GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

Estrategia Estatal de Cambio Climático del Estado de México

2016

Directorio

GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

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-UNA
M

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

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 **16**
Adaptación al Cambio Climático **17**
Oportunidades de mitigación ante el cambio climático **19**
Retos y perspectivas ante el Cambio Climático **20**

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 ..... **30**
INSTRUMENTOS DE CARÁCTER ESTATAL **35**
Plan de Desarrollo del Estado de México, 2011 - 2017 ..... **35**
Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México, 2008 ..... **36**
Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México 2006 ..... **38**

Objetivos **40**
OBJETIVO GENERAL **40**
OBJETIVOS ESPECÍFICOS **40**

Descripción y características del Estado de México **43**
Localización **43**
Fisiografía **44**
Geología **46**
Edafología **47**
Clima **48**
Recursos naturales **51**
Recurso hídrico 51
Biodiversidad 55
Uso actual del suelo 57
Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México[11]. **58**
Áreas naturales protegidas federales 59
Población **60**
Distribución de la población en zonas metropolitanas 64
Índices de marginación y pobreza **66**

Educación 68
Salud 70
Economía 72
Infraestructura 72
Productividad 75
Servicios y vivienda 76
Desechos 78
Energía eléctrica y combustibles fósiles 88
Producción de energía eléctrica 88
Consumo de energía eléctrica 89
Combustibles fósiles 92
Intensidad energética 95
Consumo de energía per cápita 96

Caracterización del Estado de México en materia de cambio climático 99
Inventario de Emisiones de GEI 99
Resultados por sector 100
Sector Energía 100
Sector Procesos Industriales 104
Sector Agricultura 106
Sector Uso de Suelo Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura 108
Sector Desechos 111
Escenarios de cambio climático para el Estado de México 115
Actualización de la climatología del Estado de México 115
Temperatura 115
Precipitación 118
Metodología 123
Resultados 127
Observaciones y recomendaciones 136

Diagnóstico 139
Diagnóstico de riesgos 139
Marco metodológico 147
Impacto potencial del cambio climático en el estado de méxico. 153
Escenarios proyectados de cambio de temperatura y precipitación. 153
Diagnóstico de riesgos hidrometeorológicos extremos. 156
Exposición a fenómenos hidrometeorológicos extremos 156
Sensibilidad a condiciones de riesgo 160
Rezago social 160
Vulnerabilidad de Asentamientos Humanos. 165
Salud 166
Infraestructura estratégica 166
Sistemas productivos 167
Ecosistemas-biodiversidad 168
Recursos Hídricos 170
PROCESOS REGIONALES EXITOSOS 172

Fortalecimiento de la Gobernanza y el Capital Social 174
Mecanismos de Monitoreo y Evaluación 175

Medidas de mitigación y adaptación propuestas para el Estado de México **178**
Estrategias y Líneas de acción por Sector 180
Sector Energía 181
Sector Desechos 185
Sector USCUSS 191
Sectores Agricultura y Ganadería 195
Medición, Reporte y Verificación 199
Monitoreo, Evaluación y Certificación 202
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PROPUESTAS PARA ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO 205
Imagen Objetivo Para Medidas De Adaptación En Municipios Con Carencia Alimentaria Ubicados En Zonas De Acuíferos En Equilibrio ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Conclusiones y pasos a seguir 244

Referencias 260

ANEXO 1. Análisis de incertidumbre 278

ANEXO 2. Climatología de la precipitación y temperatura para el Estado de México, y la zona conurbada colindante con el Distrito Federal y el estado de Morelos 278

ANEXO 3. Situación del agua en el Estado de México en el escenario de cambio climático relacionado con los recursos hídricos. 298

ANEXO 4. Propuestas para enriquecer y actualizar las medidas de adaptación de la Estrategia Estatal de Cambio Climático del Estado de México 2013. Sector Urbano. 359

ANEXO 5. Actualización al Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de México 2013 397

ANEXO 6. Actualización de escenarios de clima presente y futuro para el PEACC EDOMEX 2013 445

ANEXO 7. Hacia la Gobernanza climática en el Estado de México 470

ANEXO 8. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO 533

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 644

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.

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_2 del mundo (IPCC, 2014). En el Estado de México (EM) se emitieron 41,768.14 millones de toneladas de equivalentes de CO_2 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 del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (SMAGEM), las Facultades de Planeación Urbana y Regional (FaPUR), Facultad de Geografía (FG) y Facultad de Química (FQ) de La Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), la oficina en México del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 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 (CO_{2eq}) 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: CO_2 (62.96 %), CH_4 (28.45 %), N_2O (6.04 %), CF_4 (2.34 %) y C_2F_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 CO_{2eq} entre 2005 y 2010, por lo que de seguir esta tendencia, en el 2050 la entidad estarían emitiendo aproximadamente 126,232 Gg de CO_{2eq}. 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 1ºC y 2ºC, 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 1ºC) y del 2054-2061 (escenario de 2ºC). 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[1] en inglés) fueron de 6.0 w/m2 y 8.5 w/m2, mientras que en los escenarios del INECC son de 4.5 y 8.5 w/m2.

En lo relativo a la precipitación, la proyección empleada de aumento de 1ºC 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

[1] 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

Pánuco los valores probables se sitúan en una disminución de 5%, condición que se exacerba con el escenario de 2ºC.

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 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[2] cuyo responsable es el Consejo Civil Mexicano de Silvicultura Sustentable, así como los trabajos realizados en la Cuenca de Valle de Bravo[3] 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[4]. La siguiente escala de actuación

[2] **http://amanalco.ccmss.org.mx/**
[3] **http://procuenca.org/emv/#!/**
[4] **http://www.pincc.unam.mx/congresonacional2013/documentos_descargables/PDF/GestionMalinalco.pdf**

integrada considera aspectos relacionados con programas municipales de desarrollo urbano[5].

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

[5] **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**

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 USCUSS 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)

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[6]

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.

[6] 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.

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 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[7]) .

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

[7] 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.

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.

Dado que los impactos del cambio climático hace que las poblaciones más pobres sean las más vulnerables (IPCC, 2014[8]) . Se puede mencionar que otro de los ejes que tienen relación con el cambio climático es el 1.6. "derechos de los pueblos indígenas" [9], 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

[8] 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 Última consulta: 7 de agosto de 2015. Pag. 10

[9] 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.

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 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:

Formulas, 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 esquelas 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_4) 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)[10] 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_2, 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_2 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

[10] Publicado en el periódico Oficial del Estado de México el 13 de marzo de 2013

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 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.

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.

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, Tonatico, 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
Andosol	507,278.1	**Luvisol**	175,210.6
Arenosol	28,928	**Feozem**	486,895.5
Cambisol	131,614.9	**Planosol**	103,327.4
Durisol	44,883.5	**Regosol**	203,349.9
Fluvisol	7,646.7	**Solonchak**	27,232.6
Gleysol	3,712.7	**Umbrisol**	10,752.8
Leptosol	171,399.7	**Vertisol**	226,726.5
Histosol	1,784.3	**Suelo urbano**	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 Popocatépetl, 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, Tonatico y Zumpahuacán, cubre parcialmente Ixtapan de la Sal, Zacazonapan, Otzoloapan, Sultepec y Villa Guerrero (IGECEM, 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 m^3)	*Almacenamiento (millones de m^3)*	
Lerma	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
Pánuco	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
Balsas	Villa Victoria	185.731	39.836	21.45
	Valle de Bravo	394.390	202.434	51.33
Total estatal		**933.028**	**375.517**	**40.24**

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 (hm3). Fuente: CCVM, 2009

Acuífero	Recarga	Extracciones	Disponibilidad
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	512.80	623.80	-111.00
Chalco-Amecameca	79.30	100.30	-21.00
Texcoco	161.00	184.20	-23.20
Cuautitlán-Pachuca	356.70	751.30	-394.60
Villa Victoria-Valle de Bravo	334.90	0.00	334.90
Temascaltepec	100.80	0.00	100.80
Valle de Toluca	336.80	422.40	-85.60
Ixtlahuaca-Atlacomulco	119.00	208.00	-89.00
Polotitlán	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 recurso 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
Algas	209	668
Hongos	236	729
Líquenes	23	48
Pteridofitas	64	252
Coníferas	5	21
Encinos	1	23
Gramíneas	106	405
Orquídeas	59	181
Cucurbitáceas	11	30
Cactáceas	19	55
Plantas acuáticas	24	42
Leguminosas	58	416
Bromeliáceas	6	52
Sinopsis de flora	710	2045
Protozoos	67	133
Rotíferos	58	195
Peces	18	25
Helmintos	18	20
Insectos	79	204
Lepidópteros	310	561
Arctiidae	60	123
Anfibios	14	51
Reptiles	41	93

Aves	274	495
Mamíferos	73	118
Flora útil	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
Bosque	625,666.24
Matorral	14,689.56
Pastizal	307,351.92
Agricultura	1,029,083.4
Selva	118,181.4
Cuerpo de agua	18,828.8
Otros tipos de vegetación	14,144.76
Zona urbana	94,992.2
Área sin vegetación	10,303.04
Total	2,233,241.32

Figura 7. Uso de suelo en el Estado de México

Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México[11].

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

[11] Información disponible en:
http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/categorias_areas_protegidas/index.htm
Consulta realizada en abril del 2015.

Protegidas en el país. Suman un total de 1'008,574.04 Has., que representan aproximadamente el 44.85% del territorio estatal (Tabla 6). De estás, 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	**90**	**1´008,574.04**

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[12]	Nombre del ANP Federal[13]	Municipios
En equilibrio	BOSENCHEVE	VILLA DE ALLENDE, VILLA VICTORIA Y SAN JOSE DEL RINCON.
Sobre-explotado	CIENEGAS DEL LERMA	LERMA, OCOYOACAC, CAPULHUAC, TIANGUISTENCO, ALMOLOYA DEL RIO, ATIZAPAN Y TEXCALYACAC.
En equilibrio	DESIERTO DEL CARMEN O DE NIXCONGO	TENANCINGO, MALINALCO Y ZUMPAHUACÁN.
Sobre-explotado	EL TEPEYAC	TLALNEPANTLA DE BAZ.

[12] 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.

[13] 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/

Sobre-explotado	INSUR. MIGUEL HIDALGO Y COSTILLA	OCOYOACAC, LERMA Y HUIXQUILUCAN.
Sobre-explotado	IZTACCIHUATL-POPOCATEPETL	TEXCOCO, IXTAPALUCA, CHALCO, TLALMANALCO, AMECAMECA, ATLAUTLA, ECATZINGO.
Sobre-explotado	LAGUNAS DE ZEMPOALA	OCUILAN
Sobre-explotado	LOS REMEDIOS	NAUCALPAN DE JUAREZ
En equilibrio	MARIPOSA MONARCA	TEMASCALCINGO, SAN JOSE DEL RINCON, VILLA DE ALLENDE Y DONATO GUERRA.
Sobre-explotado	MOLINO DE FLORES NETZAHUALCOYOTL	TEXCOCO
Sobre-explotado	NEVADO DE TOLUCA	TOLUCA, ZINACANTEPEC, ALMOLOYA DE JUAREZ, AMANALCO, TEMASCALTEPEC, COATEPEC HARINAS, VILLA GUERRERO, VILLA VICTORIA. CALIMAYA Y TENANGO
Sobre-explotado	SACROMONTE	AMECAMECA Y AYAPANGO.
En equilibrio	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	**112,336,538**	**15,175,862**	**13.51**	**1.6**

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 denominas 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
Alumnos	575,709	1,953,149	816,756	514,099	313,479	310,617	4,483,809
Docentes	24,392	68,395	43,590	37,411	32,925	16,390	223,103
Alumnos por docente	24	29	19	14	10	19	20
Escuelas	8,194	7,769	3,611	1,416	513	1,897	23,400
Alumnos por escuela	70	251	226	363	611	164	192
Cobertura	71.8%	97.3%	96.3%	61.2%	21.7%	nd	71.2%
Eficiencia terminal	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 Hueypoxtla, 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 Republica de Colombia, si se toma en cuenta como indicador el poder adquisitivo de los mexiquenses, 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 principal mente 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 mexiquense 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, Ecatzingo, 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 m3/s, equivalente al 46.5% del total de las aguas residuales colectadas en los sistemas formales de alcantarillado municipales, estimado en 210 m3/s. Así mismo, el agua residual generada en el estado fue de 26,169 l/s (equivalente a 26.17 m3/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
Hidroeléctrica	39	97	39	43	40	74	42	14	28	110
Termoeléctrica	665	4,742	584	5,131	1,489	4,511	1,616	4,930	6,064	6,761

Vapor	565	1,523	476	1,327	377	1,170	467	1,610	2,009	2,237
Ciclo combinado	-	3,218	-	3,804	-	3,341	-	3,320	4,055	3,331
Turbogas	100	-	108	-	1,112	-	1,150	-	-	1,193
Total	**5,543**		**5,796**		**6,114.3**		**6,602**		**6,092**	**6,871**

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

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
Generación de electricidad	85.3	73.5
Industria manufacturera	110.6	96.4
Autogeneración	0.002	6.6
Transporte	118.6	137,0
Comercial	12.3	11.5
Residencial	67.6	76.3
Agricultura	0.9	0.8
Total	**395.4**	**402.1**

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 Metropolita 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.

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_2), metano (CH_4), óxido Nitroso (N_2O), Hidroflourocarbonos (HFC´s), perflourocarbonos (PFC´s) y hexafloruro de azufre (SF_6) 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_{2eq}.)[14].

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

[14] 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.

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 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_2, CH_4 y CO, así como el CO, NOx 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_2 equivalentes para el 2005 y de 24,682.30 Gg de CO_2

equivalentes para el 2010. Las emisiones porcentuales por contaminante para el 2010 fueron 98.95% para el CO_2, el CH_4 con el 0.75% y el N_2O 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_2 equivalente, y para 2010 tenemos una emisión de 9,589.40 Gg de CO_2 equivalente.

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

Emisiones en Gg de CO_2 equivalentes para el año 2005				
Subsector	**2005**			
	CO_2	CH_4	N_2O	TOTAL
Industrias de la energía	4,763.40	1.8	2.6	4,767.80
Industria manufacturera	6,848.30	9.2	9.3	6,866.80
Transporte terrestre	8,025.90	45.1	20.2	8,091.20
Transporte aéreo	168.1	0	1.5	169.60
Comercial	762.9	2.5	2.2	767.60
Residencial	3,027.70	128.3	32	3,188.00
Agrícola	61.8	0.2	0.2	62.20
				23,913.20

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

Emisiones en Gg de CO_2 equivalentes para el año 2010				
Subsector	**2005**			
	CO_2	CH_4	N_2O	TOTAL
Industrias de la energía	4,104.40	1.6	2.3	4,108.30
Industria manufacturera	6,423.10	7.9	10.3	6,441.30
Transporte terrestre	9,344.80	48.3	24.4	9,417.50
Transporte aéreo	170.4	0	1.5	171.90
Comercial	714.1	2.3	2	718.40
Residencial	3,611.10	125.9	32.7	3,769.70
Agrícola	54.8	0.2	0.2	55.20
				24,682.30

Sector Procesos Industriales

Algunas de la 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 hidroflurocarbonos, perflurocarbonos y hezafluoruro 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_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O). 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_2 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_2, NMVOC, NOx, mientras que la producción de aluminio fue la que más emisiones aportó de CO_2 para el mismo periodo, y es la única subcategoría emisora de CF_4 y C_2F_6. La aportación en CO_2 equivalente en el 2010 con respecto al nacional fue del 5.2 %.

Los resultados finales de las emisiones de CO_{2eq}. se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. Resumen de emisiones del sector por Gg de CO_{2eq} en el 2005 y 2010 (IEEGEI, 2013)

Emisiones en Gg de CO_2 equivalente			
Gas	**Categoría**	**2005**	**2010**
CO_2	Productos minerales	1112.86	1631.725
CO_2	Producción de metales	96.42	411.53
CF_4	Producción de metales	50.55	1046.6
C_2F_6	Producción de metales	7.15	147.2
Total		1266.98	3237.05

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_{2eq}) 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_2 eq. para el año base 2005; mientras que para el año 2010 corresponden a 3,404.09 Gg de CO_2 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_2 eq. por categoría (IEEGEI Edo de Méx., 2013)

Gas	Emisiones en Gg de CO_2 eq	2005	2010	Incremento +/- %
CH_4	Fermentación entérica	921.93	998.93	8.35
CH_4	Manejo de estiércol	34.76	31.79	-8.54
N_2O	Manejo de estiércol	161.08	159.17	-1.18
CH_4	Quema de residuos agrícolas	24.81	23.58	-4.96
N_2O	Quema de residuos agrícolas	19.91	16.49	-17.17
N_2O	Emisiones directas e indirectas provenientes de suelo agrícolas	2,205.20	2,173.77	-1.43
CH_4	Cultivo de arroz	0.38	0.35	-7.69
	TOTAL	3,368.08	3,404.09	1.07

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 boigeoquimicos 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 USCUSS, 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 USCUSS aporta en el año base (2005) un total de 2,830.3 Gg de CO_2, mientras que en el 2010 las emisiones son de 2,896.8 Gg de CO_2. 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_2. En cuanto a los gases distintos al CO_2 para ambos años, se emite un total de 17.7Gg (1.8 Gg de CH_4, 0.012Gg de N_2O, 0.4 Gg de NOx y 15.5 Gg de CO).

Tabla 18. Resumen general de emisiones de Gg de CO_2 para el sector USCUSS 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
TOTAL	2,830.3	2,896.8	2.35

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_4), óxido de nitrógeno (NO_2) y dióxido de carbono (CO_2) 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_2 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_2 equivalente por subsector (IEEGEI Edo. de Méx., 2013).

SECTOR	Emisiones totales	Emisiones en CO_2 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_2	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[15]

[15] 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.

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).

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 y16°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, Popocatépetl 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 confiablidad 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/m2) respecto a reportes de evaluación anteriores que consideraban que su valor podía ser de hasta 6 °C/W/m2, 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_2 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) también se usaron aquí dos rutas de concentración representativa (RCP) una de 6.0 y otra de 8.5 W/m2, 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 sociaoambientales 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/m2, 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/m2. 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 x2.5° 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/m2 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 CO2, 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/m2, 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 ∆Tglobal

Valor umbral ∆Tglobal (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/m2. 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 ΔTglobal=1°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 ΔTglobal=1°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 ΔTglobal=2°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 ΔTglobal=2°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 ΔTglobal=3°C con RCP6.0 y RCP8.5. Modelo HADGEM1.

ΔT (°C) para RCP6.0 con umbral ΔTglobal=3°C para MPIECHAM4
Latitud
Longitud
20.5
20
19.5
19
18.5
-100.5
-100
-99.5
-99
-98.5
3.65
3.6
3.55
3.5
3.45
3.4

ΔT (°C) para RCP8.5 con umbral ΔTglobal=3°C para MPIECHAM4
Latitud
Longitud
20.5
20
19.5
19
18.5
-100.5
-100
-99.5
-99
-98.5
3.7
3.65
3.6
3.55
3.5
3.45

ΔPCP (%) para RCP6.0 con umbral ΔTglobal=3°C para MPIECHAM4
Latitud
Longitud
20.5
20
19.5
19
18.5
-100.5
-100
-99.5
-99
-98.5
0
-2
-4
-6
-8

ΔPCP (%) para RCP8.5 con umbral ΔTglobal=3°C para MPIECHAM4
Latitud
Longitud
20.5
20
19.5
19
18.5
-100.5
-100
-99.5
-99
-98.5
0
-2
-4
-6
-8
-10

Fig. 34. Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para ∆Tglobal=3°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 ∆Tglobal=4°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 ΔTglobal=4°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 ΔTglobal, 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 ΔTglobal 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/m2 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 intregral con otros mapas con información ambiental y socioeconómica del Estado de México, para poder visualizar de manera integral las características sociaoambientales del Estado de México. La determinación del grado de vulnerabilidad, se explicará más detalladamente en el siguiente capítulo.

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[16]. 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

[16] 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).

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.

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[17] (Figura 38).

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

[17] 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

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.) (CEPREDENAC & 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) [18].

a) Exposición

[18] Consulta realizada en abril del 2015. http://atlasclimatico.unam.mx/VyA/#1/z

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 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):

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

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[19]. 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.

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.

[19] Fuente: Diario Oficial de la Federación (2012ª). Ley General de Cambio Climático. 6 de junio del 2012.

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[20] en inglés) fueron de 6.0 w/m^2 y 8.5 w/m^2.

Con los escenarios de 1ºC (años 2033-2037) y 2 ºC (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 1ºC de temperatura va a tener un impacto importante en la parte norponiente del Estado de México. El escenario de 2 ºC 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:

- **C (w2)** Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de

[20] 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.

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 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. 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 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. 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 5ºC y 12ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC, 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"…[21], 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[22]) muestran que el límite superior del bosque cerrado y continuo en el Iztaccíhuatl ascendió 30 m en los últimos 67 años[23]. 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 1ºC hacia las décadas del 2033-2037, o de cerca del 6-8% precipitación proyectada por el cambio

[21] Gobierno de la República, Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40.
[22] http://iztapopo.conanp.gob.mx/documentos/SIMPOSIO_IZTA-POPO_2013/Carteles/IP-A31.pdf
[23] Límite superior del bosque (LSB) es la relación entre el crecimiento de los árboles y la temperatura ambiental (Körner y Paulsen, 2004)

de 2ºC 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 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^3/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[24] (Figura 41).

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, Polotitilán, Huehuetoca, Tequixquiac.

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).

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

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[25]) señalan como municipios más vulnerables a (Tabla 22):

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

[25] Sistema de información de Agricultura y Pesca, SAGARPA. Consulta realizada en el mes de marzo del 2015.

Acolman	Otumba	Texcoco (Zona poniente)
Tezoyuca	Sn Martín las Pirámides	La Paz
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[26], 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)[27], 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

[26] Gobierno de la República, Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40.
[27] 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

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):

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)[28] 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);

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

de estos, dieciocho están ubicados en zonas con acuíferos sobreexplotados y diecisiete en zonas con acuíferos en equilibrio.

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 SOBREXPLOTADOS			
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 SOBREXPLOTADOS			
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[29] (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	Parque Estatal 10/06/78	NO

[29] 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.conanp.gob.mx/que_hacemos/programa_manejo.php

	Ciervos)		
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 Cualtenco	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)[30] 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-

[30] 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

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 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 rigen 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[31]: Presa la Concepción, Presa Francisco José Trinidad

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

Fabela, Presa San Andrés Tepetitlán, Presa Danxhó, Presa Huapango, Presa Ñado y Presa el Molino.

La producción agrícola del Estado de México [32] mostraría afectaciones en Atlacomulco y Jocotitlán 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).

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
Atlacomulco	14,103.90	14,097.90	493,655.15
Coatepec Harinas	14,669.00	14,549.00	1,051,541.97
Jocotitlán	17,782.20	17,782.20	450,998.69
Tenancingo	6,548.50	6,493.50	662,285.43
Villa Guerrero	5,027.10	4,971.10	2,201,595.88
Villa de Allende	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

[32] 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/

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 Tepozotlán, 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)[33].

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^3/s, de los cuales se evapotranspiran 156.9 m^3/s. La escorrentía superficial y que se va al Golfo de México por el río Pánuco es de 57.0 m^3/s. El agua total utilizable es de 82.2 m^3/s, de los cuales 64.9 m^3/s se utilizan para el uso público urbano, 4.7 m^3/s para la industria y 12.5 m^3/s son para la agricultura. Por el lado de la oferta de agua, 53.9 m^3/s se extraen de los mantos acuíferos 17.1 m^3/s se transvasan de las cuencas del Cutzamala y del Lerma con 12.7 m^3/s y 4.4 m^3/s respectivamente. Finalmente solo se reúsan 11.3 m^3/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^3/s de los cuales se evapotranspiran

[33] 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.

89.7 m^3/s. El agua total disponible (demanda) es de 61.3 m^3/s, de los cuales la agricultura es la que mayor cantidad de agua utiliza, con un 55.0 m^3/s, le sigue la industria con 4.3 m^3/s y el uso público urbano 2.0 m^3/s. Hacia el río Moctezuma drenan 28 m^3/s, en este valle solo se reúsan 1.8 m^3/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					
		ESCENARIOS			
Indicadores	**Actual**	**2033 - 2037**	**2055 - 2061**	**2072 - 2085**	**2093**
Demanda adicional de agua (hm3/año)		75	12	15	19
Incremento de agua fts. Externas		Si	Si		Δ reúso
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
Inundaciónes		Agravación	Agravación	Agravación	Agravación
Extracción anual de agua (hm3/año)	2 592	2 667	2 679	2 694	2 713
Superficial	550	523	518	513	505
Subterranea	2 042	2 144	2 161	2 181	2 208
Extracción anual de agua (m3/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
Indice de uso no sustentable del agua	**- 930**	**-1 088**	**-1 113**	**-1 145**	**-1 186**
Indice de estrés relativo del agua	**84%**	**103%**	**106%**	**110%**	**116%**
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
Población	20,019	23,089	23,537	25,186	25,528
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[34], cuyo responsable es el Consejo Civil Mexicano de Silvicultura Sustentable, así como los trabajos realizados en la Cuenca de Valle de Bravo[35] 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[36]. 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

[34] http://amanalco.ccmss.org.mx/
[35] http://procuenca.org/emv/#!/
[36] http://www.pincc.unam.mx/congresonacional2013/documentos_descargables/PDF/GestionMalinalco.pdf

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 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 estratega 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.

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_2 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_{2eq}	2010 Gg CO_{2eq}	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[37] (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.
- 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.

[37] El Departamento de Mitigación al Cambio Climático del Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático ya ha iniciado este proyecto en dos municipios.

- 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 USCUSS

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
Actualización y mejoramiento de los escenarios climáticos y	Continuar, profundizar y mejorar los estudios para proyecciones de los escenarios climáticos y los riesgos asociados (tendencias de sequias, 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).

desarrollo de capacidades locales	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.
Generación de herramientas para la gestión de riesgos en el estado	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.
Análisis costo beneficio de la adaptación vinculado con instituciones especialistas en la gestión de riesgo	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.	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.
	Incorporar la Gestión de Riesgos en los procesos de desarrollo comunitario, municipal y regional, mediante una efectiva participación social y comunitaria.
Mejorar los sistemas de alerta temprana y planes de emergencias estatales y regionales.	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.
	Establecer y apoyar la operación de áreas de protección civil requeridas, difundir y aplicar planes de emergencia ante distintos eventos hidrometeorológicos extremos
Financiamiento para la prevención y recuperación de desastres.	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.
	Promocionar la solidaridad y ahorro comunitario que permita apoyar de manera eficiente durante alguna emergencia a familias afectadas.
	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.

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 gubernamental es 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	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

			criterios ambientales		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
LINEAMIENTOS GENERALES DE ABASTECIMIENTO					
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
Incrementar el uso de aguas tratadas	Alta	Corto	Un solo uso Concesionada en su totalidad para riego. Ausencia de	Eficiente para riego de áreas verdes y jardines Se pueden añadir otros usos	CONAGUA CAEM Municipios

			políticas claras para su uso Inexistencia de incentivos al sector privado	Puede reutilizarse	
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.

EJE ESTRATÉGICO: AGUA					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y oportunidades	Instituciones responsables
REDUCIR FUGAS					
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
CULTURA DEL AGUA					
Desarrollar un mayor número de programas educativos escolariza-dos 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	Elaborar cursos y diplomados permanentes para profesores de educación primaria y media superior	UAEM, PINCC, SEP, SEMARNAT

			los niños.		
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.

EJE ESTRATÉGICO: AGUA					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y oportunidades	Instituciones responsables
USO AGRÍCOLA					
Modificar los sistemas de subsidio gubernamental, orientándolos hacia el apoyo a los cultivos de mayor rendimiento, y sistemas de riego	Alta	Medio	Es necesaria la concientización de los agricultores sobre los beneficios de la reconversión.	Se harían efectivos los programas federales visualizándolos como bolsa de recursos	CAEM CONAGUA SAGARPA

eficientes			Renuencia al cambio de cultivos por inexperiencia y tradiciones arraigadas en el cultivo y comercialización de ciertos productos agrícolas	territorializados y etiquetados.	
Promover políticas de compra definitiva por parte del gobierno de algunas concesiones para cerrar algunos de los pozos y evitar la sobrexplotación	Alta	Medio	Costos. Para hacer la venta atractiva para los concesionarios el gobierno debe ofrecer precios competitivos (iguales o ligera-mente 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 alter-nativas, 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
ESTUDIOS					

Replicar el estudio de caracterización y dinámica hídrica del sistema Cutzamala[38] para los Ríos Lerma, Moctezuma. Tepejí y Pánuco	Alta	Corto			Gobierno del Estado; Academia

LÍNEA DE ACCIÓN: A11.

Acciones necesarias con prioridad muy alta para desarrollar medidas de adaptación basada en ecosistemas[39].

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	Realizar un análisis de riesgo	Incendios, plagas (descortezador,

[38] 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

[39] 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.

forestales	/susceptibilidad a perturbaciones por variabilidad climática.	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.
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 [40] cuyo responsable es el Consejo Civil Mexicano de Silvicultura Sustentable, así como los trabajos realizados en la Cuenca de Valle de Bravo [41] 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[42].

LÍNEA DE ACCIÓN: A12[43].

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 RCSMO).	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.

[40] http://amanalco.ccmss.org.mx/
[41] http://procuenca.org/emv/#!/
[42] http://www.pincc.unam.mx/congresonacional2013/documentos_descargables/PDF/GestionMalinalco.pdf
[43] 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	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 RCSMO.	Evaluar la factibilidad de conformar un Fondo sectorial CONACYT - CONANP con operación en las ANP'S estatales y federales.
Bosque templado	Investigar especies con mayor susceptibilidad al cambio climático.	Específicamente, el comportamiento de umbrales de temperatura y humedad en ciertas especies (*Pinus Michoacana*, *P. hartwegii, Quercus cracifolia y Q. obtusata*). 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: *P. hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. patula* y *P. teocote*).
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[44]					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y oportunidades	Instituciones responsables
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

[44] 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.

Evitar el crecimiento de las ciudades hacia zonas de alta vulner-abilidad 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	Alta	Medio			Gobierno del Estado; Gobiernos municipales Actores sociales

aprovechamiento a escala municipal					
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 ecotécnias en los inmuebles nuevos	Alta	Medio			Gobierno del Estado; Gobiernos municipales
Establecer sistemas de alerta temprana en caso de desastres na-turales	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 lluvias, que pueden servir como insumo para la planeación urbana y ordenamientos territoriales a escala regional y municipal	Gobierno del Estado Gobiernos municipales

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 aislan-tes y materiales tradicionales de BCS. Hay que estruc-turar las políticas e instrumentos de fomento. Evaluar los costos y beneficios Normas de espe-cificaciones	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.	Municipios

				Se evita contaminación de aguas subterráneas. Más duradero	
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[45].**

Como lineamientos generales podemos determinar lo siguiente:

[45] 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://sedur.edomex.gob.mx/

- 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[46]), 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.

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

SECTOR AGRÍCOLA[47]					
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.
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

[47] 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.

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 tecnológico a los productores y organizaciones, y capacitación y desarrollo de capacidades para los diversos actores del sector agrícola.	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 metropolitanas para fomentar técnicas agroecológicas	Instituto Estatal de Cambio Climático, SEMARNAT, SAGARPA, CONAGUA Chapingo

LÍNEA DE ACCIÓN: A15.

Acciones necesarias de adaptación del sector industrial automotriz, textil, agroindustrial, minero[48] 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_2 equiv /mes y año	# de empresas incorporadas al censo
	Cálculo de consumo de energía eléctrica en la minería por año	Toneladas de CO_2 equiv /mes y año	# de empresas incorporadas al censo
	Medidas de eficiencia energética en el proceso de extracción de roca	Toneladas de CO_2 equiv /mes y año	# de empresas incorporadas al censo
	Que haya un porcentaje de la energía consumida proveniente de renovables	Toneladas de CO_2 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_2 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 seguimiento de medidas de eficiencia	# de bitácoras por empresa	# de empresas incorporadas al censo

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

	energética y mejora en consumo de agua no tengan manejo discrecional		
Utilización de agua	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 SUPERCICIALES

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: *Querion de Celso*, *Candidiosis mucocutanea*. 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 *Triatoma infestans* (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 *Aedes Aegypti y Aedes Albopictus*, (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

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, Otzoloapan, 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, Nezahualcóyotl, Nicolás Romero, Nopaltepec, Otumba, Otzolotepec, 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 dedicada 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, Hueypoxtla, 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 publica 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 publica 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[49].

[49] Para mayores detalles de esta propuesta, revisar anexo VII Adaptación Institucional EDOMEX.

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 atmosfera 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 atmosfera. 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, fosforo, etc., entre los seres vivos y el ambiente (atmosfera, 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.

CO2 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 Articulo 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 atmosfera un gas de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmosfera, 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.

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 Geofragía (INEGI). 2011. Anuario Estadístico de México. Temporalidad 2010.
- Instituto Nacional de Estadística y Geofragía (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.
- Secretaria 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
- 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 CXCIII, 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 (Secretaria de Economía). 2012. Monografía del sector Siderúrgico de México, 2011. Dirección General de Ias industrias pesadas y de alta tecnología. Dirección de Industria metalmecánica. México, D.F.
- SE (Secretaria de Economía).2011. Panorama minero del Estado de México. Servicio Geológico Mexicano. Coordinación General de Minería.

