHAGAS

**Tabla 51.** Medidas del sector salud para la prevención del Chagas en el Estado de México.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
Prevenir la transmisión de la enfermedad eliminando vectores diagnóstico oportuno, tratamiento médico multidisciplinario, limitación de complicaciones y secuelas, así como considerar su propagación bajo condiciones de cambio climático	Informar a la población acerca del vector, la <i>Triatoma infestans</i> (chinche besucona), cuales son las temporadas de mayor aparición y reproducción del vector y los climas en los que aparece con mayor frecuencia.
	Reforzar las medidas de eliminación del vector, indicar cuál es la población en riesgo, las cuales son personas que vivan en áreas rurales, con temperaturas cálidas y con humedad muy alta.
	Realizar diagnóstico oportuno mediante características clínicas, monitoreo cardiaco continuo, estudios de laboratorio y gabinete

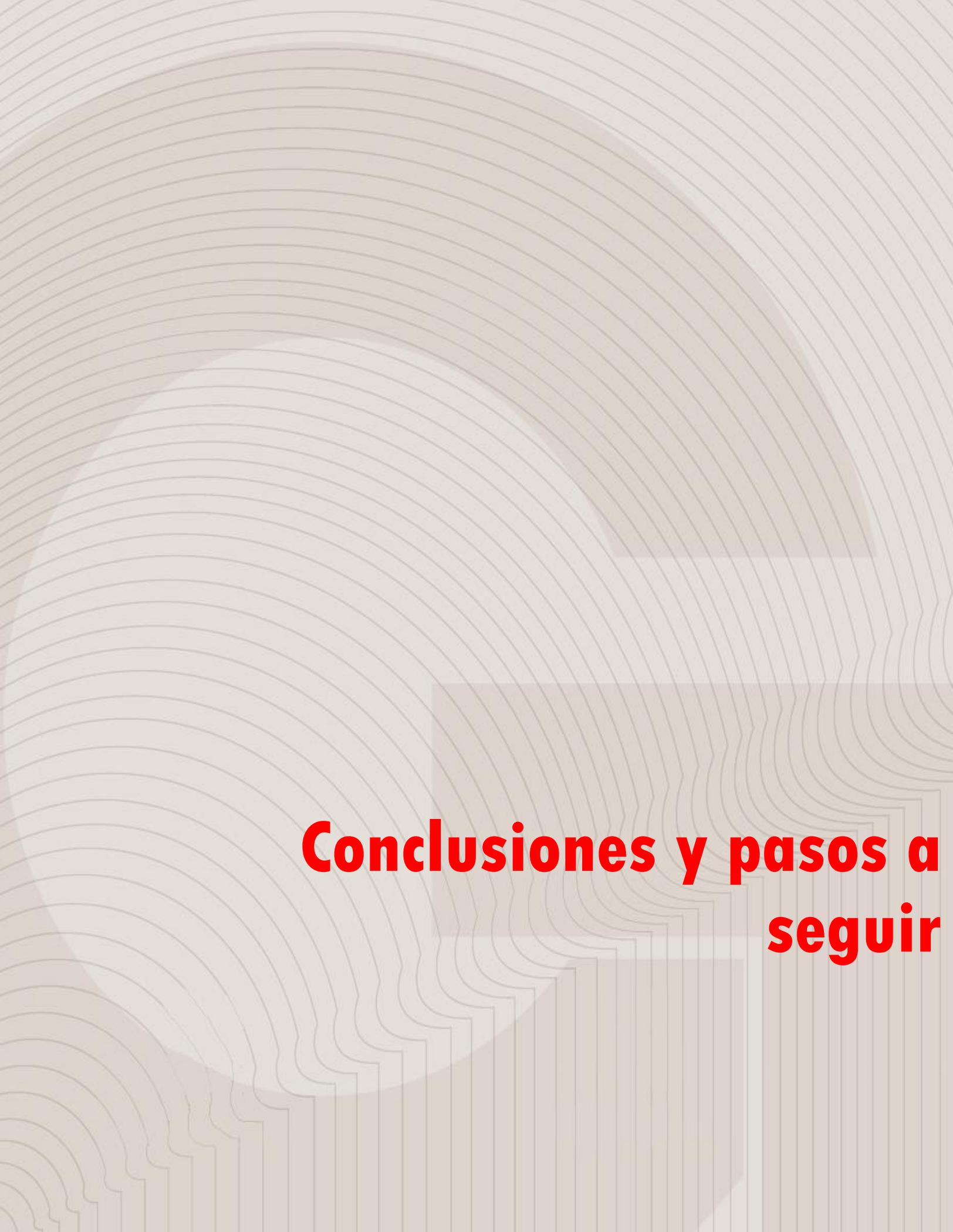
## PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD DEL CHIKUNGUYA

**Tabla 52.** Medidas del sector salud para la prevención del Chikunguya en el Estado de México.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
Prevenir la transmisión de la enfermedad eliminando vectores diagnóstico oportuno, tratamiento	Informar a la población acerca del vector, el <i>Aedes Aegypti</i> y <i>Aedes Albopictus</i> , (mosquito), cuales son las temporadas de mayor aparición y reproducción del vector y los climas en los que aparece con mayor frecuencia.



médico multidisciplinario, limitación de complicaciones y secuelas, así como considerar su propagación bajo condiciones de cambio climático.	Reforzar las medidas de eliminación del vector, indicar cuál es la población en riesgo, las cuales son personas que vivan en áreas rurales, con temperaturas cálidas y con humedad muy alta.
	Realizar diagnóstico oportuno mediante características clínicas, monitoreo continuo, estudios de laboratorio y gabinete

The background features a series of concentric, semi-transparent circles in shades of light brown and beige, creating a ripple effect. In the lower right quadrant, there is a graphic of a staircase with several steps, also rendered in semi-transparent light brown tones. The overall aesthetic is clean and modern.

# **Conclusiones y pasos a seguir**

## Conclusiones y pasos a seguir

El Estado de México ha generado instrumentos de política tales como los programas municipales de acción climática de: Atlacomulco, Ixtapan del Oro, Jilotepec, Naucalpan, Tenango del Valle, Tlalnepantla, Toluca y Tepetlaoxtoc. Sin embargo, aquellos municipios con mayor índice de pobreza y rezago social, los cuales se antojan como los más vulnerables a riesgos hidrometeorológicos extremos relacionados con cambio climático, no cumplen con instrumentos mínimos como el Atlas de Riesgo Municipal y con el Programa de Acción climática Municipal.

Pese a que el Estado de México esté cumpliendo con la fase de diseño de política pública con la emisión de instrumentos tales como la Ley Estatal de Cambio Climático, el Plan Estatal de Desarrollo Urbano, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, entre otros, una revisión más detallada de algunos de dichos instrumentos como por ejemplo, del Plan Estatal de Desarrollo Urbano vigente, así como del Catálogo de Proyectos del Plan Maestro para la Restauración Ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma, muestra que hay carencias importantes para las fases de implementación y ejecución de políticas públicas.

Como propuesta que aboga por la gobernanza climática para cumplir las fases de implementación y ejecución de políticas de cambio climático, una condición primordial es que los actores involucrados en la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático conozcan realmente el tema; ya que, no por el hecho de formar parte de la administración pública estatal se debe dar por sentado que los actores involucrados saben o conocen el problema.

Uno de los primeros pasos a seguir es que se implemente un amplio programa de capacitación de los funcionarios públicos (estatales y municipales) que tengan el tema ambiental, de protección ecológica y el cambio climático como área laboral para con ello poder crear vínculos comunicativos y de gestión de lo público con pleno entendimiento de

lo que está planeando realizarse. Para ello, el gobierno del estado debe buscar la participación de seminarios y talleres académicos especializados. No es suficiente con que los municipios entreguen un Plan de Acción Climática Municipal para el año 2016 se requiere que quienes lo ejecuten conozcan al menos los escenarios de clima para el Estado así como la complejidad y transversalidad del problema.

Se requiere de la implementación de estrategias de difusión en esta materia en las oficinas de la administración pública, y que se dé inicio a un proceso de adaptación, en principio, entre aquellos que desempeñan las labores de gobierno para que esa cultura del clima se viva en aquellos que toman decisiones y así puedan ponderar mejor la toma de acciones en esta materia.

La articulación que da sustento jurídico al Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático hace de éste la autoridad estatal en la materia. Sus alcances son de carácter sectorial y su ejecución es de carácter transversal a la administración del Estado de México. Lo primero que debe hacerse con dicho Instituto es que realmente opere en los términos que la legislación le mandata.

Por ello se sugiere que:

1. La operatividad del Instituto está planteada en términos de que el ente sea capaz de garantizar un proyecto de mediano y largo plazo en materia de cambio climático. Es necesario que la característica de organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propios se mantenga más allá de los límites de la ejecución sexenal, pero que sus productos y estrategias se circunscriban y observen la vigencia y mandato de la Ley de Planeación del Estado de México y Municipios.

2. Será necesario recomendar que en el Instituto se impulsen y consoliden, aprovechando sus facultades legales de ente especializado en la materia, las estrategias de educación formal e informal en materia de cambio climático en el Estado. Esta tarea debe ser realizada en materia conjunta con las autoridades educativas del estado y de los 125 municipios mexiquenses, pero requieren de la participación informada de sus actores. En ese sentido si el Instituto es el ente administrativo donde se concentrara a los expertos estatales en la materia es muy importante que sean ellos quienes coordinen y supervisen la realización de la estrategia educativa que permita consolidar una cultura climática en el Estado de México.
  
3. Se requiere que el Instituto realice una evaluación consistente sobre qué áreas de la administración pública estatal y municipal inciden realmente en las acciones de mitigación y adaptación social al cambio climático global porque la correlación empírica de sus participación puede no ser consistente con datos de monitoreo de reducción de emisiones.

En cuanto a la escala municipal, De acuerdo al Artículo transitorio sexto de la Ley de Cambio Climático del Estado de México, los Ayuntamientos de los 125 municipios, deberán de emitir su programa de acción climática municipal a más tardar el 31 de diciembre de 2016. En el cuerpo de la Ley se menciona que los ayuntamientos deberán instrumentar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en sus demarcaciones; además, deberán contar con lineamientos generales obligatorios para el ahorro, la eficiencia en el uso de energía y en el uso de tecnologías ecológicas de bajo costo que mitiguen el cambio climático.

De acuerdo a los Bandos Municipales 2014 de los Ayuntamientos del Estado de México, en la entidad mexiquense todos los municipios hacen referencia al tema de la protección ecológica y el mejoramiento del ambiente por lo que todos y cada uno de ellos cumplen con el mandato jurídico que hace que esta tarea sea considerada como una de sus

funciones, sin embargo, de acuerdo al instrumento en cuestión (bandos de gobierno) solo existen 56 Comisiones que ven el tema ambiental en sus demarcaciones, pero como ya se ha dicho no son entidades ejecutivas.

Por su parte, 69 municipios ya cuentan con una autoridad en la materia que si pueden implementar acciones de protección ecológica y mejoramiento ambiental. En otras palabras, 55% de los municipios del estado ya cuenta con el personal para poder ejercer dentro de los límites municipales las tareas que les han sido encomendadas en materia de ecología y medio ambiente.