- Secretaria de Media Ambiente del Estado de México (SMAGEM).2010. Cedulas de Operación Integral (COI´s) del Estado de México.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2008. Cedulas 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- 1017. 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. Tlalnepantla 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 consultada en 14 de Abril del 2013.
- FAO, 2004. Estimaciones globales de las emisiones gaseosas de NH3, NO y N2O 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 Ingenie- ría 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
- 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 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. Semanat. México.D.F.http://www.cnf.gob.mx:8080/snif/portal/economica/anuariosestadisticos-de-la-produccion-forestal
- Semarnat. 2011. Anuario estadístico de la producción forestal 2010. Semanat. 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 biologica 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://dgces.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 Convensión 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_04/08_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/residuospeligrosos/biologicos/biologicos.pdf

Anexos 1

Análisis de Incertidumbre

ANEXO 1

Análisis de incertidumbre

GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO

GENTE QUE TRABAJA Y LOGRA enGRANDE

IEECC INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Sector Energía

Categoría de fuentes del IPCC	Gas	Emisiones año base (2005)	Emisiones año t (2010)	Incertidumbre en los datos de actividad	Incetidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Sensibilidad de tipo A	Sensibilidad de tipo B	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales	Indicador de calidad del factor de emisión	Indicador de calidad de los datos de actividad
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\frac{G \bullet D}{\sum D}$	Nota B	$\frac{D}{\sum C}$	$\frac{I \bullet F}{\text{Nota C}}$	$\frac{J \bullet E \bullet \sqrt{2}}{\text{Nota D}}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$	Nota E	Nota E
		Gg equivalente CO_2	Gg equivalente CO_2	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
1AIndustrias energía	CO_2	4763.40	4104.40	3	5	5.83	0.97	-0.03	0.17	-0.17	0.73	0.75	D - R	R
1A Combustión móvil: terrestres	CO_2	8025.90	9344.80	4	5	6.40	2.42	0.04	0.39	0.22	2.21	2.22	D - R	R
1A Combustión móvil: aéreo	CO_2	168.10	170.40	5	5	7.07	0.05	0.00	0.01	0.00	0.05	0.05	D - R	R
1A Residencial	CO_2	3027.70	3611.10	5	5	7.07	1.03	0.02	0.15	0.10	1.07	1.07	D - R	R
1A Comercial	CO_2	762.90	714.10	5	5	7.07	0.20	0.00	0.03	-0.02	0.21	0.21	D - R	R
1A Industria y Construcción	CO_2	6848.30	6423.10	2	5	5.39	1.40	-0.03	0.27	-0.13	0.76	0.77	D - R	R
1AAgricultura	CO_2	61.80	54.80	3	5	5.83	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	D - R	R
Industrias energía	CH_4	1.80	1.60	1	100	100.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	D - R	R
1A Combustión móvil: terrestres, autotransporte	CH_4	45.10	48.30	2	40	40.05	0.08	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	D	R
1A Combustión móvil: aéreo	CH_4	0.00	0.00	2	40	40.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	D - R	R
1A Residencial	CH_4	128.30	125.90	5	100	100.12	0.51	0.00	0.01	-0.03	0.04	0.05	D - R	R
1A Comercial	CH_4	2.50	2.30	5	100	100.12	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	D - R	R
1A Industria y Construcción	CH_4	9.20	7.90	2	100	100.02	0.03	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01	D - R	R
Agricultura	CH_4	0.20	0.20	5	100	100.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	D - R	R
Industrias energía	N_2O	2.60	2.36	5	50	50.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	D - R	R
1A Combustión móvil: terrestres	N_2O	20.20	24.40	1	50	50.01	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	D - R	R
1A Combustión móvil: aéreo	N_2O	1.47	1.49	50	1000	1001.25	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	D - R	R
1A Residencial	N_2O	32.00	32.70	5	100	100.12	0.13	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	D - R	R
1A Comercial	N_2O	2.20	2.00	5	100	100.12	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	D - R	R
1A Industria y Construcción	N_2O	9.30	10.30	2	100	100.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	D - R	R
Agricultura	N_2O	0.20	0.20	5	50	50.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	D - R	R
		$\sum C$	$\sum D$				$\sqrt{\sum H2}$					$\sqrt{\sum M2}$		
Total		23913.17	24682.35				3.19					2.70		
							Incertidumbre general en el año					incertidumbre en la tendencia		

Sector Agricultura

Inventario de Gases de Efecto Invernadero del Estado de México 2005 y 2009

CALCULO Y PRESENTACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN EL NIVEL 1

Categoría de fuentes del IPCC	Gas	Emisiones año base (2005)	Emisiones año (2010)	Incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Sensibilidad de tipo A	Sensibilidad de tipo B	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales	Indicador de calidad del factor de emisión	Indicador de calidad de los datos de actividad
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\frac{G \bullet D}{\sum D}$	Nota B	$\frac{D}{\sum C}$	$\frac{I \bullet F}{\text{Nota C}}$	$\frac{J \bullet E \bullet \sqrt{2}}{\text{Nota D}}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$	Nota E	Nota E
		Gg equivalente CO_2	Gg equivalente CO_2	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
4A Fermentación Entérica	CO_2	[redacted]21.93	[redacted]98.93	15	15	21.21	6.23	0.02	0.30	0.30	6.28	6.29	D[redacted]R	R
4B Manejo de estiércol	CO_2	[redacted]95.84	[redacted]90.97	15	20	25.00	1.40	0.00	0.06	-0.04	1.20	1.20	D[redacted]R	R
4C Cultivo de arroz	CO_2	[redacted]0.38	[redacted]0.35	10	20	22.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	D	R
4D Suelos agrícolas	CO_2	[redacted],205.20	[redacted],173.77	15	20	25.00	15.96	-0.02	0.64	-0.31	13.67	13.68	D	R
4E Quemas programadas de suelos	CO_2					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	D	R
4F Quemas insitu de residuos agrícolas	CO_2	49.12	40.08	15	20	25.00	0.29	0.00	0.01	-0.06	0.25	0.26	D	R
		∑C	∑D				√∑H2					√∑M2		
Total		[redacted],372.47	[redacted],404.09				17.19					15.10		
							Incertidumbre general en el año					Incertidumbre en la tendencia		

Sector Uso de Suelo Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

Inventario de Gases de Efecto Invernadero del Estado de México 2005 y 2010 CALCULO Y PRESENTACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN EL NIVEL 1														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Categoría de fuentes del IPCC	Gas	Emisiones año base (2005)	Emisiones año (2010)	Incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Sensibilidad de tipo A	Sensibilidad de tipo B	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales	Indicador de calidad del factor de emisión	Indicador de calidad de los datos de actividad
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\frac{G \bullet D}{\sum D}$	Nota B	$\frac{D}{\sum C}$	$\frac{I \bullet F}{\text{Nota C}}$	$\frac{J \bullet E \bullet \sqrt{2}}{\text{Nota D}}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$	Nota E	Nota E
		Gg equivalente CO_2	Gg equivalente CO_2	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
5A Cambios de biomasa de bosques y otros tipos de vegetación leñosa	CO_2	1886.82	1826.84	15	20	25.00	15.77	-0.04	0.65	-0.73	13.69	13.71	D	R
5B Conversión de bosques y pastizales	CO_2	1425.83	1513.60	20	20	28.28	14.78	0.02	0.53	0.38	15.13	15.13	D	R
5C Abandono de áreas manejadas	CO_2	-482.33	-443.63	20	20	28.28	-4.33	0.02	-0.16	0.35	-4.43	4.45	D	R
5D Emisiones de suelos minerales	CO_2	ND	ND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D	R
		$\sum C$	$\sum D$				$\sqrt{\sum H2}$					$\sqrt{\sum M2}$		
Total		2830.32	2896.81				22.04					20.90		
							Incertidumbre general en el año					incertidumbre en la tendencia		

Sector Desechos

Inventario de Gases de Efecto Invernadero del Estado de México 2005-2010 CALCULO Y PRESENTACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN EL NIVEL 1																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Categoría de fuentes del IPCC	Gas	Emisiones año base (2005)	Emisiones año t (2010)	Incertidumbre en los datos de actividad	Incetidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones estatales en el año t	Sensibilidad de tipo A	Sensibilidad de tipo B	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones estatales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones estatales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones estatales totales	Indicador de calidad del factor de emisión	Indicador de calidad de los datos de actividad	Números de referencia del dictamen de expertos	Numero de referencia de la nota al pie
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\frac{G \bullet D}{\sum D}$	Nota B	$\frac{D}{\sum C}$	$\frac{I \bullet F}{\text{Nota C}}$	$\frac{J \bullet E \bullet \sqrt{2}}{\text{Nota D}}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$	Nota E	Nota E		
		Gg equivalente CO_2	Gg equivalente CO_2	%	%	%	%	%	%	%	%	%				
6A Emisiones de desechos sólidos	CO_2	7199.64	9913.23	4	10	10.77	8.86	0.28	0.63	2.79	3.55	4.51	D - R	R		
6B Emisiones por el manejo de aguas residuales domésticas	CO_2	8239.14	1719.01	10	42	43.17	6.16	-0.29	0.11	-12.05	1.54	12.15	D - R	R		
6C Emisiones por el manejo de aguas residuales industriales	CO_2	368.26	415.18	9	51	51.79	1.78	0.01	0.03	0.43	0.33	0.55	D - R	R		
		$\sum C$	$\sum D$				$\sqrt{\sum H2}$					$\sqrt{\sum M2}$				
Total		15807.05	12047.42				10.94					12.97				
							Incertidumbre general en el año					incertidumbre en la tendencia				

GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

GENTE QUE TRABAJA Y LOGRA enGRANDE

IEECC
INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Anexo 2

Climatología de la precipitación y temperatura para el Estado de México, y la zona conurbada colindante con el Distrito Federal y el estado de Morelos

Dr. José Luis Bravo

Índice del Anexo 1. Climatología de la precipitación y temperatura para el Estado de México, y la zona conurbada colindante con el Distrito Federal y el estado de Morelos

ÍNDICE GENERAL

Introducción……..P. 3
Regiones de Temperatura en el Estado de México……P. 4
Regiones de Precipitación en el Estado de México……P.4
Bases Bibliográficas……P. 7
Apéndice 1. Estaciones empleadas para la climatología de la Temperatura ……P. 8
Apéndice 2. Estaciones empleadas para la climatología de la Precipitación ……..P. 12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Climatología de la Temperatura……..P. 6
Figura 2. Climatología de la precipitación……P. 7

Introducción

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 20 años de datos 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 y reportan precipitación y temperatura normales.

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.

El análisis de conglomerados consiste en agrupar las estaciones según la distancia entre cada uno de los puntos (estaciones), en este caso no es la distancia física entre estaciones la que se usa; la que se usa es la distancia en una sola dimensión según la temperatura media de cada estación. Los grupos de forman de tal modo que la distancia entre puntos de un mismo grupo sea mínima y la distancia entre los centros de los grupos así formados sea máxima, es decir la distancia dentro de grupos sea mínima y la distancia entre grupos sea máxima. Para iniciar el análisis es necesario fijar el número de conglomerados en los que se desea agrupar los puntos. El procedimiento se inició se inició con 7 conglomerados para la

precipitación y se decidió eliminar el grupo compuesto por una sola estación con una precipitación extremadamente baja (230 mm), demasiado alejada de cualquiera otro conglomerado. El conglomerado superior tiene tres estaciones con precipitaciones elevadas, sin embargo, como consta de tres estaciones cercanas se decidió mantenerlo. Se pueden eliminar los conglomerados superior y/o inferior que generalmente agrupan valores extremos y que frecuentemente no son reales esto se hace con el propósito de no sesgar los valores en estudios de climatología.

Para el caso de la temperatura se escogieron también 6 agrupamientos pero en los agrupamientos menor y mayor hubo pocas estaciones sin valores demasiados alejados unos de otros y se decidió reducir a 5 el número de conglomerados usados.

Usando la posición de cada estación, se elaboraron mapas para distinguir con colores la cantidad de precipitación y temperatura anual total promedio de cada conglomerado.

Los valores así obtenidos de temperatura y precipitación se superpondrán a los valores de la corrección calculada por Oscar Sánchez según los distintos escenarios de emisión y de este modo calcular los valores futuros correspondientes.

Regiones de Temperatura en el Estado de México

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 1).

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 15.8ºC 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.

Finalmente a la casi totalidad del estado de Morelos corresponden temperaturas altas de 23.1°C a excepción de la zona norte con una pequeña región de temperaturas medias de 15.8°C y 18.6°C que corresponde a la sierra entre el Distrito Federal y el estado de Morelos. Las regiones en las que hay ausencia de estaciones, como es el área poniente del Distrito Federal, corresponden a regiones montañosas.

Resulta evidente que la temperatura media está determinada, principalmente, por la orografía de la región, es decir, directamente por la altitud de las estaciones.

En el Apéndice 1 se enlistan las estaciones que se han empleado para la elaboración de la climatología de la temperatura.

Regiones de Precipitación en el Estado de México

Para la precipitación la distribución geográfica de los conglomerados es menos clara (Figura 2). Se distinguen 6 conglomerados con valores totales anuales de 583, 736, 869, 1044, 1338 y 2007 mm de precipitación. 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.

En el área del Distrito Federal la precipitaión se incrementa de noreste a suroeste debido a los vientos dominantes que provienen del Noreste y sufren un ascenso adiabático debido a la presencia de la serranía al poniente del Distrito Federal.

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 Apéndice 2 se enlistan las estaciones que se han empleado para la elaboración de la climatología de la precipitación.

Figura 1. Climatología de la Temperatura

Figura 2. Climatología de la precipitación

Fuente: http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75).

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, FI=0.82

Apéndice 1. Estaciones empleadas para la climatología de la Temperatura

Estación	Longitud	Latitud	Temp.
ESTACION: 00015062 NEVADO DE TOLUCA	99.7814	19.1186	**4**
ESTACION: 00015312 COLONIA ALVARO OBREGON	99.4958	19.3778	**7.1**
ESTACION: 00015231 PRESA ITURBIDE	99.4642	19.5294	**9.1**
ESTACION: 00015183 EL ORO	100.1294	19.8092	**9.3**
ESTACION: 00015276 SAN JOSE DEL CONTADERO	99.8081	19.2344	**9.5**
ESTACION: 00015045 LA MARQUESA	99.3686	19.2986	**10.1**
ESTACION: 00009022 EL GUARDA	99.1731	19.1344	**10.3**
ESTACION: 00015070 PRESA BROCKMAN	100.1403	19.7692	**10.8**
ESTACION: 00015244 MUYTEJE	99.9308	20.0219	**11.1**
ESTACION: 00015240 SAN FRANCISCO PUTLA	99.6319	19.1189	**11.6**
ESTACION: 00015018 COLONIA MANUEL A CAMACHO	98.7653	19.3250	**11.7**
ESTACION: 00015066 PALIZADA	100.0978	19.5075	**11.9**
ESTACION: 00015112 SANTIAGO YECHE	99.7031	19.7044	**12**
ESTACION: 00015199 MINA VIEJA	99.9475	19.5561	**12**
ESTACION: 00015174 PALO MANCORNADO	99.9222	19.2925	**12**
ESTACION: 00017047 HUITZILAC	99.2742	19.0583	**12.1**
ESTACION: 00015024 PRESA DANXHO	99.5550	19.8858	**12.3**
ESTACION: 00015051 LOS VELAZQUEZ	99.8694	19.4239	**12.3**
ESTACION: 00015078 PRESA FRANCISCO TRINIDAD	99.7908	19.8250	**12.5**
ESTACION: 00015063 NUEVA SANTA ELENA	99.6994	19.4111	**12.5**
ESTACION: 00015071 PRESA EL TIGRE	99.6864	19.7803	**12.5**
ESTACION: 00015282 TRES BARRANCAS	99.7983	19.3408	**12.5**
ESTACION: 00015239 SAN ANTONIO TROJES	99.6400	19.7531	**12.6**
ESTACION: 00015187 PRESA HUAPANGO	99.6903	20.0544	**12.6**
ESTACION: 00015076 PRESA TEPETITLAN	99.9578	19.6625	**12.7**
ESTACION: 00015251 ATLACOMULCO II (DGE)	99.8744	19.7975	**12.7**
ESTACION: 00015010 ATOTONILCO	99.7756	19.4622	**12.7**
ESTACION: 00015037 JIQUIPILCO	99.6000	19.5592	**12.7**
ESTACION: 00015160 SANTIAGO DEL MONTE	99.9450	19.4008	**12.7**
ESTACION: 00015038 JOQUICINGO	99.5319	19.0514	**12.7**
ESTACION: 00015126 TOLUCA (OBS)	99.7142	19.2911	**12.8**
ESTACION: 00015088 SAN FRANCISCO OXTOTILPAN	99.9072	19.1558	**12.8**
ESTACION: 00017021 TLACUALERA	98.9436	18.6167	**12.9**
ESTACION: 00015261 EL JAZMIN	99.8800	20.0208	**13**
ESTACION: 00015333 EL PALMITO	99.6800	19.9172	**13.2**

ESTACION: 00015085 SAN BARTOLO DEL LLANO	99.7414	19.5244	**13.2**
ESTACION: 00015266 CODAGEM	99.5756	19.2483	**13.2**
ESTACION: 00015025 EJIDO DE LLANO GRANDE	**99.6650**	**19.5728**	**13.2**
ESTACION: 00015308 SAN CRISTOBAL DE LOS BAÑOS	**99.8717**	**19.6894**	**13.3**
ESTACION: 00015030 HACIENDA LA Y	99.5631	19.4050	**13.3**
ESTACION: 00015236 OCOYOTEPEC	99.8417	19.4939	**13.3**
ESTACION: 00015049 LERMA	99.5119	19.2847	**13.3**
ESTACION: 00015317 SAN JOSE EPIFANIA	99.6286	19.7131	**13.3**
ESTACION: 00015223 PUENTE CAPORAL	99.4550	18.9028	**13.4**
ESTACION: 00015185 PRESA EL MOLINO	99.7406	20.1269	**13.4**
ESTACION: 00015361 POZO OCHO	99.7456	19.9556	**13.4**
ESTACION: 00015203 CALIXTLAHUACA	99.6842	19.3389	**13.4**
ESTACION: 00015089 SAN FRANCISCO	99.7678	19.2922	**13.4**
ESTACION: 00015233 SAN NICOLAS MAVATI	99.9456	19.5867	**13.4**
ESTACION: 00015315 CASETA EPCCA	99.5236	19.2858	**13.4**
ESTACION: 00015014 CAPULHUAC	99.5453	19.4408	**13.4**
ESTACION: 00015086 SAN BERNABE	99.7144	19.4761	**13.5**
ESTACION: 00015273 PRESA ÑADO	99.8644	20.0386	**13.5**
ESTACION: 00009041 SAN FRANCISCO TLALNEPANTLA	99.1286	19.1967	**13.5**
ESTACION: 00015119 TEMOAYA	99.5931	19.4697	**13.5**
ESTACION: 00015201 TROJES	99.6125	19.4281	**13.6**
ESTACION: 00015093 SAN LORENZO MALACOTA	99.6133	19.6469	**13.6**
ESTACION: 00015057 MIMIAPAN	99.4644	19.4431	**13.6**
ESTACION: 00015210 SAN JUAN TOTOLAPAN	98.7267	19.5297	**13.7**
ESTACION: 00015260 SAN LUCAS TOTOLMALOYA	99.9069	20.0842	**13.7**
ESTACION: 00015189 LA CONCEPCION	99.9147	20.1467	**13.7**
ESTACION: 00015245 LA JORDANA	99.9950	19.7961	**13.7**
ESTACION: 00015122 TENANGO	99.6172	19.1069	**13.7**
ESTACION: 00015029 EL TEJOCOTE	99.9175	19.8617	**13.7**
ESTACION: 00015267 CHICHILPA	100.0419	19.7194	**13.7**
ESTACION: 00015259 AGUA BENDITA	99.8564	18.9847	**13.7**
ESTACION: 00015002 ACULCO (SMN)	99.8200	20.1000	**13.8**
ESTACION: 00015374 AGUA BENDITA	99.9503	19.2672	**13.8**
ESTACION: 00015264 BUENOS AIRES	99.6683	19.6164	**13.9**
ESTACION: 00015069 POLOTITLAN	99.8458	20.2192	**14**
ESTACION: 00015056 MEXICALCINGO	99.5886	19.2094	**14**
ESTACION: 00015238 SANTA MARIA DEL LLANO	99.7286	19.5147	**14**
ESTACION: 00015341 SAN ANTONIO NIXINI	99.6833	19.6725	**14**
ESTACION: 00015065 OTUMBA	98.7583	19.7000	**14.1**
ESTACION: 00015020 CHALCO -SAN LUCAS-	98.8958	19.2583	**14.1**
ESTACION: 00015128 TULTENANGO	100.0814	19.8119	**14.1**
ESTACION: 00015104 SAN PEDRO POTLA	99.9678	19.8550	**14.1**
ESTACION: 00015108 SANTA MARIA DEL MONTE	99.8247	19.3061	**14.1**

ESTACION: 00015007 AMECAMECA DE JUAREZ (DGE)	98.7722	19.1406	**14.2**
ESTACION: 00015103 SAN PEDRO NEXAPA	**98.7383**	**19.0836**	**14.3**
ESTACION: 00015095 SAN LUIS AYUCAN	**99.3678**	**19.4953**	**14.3**
ESTACION: 00015301 TEXCALTITLAN D-7	99.9339	18.9306	**14.4**
ESTACION: 00015129 TULTEPEC	99.1267	19.6842	**14.5**
ESTACION: 00015039 JUCHITEPEC	98.8847	19.0869	**14.5**
ESTACION: 00015298 SANTA CRUZ TEZONTEPEC E-21	99.3861	19.0631	**14.7**
ESTACION: 00015055 MAQUIXCO	98.8322	19.7842	**14.8**
ESTACION: 00015280 TLALMANALCO	98.8033	19.2039	**14.9**
ESTACION: 00015075 PRESA LAS RUINAS	99.2783	19.5811	**14.9**
ESTACION: 00015115 SANTO TOMAS PUENTE	99.1669	19.7747	**15**
ESTACION: 00015368 EL FRESNO	100.0628	19.1461	**15**
ESTACION: 00015217 SAN JUAN ACAZUCHITLAN	99.6025	20.1400	**15.1**
ESTACION: 00015028 EL TAJO -TUNEL VIEJO-	99.1264	19.9086	**15.2**
ESTACION: 00015074 PRESA LA CONCEPCION	99.3017	19.6950	**15.2**
ESTACION: 00015184 EL ISLOTE	99.6561	18.9678	**15.2**
ESTACION: 00017046 HUEYAPAN E-4	98.6903	18.8850	**15.2**
ESTACION: 00009032 MILPA ALTA	99.0219	19.1906	**15.3**
ESTACION: 00015255 IXTLAHUACA VILLADA E-30	99.8011	18.9203	**15.3**
ESTACION: 00015256 OCUILAN E-23	99.4208	18.9908	**15.3**
ESTACION: 00015041 GRAN CANAL KM 27+250	99.0194	19.5617	**15.4**
ESTACION: 00015081 REPRESA EL ALEMAN	99.2192	19.7044	**15.4**
ESTACION: 00015117 TEMASCALCINGO	100.0122	19.9197	**15.4**
ESTACION: 00015197 CUESTA DEL CARMEN	100.1978	19.4628	**15.4**
ESTACION: 00015064 OXTHOC	99.5444	20.1197	**15.5**
ESTACION: 00009045 SANTA ANA TLACOTENCO	99.0028	19.1789	**15.5**
ESTACION: 00015022 CHICONAUTLA	99.0172	19.6567	**15.6**
ESTACION: 00015193 PRESA TAXHIMAY	99.4075	19.8417	**15.6**
ESTACION: 00015350 LA TROJA VIEJA	99.9925	18.7586	**15.6**
ESTACION: 00015077 PRESA TOTOLICA	99.2836	19.4528	**15.7**
ESTACION: 00015272 EL MIRADOR	99.7792	18.8069	**15.7**
ESTACION: 00009020 DESVIACION ALTA AL PEDREGAL	99.1822	19.2969	**15.7**
ESTACION: 00009025 HACIENDA LA PATERA	99.1583	19.5128	**15.7**
ESTACION: 00015083 SAN ANDRES	98.9106	19.5319	**15.8**
ESTACION: 00015094 SAN LUIS AMECA	98.8708	19.1903	**15.8**
ESTACION: 00015098 SAN MARTIN OBISPO	99.1928	19.6217	**15.8**
ESTACION: 00015016 COATEPEC HARINAS	99.7661	18.9231	**15.8**
ESTACION: 00017039 SAN JUAN TLACOTENCO	99.0939	19.0392	**15.8**
ESTACION: 00015073 PRESA GUADALUPE	99.2822	19.6233	**15.9**

ESTACION: 00015296 SAN SEBASTIAN E-27	99.4847	18.9739	**15.9**
ESTACION: 00015008 ATENCO	98.9128	19.5439	**16**
ESTACION: 00015190 PRESA SAN ILDEFONSO	99.9564	20.1975	**16**
ESTACION: 00015299 SANTA MARIA E-31	99.6494	18.9883	**16**
ESTACION: 00015044 LA GRANDE	**98.9139**	**19.5761**	**16.1**
ESTACION: 00015017 COATEPEC DE LOS OLIVOS	**98.8461**	**19.3847**	**16.2**
ESTACION: 00015241 SAN PEDRO TENAYAC	100.1767	19.0475	**16.2**
ESTACION: 00015287 LA COMUNIDAD D-8	99.9300	19.1347	**16.2**
ESTACION: 00015090 SAN JERONIMO	98.9494	19.7508	**16.4**
ESTACION: 00015145 PLAN LAGO DE TEXCOCO	98.9317	19.4506	**16.4**
ESTACION: 00015099 SAN MATEO ACUITLAPILCO	99.0439	19.7633	**16.6**
ESTACION: 00015047 LAS ARBOLEDAS	99.2158	19.5628	**16.6**
ESTACION: 00015127 TOTOLICA SAN BARTOLO	99.2456	19.4656	**16.7**
ESTACION: 00009010 COLONIA AMERICA	99.2017	19.4125	**16.7**
ESTACION: 00009070 CAMPO EXPERIMENTAL	99.1722	19.3514	**16.8**
ESTACION: 00017060 ALPONOCAN	98.6897	18.9311	**16.8**
ESTACION: 00015013 CALACOAYA	99.2394	19.5342	**16.9**
ESTACION: 00015305 TOTOLMAJAC E-17	99.6847	18.9169	**17**
ESTACION: 00009029 GRAN CANAL KM. 06+250	99.0914	19.4767	**17.1**
ESTACION: 00015058 MOLINITO	99.2383	19.4536	**17.1**
ESTACION: 00015170 CHAPINGO (DGE)	98.8864	19.4847	**17.2**
ESTACION: 00017045 HUECAHUAXCO E-7	98.7531	18.9119	**17.4**
ESTACION: 00009043 SAN JUAN DE ARAGON	99.0792	19.4653	**17.5**
ESTACION: 00015192 TAXHIEMSNM.	99.8892	20.2256	**17.5**
ESTACION: 00009014 COLONIA SANTA URSULA	99.1481	19.3033	**17.5**
ESTACION: 00009051 TLAHUAC	99.0036	19.2628	**17.6**
ESTACION: 00009071 COLONIA EDUCACION	99.1322	19.3339	**17.6**
ESTACION: 00009036 PLAYA CALETA 454 COLONIA	99.0978	19.3953	**17.7**
ESTACION: 00015059 MOLINO BLANCO	99.2208	19.4775	**17.7**
ESTACION: 00015173 AHUATENCO	99.3314	18.9483	**17.8**
ESTACION: 00015353 BUENA VISTA	100.0431	19.0078	**18.3**
ESTACION: 00015225 JILOTEPEC	99.5317	19.9581	**18.4**
ESTACION: 00017051 TOTOLAPAN E-10	98.9197	18.9869	**18.6**
ESTACION: 00017051 TOTOLAPAN E-10	98.9197	18.9869	**18.6**
ESTACION: 00015046 PRESA COLORINES (CFE)	100.2164	19.1764	**18.7**
ESTACION: 00017048 PUENTE OCUITUCO E-5	98.7753	18.8781	**18.9**
ESTACION: 00015270 MEYUCA	99.7814	18.8511	**19.1**
ESTACION: 00015134 VIVERO LA PAZ	99.6431	18.8942	**19.6**
ESTACION: 00015248 COATEPEQUITO	99.6222	18.7503	**20**
ESTACION: 00017043 E.T.A. 118 YECAPIXTLA	98.8583	18.8917	**20.2**
ESTACION: 00017001 ATLATLAHUACAN	98.9281	18.9367	**20.3**
ESTACION: 00017020 TLACOTEPEC	98.7500	18.8133	**20.3**

ESTACION: 00017049 TEPOZTLAN E-12	99.0997	18.9853	**20.7**
ESTACION: 00015328 MAZATEPEC	100.1022	18.8931	**20.9**
ESTACION: 00017028 JONACATEPEC	98.8247	18.6917	**20.9**
00017004 CUERNAVACA (DGE)	99.2342	18.9186	**21.1**
ESTACION: 00017052 YECAPIXTLA (DGE)	**98.8650**	**18.8833**	**21.2**
ESTACION: 00017036 LAGUNILLAS DE RAYON	**98.7167**	**18.4833**	**21.6**
ESTACION: 00017015 TEPALCINGO	98.8436	18.5964	**21.8**
ESTACION: 00017058 CUENTEPEC	99.3264	18.8603	**21.9**
ESTACION: 00017071 PROGRESO	99.1533	18.8800	**21.9**
ESTACION: 00017003 CUAUTLA (SMN)	98.9508	18.8042	**22**
ESTACION: 00017005 CUAUTLA (DGE)	98.9508	18.8103	**22.1**
ESTACION: 00017024 YAUTEPEC	99.0217	18.8544	**22.1**
ESTACION: 00017012 OAXTEPEC	98.9703	18.9064	**22.2**
ESTACION: 00017002 COLONIA EMPLEADO	99.2308	18.9483	**22.5**
ESTACION: 00017061 APANCINGO	99.4636	18.6800	**22.8**
00017057 EL LIMON	98.9375	18.5311	**22.8**
ESTACION: 00015324 COLONIA HIDALGO	99.4675	18.7958	**22.9**
ESTACION: 00017054 MOYOTEPEC	98.9753	18.6708	**23**
ESTACION: 00017014 TEMIXCO	99.2272	18.8544	**23.1**
ESTACION: 00017072 ALPUYECA	99.2658	18.7350	**23.7**
ESTACION: 00017026 C.A.E. LA VICTORIA	99.2008	18.6367	**23.7**
ESTACION: 00017006 EL RODEO	99.3236	18.7786	**23.7**
ESTACION: 00017059 COATLAN DEL RIO	99.4333	18.7453	**23.8**
ESTACION: 00017077 XOXOCOTLA	99.2439	18.6850	**23.8**
ESTACION: 00017076 PUENTE DE IXTLA	99.3258	18.6292	**24**
ESTACION: 00017013 TEMILPA	99.0939	18.7058	**24**
ESTACION: 00017044 E.T.A. 040 AMACUZAC	99.3694	18.5986	**24.1**
ESTACION: 00017008 HUAUTLA	99.0250	18.4400	**24.1**
ESTACION: 00017018 TICUMAN	99.1211	18.7592	**24.2**
ESTACION: 00017073 CUAUTLITA	99.3844	18.7003	**24.3**
ESTACION: 00017031 JOJUTLA (DGE)	99.1842	18.5839	**24.3**

ESTACION: 00017019 TILZAPOTLA	99.3061	18.4878	**24.5**
ESTACION: 00017038 NEXPA	99.1450	18.5200	**24.7**
ESTACION: 00017056 SAN PABLO HIDALGO	99.0447	18.5819	**25.1**
ESTACION: 00017033 XICATLACOTLA (CFE)	99.1000	18.4500	**25.1**
00017007 HUAJINTLAN	**99.4244**	**18.6100**	**25.2**

Apéndice 2. Estaciones empleadas para la climatología de la Precipitación

Estación	Longitud	Latitud	Precipitación mm	Altitud m
ESTACION: 00009025 HACIENDA LA PATERA	99.1583	19.5128	453.6	**2240**
ESTACION: 00009051 TLAHUAC	99.0036	19.2628	461.7	**2240**
ESTACION: 00015065 OTUMBA	98.7583	19.7000	515.2	**2349**
ESTACION: 00015022 CHICONAUTLA	99.0172	19.6567	517.1	**2340**
ESTACION: 00015090 SAN JERONIMO	98.9494	19.7508	546.7	**2265**
ESTACION: 00015210 SAN JUAN TOTOLAPAN	98.7267	19.5297	549.2	**2750**
ESTACION: 00015055 MAQUIXCO	98.8322	19.7842	552.2	**2530**
ESTACION: 00015020 CHALCO -SAN LUCAS-	98.8958	19.2583	552.9	**2240**
ESTACION: 00015044 LA GRANDE	98.9139	19.5761	559.9	**2250**
ESTACION: 00015045 LA MARQUESA	99.3686	19.2986	1,307.20	**2230**
ESTACION: 00015256 OCUILAN E-23	99.4208	18.9908	1,323.40	**2310**
00017004 CUERNAVACA (DGE)	99.2342	18.9186	1,325.30	**1510**
ESTACION: 00015184 EL ISLOTE	99.6561	18.9678	1,330.60	**2200**
ESTACION: 00015259 AGUA BENDITA	99.8564	18.9847	1,339.80	**2850**
ESTACION: 00015353 BUENA VISTA	100.0431	19.0078	1,340.50	**1865**
ESTACION: 00009022 EL GUARDA	99.1731	19.1344	1,356.50	**2990**
ESTACION: 00015296 SAN SEBASTIAN E-27	99.4847	18.9739	1,414.10	**2045**
ESTACION: 00015350 LA TROJA VIEJA	99.9925	18.7586	1,485.20	**2830**
ESTACION: 00015231 PRESA ITURBIDE	99.4642	19.5294	1,515.80	**3290**
ESTACION: 00015088 SAN FRANCISCO OXTOTILPAN	99.9072	19.1558	1,525.30	**2605**
ESTACION: 00017039 SAN JUAN TLACOTENCO	99.0939	19.0392	1,587.50	**2836**
ESTACION: 00017047 HUITZILAC	99.2742	19.0583	1,617.70	**2801**
ESTACION: 00015317 SAN JOSE EPIFANIA	99.6286	19.7131	1,825.70	**2631**