En Aculco de Espinoza, Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Amanalco, Atenco (San Salvador), Atizapán Santa Cruz, Atlautla, Ayapango, Calimaya de Díaz González, Capulhuac, Chalco, Chapa de Mota, Chapultepec, Chiautla, Chicoloapan, Chiconcuac, Chimalhuacán, Coatepec Harinas, Cocotitlán, Coyotepec, Donato Guerra, Ecatzingo, Isidro Fabela, Ixtapan de la Sal, Jilotzingo, Joquicingo, Juchitepec, Melchor Ocampo, Mexicaltzingo, Morelos, Nextlalpan, Ocuilan, Oztoloapan, Papalotla, Polotitlán, Rayón, San Felipe del Progreso, San Simón de Guerrero, Santa María Tonanitla, Sultepec, Tejupilco, Temascaltepec, Tenango del Aire, Teoloyucan, Texcaltitlán, Texcalyacac, Tezoyuca, Tlatlaya, Tonatico, Valle de Chalco Solidaridad, Villa Guerrero, Villa Victoria, Xonacatlán, Zacazonapan, Zacualpan y Zumpahuacán el tema de la protección ecológica y la restauración ecológica es realizada por las Comisiones de las regidurías.

En los municipios Acambay de Ruiz Castañeda, Acolman de Nezahualcoyotl, Almoloya de Alquisiras, Amatepec de Morelos, Apaxco de Ocampo, Atizapán de Zaragoza, Axapusco, Coacalco de Berriozábal, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec de Morelos, El Oro, Huehuetoca, Ixtapaluca, Ixtlahuaca, Jaltenco, Jilotepec, Jocotitlán, La Paz, Luvianos, Malinalco, Metepec, Naucalpan de Juárez, Nezahualcáyotl, Nicolás Romero, Nopaltepec, Otumba, Oztolotepec, Ozumba, San Antonio la Isla, San Martín de las Pirámides, San

Mateo Atenco, Santo Tomás, Soyaniquilpan de Juárez, Tecámac, Temamatla, Temascalapa y Temascalcingo ya se cuenta con direcciones dedicadas a la protección ecológica y la restauración ecológica.

El tema de la protección ecológica y la restauración ecológica en Amecameca de Juárez es realizada a través de una subdirección. En Atlacomulco de Favela, Hueyoxtla, Huixquilucan, Ixtapan del Oro, Jiquipilco, Lerma, Tequixquiac y Villa de Allende la parte ecológica y la protección al ambiente es realizada por coordinaciones especializadas. En San José del Rincón esta tarea administrativa es realizada por el Departamento de Ecología. En Ocoyoacac y Tianguistenco esta función es ejecutada a través de Unidades administrativas enfocadas a lo ecológico.

Sin embargo, el que los Bandos de Gobierno den cuenta de cómo se podría enfrentar el tema ambiental, lo cierto es que esta infraestructura no considera el tema del cambio climático. En los Planes Municipales de Desarrollo 2013-2015, no se puede aún documentar estrategias sobre cómo se entiende el cambio de clima en dichos municipios.

En ese sentido, los municipios forman parte del Sistema de Planeación del Desarrollo del estado pero en contexto de cambio climático, y de acuerdo a la Ley vigente en la materia, ellos solo serán observadores en las sesiones de trabajo de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del estado y muchas de las políticas que habrán de implementar se gestionaran desde el Instituto de Energías Renovables y Cambio Climático.

Por ello, se recomienda que:

1. En los municipios donde el tema de la protección ecológica y la restauración ecológica es realizada por las Comisiones de las regidurías se creen dentro de la estructura de la administración pública municipal un área que de entrada al tema de la protección ecológica y restauración medioambiental (que es el enfoque operativo que se le ha dado en el Estado de México).

2. Que en todos los municipios del estado al tema de la protección ecológica y la restauración ambiental se incorpore la problemática del cambio climático, como una necesidad de gestión pública considerando la vulnerabilidad social y los escenarios de clima para el corto y mediano plazo (que son objeto de esta actualización del PEACC).
3. Que se capacite a los funcionarios públicos en activo (que ya tienen en su encargo áreas administrativas relacionadas con la protección ecológica y la restauración del medio ambiente) en el tema de cambio climático.
4. Que se diseñe una estrategia de actualización académica permanente para los funcionarios municipales que tendrán en su encargo el tema de cambio climático.
5. Que se implementen las estrategias de reducción de emisiones que se propone en la Ley de Cambio Climático del Estado de México en el ámbito municipal de manera consensuada.
6. Que se diseñen estrategias de comunicación social entre cada uno de los municipios y que prioricen las características bioclimáticas regionales para sensibilizar a la población de las zonas que comparten dichas regiones para que conozcan sobre el cambio climático y sus efectos adversos probables.
7. Facilitar estrategias de participación ciudadana de carácter cultural y artístico para la sensibilización del cambio climático en regiones de carácter bioclimático para con ello crear una cultura climática en el Estado de México.

Así como el gobierno busca crear el sentido político para hacer frente al cambio climático (gobernanza climática), en el ámbito de lo social se requiere que se promueva una amplia y profunda transformación de las pautas de comportamiento y consumos culturales actuales, por otros que ponderen lo climático y de esa manera se puedan crear nuevas matrices sociales de sentido y de identidad bioclimática de los ciudadanos que servirán como mecanismo de apoyo social a las políticas públicas que se impulsen desde la administración pública en los ámbitos estatales y municipales.

Por ello, la cultura climática debe gestarse desde los procesos educativos (formal e informal) que tenga como objetivo la creación de matrices bioclimáticas que den un nuevo sentido a los procesos identitarios del ser humano con la naturaleza, pero esto sólo se logrará si se promueve un dialogo social enfocado que cuente con elementos cognitivos mínimos suficientes (sobre los escenarios climáticos y sus impactos en las realidades cercanas de los actores involucrados en el procesos de generación de sentido social) para con ello poder generar un proceso de opinión pública en la materia.

En el Estado de México, los retos en materia de educación ambiental, con un enfoque climático, se enfrentarían a un escenario parecido a éste: de acuerdo a datos del “Anuario estadístico y geográfico de México 2013” publicado por el INEGI en el 2014 se tiene que 51% del estudiantado del Estado de México se concentraba en la primaria, el 21% en secundaria, el 15% en pre-escolar y el 13% restante entre Bachillerato y Profesional técnico.

La educación ambiental, con énfasis en el cambio climático, a gestarse en el Estado de México y que servirá para generar una cultura climática, tiene que implementar, en el corto plazo, una serie de acciones que le permitan lograr en la ciudadanía y en los actores políticos y funcionarios públicos de todo el estado (en sus dos niveles de gobierno) nuevas formas de interacción con la naturaleza con plena conciencia de su impacto ecológico y en el cambio de clima. Se trata de un proceso educativo combinado (formal y no formal) reforzado por actividades de carácter cultural y recreativo que

cuenten con una estructura operativa basada en los procesos académicos vigentes y apoyados en estrategias de comunicación social tradicional y alternativa<sup>49</sup>.

---

<sup>49</sup> Para mayores detalles de esta propuesta, revisar anexo VII Adaptación Institucional EDOMEX.



The background features a complex pattern of concentric circles and a grid. The circles are centered on the left side and expand towards the right. The grid is composed of vertical lines that become more pronounced and closer together as they approach the right edge of the page. The overall color palette is a range of light beige and tan tones.

# **Glosario**

**Adaptación:** Medidas y 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.

**Antropogénico:** Efecto, proceso o material que es resultado de actividades humanas.

**BaU:** Se refiere a la operación de un sistema conforme a los métodos presentes o pasados utilizados por este.

**Biodiversidad:** Es la variedad de los seres vivos. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado.

**Cambio climático:** Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables.

**Capacidad adaptativa:** Combinación de las fortalezas y recursos disponibles dentro de una comunidad o una organización que puede reducir el nivel de riesgo o los efectos de un desastre. Puede incluir medios físicos, institucionales, económicos o sociales, así como habilidades humanas, por ejemplo, el liderazgo y la administración.

**Categoría de emisión:** Conjunto de sectores o actividades económicas (conjunto de fuentes de emisión), de una misma naturaleza, donde se libera algún gas de efecto invernadero hacia la atmósfera. Según lo clasifica el IPCC, las categorías de emisión son: energía; procesos industriales; solventes; agricultura; uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura, y desechos.

**Ciclos biogeoquímicos:** Se refiere al movimiento cíclico del carbono, el agua, nitrógeno, fósforo, etc., entre los seres vivos y el ambiente (atmósfera, suelo y sistemas acuáticos). De esta manera, los elementos y compuestos se mantienen disponibles para ser usados una y otra vez por otros organismos y se posibilita la vida en la Tierra.

**CO<sub>2</sub> equivalente:** Concentración de dióxido de carbono que podría causar el mismo grado de forzamiento radiativo que una mezcla determinada de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero.

**Cohesión social:** Capacidad de una sociedad para asegurar el bienestar de todos sus miembros, minimizar las disparidades y evitar la polarización.

**CMNUCC:** Tratado internacional que tiene por objeto lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmosfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático.

**Derechos humanos:** Derechos inherentes a todos los seres humanos, sin distinción alguna de nacionalidad, lugar de residencia, sexo, origen nacional o étnico, color, religión, lengua o cualquier otra condición.

**Des carbonización:** Denota la disminución en el tiempo de la intensidad de la presencia del carbono de origen fósil en la generación de energía primaria.

**Ecología industrial:** Área de conocimiento que busca que los sistemas industriales tengan un comportamiento similar al de los ecosistemas naturales, transformando el modelo lineal de los sistemas productivos en un modelo cíclico.

**Emisiones:** La liberación a la atmosfera de gases de efecto invernadero y otros compuestos con efecto invernadero originados por actividades humanas.

**Esquema MRV:** Sistema de medición, reporte y verificación cuyo objetivo es apoyar la implementación de medidas de mitigación a través de la generación de indicadores que apoyen la toma de decisiones y que fortalezcan la confianza en el proyecto o programa de mitigación.

**Equidad de género:** El brindar a las mujeres y a los hombres las mismas oportunidades, condiciones y formas de trato, sin dejar a un lado las particularidades de cada uno(a) de ellos(as), que permitan y garanticen el acceso a los derechos que tienen como ciudadanos(as).

**Fenómeno meteorológico:** Procesos de movimientos y transformaciones que sufre la atmosfera: lluvia, viento, nieve, huracán, tormenta eléctrica, tornado, inundación, sequia, etcétera.

**Gases y compuestos efecto invernadero:** Aquellos componentes gaseosos y solidos (carbono negro) de la atmosfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación infrarroja.

**Globalización:** Tendencia de los mercados y de las empresas a extenderse, alcanzando una dimensión mundial que sobrepasa las fronteras nacionales.

**Gobernabilidad:** Gobernabilidad urbana, considerada como la suma de las muchas maneras en que los individuos y las instituciones, tanto públicas como privadas, planifican y administran los asuntos comunes de la ciudad.