ESTACION: 00015368 EL FRESNO	100.0628	19.1461	2,057.10	**2160**
ESTACION: 00017049 TEPOZTLAN E-12	99.0997	18.9853	1,296.30	**1716**
ESTACION: 00015051 LOS VELAZQUEZ	**99.8694**	**19.4239**	**2,137.30**	**2577**

ESTACION: 00015008 ATENCO	**98.9128**	**19.5439**	**565.2**	**2245**
ESTACION: 00015145 PLAN LAGO DE TEXCOCO	98.9317	19.4506	568.8	**2260**
ESTACION: 00015041 GRAN CANAL KM 27+250	99.0194	19.5617	578.7	**2236**
ESTACION: 00015083 SAN ANDRES	98.9106	19.5319	580.2	**2244**
ESTACION: 00015099 SAN MATEO ACUITLAPILCO	99.0439	19.7633	583.4	**2250**
ESTACION: 00015170 CHAPINGO (DGE)	98.8864	19.4847	598.6	**2250**
ESTACION: 00015115 SANTO TOMAS PUENTE COLGANTE	99.1669	19.7747	602.1	**2250**
ESTACION: 00015028 EL TAJO -TUNEL VIEJO-	99.1264	19.9086	607.7	**2229**
ESTACION: 00009043 SAN JUAN DE ARAGON	99.0792	19.4653	609.3	**2240**
ESTACION: 00009029 GRAN CANAL KM. 06+250	99.0914	19.4767	609.6	**2239**
ESTACION: 00015129 TULTEPEC	99.1267	19.6842	613.7	**2245**
ESTACION: 00015308 SAN CRISTOBAL DE LOS BAÑOS	99.8717	19.6894	617.8	**2570**
ESTACION: 00015223 PUENTE CAPORAL	99.4550	18.9028	621.5	**1504**
ESTACION: 00015094 SAN LUIS AMECA	98.8708	19.1903	632.9	**2285**
ESTACION: 00015017 COATEPEC DE LOS OLIVOS	98.8461	19.3847	640	**2405**
ESTACION: 00015264 BUENOS AIRES	99.6683	19.6164	641.5	**2576**
ESTACION: 00015081 REPRESA EL ALEMAN	99.2192	19.7044	641.7	**2365**
ESTACION: 00015117 TEMASCALCINGO	100.0122	19.9197	644.4	**2377**
ESTACION: 00015192 TAXHIEMSNM.	99.8892	20.2256	646.6	**2260**
ESTACION: 00015002 ACULCO (SMN)	99.8200	20.1000	670.1	**2490**
ESTACION: 00015098 SAN MARTIN OBISPO	99.1928	19.6217	682.1	**2255**
ESTACION: 00015069 POLOTITLAN	99.8458	20.2192	688.8	**2280**
ESTACION: 00015193 PRESA TAXHIMAY	99.4075	19.8417	690.1	**2235**
ESTACION: 00009071 COLONIA EDUCACION	99.1322	19.3339	691.9	**2250**
ESTACION: 00015064 OXTHOC	99.5444	20.1197	696.8	**2353**
ESTACION: 00015239 SAN ANTONIO TROJES	99.6400	19.7531	697.9	**2831**
ESTACION: 00015185 PRESA EL MOLINO	99.7406	20.1269	699.9	**2493**
ESTACION: 00015078 PRESA FRANCISCO TRINIDAD	99.7908	19.8250	702.1	**2718**
ESTACION: 00015073 PRESA GUADALUPE	99.2822	19.6233	704.3	**2310**
ESTACION: 00009045 SANTA ANA TLACOTENCO	99.0028	19.1789	704.6	**2595**
ESTACION: 00015074 PRESA LA CONCEPCION	99.3017	19.6950	705.4	**2300**
ESTACION: 00015361 POZO OCHO	99.7456	19.9556	731.5	**2626**
ESTACION: 00015260 SAN LUCAS TOTOLMALOYA	99.9069	20.0842	731.9	**2737**
ESTACION: 00009036 PLAYA CALETA 454 COLONIA	99.0978	19.3953	735.5	**2235**
ESTACION: 00015056 MEXICALCINGO	99.5886	19.2094	736.6	**2602**
ESTACION: 00009032 MILPA ALTA	99.0219	19.1906	742	**2420**
ESTACION: 00015333 EL PALMITO	99.6800	19.9172	742.6	**2641**
ESTACION: 00015039 JUCHITEPEC	98.8847	19.0869	749.2	**2543**
ESTACION: 00015085 SAN BARTOLO DEL LLANO	99.7414	19.5244	750	**2587**
ESTACION: 00015190 PRESA SAN ILDEFONSO	99.9564	20.1975	750.9	**2290**
ESTACION: 00015076 PRESA TEPETITLAN	99.9578	19.6625	752.1	**2564**

ESTACION: 00015066 PALIZADA	100.0978	19.5075	752.2	**2635**
ESTACION: 00015225 JILOTEPEC	**99.5317**	**19.9581**	**754.3**	**2500**
ESTACION: 00015128 TULTENANGO	**100.0814**	**19.8119**	**757.3**	**2601**
ESTACION: 00015018 COLONIA MANUEL A CAMACHO	98.7653	19.3250	757.8	**2900**
ESTACION: 00015189 LA CONCEPCION	99.9147	20.1467	758	**2351**
ESTACION: 00015251 ATLACOMULCO II (DGE)	99.8744	19.7975	763.5	**2574**
ESTACION: 00015280 TLALMANALCO	98.8033	19.2039	765.2	**2410**
ESTACION: 00017054 MOYOTEPEC	98.9753	18.6708	770.9	**1154**
ESTACION: 00015244 MUYTEJE	99.9308	20.0219	790.3	**2840**
ESTACION: 00017038 NEXPA	99.1450	18.5200	791.6	**800**
ESTACION: 00015197 CUESTA DEL CARMEN	100.1978	19.4628	792.7	**2750**
ESTACION: 00015217 SAN JUAN ACAZUCHITLAN	99.6025	20.1400	801.6	**2605**
ESTACION: 00015007 AMECAMECA DE JUAREZ (DGE)	98.7722	19.1406	804.7	**2470**
ESTACION: 00015203 CALIXTLAHUACA	99.6842	19.3389	805.3	**2630**
ESTACION: 00017033 XICATLACOTLA (CFE)	99.1000	18.4500	810.9	**1095**
ESTACION: 00015245 LA JORDANA	99.9950	19.7961	811	**2620**
ESTACION: 00017036 LAGUNILLAS DE RAYON	98.7167	18.4833	812.4	**1010**
ESTACION: 00015089 SAN FRANCISCO	99.7678	19.2922	812.8	**2773**
ESTACION: 00015075 PRESA LAS RUINAS	99.2783	19.5811	813	**2360**
ESTACION: 00017077 XOXOCOTLA	99.2439	18.6850	813	**1030**
ESTACION: 00015122 TENANGO	99.6172	19.1069	814.1	**2858**
ESTACION: 00015312 COLONIA ALVARO OBREGON	99.4958	19.3778	815.3	**2589**
ESTACION: 00009014 COLONIA SANTA URSULA COAPA	99.1481	19.3033	816.9	**2256**
ESTACION: 00015063 NUEVA SANTA ELENA	99.6994	19.4111	819.9	**2611**
ESTACION: 00015112 SANTIAGO YECHE	99.7031	19.7044	821.8	**2696**
ESTACION: 00015187 PRESA HUAPANGO	99.6903	20.0544	821.9	**2640**
ESTACION: 00015201 TROJES	99.6125	19.4281	826.4	**2583**
ESTACION: 00017005 CUAUTLA (DGE)	98.9508	18.8103	827.8	**1302**
ESTACION: 00015010 ATOTONILCO	99.7756	19.4622	828	**2557**
ESTACION: 00015261 EL JAZMIN	99.8800	20.0208	828.2	**2650**
ESTACION: 00015086 SAN BERNABE	99.7144	19.4761	828.5	**2560**
ESTACION: 00015047 LAS ARBOLEDAS	99.2158	19.5628	829.3	**2270**
ESTACION: 00017056 SAN PABLO HIDALGO	99.0447	18.5819	831.3	**925**
ESTACION: 00015127 TOTOLICA SAN BARTOLO	99.2456	19.4656	831.8	**2287**
ESTACION: 00015104 SAN PEDRO POTLA	99.9678	19.8550	831.9	**2450**
ESTACION: 00015233 SAN NICOLAS MAVATI	99.9456	19.5867	833.8	**2910**
ESTACION: 00017008 HUAUTLA	99.0250	18.4400	835.7	**966**

ESTACION: 00015037 JIQUIPILCO	99.6000	19.5592	838	**2772**
ESTACION: 00015103 SAN PEDRO NEXAPA	98.7383	19.0836	838.1	**2620**
ESTACION: 00015134 VIVERO LA PAZ	99.6431	18.8942	841.7	**1900**
ESTACION: 00015266 CODAGEM	99.5756	19.2483	844.6	**2762**
ESTACION: 00015071 PRESA EL TIGRE	99.6864	19.7803	852.1	**2710**
ESTACION: 00015059 MOLINO BLANCO	99.2208	19.4775	853.6	**2265**
ESTACION: 00017072 ALPUYECA	99.2658	18.7350	857.6	**1025**
ESTACION: 00015199 MINA VIEJA	**99.9475**	**19.5561**	**859.1**	**2927**
ESTACION: 00017003 CUAUTLA (SMN)	**98.9508**	**18.8042**	**862.5**	**1303**
ESTACION: 00015013 CALACOAYA	99.2394	19.5342	865.6	**2290**
ESTACION: 00015240 SAN FRANCISCO PUTLA	99.6319	19.1189	871.5	**2747**
ESTACION: 00015029 EL TEJOCOTE	99.9175	19.8617	871.9	**2449**
ESTACION: 00015024 PRESA DANXHO	99.5550	19.8858	872.9	**2490**
ESTACION: 00015282 TRES BARRANCAS	99.7983	19.3408	873.2	**2682**
ESTACION: 00009070 CAMPO EXPERIMENTAL	99.1722	19.3514	876.7	**2260**
00017057 EL LIMON	98.9375	18.5311	877.3	**1248**
ESTACION: 00015267 CHICHILPA	100.0419	19.7194	879.7	**2795**
ESTACION: 00017026 C.A.E. LA VICTORIA	99.2008	18.6367	881.3	**1364**
ESTACION: 00017015 TEPALCINGO	98.8436	18.5964	881.9	**1160**
ESTACION: 00015030 HACIENDA LA Y	99.5631	19.4050	882.5	**2576**
ESTACION: 00015061 NEZAHUALCOYOTL	99.0456	19.4158	884.6	**2278**
ESTACION: 00015108 SANTA MARIA DEL MONTE	99.8247	19.3061	885.3	**2839**
ESTACION: 00015126 TOLUCA (OBS)	99.7142	19.2911	886.7	**2726**
ESTACION: 00017019 TILZAPOTLA	99.3061	18.4878	891.8	**1303**
ESTACION: 00017031 JOJUTLA (DGE)	99.1842	18.5839	893.7	**959**
ESTACION: 00015058 MOLINITO	99.2383	19.4536	896.6	**2289**
ESTACION: 00015070 PRESA BROCKMAN	100.1403	19.7692	903.1	**2929**
ESTACION: 00015255 IXTLAHUACA VILLADA E-30	99.8011	18.9203	904.5	**2249**
ESTACION: 00017059 COATLAN DEL RIO	99.4333	18.7453	904.9	**1027**
ESTACION: 00009010 COLONIA AMERICA	99.2017	19.4125	912.9	**2271**
ESTACION: 00015025 EJIDO DE LLANO GRANDE	99.6650	19.5728	913.1	**2538**
ESTACION: 00015183 EL ORO	100.1294	19.8092	915.2	**2731**
ESTACION: 00009004 CALVARIO 61	99.1492	19.2031	915.5	**2726**
ESTACION: 00015093 SAN LORENZO MALACOTA	99.6133	19.6469	917.1	**2658**
ESTACION: 00015236 OCOYOTEPEC	99.8417	19.4939	918.4	**2706**
ESTACION: 00017076 PUENTE DE IXTLA	99.3258	18.6292	919.1	**903**
ESTACION: 00017013 TEMILPA	99.0939	18.7058	919.6	**1135**
ESTACION: 00015174 PALO MANCORNADO	99.9222	19.2925	923.8	**3000**
ESTACION: 00017001 ATLATLAHUACAN	98.9281	18.9367	925.6	**1600**
ESTACION: 00017028 JONACATEPEC	98.8247	18.6917	927.5	**1350**

ESTACION: 00017073 CUAUTLITA	99.3844	18.7003	931.8	**986**
ESTACION: 00015238 SANTA MARIA DEL LLANO	99.7286	19.5147	933.4	**2618**
ESTACION: 00015160 SANTIAGO DEL MONTE	99.9450	19.4008	933.5	**2770**
ESTACION: 00015273 PRESA ÑADO	99.8644	20.0386	934.1	**2600**
ESTACION: 00017024 YAUTEPEC	99.0217	18.8544	937.6	**1343**
ESTACION: 00015038 JOQUICINGO	99.5319	19.0514	938.2	**2797**
ESTACION: 00015324 COLONIA HIDALGO	99.4675	18.7958	946.1	**2311**
ESTACION: 00015046 PRESA COLORINES (CFE)	100.2164	19.1764	949.3	**1645**
ESTACION: 00017061 APANCINGO	99.4636	18.6800	961.8	**1152**
ESTACION: 00015248 COATEPEQUITO	99.6222	18.7503	963.8	**1584**
ESTACION: 00017014 TEMIXCO	99.2272	18.8544	967.2	**1283**
ESTACION: 00015241 SAN PEDRO TENAYAC	100.1767	19.0475	970.3	**1723**
ESTACION: 00015374 AGUA BENDITA	99.9503	19.2672	975.8	**2817**
ESTACION: 00017018 TICUMAN	99.1211	18.7592	980.8	**970**
ESTACION: 00017012 OAXTEPEC	98.9703	18.9064	981.3	**1380**
ESTACION: 00009041 SAN FRANCISCO TLALNEPANTLA	99.1286	19.1967	983.3	**2620**
ESTACION: 00015270 MEYUCA	99.7814	18.8511	991.7	**1850**
ESTACION: 00017045 HUECAHUAXCO E-7	98.7531	18.9119	995.4	**2305**
ESTACION: 00017044 E.T.A. 040 AMACUZAC	99.3694	18.5986	996.4	**1278**
ESTACION: 00015276 SAN JOSE DEL CONTADERO	99.8081	19.2344	996.5	**3045**
ESTACION: 00015315 CASETA EPCCA	99.5236	19.2858	1,001.1	**2575**
ESTACION: 00015077 PRESA TOTOLICA	99.2836	19.4528	1,004.4	**2385**
ESTACION: 00015272 EL MIRADOR	99.7792	18.8069	1,007.3	**1704**
ESTACION: 00015119 TEMOAYA	99.5931	19.4697	1,010.2	**2694**
ESTACION: 00017052 YECAPIXTLA (DGE)	98.8650	18.8833	1,011.6	**1590**
ESTACION: 00015014 CAPULHUAC	99.5453	19.4408	1,015.3	**2760**
ESTACION: 00009020 DESVIACION ALTA AL PEDREGAL	99.1822	19.2969	1,030.3	**2296**
ESTACION: 00017071 PROGRESO	99.1533	18.8800	1,033.6	**1366**
ESTACION: 00017020 TLACOTEPEC	98.7500	18.8133	1,036.4	**1754**
ESTACION: 00017058 CUENTEPEC	99.3264	18.8603	1,053.9	**1487**
ESTACION: 00017043 E.T.A. 118 YECAPIXTLA	98.8583	18.8917	1,064.8	**1600**
ESTACION: 00017060 ALPONOCAN	98.6897	18.9311	1,070.3	**2769**
ESTACION: 00015301 TEXCALTITLAN D-7	99.9339	18.9306	1,080.7	**2383**
ESTACIÓN: 00017007 HUAJINTLAN	99.4244	18.6100	1,082.3	**942**
ESTACION: 00015049 LERMA	99.5119	19.2847	1,095.3	**2570**
ESTACION: 00017021 TLACUALERA	98.9436	18.6167	1,102.0	**1250**

ESTACION: 00015057 MIMIAPAN	99.4644	19.4431	1,107.0	**2882**
ESTACION: 00017048 PUENTE OCUITUCO E-5	98.7753	18.8781	1,108.2	**1941**
ESTACION: 00017046 HUEYAPAN E-4	98.6903	18.8850	1,114.4	**2285**
ESTACION: 00017051 TOTOLAPAN E-10	98.9197	18.9869	1,133.8	**1908**
ESTACION: 00017051 TOTOLAPAN E-10	98.9197	18.9869	1,133.8	**1908**
ESTACION: 00015016 COATEPEC HARINAS	99.7661	18.9231	1,162.0	**2270**
ESTACION: 00017006 EL RODEO	99.3236	18.7786	1,171.5	**1858**
ESTACION: 00015173 AHUATENCO	99.3314	18.9483	1,175.8	**2232**
ESTACION: 00017002 COLONIA EMPLEADO	99.2308	18.9483	1,197.5	**1614**
ESTACION: 00015341 SAN ANTONIO NIXINI	99.6833	19.6725	1,202.3	**2545**
ESTACION: 00015328 MAZATEPEC	100.1022	18.8931	1,202.8	**1400**
ESTACION: 00015062 NEVADO DE TOLUCA	99.7814	19.1186	1,215.9	**4283**
ESTACION: 00015305 TOTOLMAJAC E-17	99.6847	18.9169	1,231.1	**1990**
ESTACION: 00015298 SANTA CRUZ TEZONTEPEC E-21	99.3861	19.0631	1,233.8	**2827**
ESTACION: 00015299 SANTA MARIA E-31	99.6494	18.9883	1,237.8	**2291**
ESTACION: 00015287 LA COMUNIDAD D-8	99.9300	19.1347	1,240.7	**2500**
ESTACION: 00015095 SAN LUIS AYUCAN	**99.3678**	**19.4953**	**1,254.6**	**2755**

Anexo 3

Situación del agua en el Estado de México en el escenario de cambio climático relacionado con los recursos hídricos.

M. en C. Eduardo Espinosa y G. Víctor Díaz

índice del anexo 2: situación del agua en el estado de méxico en el escenario de cambio climático relacionado con los recursos hídricos.

índice de contenido

1.- zona metropolitana del valle de México ……...p. 8

2.- valle de Toluca……p. 12

3.- sistema de cuentas integradas de la economía y medio ambiente del agua.p. 17

4.- prospectiva, modelo grado por grado……..…p. 21

5.- impactos de la sobreexplotación de acuíferos……p. 34

6.- las líneas de acción en la región……p. 34

7.- bibliografía……..p. 35

8.- apéndice con datos de acuíferos……p. 36

índice de figuras

fig. 1. localización del edo. de México. la zona en color amarillo destaca la zona del valle de Toluca y de México……p. 5

fig. 2. regiones hidrológicas del estado de México y su población de acurdo con cifras del censo de población 2010……p. 6

fig. 3. figura 3. mapas del gran bosque de agua y los municipios que lo integran. fuente: Ecoba, 2012 ……....p. 7

fig. 4. municipios que pertenecen a la región balsas y que forman parte del Estado de México. ……..……..……..…p. 7

fig. 5. acuíferos que integran la cuenca hidrológica del río Panuco. Fuente: iv foro mundial del agua, México 2006…….…….p. 9

fig. 6. distribución y balance del agua en la cuenca del valle de México. fuente: Conagua, Ocavm…….…….p. 11

fig. 7. la precipitación en el valle de Toluca. fuente: Conagua, Ocavm…….p. 14

fig. 8 flujos principales entre la economía y el medio ambiente del agua. fuente: elaboración propia con la metodología del manual del Seewa, área de estadística de la Onu. ……..……..……..p. 18

Fig. 9 plantas tratadoras de agua municipales del estado de México. Fuente: Conagua, inventario de plantas tratadoras. …….p. 30

Fig. 10 crecimiento de la mancha urbana del valle de México. Fuente: elaboración Propia con datos de geo ciudad de México ……. P. 32

fig. 11 hundimiento en el valle de México……..……. P. 34

índice de tablas

Tabla 1. Municipios del estado de México que corresponden a la región del río Balsas en la parte sur del valle de México ……. P. 8

Tabla 2. Fuentes de abastecimiento de agua de la ZMVM. Fuente: elaboración propia con datos de la Conagua, Ocavm. …….……p. 14

Tabla 3. Fuentes de abastecimiento de agua de la ZMVM costos del servicio. Fuente: elaboración propia con datos de la Conagua, Ocavm. …… p. 15

Tabla 4. Agua, energía y contaminación. Fuente: elaboración propia con metodología utilizada por Miguel Breceda Lapeyre, programa de energía Universidad de la ciudad de México. …….……p. 16

Tabla 5. Agua, energía y contaminación. Fuente: elaboración propia con metodología utilizada por Miguel Breceda Lapeyre, programa de energía Universidad de la ciudad de México. …….……p. 16

Tabla 6. Agua, energía y contaminación. Fuente: elaboración propia con metodología utilizada por Miguel Breceda Lapeyre, programa de energía

Universidad de la ciudad de México. ……..……p. 17

Tabla 7. Uso y oferta de agua en la sub-región valle de México. ……p.19

Tabla 8. El agua en la cuenca del valle de México. Flujos principales entre la economía y el medio ambiente del agua. Fuente: manual del SEEWA, área de Estadística de la ONU.……..……..……..…p.20

Tabla 9. Escenarios del modelo grado por grado. ……..……..……p. 21

Tabla 10. Proyección de la población en las zonas metropolitanas del valle de México y el valle de Toluca. ……..……..……. P. 23

Tabla 11.plantas tratadoras de agua municipales del estado de México. Fuente: Conagua, inventario de plantas tratadoras. ……p. 23

Tabla 12. Plantas tratadoras de agua municipales del estado de méxico. Fuente: Conagua, inventario de plantas tratadoras. …… p. 31

Tabla 13. Agua, energía y contaminación. Fuente: elaboración propia con metodología utilizada por Miguel Breceda Lapeyre, programa de energía Universidad de la ciudad de México…….…… p. 33

INTRODUCCIÓN

El cambio climático se define como la 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 períodos comparables[50].

De esta definición se puede observar que el aumento en la temperatura y la alteración en la precipitación pluvial son parte de un clima en proceso de cambio, así como en los componentes esenciales del ciclo hidrológico, por esta razón se analiza para este proyecto el cambio climático en el Estado de México partiendo de la regionalización por cuenca hidrológica.

El estado de México se encuentra localizado en la parte central del país dentro de lo que se denomina el Gran Bosque de Agua comprendido por las sierras de Chichinautzin al sur y la de las Cruces al poniente, así como la cadena de los Grandes Volcanes al oriente.

[50] Definición tomada de la Ley de cambio climático

Figura 1. Localización del Edo. De México. La zona en color amarillo destaca la zona del Valle de Toluca y de México.

El crecimiento desordenado de la megalópolis comprendida entre la ciudad de México y Toluca junto con su diferenciación socioespacial, ha da como resultado la formación de asentamientos humanos no planificados y/o controlados, en zonas de alto riesgo y en zonas de hacinamiento. Esto ha provocado el deterioro de los recursos naturales de las zonas periféricas a la megalópolis, el aumento en los niveles de contaminación del aire y agua (ríos, lagos y mares), falta de infraestructura para disponer y tratar las aguas residuales, así como escasez de agua potable y la deficiente prestación del servicio, disposición inadecuada de las excretas y desechos sólidos e industriales. Y finalmente la falta de espacios verdes y recreativos, que ocasionan mayor vulnerabilidad ante desastres naturales.

Considerando la situación del agua en el estado de México se analizará tanto las aguas superficiales como las subterráneas (acuíferos).

Desde el punto de vista de las aguas superficiales, el estado de México se divide en tres regiones hidrológicas tal y como se muestran en la figura siguiente:

POBLACIÓN POR REGION HIDROLÓGICA 2010

REGIÓN HIDROLÓGICA	POBLACIÓN	%
RH-18 BALSAS	980,608	6.46
RH-12 LERMA	2,980,644	19.64
RH-26 PANUCO	11,214,610	73.90
Total Estado	15,175,862	100.00

Fuente:Elaboración propia con datos de INEGI Censo 2010

Figura 2. Regiones hidrológicas del Estado de México y su población de acurdo con cifras del Censo de Población 2010.

Como se puede observar en este cuadro las regiones hidrológicas del Estado de México son la Balsas con una población de 980,608 que representa el 6.24%, le sigue Lerma con una población de 2,980,644 esto es el 19.64%, y finalmente la población mayoritaria está en la región Panuco con una población de 11,214,610, lo cual representa el 73.90%.

La RH-28 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 Madín, 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 – Popocatepetl, del lado sur del Valle de México se encuentra cerrado por la sierra del Chichinautzin.

Figura 3. Mapas del Gran Bosque de Agua y los municipios que lo integran.

Fuente: ECOBA, 2012.

Estrategia Regional para la Conservación del Bosque de Agua. J. Hoth (Editor). Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P., Fundación Biósfera del Anáhuac, A.C. y Pronatura México, A.C. México. 85 pp.

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 otra parte 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 tal como se puede observar en la figura 3.

Figura 4. Municipios que pertenecen a la región Balsas y que forman parte del Estado de México: Almoloya de Alquisiras, Amanalco, Amatepec, Coatepec Harinas, Donato Guerra, Ixtapan de la Sal, Ixtapan del Oro, Joquicingo, Malinalco, Ocluían, Otzoloapan, San Simón de Guerrero, Santo Tomás, Sultepec, Tejupilco, Temascaltepec, Tenancingo, Texcaltitlán, Tlatlaya, Tonatico, Valle de Bravo, Villa de Allende, Villa Guerrero, Villa Victoria, Zacazonapan, Zacualpan, Zumpahuacán y Luvianos.

T1.25. Municipios que conforman la ZM del Valle de México dentro de la Región IV Balsas

No.	ZM Valle de México	Superficie (km²)	Población 2009
1	Atlautla	162	23 868
2	Ecatzingo	51	8 803
3	Juchitepec	140	23 231
4	Ozumba	46	24 910
5	Tepetlixpa	43	17 357
Total		442	98 168

Fuente: CONAGUA, Organismo de Cuenca Balsas, 2009

Tabla 1. Municipios del Estado de México que corresponden a la región del Río Balsas en la parte Sur del Valle de México

Considerando las características hidrológicas así como los asentamientos humanos, se tienen dos grandes valles ocupados por dos zonas metropolitanas, por un lado la Zona Metropolitana del Valle de México y por otro la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, por tal motivo se presenta a continuación la afectación del ciclo hidrológico para cada uno de ellas.

Zona Metropolitana Del Valle De México

Desde la perspectiva de las aguas superficiales la ZMVM se asienta en la cuenca del Río Pánuco tal y como se mencionó con anterioridad. Como se puede observar en figura 6, 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 recurso hídricos es el acuífero Chalco-Amecameca con -73.5% (IV Foro Mundial del Agua, 2006).

Figura 5. Acuíferos que integran la Cuenca Hidrológica del Río Panuco.
Fuente: IV Foro Mundial del Agua, México 2006, en la sesión sobre "Retos y Perspectivas del Agua en las Grandes Urbes".

El acuífero ZMCDM comprende al Distrito Federal y a varios municipios del Estado de México, como Naucalpan de Juárez, Atizapán, Tlalnepantla de Baz entre otros.

La cuenca lacustre de la ciudad de México (CLCM) requiere una gran cantidad de agua para satisfacer las necesidades de su población cuyo suministro depende en un 79% del agua extraída de sus acuíferos, y esta situación se complica debido a que se tiene un índice de uso no sustentable del agua de -930 hectómetros cúbicos anuales y un índice de stress relativo del agua de 84%[51]. Mitigar estos índices depende de la recarga natural de los acuíferos la cual se realiza en gran medida en el Gran Bosque de agua, el cual está siendo presionado por la expansión constante de la mancha urbana.

La CLCM recibe una afectación directa del proceso de urbanización del Distrito Federal en su periferia que ha ido absorbiendo lagos, ríos, pueblos, ciudades pequeñas y ámbitos rurales de otros estados, ya sea como zonas

[51] En el umbral de 0.4 (o 40% de estrés relativo del agua) significa condiciones de estrés severo.

predominantemente habitacionales o como centros de actividad económica entre los cuales la población se desplaza de manera cotidiana, conformando un conjunto de unidades político-administrativas contiguas, integradas social y económicamente determinando una nueva funcionalidad espacial.

Originalmente el centro de la ciudad de México estaba compuesto por lagos que ahora en ese espacio lo ocupan casas habitación, edificios, calles y algunas zonas verdes, los cuales están rodeados por el Gran Bosque de Agua (Gómez., 2012) integrado en las serranías del Chichinautzín y las Cruces, así como en el corredor Iztaccíhuatl-Popocatépetl y también en la Sierra de Santa Catarina, desde las cuales se recargan los acuíferos además de que el agua escurre por ríos y arroyuelos para traer el agua a la cuenca para la vida para sus habitantes y los diversos ecosistemas.

El Acuífero de la ZMCDM se ve sometido a dos tipos de presiones: reducción de la zona de recarga y a la sobreexplotación. El crecimiento del tejido urbano sobre zonas naturales de recarga ha determinado una menor infiltración como lo indica actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea acuífero (0901) zona metropolitana de la Cd. de México (2009).

Considerando un promedio de precipitación anual en el Valle de México estimada en 700 mm anuales, se calcula que por cada 100 km2 de avance de la mancha urbana, tan sólo en los últimos 20 años se urbanizaron 399 Km2, los acuíferos pierden al restar la evaporación y otros factores, unos 40 millones de metros cúbicos anuales; como el agua de lluvia no se infiltran para recargar el acuífero, estas aguas son evacuadas en el sistema de drenaje fuera del Valle de México, lo que implica que se pierda un potencial de recarga de aproximadamente 13 m3/s (POZMVM, 2003).

La Degradación de los Servicios Ambientales (POZMVM, 2003) que incluye:

Procesos de deterioro ambiental en el Suelo de Conservación los cuales son crecientes y se refieren principalmente a:	Por otra parte los problemas por el uso indiscriminado del agua:
➢ **Los cambios en el uso del suelo:** ➢ **La degradación de las masas boscosas** ➢ **La erosión del suelo** ➢ **La pérdida de suelo** ➢ **La contaminación del agua y suelo.** ➢ **La pérdida de estabilidad ecológica de las barrancas** ➢ **La lluvia ácida**	➢ **Se pierde el 40% del agua en la red, esto es, 1,078 hm3/año** ➢ **Agua enviada al alcantarillado (a la región de Hidalgo): 1,364 hm3/año.** ➢ **Agua municipal tratada 29%** ➢ **Agua industrial tratada 6%** ➢ **Índice de uso no sustentable del agua de -930 hm3.** ➢ **Índice de estrés relativo del agua de 84%**

Las consecuencias de estos problemas, son que la cuenca ha dejado de ser autosuficiente y se ha vuelto dependiente del exterior para la provisión de alimentos, agua, energía y combustibles; así como para desechar los productos que genera, por lo que es ahora una zona muy vulnerable (Aguilar, 1995-Actualizar citas de Aguilar). Incluso, a pesar de tratarse de un poblamiento asentado en un ecosistema extenso y rico en biodiversidad, no tiene por sí mismo, ni en las mejores condiciones ecológicas, la capacidad de abastecer los recursos necesarios para los 20 millones de personas que habitan en la metrópoli.
Pocos ecosistemas en el mundo se encuentran tan lejos de la autosuficiencia como la Cuenca México.

Con la mayoría de sus bosques talados, la mayor parte de las tierras agrícolas están sepultadas bajo el tejido urbano y prácticamente todos sus lagos están secos y drenados, la producción interna de materias primas y de energía es muy baja y no alcanza para abastecer ni siquiera a una pequeña fracción de los casi veinte millones de habitantes existentes (Ezcurra, 2000).

Los problemas anteriores traen como consecuencia la pérdida de bienestar social, que se ve reflejada en:

- Deterioro de la salud
- Aumento de conflictos sociales
- Riesgos naturales y antropogénicos
- Insuficiente disponibilidad del agua para la población

Figura 6. Distribución y balance del agua en la cuenca del Valle de México. Fuente:CONAGUA, OCAVM, Reunión preparativa para el IV Foro Mundial del Agua "Reto de Agua en las Grandes Ciudades. México DF. Julio del 2005.

En esta región se tiene una precipitación pluvial de 210.4 m^3/s, de los cuales se evo-transpiran

156.9 m^3/s. La escorrentía superficial y que se va al Golfo de México por el río Pánuco es de 57.0 m3/s. El agua total utilizable es de 82.2 m^3/s, de los cuales 64.9 m^3/s se utilizan para el uso público urbano, 4.7 m^3/s para la industria y 12.5 m^3/s son para la agricultura. ¿Y la infiltración?

Por el lado de la oferta de agua, 53.9 m^3/s se extraen de los mantos acuíferos 17.1 m^3/s se transvasan de las cuencas del Cutzamala y del Lerma con 12.7 m^3/s y 4.4 m3/s respectivamente. Finalmente solo se reúsan 11.3 m^3/s del total.

Valle de Toluca

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca constituye la segunda mayor concentración económica y poblacional de la entidad. Su expansión física se ha producido, primero en forma lineal, hacia el Valle Cuautitlán-Texcoco y posteriormente en forma radial, en torno a los demás ejes carreteros que tienen como destino a Toluca.

El proceso de metropolización en el Valle de Toluca inició en 1970 al conurbarse los municipios de Toluca y Metepec, albergando entonces alrededor de 271 mil habitantes. Diez años más tarde, se incorporó el municipio de Zinacantepec; sin embargo la mayor dinámica de crecimiento poblacional de la zona ocurrió entre 1980 y 1990, cuando su población alcanzó los 886 mil habitantes en 7 municipios conurbados. En el año 2000, los municipios conurbados eran Toluca, Metepec, Zinacantepec, Lerma, San Mateo Atenco, Ocoyoacac, Almoloya de Juárez, Otzolotepec y Xonacatlán, con una población de 1.4 millones de habitantes y una superficie de 1,336.50 km^2, la cual representa el 50.06% del territorio del Valle de Toluca. Para el 2005, se alcanzó una población de 1.6 millones de habitantes, sumándose a la conurbación los municipios de Calimaya, Mexicalcingo y Chapultepec; en el 2010 aumento a los 2.1 millones de habitantes.

El Valle de Toluca forma parte de la Cuenca Alta del Río Lerma junto con el Valle de Ixtlahuaca, tiene un buen potencial de aguas subterráneas el cual ha sido mermado por la exportación de grandes volúmenes mediante la batería de pozos del sistema Lerma para la Ciudad de México, así como por explotaciones locales para su desarrollo, las extracciones han rebasado la potencialidad de los acuíferos, es decir, el monto de la recarga media anual, ante el aumento de una demanda siempre creciente, que se reflejan en un abatimiento de los niveles piezométricos y formación de grietas en el terreno. Este acuífero tiene un déficit de 152.51 Hm^3 anuales.

A partir del poblado de Lerma el cauce del río sigue una dirección hacia el norte, atravesando el valle de Ixtlahuaca hasta arribar a la ciudad de Atlacomulco, del Nevado de Toluca desciende el Río Ojo de Agua con dirección oriente hacia San Antonio la Isla, desembocando en la laguna Almoloya del Río, nacimiento antiguo del Río Lerma, donde también se concentran escurrimientos provenientes de la vertiente de la Sierra de Las Cruces, también del Nevado descienden en forma radial los siguientes escurrimientos: Río Verdiguel que atraviesa Toluca y descarga finalmente en el Lerma junto con las aguas residuales de la ciudad, otro principal afluente es el Río Tejalpa, además de los ríos y arroyos provenientes de la vertiente occidental de las Serranías, así mismo por la parte oriental provenientes de la sierra de Montealto y las Cruces con prolongación hacia el norte, descienden los ríos Ocoyoacac, Mayorazgo, Otzolotepec y el arroyo Temoaya entre otros, que aportan al Lerma por su margen izquierda y descargan aguas arriba del embalse de la presa José Antonio Alzate.

Las unidades estratigráficas descritas para el Valle de Toluca (Conagua 2009), se han agrupado atendiendo a su funcionamiento geohidrológico en acuíferos, acuifugos y acuitardos.

Los acuíferos se han constituido en las siguientes unidades: Tarango (Tpt), flujos piroclásticos del Nevado de Toluca (Qn) (Qtbn), Formación Chichinautzin (Qbc) y Conos recientes (Qb), Tobas y arenas (Qtb) (Qtb-a), Depósitos lacustres (Qla) y Depósitos aluviales (Qal).

Cabe aclarar que los flujos piroclásticos del Nevado, la formación Chichinautzin y los Conos recientes funcionan más bien como zonas de recarga dado su nivel topográfico generalmente por arriba del nivel de saturación, propiciando la infiltración del agua de lluvia y los escurrimientos superficiales; sin embargo, ocasionalmente pueden funcionar como acuíferos someros.

La unidad Tarango también propicia infiltración en sus partes topográficamente más altas y que están por arriba del nivel freático; asimismo funciona como un buen acuífero en general, con permeabilidad variable, de media a alta, pero se distingue por presentar una mayor permeabilidad en el Valle de Toluca que en el Valle de México, según se afirma en el manual de la DGCOH (año), con base en pruebas de bombeo.

La disposición de las unidades estratigráficas donde se han constituido los acuíferos, integran el sistema que controla el almacenamiento y movimiento del agua subterránea. En el Valle de Toluca estas unidades tienen una continuidad hidráulica que permite el desarrollo de sistemas de flujo regional interdependientes, característica que se prolonga al valle de Ixtlahuaca a través del estrechamiento topográfico de Perales; en otras palabras, aunque topográficamente sean prácticamente dos valles separados, desde el punto de vista geohidrológico no dejan de tener cierta interdependencia, criterio compartido desde la óptica de la hidrología superficial, pues se establece comunicación entre ambos valles a través del cruce labrado por los escurrimientos del Río Lerma.

Figura 7. La precipitación en el Valle de Toluca es de 114.3 m³/s de los cuales se evo transpiran m³/s.

El agua total disponible (demanda) es de 61.3 m³/s, de los cuales la agricultura es la que mayor cantidad de agua utiliza, con un 55.0 m³/s, le sigue la industria con 4.3 m³/s y el uso público urbano 2.0 m³/s. Hacia el río Moctezuma drenan 28 m³/s, en este valle solo se reúsan 1.8 m³/s.

Agua disponible para el uso público urbano en el Valle de México

AGUA POTABLE USO PUBLICO URBANO (m3/seg)						
FUENTES DE ABASTECIMIENTO	Distrito Federal		Estado de México		Total ZMVM	
		%		%		%
Pozos del Valle de México (fuentes Propias)	20.68	46%	24.35	67%	45.03	55%
Pozos del Valle de México (Fuente Gerencia de Aguas del Valle de México)	2.63	6%	4.87	13%	7.50	9%
Manantiales, Rios	9.71	22%	2.14	6%	11.85	15%
Sistema Lerma	4.39	10%	0.00	0%	4.39	5%
Sistema Cutzamala	7.74	17%	4.92	14%	12.67	16%
Total	45.16	100%	36.29	100%	81.45	100%

AGUA POTABLE USO PÚBLICO URBANO (hm3/año)						
FUENTES DE ABASTECIMIENTO	Distrito Federal		Estado de México		Total ZMVM	
		%		%		%
Pozos del Valle de México (fuentes Propias)	652.23	46%	767.91	67%	1,420.14	55%
Pozos del Valle de México (Fuente Gerencia de Aguas del Valle de México)	82.94	6%	153.66	13%	236.60	9%
Manantiales	306.21	22%	67.64	6%	373.85	15%
Sistema Lerma	138.59	10%	0.00	0%	138.59	5%
Sistema Cutzamala	244.23	17%	155.31	14%	399.54	16%
Total	1,424.20	100%	1,144.52	100%	2,568.73	100%

Fuente: CONAGUA, Estadísticas del agua 2010 Región XIII

Tabla 2. Fuentes de abastecimiento de agua de la ZMVM. Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAGUA, OCAVM.

La fuente principal de abastecimiento es subterránea, Pozos del Valle de México (fuentes propias, posos operados por el GDF y el Estado de México) Pozos del Valle de México (PAI, Plan de Acción Inmediata, pozos operados por la CONAGUA) de estos abastecimientos, 45.16 m^3/s corresponden al DF y 36.29 m^3/s a los Municipios del Estado de México, 55.44% y 44.56% respectivamente. Al Estado de

México corresponden 24.35 m^3/s de fuentes propias, 4.87 m^3/s del PAI, 2.14 m^3/s de manantiales y ríos, y 4.92 del Sistema Cutzamala. En el cuadro inferior se presenta la información en hm3/año (Fuente: Perlo Cohen, 2005).

AGUA POTABLE USO PÚBLICO URBANO (millones de pesos)

FUENTES DE ABASTECIMIENTO	Distrito Federal			Estado de México			Total ZMVM		
	Aprovechamientos	Derechos	Total	Aprovechamientos	Derechos	Total	Aprovechamientos	Derechos	Total
Pozos del Valle de México (fuentes Propias)	0.00	264.93	264.93	0.00	311.92	311.92	0.00	576.86	576.86
Pozos del Valle de México (Fuente Gerencia de Aguas del Valle de México)	395.22	33.69	428.91	732.24	62.42	794.66	1,127.47	96.11	1,223.58
Manantiales		124.38	124.38		27.47	27.47	0.00	151.86	151.86
Sistema Lerma	775.02	56.29	831.32	0.00	0.00	0.00	775.02	56.29	831.32
Sistema Cutzamala	1,365.83	99.21	1,465.03	868.55	63.09	931.64	2,234.38	162.30	2,396.67
Total	2,536.07	578.51	3,114.59	1,600.79	464.90	2,065.70	4,136.87	1,043.42	5,180.28

Fuente: CONAGUA, Estadísticas del agua 2010 Región XIII

CONCEPTO	CUOTA
Tasrifa Cutzamala	5.5923
Tarifa PAI	4.7652
Derecho Uso Publico Urbano	0.4062
Derecho Uso General	20.5042
Perdida de bienestar m3 descargado	7.4195

Tabla 3. Fuentes de abastecimiento de agua de la ZMVM costos del servicio.
Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAGUA, OCAVM.

En términos monetarios el Estado de México tendría que pagar a la CONAGUA 1,600.79 millones de pesos por aprovechamientos y 464.90 millones de pesos por derechos al año, los cuales son devueltos por medio del programa PRODER (programa de devolución de derechos del SAT) los cuales debieran ser destinados a la construcción de infraestructura hidráulica (Plantas tratadoras, reparación de fugas) lo cual no sucede en la práctica.

Agua, Energía y Contaminación

FUENTES DE ABASTECIMIENTO	KWh/m^3	Millones de KWh	Costo promedio $/KWh	Factura anual millones de $
Pozos del Valle de México (fuentes Propias)	1.018	1,445.70	0.904	1,306.91
Pozos del Valle de México (Fuente Gerencia de Aguas del Valle de México)	1.018	240.86	0.904	217.74
Manantiales				
Sistema Lerma	0.521	72.20	0.865	62.46
Sistema Cutzamala	2.855	1,140.70	0.990	1,129.29
T o t a l		2,899.47		2,716.40

Tabla 4. Agua, Energía y Contaminación. Fuente: Elaboración propia con metodología utilizada por Miguel G, Breceda Lapeyre, Programa de Energía Universidad de la Ciudad de México.

En este cuadro se muestra los Kilowatts hora por metro cúbico de las aguas extraídas o desviadas de los ríos, de los pozos del Valle de México administrados por la CAEM GEM y tiene un consumo de 1.018 Kwh/m^3, el Sistema Lerma tiene 0.512 Kwh/m^3 y el Sistema Cutzamala es de 2.855, lo que represento 1,445.70 millones de Kwh/m3, en el caso de los pozos administrados por la CAEM y el SACMEX y de 240.86 Kwh/m^3 de los pozos administrados por el OCAVM de la CONAGUA del sistema Lerma son 72.20 Kwh/m3 y del sistema Cutzamala son 1,140.70 Kwh/m^3 la suma de estos consumos de energía da un gran total de 2,899.478 Kwh/m^3 y la factura anual en millones de pesos, corresponden 1,306.91 millones de pesos de fuentes propias, 217.74 millones de pesos a los pozos del sistema PAI, 62.46 al Lerma y 1,129.29 del sistema Cutzamala. Estos consumos de

energía se transforman en toneladas de contaminantes tal y como se muestra en la figura 11, 1,812.17 toneladas de CO_2, 28.99 de SOx, y 5.51 de NOx

Contaminante	Coeficiente de Emisiones (Gramos por KWh)	Generación anual Miles de toneladas
CO_2, Bióxido de Carbono	625	**1,812.17**
SOx Óxido de azufre	10	**28.99**
NQx Óxido de nitrógeno	1.9	**5.51**
PSE Partículas Suspendidas		
Total		**1,846.67**

Tabla 5. Agua, Energía y Contaminación. Fuente: Elaboración propia con metodología utilizada por Miguel G, Breceda Lapeyre, Programa de Energía Universidad de la Ciudad de México.

En este cuadro se presenta una analogía de consumo de energía eléctrica en Kwh, principiando con el caudal de agua transvasada o extraída del subsuelo que es de 2,568.73 Hm3 lo que representa un consumo de energía eléctrica de 2,899.47 millones de Kwh, lo que representa 2,716.40 millones de pesos, y finalmente las emisiones de CO2, cantidad que generan 93,600 taxis.

Agua	Energía eléctrica	Contaminante
Para mover un caudal de	Consumo anual	**Emisión de CO_2**
2,568.73 Hm^3	2,899.47 millones de KWh	**Que generan**

	2,716.40 millones de pesos	**93,600 taxis**

Tabla 6. Agua, Energía y Contaminación. Fuente: Elaboración propia con metodología utilizada por Miguel G, Breceda Lapeyre, Programa de Energía Universidad de la Ciudad de México.

SISTEMA DE CUENTAS INTEGRADAS DE LA ECONOMÍA Y MEDIO AMBIENTE DEL AGUA

Las cuentas integradas de la economía y el medio ambiente de los recursos hídricos (SEEAW, 2007) por sus siglas en ingles, proveen un trabajo sistemático, que permite organizar y estudiar la información del recurso hídrico y la relación de la economía con el medio ambiente.

El agua es un recurso esencial para la vida, es indispensable para las necesidades básicas del ser humano, para la inmensa mayoría de las actividades económicas, sociales y es trascendental para la interacción y supervivencia de los ecosistemas.

Sirve de insumo en las actividades de producción y consumo.

Tiene funciones de reciclaje y sumidero de CO2.

Sirve de hábitat para muchos seres vivos, incluido el género humano.

El (SEEAW) provee información sistematizada para el estudio de la relación entre el medio ambiente y la economía.

Figura 8. Flujos principales entre la economía y el medio ambiente del agua. Fuente: Elaboración propia con la metodología del manual del SEEWA, área de estadística de la ONU.

La tabla de oferta y uso físico (SUT) del agua, describe los flujos del agua en unidades físicas (hm3), el intercambio de agua entre los sectores de la economía y del medio ambiente con la economía. Estos registros siguen el flujo del agua desde

la extracción inicial del medio ambiente por las distintas unidades económicas, así como la ofrecida y usada en la economía.

Los flujos del medio ambiente hacia la economía, involucran la extracción del agua del medio ambiente por los diferentes sectores económicos en el territorio de referencia, para la producción y el consumo.

El uso del agua, la cual es un recurso natural utilizado in situ o uso pasivo del agua, en donde no es esencial la remoción física del medio ambiente (uso no consuntivo), ejemplo, piscicultura, balnearios en ríos, etc..

El agua es extraída para ser utilizada por otras unidades económicas.

Flujos dentro de la economía involucran intercambios entre los sectores económicos. Generalmente la oferta de agua está a cargo de la industria (organismo operador), el cual la distribuye a los usuarios (empresas, viviendas, servicios y en algunos casos a la agricultura).

La captación del agua residual se realiza por medio del sistema de alcantarillado, a cargo del organismo operador, que puede ser público o privado.

EL AGUA EN MÉXICO

Sub-Región Valle de México

Tabla física de uso y oferta de agua (PUT)

hm3/yr

		Agropecuario (1)	Industria y energía electrica (termos) (2)	Red municipal (público urbano)(6)	Alcantarillado (7)	Viviendas	Resto del mundo (8)	S2 Oferta Total de agua	
Del medio ambiente	U1 Extracción Total	395	147	2 048		2		2 592	
	Superficial	153	23	374				550	21%
	Subterranea	242	124	1 674		2		2 042	79%
		15%	6%	79%		0%			
Dentro de la economía	U2 Uso del agua recibido de otras unidades productivas		*305*	*646*	*1 797*	*1 311*	*538*	*4 597*	
U- Uso Total del agua		395	452	2 694	1 797	1 313	538	7 189	

Tabla de oferta física (PST)

Dentro de la economía	S1 Oferta de agua captada de otras unidades económicas		*537*	*1 616*	*538*	*1 425*	*646*	*4 762*
	Reuso de agua (9)		31	128	538		646	1 343
	Agua residual del alcantarillado (10)		506	1 488		1 425		3 419
Al medio ambiente	S2 Total de retornos	238	11	1 078	1 259			2 586
	agua de riego (11)							
	agua residual tratada (12)		4		33			37
	agua residual no tratada (13)	80	7		1 226			1 313
	agua perdida en el transporte (15)	158		1 078				1 236
Oferta Total de agua (= S1 + S2)		238	548	2 694	1 797	1 425	646	7 348
Consumo (U - S)		157	- 96			- 112		- 158
Consumo (%)		40%	-21%	0%	0%	-9%		-2%

Tabla 7. Uso y oferta de agua en la sub-región Valle de México.

En la tabla en unidades físicas de uso y oferta de agua se presenta la extracción total dividida en agua superficial y subterránea, agrupada por sectores de actividad económica. El 79% del agua utilizada en la ZMVM es subterránea y 21% superficial. El uso con mayor consumo de agua es el público urbano, que representa el 79%, le sigue el agropecuario con el 15% y finalmente el uso industrial representa el 6%.

Matriz de transferencias entre sectores de la economía

	Agropecuario 16/	Industria y energía electrica (termos.) 17/	Red municipal (público urbano) 21/	Alcantarillado 22/	Viviendas 23/	Resto del mundo 25/	S2 Total de agua suministrada
Agropecuario							
Industria y energía electrica (termos.)				372			*372*
Red municipal (público urbano)		305			1 311		*1 616*
Alcantarillado						538	*538*
Viviendas				1 425			*1 425*
Resto del mundo (Cutzamala y Lerma)			646				*646*
U2 Agua Total recibida por uso		*305*	*646*	*1 797*	*1 311*	*538*	*4 597*
		19%			81%		

INDICADORES				
Tratamiento plantas municipales		32%		**3%**
Tratamiento plantas municipales (m3/s)		0.1		**1.0**
Descargas totales municipales		17		**57**
Población con agua (miles) 2000		18		**40%**
Agua en viviendas (l/hab/dia)		193		**40%**
Población conectada a la red de drenaje		18		
Descarga por habitante (l/hab/dia)		209		
		con	**perdida del 10%**	
Población con agua (miles) 2010		18	18 144	
Agua en viviendas (l/hab/dia)		193	255	
Población conectada a la red de drenaje		18	16 774	
Descarga por habitante (l/hab/dia)		209	233	
Recarga media de acuíferos		1112		
Indice de uso no-sustentable del		- 930		
Indice de stres relativo del agua		**84%**		

Tabla 8. El Agua en la Cuenca del Valle de México. Flujos principales entre la economía y el medio ambiente del agua. Fuente: Elaboración propia con la metodología del manual del SEEWA, área de estadística de la ONU.

En la tabla de oferta física, en esta se muestran las perdidas en el transporte, en el sector agropecuario es de 158 hm^3 y muestra que en la red pública urbana se pierden 1,078 hm^3. En la tabla denominada matriz de transferencias entre los

sectores de la economía muestra que el uso público urbano, 305 hm^3 son destinados a uso industrial y 1,311 hm^3 a consumo de agua en la vivienda, la cual representa el 19% y 81% respectivamente. En esta también se muestra el agua que sale de la ciudad por medio del sistema de drenaje de la ZMVM es de 1,797 hm^3, Finalmente en los cuadros de indicadores se muestran los indicadores del agua tratada, población con agua en la vivienda, conexiones al drenaje. Los indicadores más significativos son el índice de uso no sustentable del agua que es de -930 hm^3, este muestra el grado de sobreexplotación de los acuíferos. Finalmente del índice de stress relativo del agua, es de 84%, cuyo umbral es crítico cuando rebasa el 40%, en este caso es de 84%, más del doble. La sobreexplotación de acuíferos de la región de la ciudad, tal y como se muestra en los gráficos siguientes. En el anexo se muestran las tablas del SEEWA en metros cúbicos por segundo.

PROSPECTIVA, MODELO GRADO POR GRADO

Después de haber analizado la situación del recurso agua en la ZMVM se presenta la prospectiva considerando el modelo grado por grado, en el cual se presenta en el siguiente cuadro resumen, en donde se contempla el rango de años en el cual la temperatura, con muy alta probabilidad aumentara un grado, se funda el modelo.

Zona Metropolitana del Valle de México					
		ESCENARIOS			
Indicadores	Actual	2033 - 2037	2055 - 2061	2072 - 2085	2093
Demanda adicional de agua (hm3/año)		75	12	15	19
Incremento de agua fts. Externas		Si	Si		Δ reúso
Sobreexplotación de acuíferos		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
Inundaciónes		Agravación			
Extracción anual de agua (hm3/año)	2 592	2 667	2 679	2 694	2 713
Superficial	550	523	518	513	505
Subterranea	2 042	2 144	2 161	2 181	2 208
Extracción anual de agua (m3/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
Indice de uso no sustentable del agua	- 930	-1 088	-1 113	-1 145	-1 186
Indice de estrés relativo del agua	84%	103%	106%	110%	116%
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
Población	20,019	23,089	23,537	25,186	25,528
Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA, CONAPO, INEGI					

Tabla 9. Escenarios del modelo grado por grado.

Se espera que en el rango de años 2033 – 2037 la temperatura aumentara en promedio un grado, trayendo como consecuencia la disminución de la precipitación en 5%. Para el periodo entre 2055 - 2061 la temperatura habrá de aumentar en 2 grados con la consecuente disminución de la precipitación de 5.8%. Los tres grados de aumento en la temperatura se espera para los años de 2072 – 2086, con una disminución en la precipitación de 6.8%. Finalmente el aumento de cuatro grados en la temperatura se espera para el año 2095 y la precipitación habrá decrecido en 8.1%

En la figura 16 se presenta el escenario de cambio en las temperaturas y la precipitación, considerando las variables descritas en la presentación del ciclo hidrológico, la situación de los acuíferos (ver figura 7) así como los cuadros del SEEWA (Estadísticas integradas de la economía y medio ambiente del agua).

En la primera columna se presenta la situación actual se presenta con base en la información del censo de población y vivienda 2010, información hidrológica del OCAVAM y la CONAGUA, 2012 y 2014 respectivamente, destacando los indicadores como fugas en la red del uso público urbano que es de 1,555 hm^3/año, la extracción anual del agua es de 82.19 m^3/seg, el déficit de la recarga media de acuíferos es de 1,112 hm^3/año. El índice de uso no sustentable es de -930 hm3/año.

El índice de estrés relativo del agua es de -83.65%, cuyo umbral de estrés alto es de 40%, lo cual es severo ya que esta dos veces por arriba. Finalmente se presenta la dotación actual es de 381 l/hab/día para una población en vivienda con agua de 18 millones 657 mil habitantes, y la población total es de 20 millones 019 mil personas. En las columnas de escenarios se presenta en principio el escenario de un incremento de un grado para el periodo 2033 – 2037, con la información de proyecciones de CONAPO se espera que en este periodo la población en la ZMVM será de 23 millones 089 mil habitantes.

Se espera entonces una disminución de la precipitación del 5%. Las consecuencias serán un incremento en el déficit del agua reflejado en el índice del uso no sustentable del agua de -1088 hm^3, en consecuencia, el índice de estrés relativo del agua aumento 14.5%, esto es, paso a ser de 102.98%, en consecuencia el consumo per cápita será de 179 l/hab/día, lo que representa una disminución de 12.11%. El aumento de 2 grados en la temperatura promedio se dará en el periodo de 2055 – 2061 con una disminución en la precipitación de 5.8% con respecto al

año base, el índice de uso no sustentable del agua en este periodo será de -1,113 hm^3/año y el estrés relativo se espera de 106.27% lo que significa un incremento de 3.9% con respecto al periodo anterior.

Con tres grados de aumento en la temperatura, este se alcanzara en el periodo de 2072-2085 la precipitación disminuirá 6.85% y los índices de uso no sustentable y el índice de estrés relativo del agua serán de -1,145 hm3/año y 110.46% respectivamente. Finalmente el aumento de 4 grados se espera para el año de 2093 cuyo uso no sustentable del agua será de -1,186, y el índice de estrés relativo del agua será de 116.03%.

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN LA ZMVM Y ZMVT						
Año	**Zona Metropolitana, Valle de México 1/**	**Zona Metropolitana, Valle de Toluca**	**Municipios no Metropolitanos**	**Total Estado de México**	**Distrito Federal**	**Total ZMVM 2/**
2010	11,168,301	2,172,035	1,835,526	15,175,862	8,851,080	**20,019,381**
2015	12,358,415	2,456,801	2,289,305	17,104,522	8,854,600	**21,213,015**
2020	13,206,858	2,648,721	2,467,803	18,323,381	8,738,914	**21,945,772**
2030	14,649,202	2,979,419	2,810,034	20,438,655	8,439,786	**23,088,989**
2040	15,858,056	3,279,242	3,117,871	22,255,170	8,095,514	**23,953,570**
2050	16,912,902	3,573,649	3,391,566	23,878,117	7,753,597	**24,666,500**
2060	17,770,879	3,856,047	3,616,768	25,243,694	7,414,941	**25,185,820**
2070	18,395,542	4,119,652	3,780,961	26,296,155	7,080,400	**25,475,941**
2077	18,678,849	4,289,388	3,854,340	26,822,577	6,849,098	**25,527,948**
Año	**Total de Viviendas ZMVM**	**Total de Viviendas ZMVT**	**Total de Viviendas No Met**	**Total de Viviendas Total Edo Mex**		
2010	3,373,350	607,829	513,965	4,495,144		
2015	3,638,179	670,049	624,472	4,932,700		
2020	3,887,951	722,392	673,162	5,283,505		
2030	4,312,561	812,584	766,515	5,891,660		
2040	4,668,434	894,355	850,487	6,413,276		
2050	4,978,969	974,649	925,145	6,878,763		
2060	5,231,548	1,051,669	986,575	7,269,791		
2070	5,415,441	1,123,562	1,031,363	7,570,366		
2077	5,498,844	1,169,855	1,051,379	7,720,078		

Fuente: INEGI 2010, Censo de Población y Vivienda, del 2015 a 2030 proyección CONAPO y del 2040 al 2077 proyección propia con indices de crecimiento de CONAPO
1/, Comprende solo los municipios del Estado de México
2/, Incluye lod municipios del estado de México y el Distrito Federal

Tabla 10. Proyección de la población en las zonas metropolitanas del Valle de México y el Valle de Toluca.

Plantas potabilizadoras municipales en operación en el Estado de México
Dic-12

Municipio	Localidad	Nombre de la planta	Proceso	Capacidad instalada (l/s)	Caudal potabilizado (l/s)	Observaciones
Almoloya del Río	Almoloya del Río	Almoloya del Río	Filtración directa	580	450	
Atizapán de Zaragoza	Viejo Madín	Madín	Clarificación convencional	600	450	
Chimalhuacán	Chimalhuacán	Chimalhuacán	Adsorción	20	20	Inició operación en 2008
Chimalhuacán	Chimalhuacán	Ramal Peñon-Texcoco	Remoción de fierro - manganeso	630	630	Inició operación en 2003
Ixtapan de la Sal	Ixtapan de la Sal	Ixtapan de la Sal	Clarificación de patente	100	60	
Ixtapan de la Sal	Llano de la Unión	Llano de la Unión	Clarificación convencional	4	2	
El Oro	El Oro de Hidalgo	El Oro	Clarificación convencional	20	15	
Tenancingo	Tenancingo de Degollado	Tenancingo de Degollado	Remoción de fierro - manganeso	40	40	
Tlalmanalco	San Rafael	San Rafael	Clarificación convencional	150	57	
Tonatico	Tonatico	Tonatico	Clarificación convencional	20	15	
Villa de Allende	Berros (Los Berros)	Los Berros	Clarificación convencional	20 000.0	15 000.0	
	Total de plantas :		**11**	**22 164.0**	**16 739.0**	

Tabla 11. Plantas tratadoras de agua municipales del Estado de México. Fuente: CONAGUA, Inventario de Plantas Tratadoras.

En el Estado de México solo se cuenta con 11 plantas potabilizadoras municipales, cuyo caudal tratado es de 16.7 m^3/seg.

Plantas municipales de tratamiento de aguas residuales en operación en el Estado de México Dic-12

Municipio	Localidad	Nombre de la Planta	Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Tratado (l/s)	Cuerpo Receptor O Reuso	Observaciones
Acambay	Acambay	Acambay	Lagunas de estabilización	22	16	Arroyo Tierra Blanca	H. Ayuntamiento
Acolman	San Bartolo Acolman	San Bartolo	Biológico	15	15		Inició operación en 2008
Almoloya de Alquisiras	Cuauhtenco	Cabecera Municipal	Rafa + filtro Biológico	9	5	Río Almoloya	H. Ayuntamiento
Almoloya de Alquisiras	Jaltepec de Arriba	Jaltepec	Biológico	10	6		Inició operación en 2008
Almoloya de Juárez	Villa de Almoloya de Juárez	Almoloya de Juárez	Lagunas de estabilización	34	20	Río Almoloya	Rehabilitada en 2005
Almoloya de Juárez	Villa de Almoloya de Juárez	Colina del Sol	Lodos activados	2	2		Reportada en 2005. En transferencia de l.p al ayuntamiento
Almoloya del Río	Almoloya del Río	Cabecera Municipal	Lagunas de estabilización	31	7	Laguna Chignahuapan	H. Ayuntamiento
Amanalco	Amanalco de Becerra	Cabecera Municipal	Lodos activados	18	9	Río Amanalco	CAEM
Amanalco	Amanalco de Becerra	Rastro Municipal	Dual	0.5	0.5	Colector Municipal	H. Ayuntamiento
Amatepec	Palmar Chico	Palmar Chico	Lodos activados	8	5	Río Bejucos	CAEM - H. Ayuntamiento
Amatepec	Salitre Palmarillos	Salitre-Palmarillos	Anaerobio	0.5	0.5	H. Ayuntamiento	H. Ayuntamiento
Atenco	San Salvador Atenco	Santa Isabel Ixtapan Club de Golf	Rafa o wasb	5	1		
Atenco	Santa Isabel Ixtapan	Santa Isabel Ixtapan	Rafa o wasb	5	1		
Atizapán de Zaragoza	Ciudad López Mateos	Club de Golf Bellavista	Discos biológicos o biodiscos	20	10	Riego de áreas verdes	l.p.
Atizapán de Zaragoza	Ciudad López Mateos	Club de Golf Chiluca I	Lodos activados	10	5	Riego de áreas verdes	l.p.
Atizapán de Zaragoza	Ciudad López Mateos	Club de Golf Chiluca II	Lodos activados	16	8	Riego de áreas verdes	l.p.
Atizapán de Zaragoza	Ciudad López Mateos	Club de Golf Chiluca III	Lodos activados	4	3	Riego de áreas verdes	l.p.
Atizapán de Zaragoza	Ciudad López Mateos	Club de Golf Hacienda	Primario avanzado	25	20	Riego de áreas verdes	l.p. Floculación y filtración

GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

GENTE QUE TRABAJA Y LOGRA enGRANDE

IEECC INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Plantas municipales de tratamiento de aguas residuales en operación en el Estado de México
Dic-12

Municipio	Localidad	Nombre de la Planta	Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Tratado (l/s)	Cuerpo Receptor O Reuso	Observaciones
Atizapán de Zaragoza	Ciudad López Mateos	Club de Golf Valle Escondido	Lodos activados	30	30	Riego de áreas verdes	i.p.
Atizapán de Zaragoza	Ciudad López Mateos	Parque los Ciervos	Lodos activados	18	12	Riego de áreas verdes	i.p.
Atlacomulco	Atlacomulco de Fabela	Atlacomulco	Zanjas de oxidación	220	150	Río Lerma	
Atlacomulco	San Juan de los Jarros	San Juan	Anaerobio	21	9	Río Lerma	
Axapusco	Axapusco	Axapusco	Anaerobio	9	9	Río Lerma	Inició operación en 2012
Axapusco	Santa María Ticpac	Santa María Ticpac Sur	Anaerobio	5	4	Riego Agrícola	Anaerobio y filtro biológico H. Ayuntamiento
Ayapango	Ayapango de Gabriel Ramos Millán	Ayapango	Lagunas de estabilización	5	5		
Calimaya	Calimaya de Díaz González	Calimaya de Díaz González	Lodos activados	32	20		
Capulhuac	Capulhuac de Mirafuentes	Capulhuac	Lodos activados	50	45	CAEM	Reportada en 2005. El proceso completo es biofiltros-lodos activados.
Chalco	Chalco de Díaz Covarrubias	Centro de desarrollo comunitario "Juan Diego". I.a.p.	Lodos activados	1.6	1.6		Reportada en 2005
Chicoloapan	Chicoloapan de Juárez	Desarrollo Habitacional Camel	Lodos activados	21	21	Colector municipal	H. Ayuntamiento
Chicoloapan	Chicoloapan de Juárez	Desarrollo Habitacional Piedras Negras	Lodos activados	20	11	Colector municipal	H. Ayuntamiento
Chicoloapan	Chicoloapan de Juárez	Desarrollo Habitacional SARE I	Lodos activados	20	9	Colector municipal	H. Ayuntamiento
Chicoloapan	Chicoloapan de Juárez	Desarrollo Habitacional SARE II	Lodos activados	20	9	Colector municipal	H. Ayuntamiento
Chimalhuacán	Chimalhuacán	Lago de Texcoco I	Lodos activados	1 000.0	800	Riego Agrícola	CNA
Chimalhuacán	Chimalhuacán	Lago de Texcoco II	Lagunas de estabilización	500	400	Riego Agrícola	CNA

Plantas municipales de tratamiento de aguas residuales en operación en el Estado de México
Dic-12