**Gobernanza:** Ejercicio de la autoridad administrativa, económica y política en la gestión de las cuestiones de un país a todos los niveles. Incluye los mecanismos, procesos e instituciones a través de los cuales grupos y ciudadanos articulan sus intereses, ejercen su derecho legal, cumplen sus obligaciones y resuelven sus discrepancias.

**Inventario:** Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero. Documento que estima las emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo con las directrices del IPCC para los inventarios de emisiones de GEI, así como la guía para las buenas prácticas y la gestión de incertidumbre.

**Línea base:** Escenario tendencial de las emisiones de GEI de un sistema sin la intervención de un programa o proyecto de mitigación.

**Metabolismo urbano:** Se refiere al intercambio de materiales, energía e información que se establece entre el asentamiento urbano y su entorno natural o contexto geográfico.

**MDL:** Mecanismo de desarrollo limpio. Mecanismo establecido en el Artículo 12 del Protocolo de Kioto a través del cual los países desarrollados financian programas, proyectos y actividades de reducción o captura de gases de efecto invernadero en países en vías de desarrollo.

**Microclima:** Clima local de características distintas a las del de la zona en que se encuentra. Deriva de un conjunto de afecciones atmosféricas que caracterizan un entorno o ámbito reducido.

**Mitigación:** Aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero.

**Recursos naturales:** Bienes naturales productos del ambiente. Se clasifican en renovables, potencialmente renovables y no renovables.

**Recursos no renovables:** Aquellos recursos naturales en los que el consumo de una unidad de recurso implica su destrucción por completo durante el periodo de una era humana; tal es el caso de los recursos fósiles como el petróleo y sus derivados.

**Resiliencia:** Capacidad de un sistema para resistir el impacto, seguir permaneciendo e incluso utilizarlo en beneficio propio para continuar proyectándose en el futuro a pesar de los acontecimientos desestabilizadores que hubiera sufrido.

**Secuestro de carbono:** Cualquier proceso, actividad o mecanismo que retira de la atmósfera un gas de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, incluyendo en su caso compuestos de efecto invernadero, también considerado sumidero de carbono

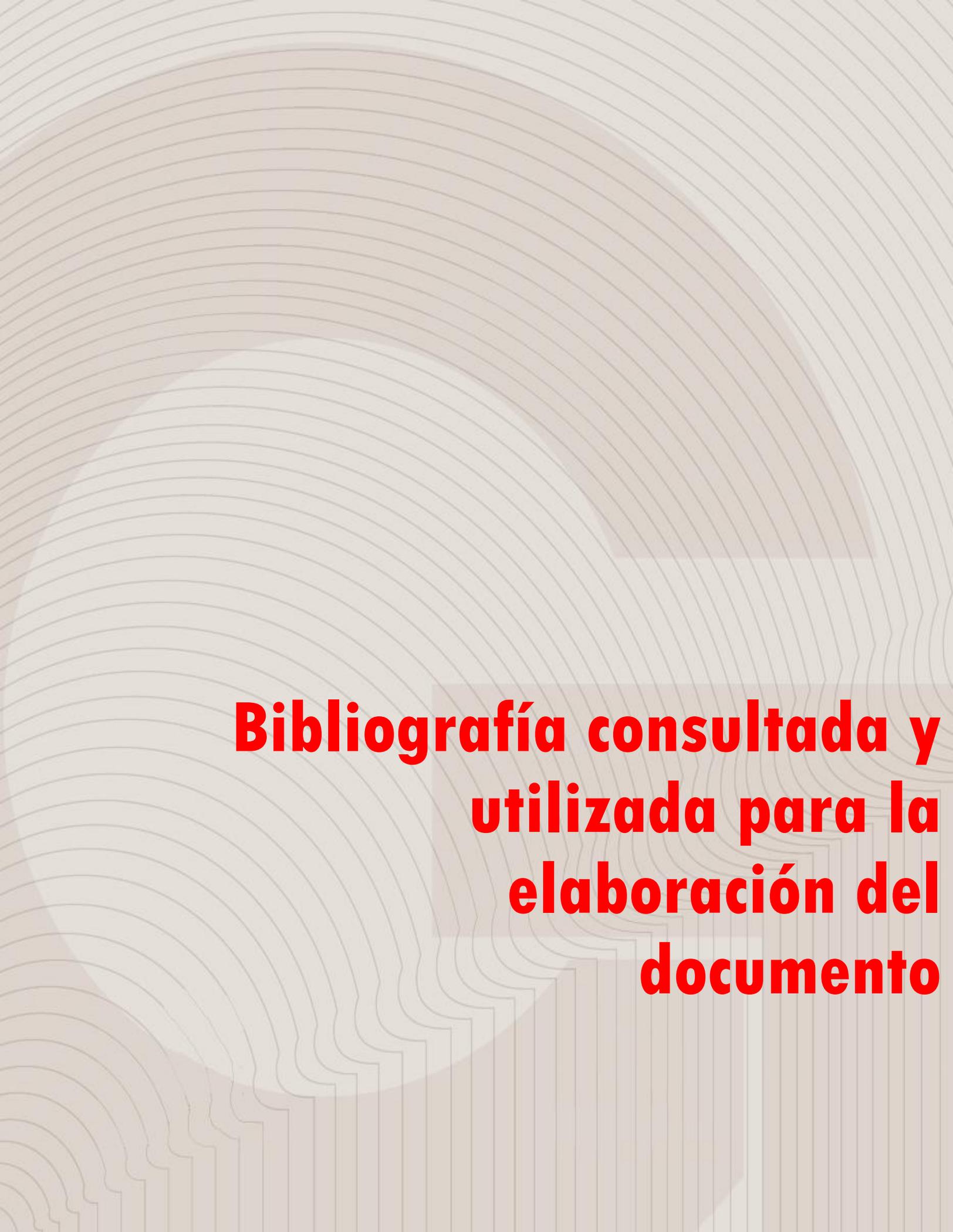
**Sustentabilidad:** Hace referencia a la permanencia en el tiempo, es decir, cuando los recursos naturales son utilizados de manera que se garantiza su existencia útil y constante en el sistema.