Municipio	Localidad	Nombre de la Planta	Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Tratado (l/s)	Cuerpo Receptor O Reuso	Observaciones
Coacalco de Berriozábal	San Francisco Coacalco	Fracc. Rancho la Palma I	Lodos activados	16	16		Sapasac
Coacalco de Berriozábal	San Francisco Coacalco	Fraccionamiento "El Laurel"	Lodos activados	100	75	Dren Cartagena	Sapasac
Coacalco de Berriozábal	San Francisco Coacalco	Fracconamiento "Los Héroes"	Lodos activados	100	75	Dren Cartagena	Sapasac
Coatepec Harinas	San Luis (Colónia Hidalgo)	San Luis	Anaerobio	3	1.5	Río Almoloya	H. Ayuntamiento
Cocotitlán	Cocotitlán	Cabecera Municipal	Lodos activados	24	14	Río Amecameca	H. Ayuntamiento
Cuautitlán	Cuautitlán	Unidad Hab. Sta. Elena	Lodos activados	40	25		Iniciativa privada
Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	Cofradía I	Lodos activados	30	30		Iniciativa privada y operagua
Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	Cofradía II	Lodos activados	18	18		Iniciativa privada y operagua
Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	Cofradía III	Lodos activados	16	16		Reportada en 2005. Opera Iniciativa privada y operagua
Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	Fracc. Bosques de Alba II	Lodos activados	30	30		Operagua
Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	La Piedad I	Lodos activados	4.4	4.4	Colector municipal	Iniciativa privada y operagua
Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	La Piedad II	Lodos activados	18	18	Colector municipal	i.p./operagua
Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	Lechería	Lodos activados	400	205	Reúso industrial	Concesion a Cía. Mex. De Aguas
Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	L. San Francisco Tepojaco I	Lodos activados	50	25		Reportada en 2005. Opera Iniciativa privada y operagua
Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	L. San Francisco Tepojaco II	Lodos activados	50	25		Reportada en 2005. Opera Iniciativa privada y operagua
Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	San Francisco Tepojaco I	Lodos activados	50	25	Colector municipal	Iniciativa privada y operagua
Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	San Francisco Tepojaco II	Lodos activados	50	25	Colector municipal	Iniciativa privada y operagua
Ecatepec de Morelos	Ecatepec de Morelos	Papelera San Cristobal	Lodos activados	400	250	Reúso industrial	
Ecatepec de Morelos	Ecatepec de Morelos	Termoelec. Valle de México	Lodos activados	500	440	Reúso industrial	
Huehuetoca	Huehuetoca	Villas del Rey (Bicentenario)	Lodos activados	120	25	Terreno de cultivo. Bordo Jorobas	

GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

GENTE QUE TRABAJA Y LOGRA enGRANDE

IEECC INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Plantas municipales de tratamiento de aguas residuales en operación en el Estado de México
Dic-12

Municipio	Localidad	Nombre de la Planta	Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Tratado (l/s)	Cuerpo Receptor O Reuso	Observaciones
Huixquilucan	Huixquilucan de Degollado	Huixquilucan	Lodos activados	22	22	Club de golf "Bosques" áreas verdes	Iniciativa privada
Huixquilucan	Huixquilucan de Degollado	Cabecera Municipal	Lodos activados	6	2.8	Río Xintê	CAEM
Huixquilucan	Huixquilucan de Degollado	Escuela en el Trejo	Rafa o wasb	0.5	0.5	Colector municipal	Sist. Aguas Huixquilucan
Ixtapaluca	Ixtapaluca	Fraccionamiento Palmas II	Lodos activados	20	14	Colector municipal	Fraccionamiento-ODAPAS
Ixtapaluca	Ixtapaluca	Tlalpizahuac	Lodos activados	22	15		ODAPAS
Ixtapaluca	San Jerónimo Cuatro Vientos (San Jeronimo)	Cuatro Vientos	Lodos activados	108	50		Fraccionamiento-ODAPAS
Ixtapaluca	Santa Barbara	Fraccionamiento Santa Bárbara	Lodos activados	60	60	Colector municipal	Fraccionamiento-ODAPAS
Ixtapan de la Sal	Ixtapan de la Sal	Infonavit CROC	Lodos activados	2	2	Río Salado	
Ixtapan de la Sal	Ixtapan de la Sal	Intermunicipal Ixtapan-Tonatico	Lodos activados	80	60	Río el Salado	CAEM - H. Ayuntamiento
Jilotepec	Jilotepec de Molina Enríquez	Calpulalpan	Biológico	1	1	Arroyo Majuay	
Jilotepec	Jilotepec de Molina Enríquez	Canalejas	Biológico	2	2	Arroyo Colorado	
Jilotzingo	San Luis Ayucan	San Luis ayucan	Lodos activados	9	4	Presa Madín	H. Ayuntamiento
Jiquipilco	Jiquipilco	Jiquipilco	Lagunas de estabilización	9	8	Arroyo la Planta	H. Ayuntamiento
Jiquipilco	Santa Cruz Tepexpan	La Purísima	Filtros biológicos o rociadores o percoladores	1	0.5	Riego Agrícola	H. Ayuntamiento
Jiquipilco	Santa Cruz Tepexpan	Nombre de Dios	Rafa + filtro Biológico	1	0.5	Riego Agrícola	H. Ayuntamiento
Jiquipilco	Santa Cruz Tepexpan	Segunda Manzana Oriente	Anaerobio	7	3.6	Riego Agrícola	H. Ayuntamiento
Jiquipilco	Santa Cruz Tepexpan	Tercera Manzana Poniente	Anaerobio	7	3.5	Riego Agrícola	H. Ayuntamiento
Jocotitlán	Jocotitlán	Cabecera Municipal	Lodos activados	30	26	Río Lerma	H. Ayuntamiento
Jocotitlán	Jocotitlán	Jocotitlán	Zanjas de oxidación	30	27	Arroyo Mataburo	H. Ayuntamiento

Plantas municipales de tratamiento de aguas residuales en operación en el Estado de México
Dic-12

Municipio	Localidad	Nombre de la Planta	Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Tratado (l/s)	Cuerpo Receptor O Reuso	Observaciones
Joquicingo	Techuchulco de Allende	San Pedro Techuchulco	Lagunas de estabilización	18	4	Laguna de Almoloya	H. Ayuntamiento
Lerma	Fraccionamiento y Club de Golf los Encinos	Club de Golf Los Encinos	Terciario	20	15	Campo de Golf	Iniciativa privada campo de golf
Lerma	Lerma de Villada	Fraccionamiento "Los Robles2	Lodos activados	5	5		
Lerma	Santa María Atarasquillo	Atarasquillo, Santa María	Anaerobio	35	10	Río Lerma	CAEM
Luvianos	Villa Luvianos	Luvianos	Lagunas de estabilización	48	15	Río los Sabinos	Opera H. Ayuntamiento/ CAEM
Malinalco	Malinalco	Club de Golf	Lodos activados	17	8	Riego de áreas verdes	Reportada en 2005
Metepec	Metepec	Metepec	Lodos activados	100	75	Canal San Gaspar	Inició operación en 2006
Metepec	Metepec	U.H. La Pilita	Anaerobio	3	3	Canal San Isidro	Metepec
Mexicaltzingo	San Mateo Mexicaltzingo	Mexicaltzingo	Lagunas de estabilización	37	7	Arroyo sin nombre	H. Ayuntamiento
Morelos	San Bartolo Morelos	San Bartolo Morelos	Lagunas de estabilización	10	8	Arroyo la Loma	H. Ayuntamiento
Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	Conjunto hab. La Cuspide	Lodos activados	4	1.6		Iniciativa privada
Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	Conjunto hab. La Rosa	Fosa séptica	2	1.5		Iniciativa privada
Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	Conjunto hab. SEDENA Col. Santiago	Fosa séptica	1.8	1.8		SEDENA
Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	Conjunto hab. SEDENA Sta Cruz Acatlán	Rafa o wasb	2	2		SEDENA
Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	Hospital IMSS Naucalpan	Lodos activados	1	1		Reportada en 2005. Opera IMSS
Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	Naucall	Lodos activados	40	20	Riego áreas verdes	OAPAS
Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	Parque "Los Remedios"	Lodos activados	1.8	1.8	Riego áreas verdes	
Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	Pintores	Lodos activados	5	5	Riego áreas verdes	OAPAS

Plantas municipales de tratamiento de aguas residuales en operación en el Estado de México
Dic-12

Municipio	Localidad	Nombre de la Planta	Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Tratado (l/s)	Cuerpo Receptor O Reuso	Observaciones
Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	San Rafael Chamapa	Rafa o wasb	2	1.8		Grupo Unión Popular Revolucionaria Emiliano Zapata
Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	U. H. Campo Militar No. 1	Lodos activados	30	20		Reportada en 2005. Opera SEDENA
Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	U. H. Lomas Canteras	Reactor enzimatico	3	3		Iniciativa privada
Naucalpan de Juárez	Naucalpan de Juárez	U.H. La Joya	Reactor enzimatico	2	0.5		Iniciativa privada
Nezahualcoyotl	Ciudad Nezahualcoyotl	Nezahualcoyotl/ Jorge Ayanegui	Lodos activados	145	100	Riego áreas verdes	OAPAS
Ocoyoacac	Ocoyoacac	San Martín Jajalpa I	Lodos activados	3	3	Colector municipal	I.p.
Ocoyoacac	Ocoyoacac	San Martín Jajalpa II	Lodos activados	3	3	Colector municipal	I.p.
Ocoyoacac	San Pedro Cholula	San Pedro Cholula	Lodos activados	15	10	Río Lerma	H. Ayuntamiento
El Oro	El Oro de Hidalgo	El oro de hidalgo	Lagunas de estabilización	15	14	Presa El Mortero	H. Ayuntamiento
Papalotla	Papalotla	Cabecera Municipal/Coxotla	Anaerobio	10	3	Colector municipal	Anaerobio-humedal ODAPAS
San Felipe del Progreso	San Felipe del Progreso	San Felipe del Progreso	Lagunas de estabilización	12	9	Arroyo San Felipe	H. Ayuntamiento
San José del Rincón	San José del Rincón Centro	Cabecera Municipal	Lodos activados	3	2.8	Río San José-Presa Villa Victoria	Lodos activados,con desinfección, reactor Anaerobio y humedal H. Ayuntamiento
Santo Tomas	Santo Tomas de los Platanos	Cabecera Municipal, Loma Bonita las Fincas y las Canoas	Lodos activados	10	6	Río Tilostoc	CAEM- H. Ayuntamiento
Tecamac	Ojo de Agua	Hacienda Ojo de Agua	Lodos activados	150	100	Colector Municipal	ODAPAS
Tecamac	Tecamac de Felipe Villanueva	C. H. Sierra Hermosa	Lodos activados	180	80		Reportada en 2005. Opera I.P.-ODAPAS
Tecamac	Tecamac de felipe Villanueva	C. H. Villa del Real	Lodos activados	45	45	Reportada en 2005. Opera I.P.-ODAPAS	
Tecamac	Tecamac de Felipe Villanueva	Cabecera Municipal	Lodos activados	150	75	Colector municipal	ODAPAS

Plantas municipales de tratamiento de aguas residuales en operación en el Estado de México
Dic-12

Municipio	Localidad	Nombre de la Planta	Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Tratado (l/s)	Cuerpo Receptor O Reuso	Observaciones
Tecamac	Tecamac de Felipe Villanueva	Casas GEO	Lodos activados	50	50	Colector municipal	ODAPAS
Tejupilco	Luvianos	Luvianos	Lagunas de estabilización	48	16	Río los Sabinos	
Tejupilco	Tejupilco de Hidalgo	Universidad del Sureste	Lodos activados	3.7	2	Río Tejupilco	I.P.
Tejupilco	Tejupilco de Hidalgo	Tejupilco	Lodos activados	80	70	Sin información	Inició operación en 2012
Tenancingo	Tenancingo de Degollado	Tenancingo	Lodos activados	50	30	Río Tenancingo	Rehabilitación en 2003
Teotihuacán	Teotihuacán de Arista	Escuela secundaria "Justo Sierra"	Rafa, wasb + humedal	2	1		Reportada en 2005. Opera Secybs - Ayuntamiento
Teotihuacán	Teotihuacán de Arista	Teotihuacán	Lodos activados	80	80	Sin información	Inició operación en 2012
Tepotzotlán	Tepotzotlán	Fracc. El Trebol	Tanque Imhoff	12	12		
Tepotzotlán	Tepotzotlán	U. H. Autosuficiente Bacardi	Lodos activados	5	5		H. Ayuntamiento e iniciativa privada
Tepotzotlán	Tepotzotlán	Xochitla Reserva Natural, A.C.	Biológico	20	2	Riego áreas verdes	Iniciativa privada
Texcaltitlán	Texcaltitlán	Texcaltitlán	Filtros biológicos o rociadores o percoladores	5	5		
Texcalyacac	San Mateo Texcalyacac	Texcalyacac	Lagunas de estabilización	17	8	Laguna de Almoloya	H. Ayuntamiento
Texcoco	Texcoco de Mora	Texcoco Ceneso	Lodos activados	3	3		Opera CAEM
Texcoco	Texcoco de Mora	Universidad de Chapingo	Rafa o wasb	10	10		Universidad de Chapingo
Tlanguistenco	San Lorenzo Huehuetitlan	San Lorenzo Huehuetitlan	Lagunas de estabilización	5	4	Laguna de Almoloya	H. Ayuntamiento
Tlanguistenco	Santiago Tlanguistenco de Galeana	Capulhuac-Jalatlaco-Tlanguistengo	Lodos activados	50	20	Laguna Chignahuapan	
Timilpan	Rincón de Bucio (San isidro)	Rincón de Bucio	Anaerobio	7	5	Presa Huapango y riego Agrícola.	Reactor Anaerobio, filtro biológico y desinfección H. Ayuntamiento

GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

GENTE QUE TRABAJA Y LOGRA enGRANDE

IEECC INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Plantas municipales de tratamiento de aguas residuales en operación en el Estado de México
Dic-12

Municipio	Localidad	Nombre de la Planta	Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Tratado (l/s)	Cuerpo Receptor O Reuso	Observaciones
Timilpan	Zaragoza	Cabecera Municipal y Zaragoza	Anaerobio	10	9	Presa Huapango	Reactor Anaerobio, filtros biológicos y desinfección H. Ayuntamiento
Tlalmanalco	San Antonio Tlaltecahuacán	San Antonio Tlaltecahuacán	Fosa séptica	2	2		
Tlalnepantla de Baz	Tlalnepantla	San Juan Ixhuatepec	Lodos activados	150	100	Uso industrial	Compañía mexicana de aguas
Tlalnepantla de Baz	Tlalnepantla	Tlalnepantla	Lodos activados	100	100		Inició operación en 2006
Toluca	Toluca de Lerdo	Centro Médico Issemym	Lodos activados	6	5	Colector municipal	Issemym
Toluca	Toluca de Lerdo	Fracc. Sor Juana Ines de la Cruz	Lagunas de estabilización	1	1	Canal Tocoltepec	
Toluca	Toluca de Lerdo	Hospital Infantil del DIF EM	Lodos activados	5	5	Colector municipal	Difem
Toluca	Toluca de Lerdo	Toluca Norte	Dual	1 250.0	1 200.0	Canal sin nombre	El tratamiento completo biofiltros-lodos activados. Opera ecosys I
Toluca	Toluca de Lerdo	Toluca Oriente	Lodos activados	1 000.0	891	Canal Tocoltepec	Opera ecosys II
Tultitlán	Tultitlán de Mariano Escobedo	U. Hab. Infonavit Robles y Colorines Tultitlán I	Lodos activados	20	20		OAPAS
Valle de Bravo	Santa María Pipioltepec (Pipioltepec)	Santa María Pipioltepec	Anaerobio	0.1	0.1	Colector municipal	H. Ayuntamiento
Valle de Bravo	Valle de Bravo	Rastro Municipal	Anaerobio	3	3	Colector municipal	H. Ayuntamiento
Valle de Bravo	Valle de Bravo	Valle de Bravo	Lodos activados	150	130	Presa Valle de Bravo	Planta ampliada (tercer módulo de 100 A 150 l/s). Inversión 64.83 MDP (APAZU) Octubre 2012
Valle de Bravo	Valle de Bravo	Velo de Novia	Anaerobio	0.1	0.1	Colector municipal	H. Ayuntamiento
Zacazonapan	Zacazonapan	Zacazonapan	Humedales (wetland)	7	5	Arroyo Zacazonapan	
Zacualpan	Zacualpan	Barrio Santiago	Lodos activados	5	4	Río Amoloya	CAEM-H. Ayuntamiento
	Total de plantas:		**142**	**8 962.0**	**6 788.9**		

En el estado de México en el 2012, se tenían 79 plantas tratadoras municipales, con una capacidad instalada para tratar 8.96 m^3/seg y el caudal tratado es de 6.79 m^3/seg, lo que significa que solo se trata. En cuanto a las plantas tratadoras industriales se tienen 241 con una capacidad instalada para tratar 2.35 m^3/seg y cuyo caudal tratado es de 1.8 m^3/seg.

Figura 9. Plantas tratadoras de agua municipales del Estado de México.
Fuente: CONAGUA, Inventario de Plantas Tratadoras.

Para el año de 2020 se espera que la Zona Metropolitana del Valle de México se transforme en una gran Megalópolis, al incorporar la zona metropolitana del Valle de Toluca, así como el Valle de Cuernavaca, La zona metropolitana del Pachuca en el Estado de Hidalgo y la zona metropolitana de la Ciudad de Puebla se encontrara prácticamente integrada a esta megalópolis solo separada por el eje volcánico del Popocatépetl y el Iztaccihuatl.

POBLACIÓN 2010			
Municipio	Región	R. Hidrológica	**POB1**
Ecatepec de Morelos	ZMVM	Panuco	**1,656,107**
Nezahualcóyotl	ZMVM	Panuco	**1,110,565**
Naucalpan de Juárez	ZMVM	Panuco	**833,779**
Toluca	ZMVT	LERMA	**819,561**
Tlalnepantla de Baz	ZMVM	Panuco	**664,225**
Chimalhuacán	ZMVM	Panuco	**614,453**
Cuautitlán Izcalli	ZMVM	Panuco	**511,675**
Atizapán de Zaragoza	ZMVM	Panuco	**489,937**
Tultitlán	ZMVM	Panuco	**486,998**
Ixtapaluca	ZMVM	Panuco	**467,361**
Nicolás Romero	ZMVM	Panuco	**366,602**
Tecámac	ZMVM	Panuco	**364,579**
Valle de Chalco	ZMVM	Panuco	**357,645**
Chalco	ZMVM	Panuco	**310,130**
Coacalco de Berriozábal	ZMVM	Panuco	**278,064**
Total			**9,331,681**
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI Censo			

Tabla 12. Plantas tratadoras de agua municipales del Estado de México.
Fuente: CONAGUA, Inventario de Plantas Tratadoras.

En esta figura, se muestran los municipios del Estado de México con mayor población, ordenados de mayor a menor, el municipio más poblado es el de Ecatepec de Morelos con 1 millón 656 mil pesos, le siguen Nezahualcóyotl, Naucalpan de Juárez etc. Es importante destacar que todos a excepción de Toluca pertenecen a la ZMVM.

Figura 10. Crecimiento de la Mancha Urbana del Valle de México. Fuente: Elaboración propia con datos de Geo Ciudad de México Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe y el Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo" A.C.

En esta figura se muestra como la ZMVM ha ido creciendo y expandiéndose mayoritariamente hacia el norte. Entre 1940 y 1970. En 1940 se integran nueve delegaciones del D.F. Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Venustiano

Carranza, Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Coyoacán, Gustavo A. Madero e Iztacalco. En 1950 se incorpora la delegación Iztacalco y dos municipios del Estado de México, Tlalnepantla de Baz y Naucalpan de Juárez (observatorio Cd, de México)- Para el año de 1960 se incorporaron las delegaciones Cuajimalpa, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco, así como Chimalhuacán y Ecatepec en el Estado de México (Unikel, 1978). En 1957 se funda Ciudad Satélite, detonando el desarrollo de nuevos fraccionamientos alrededor de la Carretera México – Querétaro, así se desarrolló Las Lomas, Tecamachalco etc. (Covarrubias, 2004 : 25-26) citado por (Melgoza, 2012)- En 1970 en el Estado de México se creó el Instituto de Acción Urbana e Integración Social (AURIS) para la promoción de la vivienda. Para 1980, se incorporaron los municipios mexiquenses de Chalco, Chicoloapan, Ixtapaluca, Nicolás Romero, Tecámac y Cuautitlán Izcalli (García 2004). En 1992 se incorporan del Estado de México, Acolman, Atenco, Jaltenco, Melchor Ocampo, Nextlalpan, Teoloyucan, Tepotzotlán Texcoco, Tultepec y Zumpango (Ocampo, 1996, citado por Melgoza 2012). Finalmente en el 2010 la ZMVM se compone de esta forma.

POBLACIÓN ZMVM 2010		
Municipios - Delegaciones	Cantidad	**Población**
Estado de México	59	**11,168,301**
Estado de Hidalgo	1	**97,461**
Distrito Federal	16	**8,851,080**
Total	76	**20,116,842**
Fuente: Elaboro D. Melgoza, delimitación SEDESOL con datos		

ACUÍFERO	RECARGA MEDIA ANUAL	DNCOM: DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA	VCAS: VOLUMEN CONCESIONADO DE AGUA SUBTERRÁNEA	VEXTET: volumen de extracción de agua	DAS: disponibilidad media	DEFICIT
ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO						
CHALCO-AMECAMECA	79.3	3.3	92.4	100.3	0.0	-16.4
TEXCOCO	161.0	10.4	199.7	184.2	0.0	-49.1
CUAUTITLÁN-PACHUCA,	356.7	0.0	546.7	751.3	0.0	-190.0
Total ZMVM	1,109.0	13.7	2,065.2	1,659.6	0.0	-969.1
VILLA VICTORIA-VALLE DE	334.9			2.1		0.0
TEMASCALTEPEC,						
VALLE DE-TOLUCA,	336.8	53.6	435.7	422.4	0.0	-152.5
IXTLAHUACA-	119.0	18.0	110.0	208.0	0.0	-9.0
Total ZMVT	455.8	71.6	545.7	630.4	0.0	-161.5
POLOTITLÁN	46.2	34.1	14.9	37.8	0.0	-2.8
Fuente: CONAGUA, DOF 2009						

Tabla 13. Agua, Energía y Contaminación. Fuente: Elaboración propia con metodología utilizada por Miguel G, Breceda Lapeyre, Programa de Energía Universidad de la Ciudad de México.

Figura 11. Diagrama esquemático que ilustra el hundimiento en algunas regiones de la zona metropolitana del Valle de México (SACM, 2012).

IMPACTOS DE LA SOBREEXPLOTACIÓN DE ACUÍFEROS

Reducción en la extracción de agua en los manantiales de 1.88 m^3/seg. Esto es de 2.7m^3/seg en 1962, a 0.82 m^3/seg en 1997, representando una pérdida económica de aproximadamente $5'607'068,738.35.

Abatimiento del nivel del agua por sobreexplotación de 358.0 Mm^3: Promedio anual de 7.37 Mm^3 y un gasto de 0.3 m^3/seg, con una disminución de 34 mts en el nivel freático.

Periodo 1950 – 1997.
Variación de la calidad del agua. En 1970 se tienen 7.95 mg/l de sólidos disueltos totales. En 1997, 289.43 mg/l de sólidos disueltos totales. El costo estimado de pérdidas por la variación en la calidad es de 3'405'215,720.09, con un monto de $0.96 por m^3.

Cambio en el esquema de flujo subterráneo, sobreexplotación del acuífero inferior, lo que ha provocado un flujo vertical de acuífero superior de 76.22 Mm3/año, lo que representa un gasto de2.42 m3/seg.

Consolidación del terreno (1981 – 1997), hundimiento promedio anual de 7 cms, hundimiento medio de 7.50 mts. Mínimo 1.00 mts y máximo de 13.30 mts en el centro de la ciudad de México.

LAS LÍNEAS DE ACCIÓN EN LA REGIÓN

- Ordenamiento territorial
- Tratamiento de aguas residuales y su intercambio

- Reducir niveles de pérdidas y desperdicio
- Frenar la sobreexplotación de acuíferos
- Impulsar proyectos de recarga
- Incrementar capacidad de almacenamiento y drenaje
- Incorporar agua de lluvia como nueva fuentes de abastecimiento
- Incorporar los costos totales en las tarifas
- Micro y macro medición (Instalación de medidores y toma de lecturas)
- Monitoreo de la calidad del agua
- Regulación de usuarios de la red.

Se debe trabajar en cuatro grandes vertientes

- La cultura del agua
- El abastecimiento,
- La regulación hidrológica
- El saneamiento

BIBLIOGRAFÍA

Covarrubias Moreno, Oscar (2006) El problema de la coordinación en el Gobierno Contemporáneo. Hacia un Estado Federal coordinado, Instituto de Administración Pública del Estado de México (IAPEM) Toluca 2006.

Domínguez Mora Ernesto, (2001): “Agua: Escasez y Vulnerabilidad en la ZMVM”. En: Foro del Día Mundial del Agua. México, 2001.

Eibenschutz Hartman, Roberto, (coord), (1997). Bases para la Planeación del Desarrollo Urbano en la Ciudad de México. Porrúa, México, Tomo 2, col. Las Ciencias Sociales. México, 1997.

Eibenschutz Hartman, Roberto, (1999). "Política de Control de la Expansión Urbana en el Distrito Federal", en OECD. Memoria de la Conferencia Internacional Sobre Control de la Expansión Urbana en Seminario Control del Crecimiento Urbano. México, DF, 1999.

Ezcurra, Exequiel, (2000) “El Ecosistema Urbano”, en Garza Gustavo, Coordinador. La Ciudad de México en el fin del Segundo Milenio, Colegio de México. México, 2000.

Ezcurra, Exequiel y Mazari-Hiriart, Marisa, (1996) "¿Son viables las Megaciudades? Las Enseñanzas de la Ciudad de México", en Instituto de Ecología. México,1996.

Fabela, Isidro (1946) Mi gobierno en el Estado de México 1942-1945. Gobierno del Estado de México, citado por Bonilla de León, Laura Edith y López Mora Rebeca (1996), Tlalnepantla, una región en l historia, editado por el H. Ayuntamiento Constitucional de Tlalnepantla de Baz- 1994 – 1996. “Fomentar la industria nacional es hacer patria”

Observatorio de la Ciudad de México (1996), Escenarios demográficos y urbanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2010, 24 de junio de 2004.

Unikel, Luis (1978), El desarrollo urbano en México, diagnóstico e implicaciones futuras, El Colegio de México, pp 238

Melgoza Mora David. Gobernabilidad democrática metropolitana en un federalismo eficaz INAP México 2012.

Ocampo Arenal, Emilio (1996) “Delimitación Geográfica” en Merino Mañon José (1996) Ensayos sobre la ZMVM Instituto de Administración Pública del Estado de México A.C. (IAPEM) en línea, http://www.iapem.org.mx/iapem/dpcs/libros/968-6452-17-6-pdf

APÉNDICE CON DATOS DE ACUÍFEROS

CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CUBICOS ANUALES					
ESTADO DE MEXICO							
1508	CUAUTITLAN-PACHUCA	356.7	0.0	546.691480	751.3	0.000000	-189.991480

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CUBICOS ANUALES					
ESTADO DE MEXICO							
1507	TEXCOCO	161.0	10.4	199.673416	184.2	0.000000	-49.073416

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CUBICOS ANUALES					
ESTADO DE MEXICO							
1506	CHALCO-AMECAMECA	79.3	3.3	92.402153	100.3	0.000000	-16.402153

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CUBICOS ANUALES					
ESTADO DE MEXICO							
1502	IXTLAHUACA-ATLACOMULCO	119.0	18.0	110.010905	208.0	0.000000	-9.010905

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CUBICOS ANUALES					
ESTADO DE MEXICO							
1501	VALLE DE TOLUCA	336.8	53.6	435.660919	422.4	0.000000	-152.510919

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

RECARGA MEDIA ANUAL

DNCOM: DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA; VCAS: VOLUMEN CONCESIONADO DE AGUA SUBTERRÁNEA; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.

CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CUBICOS ANUALES					
ESTADO DE MEXICO							
1503	POLOTITLAN	46.2	34.1	14.923357	37.8	0.000000	-2.823357

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

T2.09. Acuíferos de la región IV Balsas

Clave	Acuífero	Región hidrológico	Cuenca	Extracción hm^3/año	Recarga hm^3/año	Relación extracción/ recarga
1505	Villa Victoria-Valle de Bravo*	18	Río Mezcala	2.1	334.9	0.006

Acuíferos	Recarga media	Descarga natural	Volumen anual concesionado	comprometida	Disponibilidad/déficit	
					m^3/s	hm/año
Zona metropolitana de la Ciudad de México	16,3	0,0	38,9		-22,6	-713
Tecocomulco	0,9	0,0	0,0		0,8	26
Apan	5,0	2,8	0,3		1,9	59
Chalco-Amecameca	2,5	0,1	2,9		-0,5	-16
Texcoco	5,1	0,3	6,3		-1,6	-49
Cuautitlán-Pachuca	6,4	0	10,5		-4,1	-129
Soltepec	2,9	1,3	0,6		1,1	33
Total	39,1	4,6	59,5		-25,0	-788

Cuadro 2. Balance hídrico de los acuíferos locales que abastecen al Valle de México (m^3/s).

CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CUBICOS ANUALES					
DISTRITO FEDERAL							
0901	ZONA METROPOLITANA DE LA CD. DE MEXICO	512.8	0.0	1,226.429181	623.8	0.000000	-713.629181

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

(m3/seg)

		Agropecuario (1)	Industria y energía electrica (termos) (2)	Red municipal (público urbano)(6)	Alcantarillado (7)	Viviendas	Resto del mundo (8)	S2 Oferta Total de agua
Del medio ambiente	U1 Extracción Total	12.5	4.7	64.9	0.0	0.1	0.0	82.2
	Superficial	4.9	0.7	11.9		0.0		17.4
	Subterranea	7.7	3.9	53.1		0.1		64.8
		15%	6%	79%		0%		
Dentro de la economia	U2 Uso del agua recibido de otras unidades productivas	*0.0*	*9.7*	*20.5*	*57.0*	*41.6*	*17.1*	*145.8*
U- Uso Total del agua		12.5	14.3	85.4	57.0	41.6	17.1	228.0

Tabla de oferta fisica (PST)

Dentro de la economia	S1 Oferta de agua captada de otras unidades económicas		*17*	*51*	*17*	*45*	*20*	*151*
	Reuso de agua (9)		1	4	17		20	43
	Agua residual del alcantarillado (10)		16	47		45		108
Al medio ambiente	S2 Total de retornos	8		34	40			82
	agua de riego (11)							
	agua residual tratada (12)				1			1
	agua residual no tratada (13)	3			39			42
	agua perdida en el transporte (15)	5		34				39
Oferta Total de agua (= S1 + S2)		8	17	85	57	45	20	233
Consumo (U - S)		5	- 3			- 4		- 5
Consumo (%)		40%	-21%	0%	0%	-9%		-2%

	Agropecuario 16/	Industria y energía electrica (termos.) 17/	Red municipal (público urbano) 21/	Alcantarillado 22/	Viviendas 23/	Resto del mundo 25/	S2 Total de agua suministrada
Agropecuario							
Industria y energía electrica (termos.)				12			*12*
Red municipal (público urbano)		10			42		*51*
Alcantarillado						17	*17*
Viviendas				45			*45*
Resto del mundo (Cutzamala y Lerma)			20				*20*
U2 Agua Total recibida por uso		*10*	*20*	*57*	*42*	*17*	*146*
		19%			81%		

Indicadores seleccionados del reporte WWDR (World Water Development Report).

Descripción del Indicador	Indicador	Liga con las cuentas de agua
Índice de uso no-sustentable del agua. **Este indicador provee la medida del uso del agua por el ser humano, en exceso a la oferta natural del agua (Escorrentía local más el flujo de los ríos. Para el caso de México se utilizó la recarga media total de acuíferos). Áreas en las que existe un uso excesivo del agua por la alta dependencia de la agricultura de riego. Concentración urbana, el agua es utilizada en forma impactante la cual desborda las tendencias naturales, Por ejemplo la Zona Metropolitana de la ciudad de México. Estas áreas dependen de grandes infraestructuras para el transporte del agua a largas distancias (esto, por medio de canales o transporte en pipas)**	**El indicador es calculado así:** Q-DIA o Q – A D = Uso doméstico (hm^3/año) I = Uso industrial(hm^3/año) A=Uso Agropecuario (hm^3/año) Q = Recursos de agua dulce renovable. (hm^3/año)	Derivado de las cuentas del agua. El uso del agua por sector, es obtenido de la tabla de uso y oferta del agua SUT (capítulo 3 del manual)
Índice de estrés relativo del agua. **Este indicador provee la medida de la presión de la demanda del agua por el uso agrícola, doméstico, industrial, etc.** **Relativo a la oferta local y de aguas arriba. Áreas que experimentan estrés del agua o escasez del agua pueden ser identificadas con tasas relativas de demanda, que exceden a 0.2 o 0.4**	**El indicador es calculado así:** DIA / Q D = Uso doméstico (hm3/año)	Derivado de las cuentas del agua. El uso del agua por sector, es obtenido de la tabla de uso y oferta del agua SUT (capítulo

respectivamente. En el umbral de 0.4 (o 40% de uso relativo del agua) significa condiciones de estrés severo. **La combinación del umbral del estrés y los datos del crecimiento urbano identifican focos rojos de estrés de agua en donde un número importante de personas pueden sufrir severos impactos por este acontecimiento.**	I = Uso industrial(hm3/año) A =Uso Agropecuario (hm3/año) Q = Recursos de agua dulce renovable. (hm3/año)	3 del manual) y por las cuentas de activos del capítulo 6.

GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO

GENTE QUE TRABAJA Y LOGRA enGRANDE

IEECC INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Suma de REC2007 / Etiquetas de fila	Etiquetas de columna / ACUACULTURA	CELULOSA Y PAPEL	HIDROELECTRICAS	MINERIA	PUBLICO URBANO	REGIMEN GENERAL	TERMOELECTRICAS	USO RECREATIVO	Total general
BALSA	**189,667.41**		**518,993.20**	**1,387,402.92**	**3,426,301.96**	**1,759,509.23**		**193,179.64**	**7,475,054.36**
AMANALCO	77,849.05					177.92			78,026.98
DONATO GUERRA	3,742.42				2,947.14				6,689.56
IXTAPAN DE LA SAL	121.63				485,669.09			185,843.57	671,634.29
MALINALCO	47,566.88		111,081.86		214,855.58	1,461,505.53		60.31	1,835,070.16
OCUILAN	9,916.47				42,378.32			7,275.76	59,570.55
OTZOLOAPAN			179,135.38						179,135.38
SANTO TOMAS DE LOS P			102,411.55						102,411.55
SULTEPEC						10,881.48			10,881.48
TEMASCALTEPEC	26,700.58		32,982.88	97,526.18					157,209.64
TENANCINGO	48.25		9,977.65			250,946.47			260,972.36
TEXCALTITLAN	12,779.33					7,273.75			20,053.08
TLATLAYA						14,749.55			14,749.55
TONATICO					330,472.44				330,472.44
VALLE DE BRAVO	5,703.60		83,403.88		813,655.04	13,149.25			915,911.78
VILLA DE ALLENDE	2,733.19								2,733.19
VILLA GUERRERO	379.97				12,967.40	825.28			14,172.65
VILLA VICTORIA	833.33								833.33
ZACAZONAPAN				1,207,550.45	1,518,046.16				2,725,596.60
ZACUALPAN	461.39			82,326.29	904.45				83,692.13
ZUMPAHUACAN	831.31				4,406.34				5,237.65
GOLNO					**695.42**	**3,564,160.76**			**3,564,856.18**
ACAMBAY						0.00			0.00
ACULCO						946,164.80			946,164.80
JILOTEPEC					695.42	2,617,995.96			2,618,691.39
LERSA	**7,637.64**				**18,147,493.84**	**197,235,506.92**			**215,390,638.4**
ALMOLOYA DE JUAREZ					316,836.37	6,739,146.62			7,055,982.99
ATLACOMULCO					82,431.62	786,466.93			868,898.56
CAPULHUAC	759.94					108,274.97			109,034.91
IXTLAHUACA						559,724.09			559,724.09
JIQUIPILCO					5,628.78				5,628.78
JOCOTITLAN					68,560.77	3,717,365.93			3,785,926.70
LERMA					21,097.53	29,602,488.27			29,623,585.79
METEPEC					5,713,110.61	985,806.55			6,698,917.16
OCOYOACAC					121,306.07	1,077,817.10			1,199,123.18
ORO, EL					44,575.55				44,575.55
OTZOLOTEPEC					19,991.98				19,991.98
RAYON					505.22	199,585.89			200,091.12
SAN FELIPE DEL PROGR	1,249.49				810,003.57				811,253.05
TEMASCALCINGO					132,110.92				132,110.92
TEMOAYA	4,885.36								4,885.36
TENANGO DEL VALLE	44.23					194,563.83			194,608.06
TIANGUISTENCO						1,196,812.71			1,196,812.71
TOLUCA *					10,535,849.52	141,528,215.11			152,064,064.6
ZINACANTEPEC	698.63				275,485.34	10,539,238.91			10,815,422.88
VAMEX	**14,278.11**	**68,322,797.99**	**97,614.21**		**161,461,378.91**	**352,169,984.81**	**26,148,635.55**	**2,827,661.17**	**611,042,350.7**
ACOLMAN					0.00	2,546,070.51	19,500,520.74		22,046,591.25
APAXCO					123,531.04	420,892.52			544,423.56
ATIZAPAN DE ZARAGOZA		2,004,018.29			14,761,487.90	5,171,324.28		288,158.61	22,224,989.07
AXAPUSCO					43,171.82				43,171.82
CHALCO		101,081.64			128,118.66	22,966.20			252,166.50
CHAPA DE MOTA	4,140.49				290,334.94	1,112,870.03			1,407,345.46
CHIAUTLA						48,677.65			48,677.65
CHICOLOAPAN					402,579.68	53,495.65			456,075.34
CHICONCUAC					741,461.62				741,461.62
CHIMALHUACAN						16,337.80			16,337.80
COACALCO					504,249.42	39,374.36			543,623.78
COCOTITLAN					67,132.28				67,132.28
CUAUTITLAN					870,178.62	19,506,061.65			20,376,240.27
CUAUTITLAN IZCALLI					8,474,552.69	35,413,582.09			43,888,134.78
ECATEPEC		32,404,535.49			59,893,995.49	105,667,738.24			197,966,269.2
HUEHUETOCA					947,783.88	1,020,542.84			1,968,326.72
HUIXQUILUCAN	1,238.43				140,566.97	3,233.78			145,039.18
ISIDRO FABELA	3,136.28								3,136.28
IXTAPALUCA		471,602.72			1,667.24	10,390,737.16			10,864,007.11
JILOTZINGO	105.55								105.55
MELCHOR OCAMPO						56,046.90			56,046.90
MORELOS					255,396.28	1,425,375.00			1,680,771.28
NAUCALPAN DE JUAREZ	3,496.15	11,324,318.64			27,611,433.07	11,973,011.50		2,144,584.86	53,056,844.22
NETZAHUALCOYOTL					7,708,133.05				7,708,133.05
NICOLAS ROMERO	1,429.42	0.00	97,614.21		160,942.32	2,086,385.79			2,346,371.74
NOPALTEPEC					59,489.54	42,395.04			101,884.58
OTUMBA					0.00				0.00
PAPALOTLA					44,293.22				44,293.22
PAZ, LA		986,794.68				17,946,093.07			18,932,887.75
SAN MARTIN DE LAS PI					187,482.39	6,061.46		3,980.66	197,524.51
SOYANIQUILPAN DE JUA						1,479,157.14			1,479,157.14
TECAMAC					3,806,492.33	6,032.31			3,812,524.64
TEMASCALAPA					175,298.58				175,298.58
TEOLOYUCAN					92,931.35	165,264.76			258,196.11
TEOTIHUACAN		1,181,122.28				7,224,369.03		166,923.37	8,572,414.67
TEPETLAOXTOC	426.21					0.00			426.21
TEPOTZOTLAN					2,081,544.39	16,893,871.82		223,995.59	19,199,411.79
TEQUIXQUIAC					665,117.44				665,117.44
TEXCOCO					342,310.52	6,978,294.85		18.09	7,320,623.46
TLALMANALCO		0.00				432,423.37			432,423.37
TLALNEPANTLA DE BAZ		19,849,324.25			20,703,440.84	65,786,367.37			106,339,132.4
TULTEPEC						146,214.89			146,214.89
TULTITLAN					10,176,261.36	38,088,715.75	6,648,114.81		54,913,091.92
VILLA DEL CARBON	305.59								305.59
Total general	**211,583.16**	**68,322,797.99**	**616,607.40**	**1,387,402.92**	**183,035,870.13**	**554,729,161.72**	**26,148,635.55**	**3,020,840.81**	**837,472,899.6**

Volumenes declarados, 2007

}	Etiquetas de columna								
Etiquetas de fila	ACUACULTURA	CELULOSA Y PAPEL	HIDROELECTRICAS	MINERIA	PUBLICO URBANO	REGIMEN GENERAL	TERMOELECTRICAS	USO RECREATIVO	Total general
BALSA	**7,888,835**		**129,706,876**	**271,879**	**10,544,909**	**790,581**		**2,564,485**	**151,767,5**
AMANALCO	6,709,857					0			6,709,857
DONATO GUERRA	1,429				17,227				18,656
IXTAPAN DE LA SAL	45,335				1,915,801			2,359,586	4,320,723
MALINALCO	32,097		34,650,576		317,487	455,901		6,176	35,462,23
OCUILAN	575,331				170,186			198,723	944,239
OTZOLOAPAN			52,720,631						52,720,63
SANTO TOMAS DE LOS P			29,741,364						29,741,36
SULTEPEC						1,712			1,712
TEMASCALTEPEC	61,184		9,711,927	81,779					9,854,891
TENANCINGO	9,675		2,870,464			27,975			2,908,114
TEXCALTITLAN	11,892					744			12,636
TLATLAYA						73,622			73,622
TONATICO					1,345,045				1,345,045
VALLE DE BRAVO	3,188		11,913		6,453,636	228,215			6,696,952
VILLA DE ALLENDE	198,960								198,960
VILLA GUERRERO	158,503				37,562	2,413			198,477
VILLA VICTORIA	318								318
ZACAZONAPAN				174,570	269,993				444,563
ZACUALPAN	151			15,529	2,986				18,666
ZUMPAHUACAN	80,916				14,985				95,901
GOLNO					**1,456**	**1,370,200**			**1,371,656**
ACAMBAY						1,031,353			1,031,353
ACULCO						124,833			124,833
JILOTEPEC					1,456	214,015			215,471
LERSA	**400,479**				**58,840,653**	**26,816,301**			**86,057,43**
ALMOLOYA DE JUAREZ					161,388	661,195			822,583
ATLACOMULCO					449,363	71,047			520,410
CAPULHUAC	317					10,100			10,417
IXTLAHUACA						53,048			53,048
JIQUIPILCO					36,947				36,947
JOCOTITLAN					215,792	417,262			633,054
LERMA					41,026	3,865,139			3,906,166
METEPEC					17,890,310	136,361			18,026,67
OCOYOACAC					464,443	124,220			588,663
ORO, EL					159,483				159,483
OTZOLOTEPEC					63,544				63,544
RAYON					1,486	22,704			24,190
SAN FELIPE DEL PROGR	476				3,147,974				3,148,450
TEMASCALCINGO					426,410				426,410
TEMOAYA	383,574								383,574
TENANGO DEL VALLE	15,848					22,028			37,876
TIANGUISTENCO						148,681			148,681
TOLUCA *					35,309,155	20,067,136			55,376,29
ZINACANTEPEC	264				473,330	1,217,380			1,690,974
VAMEX	**3,651,495**	**10,788,959**	**10,588,675**		**607,701,489**	**52,876,212**	**2,702,411**	**674,722**	**688,983,9**
ACOLMAN					0	296,968	2,211,306		2,508,274
APAXCO					171,620	102,378			273,999
ATIZAPAN DE ZARAGOZA		267,498			57,355,404	543,219		18,055	58,184,17
AXAPUSCO					140,583				140,583
CHALCO		6,142			917,186	347,189			1,270,517
CHAPA DE MOTA	756,301				1,331,181	279,581			2,367,063
CHIAUTLA						3,318			3,318
CHICOLOAPAN					1,979,336	84,907			2,064,243
CHICONCUAC					2,223,397				2,223,397
CHIMALHUACAN						1,015			1,015
COACALCO					2,043	5,425			7,469
COCOTITLAN					155,095				155,095
CUAUTITLAN					3,891,934	3,480,581			7,372,515
CUAUTITLAN IZCALLI					23,439,539	14,570,601			38,010,13
ECATEPEC		4,884,746			222,009,416	10,938,045			237,832,2
HUEHUETOCA					2,363,534	161,985			2,525,519
HUIXQUILUCAN	1,109,519				435,916	151			1,545,585
ISIDRO FABELA	17,039								17,039
IXTAPALUCA		29,976			14,245	1,184,590			1,228,811
JILOTZINGO	39								39
MELCHOR OCAMPO						3,366			3,366
MORELOS					1,446,894	145,263			1,592,157
NAUCALPAN DE JUAREZ	1,128,489	743,594			172,591,394	1,906,829		349,091	176,719,3
NETZAHUALCOYOTL					19,489,451				19,489,45
NICOLAS ROMERO	639,841	1,585,790	10,588,675		518,773	129,970			13,463,04
NOPALTEPEC					89,247	6,727			95,974
OTUMBA					405,268				405,268
PAPALOTLA					174,340				174,340
PAZ, LA		206,603				2,734,641			2,941,244
SAN MARTIN DE LAS PI					285,444	1,081		271	286,796
SOYANIQUILPAN DE JUA						139,891			139,891
TECAMAC					16,606,589	5,529			16,612,11
TEMASCALAPA					436,496				436,496
TEOLOYUCAN					290,382	70,912			361,294
TEOTIHUACAN		239,353				960,835		291,971	1,492,159
TEPETLAOXTOC	141					228			369
TEPOTZOTLAN					3,249,246	1,249,047		15,269	4,513,562
TEQUIXQUIAC					395,061				395,061
TEXCOCO					1,509,791	870,433		64	2,380,288

TLALMANALCO		1,106,481				68,616			1,175,097
TLALNEPANTLA DE BAZ		1,718,776			41,667,491	8,381,744			51,768,01
TULTEPEC						417,617			417,617
TULTITLAN					32,115,194	3,783,532	491,105		36,389,83
VILLA DEL CARBON	127								127
Total general	**11,940,809**	**10,788,959**	**140,295,551**	**271,879**	**677,088,507**	**81,853,295**	**2,702,411**	**3,239,207**	**928,180,6**

ANEXO 3

Propuestas para enriquecer y actualizar las medidas de adaptación de la Estrategia Estatal de Cambio Climático del Estado de México 2013. Sector Urbano.

Elda Luyando López

Centro de Ciencias de la Atmósfera

UNAM

Índice del anexo 3. Propuestas para enriquecer y actualizar las medidas de adaptación de la Estrategia Estatal de Cambio Climático del Estado de México 2013. Sector Urbano.

ÍNDICE GENERAL

1.- Metodología…….……P. 4

2.- Algunas consideraciones a tomar en cuenta en el clima y cambio climático en las Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco y en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca…….……P.4

3.- Afectaciones por temperatura…….……P.8 3.1.- Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco……..…….P.8 3.2.- Zona Metropolitana del Valle de Toluca……..……....P.15

4.- Afectaciones por otros meteoros y ocurrencia de desastres ……P. 17 5.- Observaciones: ……...……..……P. 20

6.- Sugerencias: ……..……..……..P.20

6.1.- Eje Estratégico: Adaptación de los asentamientos humanos al cambio climático…….…..P.20 6.2.- Eje Estratégico: Promoción de la salud…….……..P. 23

7.- Comentarios finales……...…….……...P. 25

8.- Referencias……..….....P. 26

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Crecimiento demográfico de las zonas metropolitanas del centro de México (Ciudad de México y su periferia regional) 1990-2010 y superficie en el año 2010. Fuente: elaborado con datos de CONAPO (2010)……..…….……P. 5

Figura 2. Alteraciones locales del clima en las ciudades. Fuente: adaptado y resumido de Landsberg (1981). ……..…….…… P.7

Fig. 3. Ejemplos de presencia de la isla de calor en la ZMCM durante el mes de mayo del 2010. Fuente: Luyando, 2015. Tesis de doctorado. ……..... P.10

Fig. 4. Municipios de la ZMVCT afectados por la presencia de la isla de calor en el mes más cálido del año en los diferentes tipos de clima y relación con la situación del acuífero. Fuente: Elaboración propia a partir de los mapas de isla de calor (Fig. 3), de clima (Fig. 2.4 de del PEACC, 2013) y de los acuíferos del Consejo de Cuenca del Valle de México (http://cuencavalledemexico.com/informacion/cuenca-del-valle-de-mexico/situacion-del-recurso- hidrico-2/acuiferos/)..……..…….....…P. 11

Fig. 5. Mapas de incremento en la temperatura media en °C para ⍰Tglobal=1°C con RCP 8.5. a) Modelo HADGEM1 y b) Modelo MPIECHAM4……P. 12

Fig. 6. Municipios de la ZMVCT afectados por la Isla de Calor en temperatura mínima y/o máxima, la anomalía estimada para el año 2033 y la situación del acuífero en la actualidad……..…….....P. 13

Fig. 7. Grado de marginación en la ZMCM. Fuente: CONAPO (www.conapo.gob.mx).....P. 13

Figura 2.10 del PEACC EdoMex 2013. Grado de marginación por municipio Fuente: GEM, 2011……..……P. 14

Fig. 8. Distribución de la temperatura en la Zona metropolitana de la Ciudad de Toluca. a) Enero 2005 durante el día, y b)Julio 2004 por la noche. (Morales, 2007)…… P. 16

Fig. 9. Desastres por tormentas en el Estado de México. Apagones, inundaciones, caída de árboles, viviendas afectadas, caos vial, derribo de postes y anuncios espectaculares. 1970-2009. Fuente: elaboración propia con daos de DESINVENTAR. ……P. 17

Fig. 10. Viviendas afectadas por inundación en el Estado de México. 1970-2009. Fuente: elaboración propia con datos de DESINVENTAR. …….....P. 18

Fig. 11. Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en HADGEM1……...……...P. 19

Metodología

Se llevó a cabo una revisión del PEACC del Estado de México en su versión del 2013 con el objetivo de aportar observaciones y propuestas que contribuyan al mejoramiento del programa en sus componentes urbanas.

Algunas consideraciones a tomar en cuenta en el clima y cambio climático en las Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco y en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

El Estado de México es una entidad con población mayoritariamente urbana (87%) y 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, 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). 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 ha llevado a un flujo laboral importante, hay una interrelación que si bien no ha llegado a la conurbación física, constituyen una región densamente poblada.

Las principales zonas metropolitanas del Estado de México han padecido en las últimas décadas de un deterioro generalizado, lo cual ha llevado a una relocalización de la actividad económica y por lo tanto al crecimiento demográfico a otras ciudades próximas.

Esto ha conducido a que la región central del país (Fig. 1) siga teniendo una presencia importante en cuanto al total de población, con un estimado del 25% del total nacional. Esta conformación en ciudades centrales, áreas periurbanas (donde el espacio no está completamente urbanizado) y la proximidad entre zonas metropolitanas, constituyen una urbanización difusa y compleja que ha afectado severamente el medio.

Zona Metropolitana (ZM)	1990	2000	2010	Superficie Km^2
ZM Ciudad de México (D.F – Edo..de Méx.)	15 563 795	18 396 677	20 116 842	**7 866.1**
ZM Puebla-Tlaxcala	1 776 884	2 269 995	2 728 790	**2 392.4**
ZM Toluca	1 110 492	1 540 452	1 936 126	**2 203.2**
ZM Cuernavaca	587 495	798 782	924 964	**1 189.9**
ZM Pachuca	**276 512**	**375 022**	**512 196**	**1 196.5**

Fig. 1. Crecimiento demográfico de las zonas metropolitanas del centro de México (Ciudad de México y su periferia regional) 1990-2010 y superficie en el año 2010. Fuente: elaborado con datos de CONAPO (2010).

Los municipios del Estado de México involucrados en esta urbanización difusa entre ambas zonas metropolitanas son:

	Conurbados físicamente	No conurbados físicamente
Municipios de la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán Texcoco	Acolman Atenco Atizapán de Zaragoza Coacalco Coyotepec Cuautitlán Chalco Chiautla Chicoloapan Chiconcuac Chimalhuacán Ecatepec Huixquilucan Ixtapaluca Jaltenco Melchor Ocampo Naucalpan de Juárez Nezahualcóyotl Nextlalpan Nicolás Romero Papalotla La Paz Tecámac Teoloyucan	**Amecameca Apaxco Atlautla Axapusco Ayapango Cocotitlán Ecatzingo Huehuetoca Hueypoxtla Isidro Fabela Jilotzingo Juchitepec Nopaltepec Otumba Ozumba San Martín de las Pirámides Temamatla Temascalapa Tenango del Aire Tepetlixpa Tequixquiac Tlalmanalco Villa del Carbón**
	Teotihuacán Tepetlaoxtoc Tepotzotlán Texcoco Tezoyuca Tlalnepantla Tultepec Tultitlán Zumpango Cuautitlán Izcalli Valle de Chalco Solidaridad Tonanitla	
Municipios de la Zona Metropolitana de Toluca	**Almoloya de Juárez Calimaya Lerma Metepec San Mateo Atenco Toluca Zinacantepec**	**Chapultepec Mexicaltzingo Ocoyoacac Otzolotepec Xonacatlán**

Fuente: INEGI (2010). Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005.

Estos municipios urbanos y periurbanos presentan modificaciones en el clima debido al proceso de crecimiento. La interfase ciudad-atmósfera es extremadamente compleja, por lo que es necesario tener un buen entendimiento del papel y la importancia de las superficies urbanas para así predecir o reducir los efectos negativos de la urbanización, en el mejor de los casos (Grimmond y Souch, 1994).

El tipo de alteraciones que se esperan en un ambiente urbano corresponden aproximadamente a las expuestas por Landsberg (1981):

Fenómeno	Parámetro	Tendencia
Radiación	Radiación solar en superficie	**Disminuye**
	Duración de la insolación	**Disminuye**
Temperatura ambiente	Media anual	**Aumenta**
	Estación libre de heladas	**Aumenta**
	Media mínima invierno	**Aumenta**
Precipitación	Total anual	**Aumenta**
	Eventos de nieve	**Disminuye**
Humedad relativa	Media anual	**Disminuye**
Viento	Rapidez media anual y racha máxima	**Disminuye**
	Turbulencia	**Aumenta**
Nubosidad	Nubes	**Aumenta**
	Niebla	**Aumenta**
Contaminación	**Concentración de contaminantes**	**Aumenta**

Figura 2. Alteraciones locales del clima en las ciudades. Fuente: adaptado y resumido de Landsberg (1981).

Estos municipios, que forman parte de las dos zonas metropolitanas del Estado de México, debido a su crecimiento, se encuentran climáticamente afectados por el proceso de urbanización, la cual implica un reemplazo de la cubierta natural por otros materiales que alteran significativamente las propiedades aerodinámicas, radiativas, térmicas y de humedad. Un área natural que ha sido sustituida por materiales impermeables (pavimento) traerá como consecuencia una reducción de la evaporación, ya que el agua escurre rápidamente por los drenajes y, por lo tanto, la humedad en el ambiente es menor. La presencia de los edificios modifica la circulación del aire, reduciendo la velocidad del viento en la superficie e incrementando en general la turbulencia.

Asimismo, las actividades humanas contribuyen a la modificación del ambiente generando calor con sus vehículos e industrias, lo cual, a su vez, incrementa la turbidez por la elevada presencia de partículas. Los materiales con que se construyen las ciudades tienen como características comunes una mayor absortividad y capacidad calórica y menor albedo. Por todo lo dicho, cabe concluir que los conceptos manejados perturban, lógicamente, la atmósfera, alterando los balances de energía y generando entonces un clima urbano.

La población resiente los efectos de esta modificación en las condiciones climáticas que se suman a la variabilidad climática normal. Es de esperar que, cuando menos hasta el año 2030, la población continuará creciendo, por lo que la superficie urbanizada también, intensificando las alteraciones ya mencionadas.

En ciudades con construcciones masivas y con escasas áreas verdes como es el caso de la ZMVCT y la ZMVT, la energía proveniente del sol se disipa principalmente en calentar el aire en vez de evaporar agua dadas las escasas fuentes de humedad disponibles. En el medio rural sucede lo opuesto. Debido a estas diferencias en la forma de disipar la radiación solar es que se presenta un fenómeno térmico ampliamente conocido en el clima de las ciudades, la llamada isla de calor, la cual se muestra como una marcada diferencia de temperaturas

entre el interior de la ciudad con respecto a los alrededores rurales. Estas diferencias varían según las características de cada sitio, pero las mayores temperaturas coinciden frecuentemente con el centro de las ciudades donde la edificación es más densa, aunque también con sitios menos centrales aunque desprovistos de vegetación.

La isla de calor no es un efecto que en sí pueda causar un daño en la población, pero su presencia puede ser un elemento que contribuya al deterioro de las condiciones climáticas en las ciudades ya que podrían representar un incremento en la morbilidad resultado del estrés por calor, dependiendo, por supuesto, de las condiciones de la población que afecten.

Las alteraciones por temperatura son quizá el efecto más notable del efecto urbano, el cual será agregado al efecto del cambio climático global, quien afectará también a las condiciones pluviométricas.

Afectaciones por temperatura

Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco

En la ZMVCT, que forma parte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, los efectos del calentamiento urbano han sido estudiados a través del análisis de datos de temperatura a lo largo de décadas, a través de información simultánea de estaciones meteorológicas distribuidas en la zona metropolitana y también con información a partir de campañas de balance energético atmosférico. Los resultados han mostrado la conformación de islas de calor, o archipiélagos de calor en diversas condiciones atmosféricas estacionales.

Este fenómeno térmico tiene una variación espacial y temporal, cuya intensidad depende de las condiciones atmosféricas preponderantes, además de las

características propias de la ciudad. Al clima regional, entonces, hay que agregar el efecto de la isla de calor. Usualmente, la intensidad máxima se presenta con cielos despejados y aire en calma, condiciones frecuentes durante la época invernal a la hora del amanecer. La formación de la isla de calor en la época fría del año significa una mejora en la sensación térmica de los habitantes, reduciendo el consumo de energía para calentar.

Sin embargo, la presencia de mayores temperaturas por el efecto urbano (Fig. 3) significa, en la temporada calurosa del año, un aumento no sólo en la incomodidad de la población, sino la posibilidad de ocurrencia de enfermedades y, por supuesto, una mayor explotación del recurso agua.

Fig. 3. Ejemplos de presencia de la isla de calor en la ZMCM durante el mes de mayo del 2010. Fuente: Luyando, 2015. Tesis de doctorado.

Los municipios de la ZMVCT más afectados en el mes más cálido del año por efecto de las altas temperaturas reforzadas por la presencia de la isla de calor a la hora de la máxima temperatura son (Fig. 4):

Municipio	Tipo de clima	Situación del acuífero
Nezahualcoyotl	Seco estepario	**Sobreexplotado**
Ecatepec	Seco estepario	**Sobreexplotado**
Atenco	Seco estepario	**Sobreexplotado**
Chimalhuacan	Seco estepario	**Sobreexplotado**
La Paz	semiseco	**Sobreexplotado**
Texcoco	semiseco	**Sobreexplotado**
Chicoloapan	semiseco	**Sobreexplotado**
Tlalnepantla	semiseco	**Sobreexplotado**
Naucalpan	semiseco	**Sobreexplotado**
Chalco	Templado	**Sobreexplotado**
Valle de Chalco	Templado	**Sobreexplotado**
Ixtapaluca	**Templado**	**Sobreexplotado**

Fig. 4. Municipios de la ZMVCT afectados por la presencia de la isla de calor en el mes más cálido del año en los diferentes tipos de clima y relación con la situación del acuífero. Fuente: Elaboración

propia a partir de los mapas de isla de calor (Fig. 3), de clima (Fig. 2.4 de del PEACC, 2013) y de los acuíferos del Consejo de Cuenca del Valle de México (http://cuencavalledemexico.com/informacion/cuenca-del-valle-de-mexico/situacion-del- recurso-hidrico-2/acuiferos/).

Los municipios analizados de la Figura 4, a la condición de climas secos en su mayoría, de presencia de isla de calor con intensidades que se observan en la Figura 3, agregarán a estas condiciones los resultados de los escenarios proyectados de cambio climático. Los que se muestran a continuación corresponden a la modificación grado por grado en el Estado de México, tomando los modelos de circulación HADGEM1 y MPECH4M4, estimando alcanzar 1°C global en el año 2033. El RCP (Trayectorias de Concentración Representativas) se tomó de 8.5 w/m2 pues la diferencia con 6.0 w/m2 es poco significativa, además, con motivo de realizar una planeación a futuro, es conveniente la utilización del escenario extremo.

a)

b)

Fig. 5. Mapas de incremento en la temperatura media en °C para □Tglobal=1°C con RCP 8.5. a) Modelo HADGEM1 y b) Modelo MPIECHAM4 .

Tomando como base este escenario en ambos modelos de circulación, aunque la diferencia espacial se aprecia en décimas de grado, se observa que los municipios de la ZMVCT mayormente afectados son los ubicados al noreste, norte y noroeste de la zona metropolitana. En concordancia con lo obtenido en el análisis de la isla de calor durante el mes más cálido y también con la situación en que se encuentran los acuíferos, se muestra a continuación un resumen tabulado (Fig. 6):

Municipio de la ZMVCT con afecta	Afectado por I de C en Temp. máxima	Afectado por I de C en Temp. mínima	Incremento de temp. con 1°C global (ECHAM)	Situación del acuífero
Nezahualcoyotl	√	√	1.22	**sobreexplotado**
Ecatepec	√	√	1.23	**sobreexplotado**
Atenco	√	√	1.23	**sobreexplotado**
Chimalhuacan	√	√	1.22	**sobreexplotado**
La Paz	√		1.22	**sobreexplotado**
Texcoco	√		1.23	**sobreexplotado**
Chicoloapan	√		1.23	**sobreexplotado**
Tlalnepantla	√		1.23	**sobreexplotado**
Naucalpan	√		1.23	**sobreexplotado**
Chalco	√		1.22	**sobreexplotado**
Valle de Chalco	√		1.22	**sobreexplotado**
Ixtapaluca	√		**1.22**	**sobreexplotado**

Fig. 6. Municipios de la ZMVCT afectados por la Isla de Calor en temperatura mínima y/o máxima, la anomalía estimada para el año 2033 y la situación del acuífero en la actualidad.

Estos municipios metropolitanos son coincidentes con niveles de marginación medio y alto (con excepciones), según el CONAPO (Fig. 7).

Fig. 7. Grado de marginación en la ZMCM. Fuente: CONAPO (www.conapo.gob.mx).

Aquellos municipios metropolitanos contemplados en la Figura 6, se deduce que sufrirán un impacto mayor por efecto de la temperatura en el escenario de aumento de 1°C, debido a la preexistencia de fenómenos térmicos producto de la densa urbanización. Habría que esperar, para entonces, una mayor demanda de los recursos hídricos que, como se observa, se encuentran sobreexplotados. Un amplio porcentaje de la población vive en condiciones de pobreza multidimensional (PEACC Edo. Méx., 2013) (en el estado es de 43%). Sin embargo, los municipios que conforman las dos zonas metropolitanas, han sido clasificados con grados de marginación bajo y muy bajo (Fig. 2.10 del PEACC 2013):

Figura 2.10 del PEACC EdoMex 2013. Grado de marginación por municipio Fuente: GEM, 2011.

CONEVAL (2013) muestra pobreza extrema media por acceso a la alimentación y porcentaje medio y alto de población con carencia por acceso a la alimentación en las zonas metropolitanas del Estado de México.

CONEVAL evalúa el grado de pobreza a través de criterios de carencias sociales como acceso a la alimentación, acceso a los servicios básicos en las viviendas, acceso a la seguridad social y servicios de salud, entre otros. Tomar en cuenta sólo la provisión de agua potable, electricidad y el piso firme en la vivienda (PEACC, 2013), suaviza el verdadero impacto de la pobreza y el rezago. Un índice más adecuado que evalúe la condición socioeconómica, sentará las bases para una estimación de la vulnerabilidad más apegado a la realidad.

Zona Metropolitana del Valle de Toluca

En la ZMVT también ha habido efectos urbanos que han sido estudiados a través de información proporcionada por estaciones climatológicas asentadas en la zona metropolitana, como lo muestran algunos trabajos que han logrado identificar el fenómeno de la isla de calor (Morales et al., 2007).

a)

b)

Fig. 8. Distribución de la temperatura en la Zona metropolitana de la Ciudad de Toluca. a) Enero 2005 durante el día, y b)Julio 2004 por la noche. (Morales, 2007).

La mayor intensidad del efecto térmico urbano se observa principalmente sobre el municipio de Toluca. Si bien dado que el clima termal de la ciudad permite una existencia de la isla de calor sin efectos severos que impacten a la población, sería de interés realizar un análisis para los meses más cálidos, dado que han llegado a registrar temperaturas hasta de 28°C y, por supuesto, el aumento por las anomalías estimadas por cambio climático. Los problemas ambientales que están relacionados con las variaciones climáticas son: las deficiencias de la cubierta vegetal, el abatimiento de los mantos freáticos, el crecimiento de la población, la expansión de la mancha construida de la ciudad y la contaminación atmosférica (Morales et al., 2007).

La zona metropolitana de Toluca está sujeta a la ocurrencia de otros meteoros que revisten una importancia considerable, los cuales deben tomarse en cuenta para una debida planeación.

Afectaciones por otros meteoros y ocurrencia de desastres

La ZMVCT y ZMVT se encuentran sometidas a la ocurrencia de otros meteoros que ocasionan desastres, los cuales se ven potenciados por las condiciones de vulnerabilidad y marginación de parte de la población que las habita.

Fig. 9. Desastres por tormentas en el Estado de México. Apagones, inundaciones, caída de árboles, viviendas afectadas, caos vial, derribo de postes y anuncios espectaculares. 1970-2009. Fuente: elaboración propia con daos de DESINVENTAR.

Se observa, como ejemplo en las Figuras 9 y 10, que los municipios principalmente afectados en cuanto a desastres meteorológicos de tipo urbano son los más densamente habitados.

Fig. 10. Viviendas afectadas por inundación en el Estado de México. 1970-2009. Fuente: elaboración propia con datos de DESINVENTAR.

Los municipios metropolitanos padecen principalmente de inundaciones ocasionadas por la precipitación, la misma tendencia que en el resto del mundo. Las proyecciones con cambio climático estimadas para 1°C global en 2033 aproximadamente, sugieren una disminución en la precipitación del 5% o menor para el Estado de México:

Fig. 11. Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □Tglobal=1°C con RCP6.0 y RCP8.5. Modelo HADGEM1.

Esto sugiere que los sitios secos lo seguirán siendo y que los acuíferos seguirán sobreexplotados si no se llevan a cabo los trabajos necesarios para recuperarlos. Los modelos proyectan un porcentaje de lluvia menor del 3% para la ZMVT y del 2 al 4% para la ZMVCT, lo que no aliviará tampoco la ocurrencia de inundaciones cuyos municipios principalmente afectados son los localizados al oriente de la entidad, los cuales, contradictoriamente, son los más secos y de un mayor déficit de provisión de agua. Es de esperar que los eventos extremos lleguen a detonar la ocurrencia de desastres, sin embargo también es posible encontrar que eventos severos no significan siempre un desastre, y que eventos dentro de la normalidad hayan provocado inundaciones, procesos de remoción en masa y deslizamientos. La vulnerabilidad es la clave.

Las lluvias sufren el efecto de la dinámica que induce la orografía, el cual interactúa con los vientos de superficie (de componente del Este), generando movimiento ascendente que refuerza el desarrollo vertical en la nube (Aquino, 2012). La

intensidad de los aguaceros y la frecuencia en que se presentan causan un impacto diferenciado en la población. Es posible que la intensidad de los episodios de precipitación sufra modificaciones cuyo origen es la influencia de las superficies urbanizadas. Un mayor calentamiento de la superficie, debido a las características de los materiales de construcción, puede reforzar y alentar la formación de nubes de desarrollo vertical, lo cual tiene como resultado una ocurrencia de aguaceros intensos y granizadas. Es decir, la ocurrencia de episodios extremos que afecten a la población que, por la forma en que se ha asentado, promueva estos episodios sin saberlo.