**Desarrollo sustentable:** Desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades

**Transición energética:** Diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías consideradas limpias, que permitan disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.

**Vector:** Mecanismo por el que generalmente un organismo transmite un agente infeccioso o infectante desde los individuos afectados a otros que no lo portan.

**Vulnerabilidad:** Nivel en que un sistema es susceptible o no capaz de soportar efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos.

The background features a series of concentric, light-colored circles that create a ripple effect. A large, semi-transparent, light-colored letter 'A' is positioned in the upper right quadrant of the image. The text is centered within a semi-transparent rectangular box in the lower right area.

**Bibliografía consultada y  
utilizada para la  
elaboración del  
documento**

## Referencias

---

- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2012. Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Primera edición. México.
- Instituto Nacional de Energía y Cambio Climático (INECC) y el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Octubre, 2008. Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero, Informe final, Parte 1: Sector energía. México.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2008. Guía para la elaboración de programas estatales de acción ante el cambio climático (PEACC). Tercera versión corregida y aumentada. INECC en colaboración con la Universidad Veracruzana y el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2011. Anuario Estadístico de México. Temporalidad 2010.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2006. Anuario Estadístico de México. Temporalidad 2005.
- Grupo intergubernamental sobre expertos del Cambio Climático. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases efecto invernadero.
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC por sus siglas en inglés). Directrices del IPCC para Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero. Versión revisada 1996. Volumen 2: Libro de Trabajo.
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC por sus siglas en inglés). Directrices del IPCC para Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero. Versión revisada 1996. Volumen 3: Manual de Referencia.



- Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT). 2011. Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal. Anuario Estadístico Ferroviario.
- Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT). 2005. Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal. Anuario Estadístico Ferroviario.
- Secretaría de Energía (SENER). 2012. Balance Nacional de Energía, 2011. México.
- Secretaría de Energía (SENER). 2006. Balance Nacional de Energía, 2005. Primera edición. México.
- Secretaría de Energía (SENER). 2011. Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos. SENER en colaboración con la Agencia Internacional de Energía (AIE).
- Secretaría de energía (SENER). 2010. Prospectiva del mercado del gas Licuado de Petróleo 2010-2025. México.
- Secretaría de Energía (SENER). 2006. Prospectiva del mercado del gas Licuado de Petróleo 2005-2014. Primera edición. México.
- Secretaría de Energía (SENER). 2010. Prospectiva del mercado del gas natural 2010-2025. México.
- Secretaría de Energía (SENER). 2006. Prospectiva del mercado del gas natural 2005-2014. Primera edición. México.
- Secretaría de Energía (SENER). 2010. Prospectiva del mercado de petrolíferos 2010-2025. México.
- Secretaría de Energía (SENER). 2006. Prospectiva del mercado de petrolíferos 2005-2014. Primera edición. México.
- Secretaría de Energía (SENER). 2010. Prospectiva del sector eléctrico 2010-2025. México.
- Secretaría de Energía (SENER). 2006. Prospectiva del sector eléctrico 2005-2014. Primera edición. México.
- SEMARNAT. 2012. Inventario Nacional de Emisiones México 2005.
- Vera Juan Carlos. CMNUCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto. 2011. [En línea] [Consultado el 7 de mayo

de 2013] Disponible en:

<http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/CMNUCC.aspx>

- De la Madrid, C.E., Sin/Año. La Situación de la Industria de la Celulosa y el Papel en el Mundo. Financiera Rural. En: [www.financierarural.gob.mx](http://www.financierarural.gob.mx)
- FOEI (Amigos de la Tierra Internacional).2011.Holcim en América Latina: estudios de caso. Ministerio Holandés de Asuntos Exteriores Fundación ISVARA.
- FUMEC (Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia) y COMECYT (Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología). 2011. Estudio de Tendencias y Oportunidades para el Sector de Alimentos Procesados del Estado De México. México, Edo .Mex.
- Gaceta de Gobierno del Estado de México.2012.Plan de Desarrollo del Estado de México2011-2017.Toluca de Lerdo, Méx. Tomo CXCVIII, No. 48.
- H. Ayuntamiento del municipio de Apaxco. 2009. Plan de desarrollo municipal de Apaxco, 2009-2012. México, Edo. Mex.
- Instituto Nacional de Ecología. 2006. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2006, Informe Final Parte 2 Procesos Industriales. Instituto de Ingeniería, UNAM.
- IPCC. 1996. Revised IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. Published for the IPCC by the UK Meteorological Office.
- SE (Secretaría de Economía). 2012. Monografía del sector Siderúrgico de México, 2011. Dirección General de las industrias pesadas y de alta tecnología. Dirección de Industria metalmeccánica. México, D.F.
- SE (Secretaría de Economía).2011. Panorama minero del Estado de México. Servicio Geológico Mexicano. Coordinación General de Minería.
- Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México (SMAGEM).2010. Cédulas de Operación Integral (COI´s) del Estado de México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2008. Cédulas de Operación Anual (COA´s) del Estado de México.



- SEGOB (Secretaría de Gobernación).2011
- SENER (Secretaria de Energía). 2007. Petroquímica. México, D.F.
- KPMG en México. 2011. El CO2 y los Gases de Efecto Invernadero: Reto de México y de sus empresas. KPMG International Cooperative. México.
- Estevez, M.N., Vega, M. M., Albiz S. P. 2000. Depuración de emisiones atmosféricas industriales. Universidad del país Vasco. España, Guizkoa.
- Gobierno del Estado de México.2011.Plan de desarrollo 2011- 2017. México Estado de México
- Foro Consultivo Científico Y Tecnológico (FCCyT).2012.Estado de México: Diagnostico en Ciencia y Tecnología e Innovación 2004-2011.México, D.F;
- Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno de Estado de México (SMAGEM).2007.Diagnostico de la Industria en el Estado de México. México, Tlanepantla de Baz, Estado de México.
- Secretaria del Medio Ambiente del Estado de México (SMAGEM).2007.Diagnostico Ambiental de la Industria del Estado de México. Tlanepantla de Baz, Estado de México.
- Dirección general de Comunicación Social (DGCS). 2011. En Recuperación, la Industria de la Construcción Boletín UNAM-DGCS-399. Ciudad Universitaria. Consultado el 24 de Junio del 2013 en <http://www.periodismoenaccion.com/index.php/home/economia-y-finanzas/indicadores/287-en-recuperacion-la-industria-de-la-construccion-en-mexico>.
- Pérez, G.2013. Holcim México, Nuevos cimientos y una industria en recuperación. Consultado el 24 de Junio del 2013 en <http://elsemanario.com/noticias/entrevistas/86114-holcim-mexico-nuevos-cimientos-y-una-industria-en-recuperacion.html>
- Fernández, E.2013. Estado de México perdió 30% de suelo industrial en la última década.p1 consultado el 24 Junio del 2013 en <http://m.eluniversal.com.mx/notas/estado-de-mexico/36453.html>
- Bergstrom D.W., Tenuta M. y Beauchamp E.G. 2001. Nitroux oxide production and flux from soil under sod? following application of different nitrogen fertilizers. Commun. Soil. Sci.Plant. Anal.32, 553570.

- CONABIO, 2008. Comisión Nacional de Biodiversidad. Capital natural de México, vol. I. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Cultivo de arroz palay en México. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=96&Itemid=68](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=96&Itemid=68) consultada en 14 de Abril del 2013.
- FAO, 2004. Estimaciones globales de las emisiones gaseosas de NH<sub>3</sub>, NO y N<sub>2</sub>O provenientes de las tierras agrícolas. Primera edición. FAO & IFA. Roma, 2004.
- FAO, 2009. La larga sombra del ganado, problemas ambientales y opciones. Roma, Italia, 2009.
- FAO. 2007. Cambio climático y seguridad alimentaria: Un documento marco. Roma, Italia 2007.
- FAO. 2009. Estado actual de la agricultura y la alimentación. Roma, Italia
- INE. 2009. Cambio climático y recursos hídricos: desarrollo de una política de investigación y desarrollo tecnológico. Estudio realizado por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- INE, 2009. Cambio climático y recursos hídricos: desarrollo de una política de investigación y desarrollo tecnológico. Estudio realizado por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México
- Presidencia de la Republica, 2012. Sexto Informe de Gobierno. Disponible en [http://sexto.informe.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/INFORME\\_ESCRITO/Sexto Informe de Gobierno.pdf](http://sexto.informe.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/INFORME_ESCRITO/Sexto_Informe_de_Gobierno.pdf)
- Presidencia de la Republica, 2012. Sexto Informe de Gobierno. Disponible en <http://sexto.informe.calderon.presidencia.gob.mx/inicio.html> última consulta el 5 de septiembre de 2012.
- [Presidencia.gob.mx/inicio.html](http://sexto.informe.calderon.presidencia.gob.mx/inicio.html) última consulta el 5 de septiembre de 2012.
- Sequias en México <http://www.proceso.com.mx/?p=297003>
- Sequias en México. <http://mexico.cnn.com/nacional/2012/01/30/la-sequia-lleva-a-la-poblacion-de-el-salto-en-durango-a-la-aridez-total> consultada el 4/abril/2013.



- Vera, J., Burgos, A., Aguilar, C., Camacho, J., Ortega, O. 2012. Emisiones de metano por rumiantes implicaciones para el calentamiento global. Ciencia y desarrollo.
- Gobierno del estado de México. 2013. Gaceta del Gobierno del Estado De México. Toluca de Lerdo, Estado de México, lunes 29 de Abril de 2013. No-80. <http://portal2.edomex.gob.mx/probosque/conservacionforestal/reforestacion/prorrim/index.htm>
- Semarnat. 2011. El ambiente en números. Selección de estadísticas ambientales para consulta rápida. México. 2011. Pp.17. Para consulta en línea: <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/numerosant.asp>
- Caballero, M. 2010. La verdadera cosecha maderable en México. Revista mexicana de ciencia forestal. 1 (1) : 5-16.
- Conabio. 2009. Capital natural de México. Síntesis, conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. México. 2009. Para consulta en línea: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/capitalNatMex.html>
- Masera, O. Ghilardy, A. 2005. Fuel\_woods “ Hot spots” In México, a case study using wisdom– Woodfuel Integrated Supply-Demand Overview Mapping. FAO/UNAM. World energy program, Roma. 98.
- Armendáriz, C., Edwards, R., Johnson, M. 2010. Indoor particles distribution in homes whit open fires and improved Patsari cook stove. Atmospheric Environment. 44: 2881-2886.
- FAO. 2007. Los bosques y los incendios. Departamento forestal. Roma. Italia. <http://foris.fao.org/static/pdf/infonotes/infofaospanish-losbosquesylosincendios.pdf>
- Ordoñez, J. A. B. 2008. Como entender el manejo forestal, la captura de carbono y el pago de servicios ambientales. UNAM. Ciencias. Num 90: 37-42.
- Ordoñez, J. A. B. y Masera, O. 2001. Captura de carbono y cambio climático. Madera y bosques. 7 (1): 3-12.
- Brown, S., J, Sathaye., M, Cannell y P. Kauppi. 1996. Mitigation of carbon emission to the atmosphere by forest management. Commonwealth Forestry Review. 75 (1): 80-91.