El Estado de México está sujeto a la ocurrencia de eventos climáticos que, extremos o no, han resultado en un peligro para la población de las dos zonas metropolitanas pues sus municipios ha sido susceptibles de sufrir daños. El que se convirtieran en un desastre ha dependido de la magnitud del fenómeno, pero ante todo al nivel de vulnerabilidad de las comunidades.

Observaciones

El Estado de México es una entidad de marcados contrastes no sólo físicos, sino sociales y económicos que se reflejan en la manera en que explotan y modifican el ambiente.

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. Gran parte de los habitantes de los municipios metropolitanos de Estado de México se sostiene en una deficiente adaptación a las condiciones climáticas presentes consecuencia del rápido crecimiento de la mancha urbana, sin apego a planes de desarrollo necesarios. Un amplio porcentaje de la población vive en condiciones de pobreza multidimensional (PEACC Edo. Mex 2013) (en el estado es de 43%). Sin embargo, los municipios que conforman las dos zonas metropolitanas, han sido clasificados con grados de marginación bajo y muy bajo. La periferia de la ZMVCT está habitada por una población que sufre multiprivaciones y una calidad de vida muy inferior a los que habitan la ciudad.

Sugerencias

Con referencia a las Estrategias y líneas de acción para el sector Asentamientos Humanos
propuestas por el PEACC 2013, se sugiere, de forma prioritaria:

Eje Estratégico: Adaptación de los asentamientos humanos al cambio climático

Está más que entendido que las zonas urbanas del Estado de México son altamente complejas social-económica y administrativamente. Las propuestas de programas que fomenten la planeación urbana se enfrentan a múltiples retos, por lo que posibles soluciones respecto a un ordenamiento territorial llevarán consigo las limitantes de un atraso en programas anteriores que no se llevaron a cabo o bien realizados de forma inadecuada.

El uso de un índice de marginación social más adecuado el cual abarque más de tres elementos que revelen el verdadero nivel de rezago social y alimentario de la población.

Elaborar propuestas tomando en consideración las limitantes de programas inconclusos para establecer verdaderos ejes de acción viables que conduzcan a la adaptación ante el cambio climático.

Se propongan estrategias y políticas para una población real y diferenciada, evitando generalizaciones que involucran a todos los municipios como si fuesen entidades con características idénticas o similares.

Es conveniente que las propuestas de acción referentes a planificación de crecimiento con vistas al cambio climático, se enfoquen a estructurar programas que evalúen cuál ha sido el impacto del crecimiento urbano en cada zona.

Colocar como uno de los ejes estratégicos el problema al que se enfrenta la población ahora y ante condiciones de cambio climático: el del agua. La creación de áreas verdes y rehabilitación de los ya existentes dependen de esta condición, entre otras.

Elaborar propuestas para áreas específicas, sobre todo en las referentes a asentamientos irregulares y periurbanos que promuevan programas que impliquen un diseño más allá de acciones que en realidad deberían estar en funcionamiento desde hace décadas.

Se observa que el PEACC 2013 los esfuerzos de las dos vertientes principales de los planes, mitigación y adaptación, tendrían que aportar una diferenciación clara entre las características de los espacios urbanos.

Identificar, social, económica y ambientalmente, cuáles serían los sectores y actividades más sensibles al incremento de temperatura, por ejemplo 1°C global esperado para el año 2033 en las zonas metropolitanas.

Elaborar planes de acción considerando las modificaciones climáticas impuestas por el proceso de urbanización: islas de calor y episodios severos de precipitación. Propuestas como azoteas verdes y cinturones verdes en las ciudades requerirían de un análisis detallado de las condiciones socioeconómicas de la población para una distribución apropiada de la estrategia por sectores.

Elaborar programas que propicien condiciones socioeconómicas suficientes para que la población pueda adoptar las acciones propuestas por el PEACC 2013, obteniendo un verdadero beneficio y un fin alcanzable, con proyección hacia un cambio climático.

Elaborar programas acordes a cada zona que promuevan una infraestructura habitacional adecuada que permita la realización de acciones sobre casas debidamente asentadas, regularizadas y donde los peligros y amenazas de los fenómenos naturales no sean de vida o muerte.

Además de la elaboración de una regionalización pormenorizada del estado que permitiría conocer las características de la vulnerabilidad y, de esa manera, las mejores líneas de acción, se sugiere se lleve a cabo una clasificación exhaustiva de los desastres ocurridos y los elementos climáticos que los generaron.

Una fuente importante de datos referentes a desastres, por ejemplo, es DESINVENTAR, una base de datos desarrollada por LA RED y la Corporación OSSO de Colombia: http://www.desinventar.org/, el cual es un sistema de registro de eventos de desastres ocurridos en América Latina y el Caribe. También se han agregado algunos países de África y Asia. Se basa en registros hemerográficos de cada ciudad acerca de desastres a pequeña y gran escala.

Dentro de las bases de datos, sin embargo, es necesario hacer una reclasificación adecuada a los fines requeridos de manera que se tenga información más precisa de los efectos por elementos climáticos. La clasificación de los efectos, separando el origen, resultará en un mejor reconocimiento de los desastres.

Un ejemplo de clasificación puede ser como la que se muestra a continuación: (Fuente, elaboración propia con base en DESINVENTAR).

Efectos	Causas
accidentes de aviación	neblina, lluvia
accidentes de tránsito	lluvia, helada, neblina
accidentes ferroviarios	lluvia
afectaciones en aeropuerto	nevadas, neblina, lluvias
apagones	lluvia
avenida torrencial	lluvia
caída de árboles	vendaval
caos generalizado por inundaciones, falla en el suministro eléctrico,	lluvia, vendaval
cortes en energía eléctrica	vendaval
derribamiento de árboles	vendaval
derribamiento de árboles y cortes de energía, caos vial, derrumbes	vendaval
derribamiento de espectaculares	vendaval
derrumbes en edificaciones	vendaval
derrumbes en edificaciones con víctimas	vendaval
derrumbes y viviendas afectadas	lluvias, viento
deslizamientos	lluvias
enfermedades gastrointestinales	altas temperaturas
enfermedades respiratorias	bajas temperaturas
fallas en energía eléctrica, accidentes, derribamiento de árboles	granizo
fallas en energía eléctrica y caos vial	granizo
fallas en energía eléctrica, caída de bardas y encharcamientos	granizo
inundación	lluvias, granizo

personas afectadas y decesos por frío	**bajas temperaturas**
personas y vialidades afectadas por nevadas	**nevadas**
racionamiento de agua	**sequía, altas temperaturas**
tolvanera	**vendaval**
víctimas por caída de rayos	**tormenta eléctrica**

Es posible que a partir de una clasificación semejante, se puedan identificar de una manera más precisa, las causas (fenómenos climáticos) y los efectos (desastres).

Con referencia a las Estrategias y líneas de acción para el sector Salud Humana Eje Estratégico: PROMOCIÓN DE LA SALUD

En este eje estratégico, además de las enfermedades relacionadas con el cambio climático (por vectores) y las consideradas como más frecuentes (EDA'S, IRA'S Y ETV'S) en las zonas urbanas, se realizaran análisis acerca de la mortalidad por enfermedades vinculadas con la temperatura. En el caso de México, los hogares típicos carecen de calentadores y aire acondicionado, lo cual limita el adecuado control de la temperatura. Esto afectará aún más a los sectores más desfavorecidos (McMichael *et al*., 2008). En la mayoría de los países desarrollados se ha mostrado que los extremos de temperatura vienen marcados por un incremento en la mortalidad, sin embargo la sensibilidad de la mortalidad por frío y por calor ha declinado en décadas recientes, a pesar de ejemplos como el del año 2003 por la ola de calor en Europa (McMichael *et al*., 2008).

Las personas tienden a aclimatarse a la experiencia más común en un rango de temperatura, un leve desplazamiento de esa zona causa un estrés fisiológico (ONeill et al., 2005), tanto para frío como para calor. La disponibilidad de información es una gran limitante sobre todo para sitios en países en vías de

desarrollo, donde la obtención de datos climatológicos y de salud pública en ocasiones no se compara a los obtenidos en sitios de países desarrollados.

Sin embargo, se han encontrado resultados útiles con el fin de que los impactos de los extremos de temperatura puedan proveer de información importante en la salud potencial y también en los impactos económicos. Esto es importante para la elaboración de estrategias de control. En el Estado de México, tanto en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) y de la Zona Metropolitana del Valle de Cuautitlán Texcoco (ZMVCT), en un escenario actual, las temperaturas frescas y frías son una realidad. Existe una relación de muerte por enfermedades cardiovasculares con frío en México, y de frío con enfermedades respiratorias (McMichael *et al*., 2008.) En la ciudad de México la causa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares está fuertemente asociada con bajas temperaturas en personas mayores. En contraste, la mortalidad por causas respiratorias con bajas temperaturas fue mayor cuando se tomaron a adultos entre los 15 y 65 años. Incluso hay una asociación mayor en la mortalidad por frío con siete días y no la hay para altas temperaturas en la Ciudad de México.

La contaminación no fue un factor importante en lo relacionado a efectos por frío en ninguno de los grupos de edad. Hay picos de mortalidad en invierno en la Ciudad de México (O'Neill *et al*., 2005). Según McMichael (2008), es notorio el incremento de mortalidad por cada grado centígrado que la temperatura desciende en la Ciudad de México. En general, el efecto de las bajas temperaturas persiste por días, cuando el efecto de altas temperaturas se restringe al día de la muerte o al día siguiente. Para infarto al miocardio, el efecto de días cálidos es el doble que el efecto del día frío. El efecto de días cálidos incluyen un adelanto de muertes porque se observa un déficit los días posteriores, lo que no se observa en el efecto del día-

frío. No se observa un claro patrón del efecto de la humedad (Alfesio *et al*., 2002) Es sabido que la incidencia de enfermedades isquémicas del corazón tienden a elevarse más en invierno que en verano (Rose, 1966).

El efecto térmico del cambio climático, más el efecto urbano limitará, en las zonas metropolitanas, los días con heladas o temperaturas en extremo bajas. Sin embargo, se espera que la persistencia de días fríos continuará, sobre todo en la ZMVT, por lo que las enfermedades vinculadas con los climas fríos no desaparecerán. Es por ello que se requiere no desestimar su importancia en los niveles de mortalidad y morbilidad y agregarlos a los análisis de enfermedades por efecto de mayores temperaturas, los cuales consideran ya el impacto de padecimientos por vectores.

Es conveniente se elabore un análisis de las enfermedades vinculadas con el clima a través de la respuesta en la morbilidad y mortalidad actual.

Elaborar análisis estadísticos que permitan conocer temperaturas umbrales de enfermedades vinculadas con el clima en diferentes grupos de población. Saber qué esperar en la población si las temperaturas traspasan un límite o punto de quiebre, tanto en temperaturas altas como bajas.

Existe otra visión de la relación entre el clima y la respuesta fisiológica humana, y es la de las sensaciones térmicas, las cuales estiman los efectos combinados de las variables que intervienen en los intercambios físicos entre el cuerpo humano y el ambiente sobre las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas. En México se han utilizado algunos índices sencillos con la intención de conocer las sensaciones térmicas de la población y sus costumbres respecto al uso de la energía eléctrica para satisfacer sus necesidades de confortabilidad. Con el cambio climático, estas sensaciones variarán, esperando que el consumo de recursos para mantener los ambientes confortables, también lo hará. Es decir, del resultado del

conocimiento de las sensaciones térmicas, se podría conocer el consumo de energía eléctrica. Las estimaciones se pueden elaborar para los proyectados 1, 2 y 3 °C de aumento de temperatura global.

En México existen algunos estudios que han evaluado el bioclima: Tejeda *et al*. (2005), Tejeda *et al*. (2011), Méndez (2004), Jáuregui *et al*. (2008), Jáuregui y Tejeda (2001), Atlas Nacional del Instituto de Geografía (2007), Tejeda y Rivas (2001), Luyando *et al*. (2009). El cometido de estos estudios ha radicado en vincular a la temperatura con la humedad y las sensaciones térmicas resultantes. En el estado de Veracruz, por ejemplo, el estudio de las condiciones a partir de la utilización de índices bioclimáticos sirvió para que se verificaran las tarifas eléctricas domésticas. Posteriormente el estudio se extendió a los estados de Tabasco y Tamaulipas.

Si bien el Estado de México no tiene el carácter tropical de esos estados, el incremento de las temperaturas, sobre todo en las zonas urbanas construidas de forma masiva, como son los municipios mexiquenses de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, sufrirán de un incremento extra proporcionado por la ocurrencia de la isla de calor y el cambio climático. Es posible, por tanto, que el consumo de energía eléctrica para enfriar sea, para los escenarios a 1°C, 2°C y 3°C, de consideración. La adaptabilidad de la población también deberá ser observable en las sensaciones térmicas en el futuro y las posibles afectaciones a la salud, ya sea por enfermedades ocasionadas por vectores o por una mayor incidencia de padecimientos relacionados con temperaturas altas.

Comentarios finales

Incluir en la formulación de planes y programas de adaptabilidad al clima aspectos como los sugeridos, contribuirían con una elaboración más refinada de medidas de adaptación y las acercarían a una población mejor representada en la realidad.

Sería conveniente que la mitigación de los GEIs se limite a una consecuencia de las acciones que conlleven a una mejor calidad de vida de la población, un efecto paralelo.

Actualmente, gran parte de los esfuerzos de los gobiernos respecto al cambio climático radican en desarrollar planes de mitigación, llevando a cabo acciones no prioritarias para la población que necesita la aplicación de recursos para una conveniente disminución del riesgo. Es decir, se requeriría la aplicación de recursos hacia la adaptación ya que México no es uno de los principales emisores de GEIs.

Referencias

Alfésio L., F. Braga, A., Zanobetti, J., Schwartz. 2002. The effect of weather on respiratory and cardiovascular deaths in 12 U.S. cities.Environ Health Perspect. 110(9): 859–863.

Aquino, 2012. Impacto de la urbanización sobre la dinámica de las tormentas en el valle de México. Tesis de Maestría en ciencias de la tierra. Posgrado en Ciencias de la Tierra. Instituto de Geofísica - Centro de ciencias de la Atmósfera. UNAM.

CONEVAL, Medición de pobreza 2010 por municipio. http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Medición/Medicion-de-la-pobreza-municipal- 2010.aspx

CONAPO, Consejo Nacioanal de Población, 2012. Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio 2010. [En línea] Disponible en:

http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa
_y_municipio

DESINVENTAR http://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp

Grimmond CSB, C Souch 1994: Surface description for urban climate studies: a GIS based methodology. Geocarto International, 9, 47-59.
Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEG. 2013 www.inegi.org.mx

Jáuregui, 2008. http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2008_ecc_inf_asentamientos.pdf

Landsberg, H. 1981. The urban climate. International Geophysics Series. 28. New York. Academic Press.

Luyando, E. 2015. Efectos de temperaturas y precipitaciones en el bioclima humano de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México por cambio climático local y global. Tesis de Doctorado en Geografía. Posgrado UNAM.

Luyando E., A. Tejeda, M. Casasola, G. García and E. Jaúregui, 2009. Asentamientos Humanos. Reporte Final del proyecto: Generación de Escenarios de

Cambio Climático a Escala Regional, al 2030 y 2050; Evaluación de la Vulnerabilidad y Opciones de Adaptación de los Asentamientos Humanos.

McMichael, A.J, P. Wilkinson, R.S Kovats, S. Pattenden, S. Hajat, B. Armostrong, N. Vajanapoom, E. M. Niciu, H. Mahomed, C. Kingkeow, M. Kosnik, M.S. O'Neill, I. Romieu, M.Ramírez-Aguilar, M. L. Barrego, N. Gouveia, B. Nikiforov. 2008. International study of temperature, heat and urban mortality: the "ISOTHURM" project. International Journal of Epidemiology. 37:1121- 1131.

Mendez, I. 2004. Consideraciones bioclimáticas para el establecimiento de las tarifas eléctricas domésticas en los estados de Tabasco, Veracruz y Tamaulipas.

Morales-Méndez, C.C., D. Madrigal, L.A. González. Isla de calor en Toluca, México Ciencia Ergo Sum, vol. 14, núm. 3, noviembre-febrero, 2007, pp. 307-316 Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México

O'Neill, M., S. Hajat, A. Zanobetti, M. Ramírez-Aguilar, J. Schwartz. 2005. Impact of control for air pollution and respiratory epidemics on the estimated associations of temperature and daily mortality. International Journal of Biometeorology. 50:121-129.

Rose, G. 1966. Cold weather and ischaemic heart desease. Brit. J. Prev. soc. Med. 20, 97-100.

Tejeda, A., I.R. Méndez, A. Utrera, L. Rodríquez V. 2005. El concepto de Temperatura Efectiva aplicado a las tarifas eléctricas domésticas en el oriente de México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. ISSN 0188-4611, Núm. 58, 2005, pp. 106-121

Tejeda-Martínez, A., E. Luyando, E. Jáuregui. 2011. Average conditions of thermal stress in Mexican cities with more than one million inhabitants in the face of climatic change. Atmósfera 24(1), 15-30 (2011).

Tejeda, A., D. Rivas. 2001. Un escenario de bioclima humano en ciudades del sur de México, bajo condiciones de 2CO2 atmosférico, en El tiempo del clima (A.J. Pérez-Cueva, E. López-Baeza y J. Tamayo-Carmona, editores). Asociación Española de Climatología Serie A, No. 2, 574 p: 551-562.

ANEXO 4

GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

GENTE QUE TRABAJA Y LOGRA enGRANDE

IEECC
INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Actualización al Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de México 2013

Xochitl Cruz Núñez

PRESENTACIÓN

El inventario de emisiones de gases de efecto invernadero es el punto de partida para cualquier intento de planeación de una reducción de emisiones. Saber cuántas emisiones generan las diferentes categorías de emisión permitirá establecer las fuentes clave y, por ende, aquellas categorías que merecen atención prioritaria para la mitigación.

El Programa estatal de acción ante el cambio climático del estado de México 2013 integra, entre las herramientas para la toma de decisiones frente al cambio climático, el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (Capítulo 3) y plantea algunas oportunidades de mitigación (Capítulo 5). Esta actualización presenta algunas sugerencias y cálculos que pretenden dar continuidad y complementariedad al PEACC.

La actualización del Capítulo 3 hace una valuación de nivel de las emisiones calculadas en el inventario de 2010. Asimismo, se presenta un análisis de las fuentes clave que emergen del inventario de emisiones, que son aquellas categorías de emisión que requieren de un tratamiento principal para los planes de mitigación.

En este capítulo 3 también se presenta una estimación de las emisiones de carbono negro del Estado de México para el año 2006. Se presenta un análisis de los resultados del inventario y una discusión del papel del carbono negro en el cambio climático y la importancia de reducir sus emisiones por los beneficios y co-

beneficios que aporta al medio ambiente, el cambio climático y la salud y la sociedad.

La actualización del capítulo 5 se enfoca hacer énfasis de las categorías que más emiten emisiones en el estado de México, su problemática y un par de propuestas de reducción de las emisiones de dichos sectores.

Índice de contenido

presentación 1
inventario de emisiones de gases de efecto invernadero 4
características generales 4
gases de efecto invernadero 6
carbono negro 9
mitigación de las emisiones 15
medidas de mitigación sugeridas para las fuentes clave identificadas 16
transporte 16
residuos sólidos municipales 18
quema de leña en estufas rurales 23
ejemplos 23
conclusiones y recomendaciones27
bibliografía 29

Índice de figuras

Figura 1. Las características de un inventario de emisiones confiable y el círculo virtuoso del uso del cambio climático para la gestión de la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero 5
Figura 2. Representación del conglomerado de compuestos que forman un núcleo de carbono negro (dibujo con la idea de bachmann, 2009 black carbon: a science/policy primer. Vision air consulting) 9
Figura 3. Efectos radiativos indirectos del carbono negro. A) una nube sin contaminación tiene centros de formación de gotas grandes, promovidos por las partículas naturales; b) al actuar como núcleos de condensación, las partículas contaminantes pueden incrementar el número y disminuir el tamaño de las gotas en la nube. Esto aumenta la “reflectividad” de la nuble y prolonga su vida (incrementando el enfriamiento) pero puede también disminuir la cantidad de lluvia;

c) las partículas de carbono negro en las gotas de la nube aumentan la absorción de la luz. La radiación liberada hace que la nube se contraiga (aumentando el calentamiento) y disminución de la lluvia. Por último, en d) se ilustra el efecto del carbono negro en la nieve: las partículas depositadas sobre la nieve o el hielo absorben la luz solar e incrementan el deshielo, exponiendo las superficies obscuras que a su vez absorben más y más radiación. (dibujo con la idea de bachmann, 2009 black carbon: a science/policy primer. Vision air consulting) 10

Figura 4. Emisiones de carbono negro de las fuentes móviles en tres regiones del estado de méxico (realización propia). 13

Figura 5. Compromiso de reducción de emisiones de méxico al año 2020 (fuente: inecc 2012) 15

Figura 6. Autobús articulado del mexibús línea 1 (fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/mexib%c3%bas) 17

Figura 7. Pepenadores en tultitlán, estado de méxico (fuente: wamsler 2000). 18

Figura 8. Organigrama del manejo de los residuos sólidos en el estado de méxico (adaptada de wamsler 2000).
..... 19

Figura 9. Cascada de beneficios obtenidos en términos de generación de empleo por la separación de residuos en la fuente (tomado de wemslar 2000) 22

Figura 10. Fogones rurales tradicionales (izquierda) y opciones de mitigación (derecha) 23

Índice de tablas

Tabla 1. Inventario de emisiones del estado de méxico 2010. 7

Tabla 2. Fuentes clave en el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero para el estado de méxico 2010..... 8

Tabla 3. Inventario de emisiones de carbono negro, estado de méxico, 2006. 11

Tabla 4. Comparación de tres fuentes de datos de consumo de carbón y leña a escala comercial y doméstica nacionales (fuente: masera y hernández, 2011) 14

Tabla 6. Algunos costos de medidas de mitigación de carbono negro (fuente: baron et al. 2009) 28

Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero

Características generales

Las actividades naturales y humanas generan emisiones al aire ambiente de dióxido de carbono y otros contaminantes que calientan la atmósfera, afectando el balance energético de la Tierra. Estos contaminantes, denominados de efecto invernadero, se han incrementado exponencialmente desde la era preindustrial debido al uso indiscriminado de los combustibles fósiles.

El cambio climático debido a las actividades humanas es un hecho (IPCC 2014) por lo que los países han iniciado una campaña de reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero para reducir el impacto de sus actividades en la temperatura del planeta y, por ende, en el cambio climático en general.

El inventario de emisiones es un conteo de las emisiones generadas por las diferentes actividades, humanas y naturales, que generan emisiones al aire ambiente. Existen diferentes metodologías (EEA 1999, USEPA 2003, IPCC 1996) que permiten determinar, dependiendo del nivel de precisión de la información disponible, las emisiones de diferentes sectores.

Una ventaja de la estimación de un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero es la capacidad de definir, clasificar y cuantificar las emisiones y así establecer la responsabilidad de las emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo con las normas nacionales e internacionales aceptadas. El inventario de GEI permitirá, dentro de los PEACC:

- Desarrollar estrategias para gestionar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Hacer seguimiento de las emisiones y el desempeño de sus fuentes de emisión a través del tiempo.
- Planificar a largo plazo la gestión operativa en un mundo bajo en carbono.

- Comunicar con las partes interesadas sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y el cambio climático

En general, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), decidió utilizar la metodología IPCC para la determinación de los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero. Esta metodología es la que se usa en las comunicaciones nacionales que los países presentan ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés).

Los inventarios de emisiones deben cumplir con unas condiciones mínimas con el fin de que sean aceptados como herramientas confiables y punto de partida para la gestión de la reducción de emisiones, a saber:

- Relevancia: Incluir las fuentes de emisión pertinentes

- Integridad: Incluir todas las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero. Documentar y justificar cualquier fuente de emisión excluidos.

- Consistencia: Utilizar metodologías consistentes para estimar las emisiones para permitir una comparación significativa de los inventarios a través del tiempo. Se deberá documentar cualquier cambio en las metodologías utilizadas, límite de inventario, datos, y otras consideraciones.

- Transparencia: Documentar todos los supuestos pertinentes, las fuentes de datos y las metodologías de cálculo utilizados para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero, con el fin de que se puedan reproducir

- Precisión: Lograr la suficiente precisión en las estimaciones de emisiones para demostrar utilidad para los tomadores de decisiones y grupos de interés. Se deberá asegurar que las estimaciones no sobre o subestiman las emisiones reales y reducir las incertidumbres de estimación en la medida posible

Figura 1. Las características de un inventario de emisiones confiable y el círculo virtuoso del uso del cambio climático para la gestión de la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Gases de efecto invernadero

En el PEACC se estimaron las emisiones de gases de efecto invernadero para los años 2005 y 2010. De acuerdo con el Manual de las Buenas Prácticas del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (2006), para dar continuidad a los inventarios de emisiones se sugiere su actualización cada dos años. Es importante mantener la misma metodología usada en los reportes anteriores para dar seguimiento a la tendencia de crecimiento y reducción de las emisiones.

Las fuentes clave son aquellas fuentes de emisión que generan en conjunto el 95 por ciento de las de las emisiones de un inventario. La Tabla 2 presenta las fuentes clave del inventario de emisiones 2010 del Estado de México. Estas fuentes son las que deberán ser atendidas primoridalmente en los esfuerzos de mitigación, empezando por las más contribuyentes.

La categoría de emisiones de gases de efecto invernadero más importante en términos de la cantidad de emisiones es el transporte con 21 por ciento de total estatal. Le sigue la disposición de residuos domésticos en los tiraderos y rellenos sanitarios con 18 por ciento.

El gas que se emite es metano de esta segunda fuente en importancia. Estos sectores dependientes del crecimiento de la población deberán ser atendidos en cuanto a las medidas de mitigación ya que su tendencia de crecimiento es mayor que el crecimiento poblacional por lo que se convierte en una alarma por el problema en sí (residuos y agua) y sus emisiones.

En tercer y cuarto lugares se encuentran las emisiones del sector industrial y de la construcción y la generación de energía, categorías asociadas con el crecimiento económico.

Con un 8 por ciento del total estatal, la quema de biomasa en las viviendas y, en general, la combustión doméstica, se estimó con base en las ciras oficiales de quema de madera y venta de combustible, principalmente gas licuado de petróleo. Sin embargo, se sabe que la tala clandestina y la poda hormiga de los bosques para obtener madera para la calefacción y cocción de alimentos es mayor de lo que se estima (Molina et al. 2011, Caballero 2007).

Gases generados en la categoría. Unidades en Gg CO_2-eq. en un horizonte a 100 años								
Sector	Categorías de emisión	CO_2	Sumidero	CH_4	N_2O	CF_4	C_2F_6	**Total**
Energía	Generación de energía	4,104		2	2			**4,108**
	Industrias de la manufactura y la construcción	6,423		8	10			**6,441**
	Transporte	9,539		48	26			**9,613**
	Combustión comercial	714		2	2			**718**
	Combustión doméstica	3,611		126	33			**3,770**
	Combustión agrícola	55		0	2			**57**
Procesos industriales	Producción de minerals	1,632						**1,632**
	Producción de metales	412				1,047	147	**1,605**
Agricultura	Fermentación entérica			999				**999**
	Manejo de estiércol			32	159			**191**
	Quema de residuos agrícolas			24	17			**40**
	Suelos agrícolas				2,158			**2,158**
	Cultivo de arroz			0				**0**
Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura	Cambios en los bosques	1,827						**1,827**
	Conversión de bosques y	1,555						**1,555**
	Abandono de tierras		-444					**-444**
Residuos	Residuos sólidos urbanos			7,910				**7,910**
	Excreta humana				415			**415**
	Tratamiento de aguas residuales domésticas			268				**268**
	Tratamiento de lodos residuales domésticos			1,015				**1,015**
	Tratamiento de aguas residuales industriales			**347**				**347**
	Tratamiento de lodos residuales industriales			**517**				**517**
Total		**29,871**	**-444**	**11,297**	**2,825**	**1,047**	**147**	**44,743**

Tabla 1. Inventario de emisiones del Estado de México 2010.

Sector	Categorías de emisión	Gases de origen, cantidades en Gg CO_2-eq.					Total	Contribución al total, Fracción	Contribución acumulada
		CO_2	CH_4	N_2O	CF_4	C_2F6	(Gg CO_2-eq)		
Energía	Transporte	9539	48.3	26			9,613	0.21	**0.21**
Residuos	Residuos sólidos urbanos		7909.65				7,910	0.18	**0.39**
Energía	Industrias de la manufactura y la	6423.1	7.9	10.3			6,441	0.14	**0.53**
Energía	Generación de energía	4104.4	1.6	2.3			4,108	0.09	**0.62**
Energía	Combustión doméstica	3611.1	125.9	32.7			3,770	0.08	**0.70**
Agricultura	Suelos agrícolas			2157.94			2,158	0.05	**0.75**
USCUSS	Cambios en los bosques	1826.84					1,827	0.04	**0.79**
PI	Producción de minerales	1631.73					1,632	0.04	**0.83**
PI	Producción de metales	411.53			1046.6	147.2	1,605	0.04	**0.86**
USCUSS	Conversión de bosques y pastizales	1554.51					1,555	0.03	**0.90**
Residuos	Tratamiento de lodos residuales domésticos		1014.51				1,015	0.02	**0.92**
Agricultura	Fermentación entérica		998.93				999	0.02	**0.94**
Energía	**Combustión comercial**	**714.1**	**2.3**	**2**			**718**	**0.02**	**0.96**

Tabla 2. Fuentes clave en el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero para el Estado de México 2010

Carbono negro

El humo negro que se ve salir de los escapes de los grandes camiones y tráileres a diesel es un conglomerado de gases y partículas que ha sido reconocido desde tiempo atrás como contaminante. Las chimeneas de las industrias, los escapes de los vehículos automotores y los incendios forestales, entre otros, generan humo negro. Este conglomerado de emisiones contiene el denominado “carbono negro”.

El carbono negro (ver la Figura 2) es un conglomerado de diferentes compuestos generados por la quema incompleta de combustibles fósiles (como el petróleo, el diesel, el combustóleo, principalmente) o la biomasa (madera, carbón, entre otros) y está estructurado con un núcleo de carbono elemental rodeado de compuestos orgánicos volátiles en fase gaseosa y líquida y algunas moléculas de sulfatos y carbonatos.

igura 2. Representación del conglomerado de compuestos que forman un núcleo de carbono negro (Dibujo con la idea de Bachmann, 2009 Black carbon: A Science/Policy Primer. Vision Air Consulting)

A diferencia de los compuestos orgánicos volátiles que forman parte de la estructura del carbono negro, que son transparentes al ojo humano, el carbono negro absorbe la luz visible y, por tanto, es responsable de la disminución de la visibilidad en el aire. De los compuestos que se emiten a la atmósfera, el carbono negro es la principal sustancia que absorbe la radiación solar en la atmósfera (Bahadur et al. 2011). Al absorber la radiación solar incidente, disminuye la cantidad de radiación que llega a la superficie; sin embargo, su efecto neto en la columna suelo-atmósfera –conocido como forzamiento radiativo directo- es de un aumento en la temperatura.

El carbono negro ha preocupado recientemente a los investigadores, los gobiernos y la organizaciones internacionales debido a que su forzamiento radiativo positivo, además de contribuir en buena medida al aumento en el efecto invernadero y de la temperatura global, contribuye fuertemente al derretimiento de los glaciares y a la disminución de la capacidad de las nubes para generar lluvia, lo que lo coloca como un peligroso contribuyente al cambio climático.

Figura 3. Efectos radiativos indirectos del carbono negro. a) Una nube sin contaminación tiene centros de formación de gotas grandes, promovidos por las partículas naturales; b) al actuar como núcleos de condensación, las partículas contaminantes pueden incrementar el número y disminuir el tamaño de las gotas en la nube. Esto aumenta la "reflectividad" de la nuble y prolonga su vida (incrementando el enfriamiento) pero puede también disminuir la cantidad de lluvia; c) Las partículas de carbono negro en las gotas de la nube aumentan la absorción de la luz. La radiación liberada hace que la nube se contraiga (aumentando el calentamiento) y disminución de la lluvia. Por último, en d) se ilustra el efecto del carbono negro en la nieve: las partículas depositadas sobre la nieve o el hielo absorben la luz solar e incrementan el deshielo, exponiendo las superficies obscuras que a su vez absorben más y más radiación. (Dibujo con la idea de Bachmann, 2009 Black carbon: A Science/Policy Primer. Vision Air Consulting)

La generación y la emisión de carbono negro a escala planetaria está asociada principalmente con los países en desarrollo debido a que los combustibles que lo generan son los más "baratos" y accesibles para la población de menores recursos económicos. Por ello, el carbono negro es un contaminante cuya generación es de gran envergadura a escala mundial. China y la India se han convertido en los principales emisores de carbono negro, generando en conjunto un tercio de las emisiones globales

El inventario de emisiones de carbono negro para el Estado de México se muestra en la Tabla 3 y en particular para las fuentes móviles en la Figura 4. El efecto sobre el calentamiento global del carbono negro se expresa en términos de dióxido de carbono equivalente ($CO_{2\text{-eq}}$), es decir, en términos del efecto que tuviera este contaminante expresado como CO_2. Como es un contaminante de efecto invernadero de vida corta, su efecto de corto plazo es más intenso que a largo plazo, como se observa en las columnas de los horizontes a 20 y 100 años.