- Semarnat. 2006. Anuario estadístico de la producción forestal 2005. Semarnat. México.D.F.<http://www.cnf.gob.mx:8080/snif/portal/economica/anuarioestadisticos-de-la-produccion-forestal>
- Semarnat. 2011. Anuario estadístico de la producción forestal 2010. Semarnat. México. <http://www.cnf.gob.mx:8080/snif/portal/economica/anuarios-estadisticos-de-la-produccion-forestal>
- Semarnat. 2013. Reporte semanal de resultados de incendios forestales para los años 2005 y 2010. Consulta en línea: <http://www.cnf.gob.mx:8080/snif/portal/las-demas/reportes-de-incendios-forestales>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013, Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40. Primera edición, SEMARNAT, México.
- Vine Edward and Sathaye Jayant. 1999. Guidelines for the monitoring, evaluation, reporting, verification, and certification of energy-efficiency projects for climate change mitigation. Energy Analysis Department. Environmental Energy Technologies Division. Lawrence Berkeley National Laboratory. Berkeley, CA 94720, USA.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Registro Nacional de NAMA. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental, Dirección General de Políticas para el Cambio Climático. 7 de Marzo del 2014.
- Ceballos, G; List, Rukis; Garduño, G. 2009. La diversidad biológica del estado de México. Estudio de estado. Gobierno del Estado de México.
- Mas, j; Velázquez, A y Couturier, S. 2009. La evaluación de los cambios de cobertura/ uso de suelo en la república mexicana. Investigación ambiental. 1 (1): 23-29.
- Lambin, E., Baulies, G., Bockstale, T., Fisher, R., Krug, E., Lemmans, R., Moran, Y., Rindfuss, D., Sato, B. 1999. Land use and land cover change implementation strategy. IGBP report, 48, IHDP, report, 10. Stocolmo.
- Unesco. 2013. Como entender la desertificación. Información consultada por internet el 4 de julio del 2013: <http://www.unesco.org/mab/doc/ekocd/spanish /chapter3.html>



- Arvizu Fernández José Luis. 2008. Actualización del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2006 en la categoría de Desechos. Instituto de Investigaciones Eléctricas, División de Energías Alternas. CONVENIO: INE/A1-035/2008. (INGEI/2006/DES/1).
- Conferencia del Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales, dentro del Taller Cartera de proyectos ambientales prioritarios para la ZMVM.
- Gobierno del estado de México (GEM). 2009. Programa para la prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial del Estado de México. Gaceta del gobierno, tomo CLXXXVII A: 202/3/001/02, Número 69.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC), Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y Agencia Internacional de la Energía (AIE). 1997. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996, Libro de Trabajo (Volumen 2). IPCC WGI Technical Support Unit Hadley Centre Meteorological Office. Reino Unido.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2003. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Reporting Instructions (Volume 1). IPCC WGI Technical Support Unit Hadley Centre Meteorological Office. United Kingdom.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Reference Manual (Volume 3). IPCC WGI Technical Support Unit Hadley Centre Meteorological Office. United Kingdom.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Panorama sociodemográfico del Estado de México. Censo de población y vivienda 2010.
- Observatorio del Desempeño Hospitalario. 2011. [http://dqces.salud.gob.mx/ocasep/doctos/doc\\_06.pdf](http://dqces.salud.gob.mx/ocasep/doctos/doc_06.pdf).
- Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC). 2005.

- SEMARNAT. 2008. Cédula de Operación Anual (COA) (Producción total anual del sector Industrial del Estado de México)..
- SEMARNAT. 2008. Cédula de operación Integral (COI) (Producción total anual del sector industrial). Estado de México.
- SEMARNAT-Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2012. Quinta Comunicación Nacional Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- <http://www.conagua.gob.mx/ConsultaPublicaciones.aspx?id=Publicaciones|PUBLICACIONES|0|172|0|0|0>
- [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_04/introduccion/presentacion.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/introduccion/presentacion.html)
- [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_04/08\\_residuos/cap8\\_2.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/08_residuos/cap8_2.html)
- <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB461S/AB461S05.htm>
- <http://www.fao.org/docrep/012/i0680s/i0680s.pdf>
- <http://www.fao.org/docrep/012/i0680s/i0680s.pdf>
- <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=15>
- <http://www.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mamb129&s=est&c=21644>
- <http://www.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mamb230&s=est&c=28932>
- <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/Materiales%20y%20Actividades%20Riesgosas/residuos peligrosos/biologicos/biologicos.pdf>

## INFORMES:

Ex Rancho San Lorenzo S/N Conjunto SEDAGRO  
Edificio "A", Lado Sur , C.P. 52140,  
Metepec, Estado de México.  
Tels.:(01722)275 62 03, 275 62 10

Av. Gustavo Baz 2160 esquina Mario Colín,



Sendo Piso, Edificio Ericcson, Col. La Loma,  
C.P. 54060, Tlalnepantla de Baz, Estado de Méxcio.  
TRels (0155)53 66 82 63, 53 66 82 98,



01800 707 54 36

Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático

@IEECCedomex

Consulte nuestra página web para descargar el documento:

<http://ieecc.edomex.gob.mx/>