Tipo de fuente	BC (Ton/año)	CO2-eq (Ton/año)	
		20 años	100 años
Fuentes Móviles ZMVCT	502.43	1,004,86	326,58
Particulares ZMVCT	36.47	72936	23704.2
Taxi ZMVCT	5.33	10656	3463.2
Combi ZMVCT	4.21	8424	2737.8
Pick up ZMVCT	7.13	14256	4633.2
Microbús ZMVCT	12.24	24480	7956
Vehículos < 3 Ton ZMVCT	15.01	30024	9757.8
Tractocamiones ZMVCT	165.76	331520	107744
Vehículos > 3 Ton ZMVCT	89.92	179840	58448
Autobuses ZMVCT	166.36	332728	108136.6
Fuentes Móviles ZMVT	678.04	1,356,088	440,728.6
Particulares ZMVT	23.58	47160	15327
Taxi ZMVT	2.95	5904	1918.8

Combi ZMVT	0.25	504	**163.8**
Pick up ZMVT	3.89	7776	**2527.2**
Microbús ZMVT	5.22	10440	**3393**
Vehículos < 3 Ton ZMVT	0.43	864	**280.8**
Tractocamiones ZMVT	26.64	53280	**17316**
Vehículos > 3 Ton ZMVT	72.90	145792	**47382.4**
Autobuses ZMVT	542.18	1084368	**352419.6**
Fuentes Móviles RM	180.30	360,608	**117,197.6**
Particulares RM	7.27	14544	**4726.8**
Taxi RM	0.00	0	**0**
Combi RM	1.15	2304	**748.8**
Pick up RM	4.25	8496	**2761.2**
Microbús RM	3.10	6192	**2012.4**
Vehículos < 3 Ton RM	1.08	2160	**702**
Tractocamiones RM	1.92	3848	**1250.6**
Vehículos > 3 Ton RM	14.02	28032	**9110.4**
Autobuses RM	147.52	295032	**95885.4**
Fuentes de Área	77.41	154,825.6	**50,318.32**
Combustión industrial	**3.45**	**6890**	**2239.25**

Tipo de fuente	BC (Ton/año)	CO2-eq (Ton/año)	
		20 años	100 años
Combustión comercial	**4.01**	**8010**	**2603.25**
Combustión residencial	16.64	33270	**10812.75**
Incendios forestales	46.82	93648	**30435.6**
Fuentes fijas	4.56	9,118	**2,963.35**
Alimentos	1.14	2280.2	**741.065**
Bebidas y tabaco	0.11	226.2	**73.515**
Insumos textiles	0.69	1383.2	**449.54**
Productos textiles (excepto prendas de			
	0.12	247	**80.275**
Prendas de vestir	0.02	46.8	**15.21**
Productos de cuero, piel	0.00	5.2	**1.69**
Industria de la madera	0.01	20.8	**6.76**
Industria del papel	2.42	4836	**1571.7**

Impresión y conexos	0.01	28.6	**9.295**
Productos derivados del petróleo y			
	0.02	44	**14.3**
Química	1.83	3660.8	**1189.76**
Plástico y hule	0.90	1799.2	**584.74**
Productos a base de minerales no			
	1.47	2930.2	**952.315**
Metálica básica	3.67	7344	**2386.8**
Productos metálicos	0.68	1356	**440.7**
Maquinaria y equipo	0.01	13	**4.225**
Equipo de computación, comunicación,			
medición, y otros componentes			
	0.00	5.2	**1.69**
Equipo de generación eléctrica y			
accesorios eléctricos	0.09	171.6	**55.77**
Equipo de transporte	0.20	408.2	**132.665**
Muebles y relacionados	0.05	91	**29.575**
Otras	0.02	39	**12.675**
Generación de electricidad	28.08	56154	**18250.05**
TOTAL	**1,442.8**	**2,885,503.6**	**937,788.7**

Tabla 3. Inventario de emisiones de carbono negro, Estado de México, 2006

Nota: ZMVCT significa Zona Metropolitana del Valle de México, municipios conurbados; ZMVT es Zona Metropolitana del Valle de Toluca y RM significa Resto del Estado de México.

Figura 4. Emisiones de carbono negro de las fuentes móviles en tres regiones del Estado de México (Realización propia).

Tanto en la figura como en la tabla se observa que las principales fuentes de carbono negro son los vehículos a diesel en el sector Transporte y en el Residencial el carbono negro se produce principalmente por la quema de leña y los residuos de madera que se queman en los fogones de las cocinas rurales. Reducir estas emisiones conducirá a una gran cantidad de beneficios, principalmente en materia de la contribución al calentamiento global y con co-beneficios como a la salud, la calidad del aire y la economía, al mejorar la eficiencia de los sistemas de generación de energía.

Los beneficios de reducir las emisiones de carbono negro, con un potencial de reducción de 2,885,504 toneladas anuales de CO2-eq proporciona una ventana de oportunidad para mitigar de manera contundente las emisiones en el Estado de México con efectos benéficos en el corto plazo.

Respecto de la quema de leña en el sector residencial se sabe que los datos oficiales de la cantidad de madera y carbón quemados en los sitios rurales están subestimados. Masera y Hernández (2011) presentaron la Tabla 4 en la que se muestran algunos datos de tres diferentes fuentes a escala nacional. Ello permite suponer que esta actividad está también subestimada en el Estado de México por lo que se requiere un detallado inventario de la biomasa quemada en las viviendas rurales.

Categoría de emisión	Semarnat (Anuario Nacional Forestal)	Sener (Balance Nacional de Energía)	Masera *et al.*
Carbón – sector comercial	Sin datos	Sin datos	**0.21**
Carbón – sector residencial	Sin datos	Sin datos	**0.44**
Carbón total (Mt)	0.06	Sin datos	**0.65**
Leña equivalente a carbono (MtDM)	0.29	Sin datos	**3.19**
Leña	**0.18**	**12.38**	**18.39**

Tabla 4. Comparación de tres fuentes de datos de consumo de carbón y leña a escala comercial y doméstica nacionales (Fuente: Masera y Hernández, 2011)

MITIGACIÓN DE LAS EMISIONES

Mientras la adaptación permitirá a la sociedad enfrentar los efectos del cambio climático la reducción de las emisiones es la única forma de amortiguar sus efectos. México ha comprometido la reducción de sus emisiones ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC) para el año 2020 del 30 por ciento respecto de la línea tendencial y para el año 2050 una reducción de 50 por ciento respecto de las emisiones del año 2000. La Figura 5 muestra la reducción de emisiones requerida para alcanzar el compromiso adquirido por México.

Figura 5. Compromiso de reducción de emisiones de México al año 2020 (Fuente: INECC 2012).

Para lograr esta reducción el pico de emisiones debe haberse alcanzado en 2008. El gobierno mexicano no ha establecido claramente qué porcentaje de reducción debe afrontar cada entidad ni qué porcentaje de dicha reducción estará financiada por la federación y cuál con recursos locales. En ese contexto, los programas estatales de acción climática plantean medidas de mitigación plausibles o lineamientos de mitigación sin la certeza de que se llevarán a cabo dichas medidas.

Medidas de mitigación sugeridas para las fuentes clave identificadas

La mitigación de emisiones es un conjunto de acciones fortalecidas por la educación, la cultura y una visión de desarrollo hacia la sustentabilidad. Programar una medida de mitigación requiere de una visión integral del problema para el cual se plantea reducir las emisiones. Por ello se requiere de una coordinación estrecha entre los diferentes niveles de gobierno (municipal, estatal, federal) y organizaciones no gubernamentales, sociedad civil y empresas privadas en un enfoque de largo plazo, que garantice la continuidad de los programas que se planearán e instrumentarán, con metas y alcances claros, precisos y cuantificables.

En el planteamiento de las medidas de mitigación se requiere identificar las fuentes clave, aquellas que emiten más contaminantes pero también plantear esquemas de costo beneficio y co-beneficios que permitan una eficacia mayor.

Transporte

El transporte en el Estado de México contiene una gama muy amplia de oportunidades de mitigación de las emisiones de gases de compuesto invernadero y carbono negro. Una característica importante del Estado de México es su amplio abanico de regiones, desde los municipios más poblados como Ecatepec, hasta los tranquilos y verdes municipios del sur. En cada uno de ellos la dinámica del movimiento de personas y mercancías es diferente y por ello, deben abordarse los planes de mitigación de manera acorde.

Lo que resulta primordial en un estado en crecimiento es proveer a la ciudadanía de infraestructura vial y carretera apropiada, de vehículos de transporte eficientes, limpios y seguros y de combustibles limpios.

Los estados que cubren al Distrito Federal, o municipios conurbados de la Ciudad de México, son los más densamente poblados debido a que se constituyeron una cantidad de unidades habitacionales “dormitorio”. En estos municipios la oferta de transporte masivo rápido, eficiente, seguro y limpio es primordial debido a que su población se mueve diariamente de sus hogares a los centros de trabajo principalmente en el Distrito Federal.

Esta opción, además de mejorar la eficiencia de transporte de la población reduce las emisiones de los gases criterio (óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, etc.), las partículas suspendidas (carbono negro y aerosoles orgánicos) y los gases de efecto invernadero. Por ello y por la eficiencia de transporte esta medida es la principal a desarrollar. La sustitución definitiva de los microbuses, combis y camionetas de transporte público que son inseguras, y altamente contaminantes por su edad y mantenimiento permitirá a las personas moverse con seguridad y bajas emisiones de carbono. Recientemente, el trabajo conjunto de los gobiernos del Estado de México y el Distrito Federal ha consolidado algunos sistemas de transporte rápido (BRT), vehículos de transporte masivo que conectan a los municipios conurbados con el Distrito Federal, como el denominado Mexibús.

El Mexibús es un transporte de pasajeros concesionado que cuenta en la actualidad con tres líneas con una extensión de 31 kilómetros y 93 estaciones. Las estaciones se encuentran en los municipios de Ecatepec, Teámac, Nezahualcóyotl, Chimalhuacán, Coacalco de Beorriozábal, y Cuautitlán Izcalli. Hay en la actualidad planes para aumentar la cantidad de líneas de este BRT.

Figura 6. Autobús articulado del Mexibús Línea 1 (Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Mexib%C3%BAs).

Los vehículos de carga y de pasajeros que están impulsados por diesel son los principales emisores de gases de efecto invernadero por lo que es necesario a) regular la antigüedad de stos vehículos, b) impulsar la adquisición de unidades nuevas que contengan filtros de partículas y tecnología que permita el uso de diesel ultra bajo en azufre, c) regular la circulación mediante sistemas de inspección vehicular, que pusieran ser a bordo (principalmente en los vehículos de grandes compañías) o en centros especializados de verificación.

Los vehículos que sirven a la comunidad pueden ser un piloto para el desarrollo de planes de reducción de emisiones. Los vehículos de uso en la recolección, transporte y disposición de basura son unidades en las que se puede hacer cambios importantes para mejorar su eficiencia y reducir emisiones de manera regulada porque al ser concesionados o no, se tiene un control sobre ellos. Los vehículos de pasajeros turísticos, escolares e intermunicipales son otro caldo de cultivo para el ensayo de las pruebas de mitigación. La reducción de emisiones traerá consigo una gran cantidad de beneficios laterales como mejoría de la salud

de la población, mejoría en la calidad del aire, reducción de tiempos de traslado y todo ello redituará además en una mejoría de la calidad de vida de la población.

Residuos sólidos municipales

Figura 7. Pepenadores en Tultitlán, Estado de México (Fuente: Wamsler 2000).

El manejo de los residuos sólidos en el estado de México, y en México en general, está permeado por el sector informal dominado por unos cuantos líderes. Wamsler (2000) estimó que el total de personas que trabaja en este sector económico en el Estado de México alcanzaba los 20,000 para ese año. La calidad de vida de estas personas es mala al trabajar directamete con todo tipo de residuos sin las

condiciones de protección y seguridad de los empleos formales. En general, este sector emplea niños y jóvenes exponiéndolos a una serie de riesgos enre los que destacan las enfermedades. Además, la falta de formalización y la creencia de "independencia" hace que este sector esté viciado y reacio al cambio y la modernización. La Figura 8 presenta un organigrama de la relación entre las autoridades, los generadores y los operarios del sistema actual del manejo de los residuos sólidos municipales en el Estado de México.

Figura 8. Organigrama del manejo de los residuos sólidos en el Estado de México (Adaptada de Wamsler 2000).

La Secretaría de Medio Ambiente (SMA) regula la actividad a escala estatal y corresponde a los municipios la operación de los sistemas de manejo de los residuos sólidos no peligrosos. cuenta con la normatividad en la materia para legislar el manejo de los residuos sólidos municipales y especiales en el estado. Sin embargo, la falta de cumplimiento y una ausencia de vigilancia para ello promueven la proliferación de de tiraderos clandestinos. Las principales normas para la regulación de la actividad son las siguientes:

PROY-NTEA-013-SMA-RS-2011. Que establece las especificaciones para la separación en la fuente de origen, almacenamiento separado y entrega separada al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para el Estado de México

NTEA-010-SMA-RS-2008. Que establece los requisitos y especificaciones para la instalación, operación y mantenimiento de infraestructura para el acopio, transferencia, separación y tratamiento de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para el Estado de México.

NTEA-011-SMA-RS-2008. Que establece los requisitos para el manejo de los residuos de la construcción para el Estado de México

NTEA-013-SMA-RS-2011
Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011, que establece las especificaciones para la separación en la fuente de origen, almacenamiento separado y entrega separada al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para el Estado de México.

NTEA-006-SMA-RS-2006

Norma Técnica Estatal Ambiental, que establece los requisitos para la producción de los mejoradores de suelos elaborados a partir de residuos orgánicos.

NTEA-001-SEGEM-AE-2003
Norma Técnica Estatal Ambiental, que establece los requisitos para el almacenamiento, tratamiento y disposición final de residuos orgánicos generados en centros de sacrificio de animales para consumo humano.

NOM-083-SEMARNAT-2003
Norma Oficial Mexicana, que establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Gran parte de la basura generada en el Distrito Federal se vierte en los rellenos sanitarios del Estado de México por lo que la captación de residuos del estado es, en proporción, de las más altas del país. Las emisiones cuantificadas solamente se refieren al metano emitido por la descomposición de los residuos en los sitios de disposición final, tiraderos y rellenos sanitarios reconocidos a escala estatal. Hay una cantidad de emisiones no cuantificada en lo que se denomina el ciclo de vida. En la determinación de las emisiones del ciclo de vida de un residuo sólido estrictamente se tendrías que evaluar todos los pasos, desde la materia prima hasta la disposición final del residuo. Entre estas etapas se encuentra la generación, el transporte del residuo, la separación, la recolección y la disposición, entre otros. Para la reducción de emisiones de este sector, que aumenta a una mayor velocidad que el aumento de la población (INEGI 2010). Se requiere de un manejo integral del sistema de generación y disposición de los residuos en los tiraderos y rellenos sanitarios a escala estatal que incluya, junto con una normatividad robusta y clara al respecto,

En la generación

- Educación a las familias acerca de mejorar hábitos de adquisición y consumo de productos, tanto alimenticios como generales

La separación de los residuos en la fuente

- La obligación de separar la basura en tres recipientes separados y hábitos de colección de cada uno de los tipos de residuos

En la recolección

- La formalización del sector informal
- Capacitación para la recolección

En el traslado

- Modernización de la flota vehicular de recolección mediante la incorporación de unidades de recolección nuevas, no contaminantes y eficientes, impulsadas por combustibles limpios, mediante estímulos fiscales y créditos para su adquisición
- Capacitación de los transportistas recolectores
- Instalación de un centro de control de las unidades recolectoras que optimice el recorrido de recolección
- Erradicar el uso de animales para mover los carromatos

En la separación

- La formalización del sector informal
- La capacitación de los trabajadores de la separación
- Adquisición de estímulos e incentivos para robustecer las actividades de reciclaje, composteo y recuperación de residuos

En la disposición

- La identificación y clausura de los tiraderos clandestinos
- Una selección apropiada de los sitios de disposición final
- Ingreso de residuos mediante las unidades certificadas de traslado de residuos
- Imposición de fuertes multas y sanciones para la disposición fuera de los sitios autorizados
- Instalación de sistemas de aprovechamiento del gas natural generado

El sistema de manejo integral de residuos sólidos municipales puede además contener un mecanismo de retroalimentación y de flujo en cascada que optimiza los recursos y genera oportunidades. Por ejemplo, Si se toma el paso 1b: Separación de residuos en la fuente, la cadena de eventos puede conducir a una serie de beneficios, optimización de recursos, reducción de emisiones y beneficios en la salud y la calidad de la vida de las personas, como el aumento en el empleo de buena calidad, bien remunerado y de nivel profesional.

La Figura 9 ilustra algunos de los efectos en el empleo de las personas por la separación de los residuos en la fuente.

Solamente en el transporte de los residuos la cantidad de emisiones que podría evitarse con un manejo integral, así como la reducción de las admisiones hospitalarias derivadas de la exposición a los humos tóxicos de los vehículos de recolección, son invaluables. Por último, la reducción de las emisiones en términos de CO_2 equivalente serían mucho más altas que las determinadas en el sector Residuos del inventario de emisiones.

Figura 9. Cascada de beneficios obtenidos en términos de generación de empleo por la separación de residuos en la fuente (Tomado de Wemslar 2000).

Quema de leña en estufas rurales

Figura 10. Fogones rurales tradicionales (izquierda) y opciones de mitigación (derecha)

La quema de leña –y otros materiales y residuos de la biomasa- en las viviendas rurales de los países en desarrollo ha sido un tema muy estudiado a raíz del descubrimiento del enorme potencial de daños a la salud del carbono negro. Este tema ha sido muy abordado por su extendido uso en los grandes países como China o India, en los que un porcentaje importante de la población viven en zonas rurales y cocina en fogones de interiores.

En México se usa ampliamente en el sector rural para la cocción de alimentos y la calefacción. Se estima que los valores oficiales de uso de madera tienen una gran incertidumbre principalmente a i) la poda hormiga de bosques, es decir, el corte intermitente de las ramas de los árboles y b) la inexactitud de las cifras por falta de información.

Este sector debe apoyarse mediante la sustitución de los fogones tradicionales por estufas eficientes, como las del tipo patsari. Se deberá asimismo proporcionar opciones tecnológicas inteligentes, que no usen la leña como combustible, como la energía solar.

Ejemplos

Se puede idear una gama de medidas de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y carbono negro. A modo de ejemplo se realizó un ejercicio de reducción de emisiones para evaluar el potencial de mitigación de algunas medidas relativamente sencillas de realizar y que además tienen grandes co-beneficios. Se usó una hoja de cálculo del software de mitigación Long-range Energy Alternatives Planning System (LEAP), que es una herramienta para el análisis de política energética y mitigación del cambio climático, desarrollado por el Stockholm Environment Institute (Heaps 2012). Ejemplifica los beneficios en términos de toneladas de dióxido de carbono equivalente Los ejercicios son los siguientes:

Sustitución de fogones a leña por fogones eficientes tipo patsari

Las estufas patsari pueden sustituir los fogones tradicionales e incorporan una caldera aislada que ventea las emisiones vía una chimenea metálica (Christian *et al*., 2010). Estas estufas pueden reducir la contaminación de interiores hasta en un 70 por ciento, requieren en menos combustible lo que reduce las emisiones y, principalmente, la necesidad de biocombustibles (Johnson *et al*., 2008; Masera *et al*. 2005; Zuk *et al*., 2007). Se estima el ahorro de gases de efecto invernadero de la sustitución de 1,100,000 fogones tradicionales en los hogares rurales por las denominadas estufas patsari. Se tienen los siguientes beneficios:

Gases de efecto inervnadero	Reducción de emisiones (Ton)
CO2	4,356,000
N2O	2
CH4	63
CO2 eq	4,357,926
Reducción de CO2 eq por estufa	3,962
$/Tn CO2 eq	9.93 USD

Mejoría de la eficiencia de calderas industriales

Mejorar la eficiencia a través de un mantenimiento permanente de las calderas industriales pueden conducir a los siguientes ahorros:

Gases de efecto inervnadero	Reducción de emisiones (Ton)
CO2	40,968
N2O	0
CH4	3
CO2 eq	41

Reducción de CO2 eq (Millones de Ton)	0.04
$/Tn CO2 eq	140.3 USD

Esta medida se refiere a la incorporación en las industrias de procedimientos y protocolos de mantenimiento de las calderas con el fin de mejorar su eficiencia. No se planteó en el cambio de combustible, incorporación de sistemas de retención de emisiones, solo una práctica correcta de mantenimiento.

Sustitución de refrigeradores en las casas habitación

Muchos refrigeradores domésticos son antiguos y contaminantes, además que usan los CFC, contaminantes que deprimen la capa de ozono y fuertes gases de efecto invernadero. Sustituir dos millones de refrigeradores dentro de un universo de al menos 3 millones 500 mil hogares por refrigeradores eficientes, que consumen 650 kWh/unidad-año, produce los siguientes ahorros y beneficios en términos de gases de efecto invernadero:

Gases de efecto inervnadero	Reducción de emisiones (Ton)
CO2	355,118
N2O	3
CH4	4
CO2 eq	356,237
Reducción de CO2 eq (Millones de Ton)	0.18
$/Tn CO2 eq	-168.84 USD

Lo interesante de esta medida es el ahorro adicional para $CO_{2\text{-eq}}$ por la sustitución de CFC y el costo, que es negativo, de 168 dólares por tonelada de $CO_{2\text{-eq}}$.

Introducción de vehículos híbridos en el sector del transporte, como sustitución de taxis

Los taxis son vehículos que circulan diariamente y, por tanto, producen una cantidad de emisiones importante debido a que gran parte del tiempo de circulación lo hacen sin pasajeros. Sustituir 200,000 taxis a gasolina por vehículos híbridos produce los siguientes beneficios:

Gases de efecto inervnadero	Reducción de emisiones (Ton)
CO2	540,983
N2O	4
CH4	299
CO2 eq	549,085
Reducción de CO2 eq (Millones de Ton)	2.75
$/Tn CO2 eq	368.13 USD

El costo es de 368 dólares por tonelada de CO2-eq reducida. Sin embargo, los beneficios y co-beneficios en seguridad, mejoría de la calidad del aire, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero hacen plausible la aplicación de la medida.

Sustitución de autobuses de pasajeros a diésel

El transporte público de pasajeros es una de las formas de transporte más barata y ahorradora de emisiones de gases de efecto invernadero. Los autobuses intermunicipales son impulsados por diesel, generalmente en una combustión ineficiente y sin filtros de partículas por lo que sus emisiones de partículas y carbono negro son altas. Si estos autobuses se sustituyeran por vehículos eléctricos se ganarían 5 toneladas de $CO_{2\text{-eq}}$ por vehículo a un costo de 710 dólares por reducción de tonelada de $CO_{2\text{-eq}}$.

Gases de efecto inervnadero	Reducción de emisiones (Ton)
CO2	50,140
N2O	0
CH4	2
CO2 eq	50,286
Reducción de CO2 eq (Millones de Ton)	5.03
$/Tn CO2 eq	709.88 USD

En los cálculos anteriores no se ha considerado la reducción de emisiones de carbono negro por lo que la medida, aunque no es muy barata en términos del costo de reducción por tonelada de dióxido de carbono equivalente, conlleva grandes beneficios tanto a la salud como al aire ambiente y el calentamiento global

Reforestación como una forma de mejorar los sumideros de CO_2

Existe una gran superficie en el Estado de México que ha perdido su cobertura vegetal en aras de la agricultura y la ganadería. Desafortunadamente gran parte de esos proyectos no fructifican y las superficies permanecen desforestadas. Plantar árboles es una de las mejores formas de mitigar el cambio climático además que es de las más baratas.

Gases de efecto invernadero	Reducción de emisiones (Ton)
Área plantada (ha)	30,000
Carbono secuestrado (Ton C/ha)	1.5
CO_2 secuestrado total (Ton)	165,000
Costo ($/Ton C)	5.00
Costo ($/Ton CO_2)	1.36

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El inventario de emisiones de gases de efecto invernadero fue realizado con la metodología de 1996. En la actualidad se ha publicado la metodología de 2006 que se ha empezado a extender a nivel mundial por lo que se sugiere el cálculo del inventario de emisiones con esta nueva metodología. En ella se incluyen los siguientes compuestos:

Dióxido de carbono (CO_2)
Metano (CH_4)
Óxido nitroso (N_2O)
Hidrofluorocarbonos (HFCs)
Perfluorocarbonos (PFCs)
Hexafluoruro de azufre (SF_6)
Trifluoruro de nitrógeno (NF_3)
Pentafluoruro de trifluorometil-sulfuro (SF_5CF_3)
Éteres halogenados (v.g., $C_4F_9OC_2H_5$, $CHF_2OCF_2OC_2F_4OCHF_2$, $CHF_2OCF_2OCHF_2$)
Otros halocarbonos no cubiertos en el protocolo de Montreal pero que son potentes gases de efecto invernadero, incluyendo CF_3I, CH_2Br_2 $CHCl_3$, CH_3Cl, CH_2Cl_2)

Se requiere para ello de la inclusión de una gran cantidad de datos de actividad del estado de México, principalmente del sector transporte e industrial.

Se recomienda además contar con una extensa base de datos acerca de la actividad de la tala forestal y el uso de madera y otros residuos maderables en los fogones domésticos rurales.

En materia de mitigación, el Estado de México deberá planear e instrumentar sus acciones de reducción de las emisiones en el plazo inmediato, tomando en cuenta que las reducciones en las emisiones de carbono negro se realizarán mediante

esquemas relativamente fáciles de instrumentar y con costos bajos. La Tabla presenta los costos de algunas medidas de mitigación de emisiones de carbno negro.

emitting technology	abatement technology	EF-BC (g/kg)	fuel (kg/yr)	lifetime (yr)	lifetime BC (kg)	equiv C02 (t)		cost ($/t C02 eq)	
						100-yr	20-yr	100-yr	20-yr
diesel engines									
Current light vehicle	particle trap ($250-500)	0.9	1500	10	14	10	31	25-50	8-16
Superemitting light vehicle	repair ($500-1000+); vehicle turnover (several $k)	3	1500	5	23	15	50	30-130	10-40
Pre-regulation truck	particle trap ($5k-10k)	2	10000	10	200	140	440	36-71	11-23
residential solid fuel									
Wood cook-stove	cleaner stoves, fuel switching ($3-100)	0.7	2000	3	4.2	2.9	9.2	1-34	0.3-11
Coal cook-stove	same as wood stove	8	1000	3	24	16	53	0.2-6	0.1-2
other transport									
gasoline: 2-stroke engine	education, engine switching	1	300	5	1.5	1.1	3.3	not estimated	
industry & power									
coal: low-tech brick kiln	switch kiln type	5	500000	1	2500	1750	5500	18-35	5.5-11

Tabla 5. Algunos costos de medidas de mitigación de carbono negro (Fuente: Baron *et al*., 2009).

El Estado de México sigue creciendo a medida que crece su población y su dinámica económica. El Estado de México debe empezar a desacoplar su crecimiento económico y procuración de mejor calidad de vida a sus habitantes de las emisiones de los contaminantes de efecto invernadero. La reducción de los contaminantes de efecto invernadero de vida corta como el carbono negro es una medida factible y altamente efectiva que tiene abundantes co-beneficios asociados. Además de ello, la incorporación de energías renovables en un país rico en radiación solar, viento, etc. es imperativa a escala nacional y, por tanto, estatal si se pretende cumplir con los compromisos de mitigación establecidos ante cientos de países de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

BIBLIOGRAFÍA

Akagi, S.K., R. J. Yokelson, C. Wiedinmeyer, M. J. Alvarado, J.S. Reid, T. Karl, J. D. Crounse, y P.O. Wennberg. 2010 Emission factors for open and domestic biomass burning for use in atmospheric models Atmos Chem Phys Discuss 10, 27532-27602.

Bachmann, J. 2009. Black Carbon: A Science/Policy Primer, Pew Center on Global Climate Change, Arlington, USA.

Bahadur, R., Y. Feng, L. M. Russell y V. Ramanathan 2011. Impact of California´s air pollution laws on black carbon and their implications for direct radiative forcing Atmos Environ 45, 1162-1167.

Baron, R.E., W.D. Monsgomery, S.D. Tuladhar 2009. An Analysis of black carbon mitigation measures. Copenhagen Consensus on Climate.

Bond, T. C. et al. 2004. A technology-based global inventory of black carbon and organic carbon emisions from combustion J Geophys Res 109, 3697.

Bond TC, Streets DG, Yarber KF, Nelson SM, Woo J, Klimont Z. 2004. A technology- based global inventory of Black and organic carbon emissions from combustion. J Geophys Res 109:D14203.

Caballero, M. 2010. La verdadera cosecha maderable de México 2010. Rev Mex Cien For 1,1, 1-16.

Cruz Núñez, X. 2014. An approach to a black carbon emission inventory for Mexico by two methods Science of The Total Environment 479–480, 181–188.

EEA 1999. Second joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, Recuperado de http://themes.eea.eu.int/theme.php/state/air http://www.emep.int/index.html http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/TFEI/unece.htm

Heaps, C.G., 2012. Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP) system. [Software version 2014.0.1.25] Stockholm Environment Institute. Somerville, MA, USA. www.energycommunity.org

INECC 2012. Bases para una estrategia de desarrollo bajo en emisiones en México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 120 pp. Recuperado de http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/ine-ecc-ec-02-2012.pdf

IPCC 1996. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, UNEP/WMO/OECD/IPCC. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm

Johnson, T. J., Profeta, L. T. M., Sams, R. L., Griffith, D. W. T., and Yokelson, R. J. An infrared spectral database for detection of gases emitted by biomass burning, Vib. Spectrosc., 53, 97–102, 2010.

Masera, O. R., Díaz, R., and Berrueta, V. M. 2005 From cookstoves to cooking systems: the integrated program on sustainable household energy use in Mexico, Energ. Sustain. Dev., 9, 1, 25–36.

Molina, L.T., L.G. Ruiz, X. Cruz-Núñez, W. Lei, A. García 2011.Temas emergentes en cambio climático: metano y carbono negro, sus posibles co-beneficios y desarrollo de planes de investigación. Informe técnico para el Instituto Nacional de Ecología.

SMA GEM 2012. Inventario de emisiones a la Atmósfera del Estado de México, 2006. Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México, 79 pp. Recuperado de http://portal2.edomex.gob.mx/sma/cuida_medioambiente/publicaciones_sma/documentos_tecnicos/ groups/public/documents/edomex_archivo/sma_pdf_inv_emi_atm_edomex2006.pdf

SMA GEM 2013. Programa estatal de acción ante el cambio climático en el Estado de México 2013. Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México. 288 pp.

USEPA 2003. Emission Inventory Improvement Program Technical Report Series Volume 8 Estimating Greenhouse Gas Emissions, Recuperado de http://www.epa.gov/ttn/chief/eiip/techreport/volume08/index.html

Wamsler, C. 2000. El Sector Informal en la separación del material reciclable de los residuos sólidos municipales en el Estado de México Informe técnico de la GTZ GmbH para la Secretaría de Ecología del estado de México. Recuperado de http://www2.gtz.de/dokumente/bib/05-0023.pdf

Zuk, M., Rojas, L., Blanco, S., Serrano, P., Cruz, J., Angeles, F., Tzintzun, G., Armendariz, C., Edwards, R. D., Johnson, M., Riojas Rodriguez, H., and Masera, O. 2007. The impact of improved woodburning stoves on fine particulate matter concentrations in rural Mexican homes, J. Expo. Sci. Env. Epid., 17, 224–232.

GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

GENTE QUE TRABAJA Y LOGRA enGRANDE

IEECC
INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

ANEXO 5

Actualización de escenarios de clima presente y futuro para el PEACC EDOMEX 2013

Oscar C. Sánchez Meneses

Índice del anexo 5.- actualización de escenarios de clima presente y futuro para el peacc edomex 2013.

Índice general

1.- resumen……..…….. P. 4

2.- objetivo general……..…… p. 4

3.- introducción……..……. P. 4

4.- metodología……..……. P. 6

5.- resultados……..……p. 7

6.- observaciones y recomendaciones…….. P. 13

7.- 4.2.3. Un enfoque alternativo para el análisis de incertidumbres en los escenarios de cambio climático……..……. P. 14

8.- referencias……..……..p. 16

Índice de figuras

Fig. 1. Mapas de incremento en la temperatura media en °c (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □T global=1°c con rcp6.0 y rcp8.5. Modelo hadgem1……...p. 8

Fig. 2. Mapas de incremento en la temperatura media en °c (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □T global=1°c con rcp6.0 y rcp8.5. Modelo mpiecham4……p. 9

Fig. 3. Mapas de incremento en la temperatura media en °c (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □T global=2°c con rcp6.0 y rcp8.5. Modelo hadgem1……p. 10

Fig. 4. Mapas de incremento en la temperatura media en °c (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □T global=2°c con rcp6.0 y rcp8.5. Modelo mpiecham4……p.11

Fig. 5. Mapas de incremento en la temperatura media en °c (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □T global=3°c con rcp6.0 y rcp8.5. Modelo hadgem1……p. 11

Fig. 6. Mapas de incremento en la temperatura media en °c (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □T global=3°c con rcp6.0 y rcp8.5. Modelo mpiecham4……p. 12

Fig. 7. Mapas de incremento en la temperatura media en °c (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □T global=4°c con rcp8.5. Modelo hadgem1… P. 13

Fig. 8. Mapas de incremento en la temperatura media en °c (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □T global=4°c con rcp8.5. Modelo Hadgem1..p. 13

Índice de tablas

Tabla 1. Años estimados mediante magicc/scengen en que se alcanzan los valores

Umbrales de □T global……...p. 7

Resumen

Se presenta un enfoque alternativo para el análisis de la incertidumbre en los escenarios de cambio climático para el EDOMEX en las variables de temperatura media y precipitación. La alternativa está orientada a la toma de decisiones sobre la base del análisis de escenarios de cambio climático en valores umbrales de incremento en la temperatura global de 1, 2, 3, y 4 °C, reflejados sobre una región que abarca el Estado de México (EDOMEX). Se considera un valor moderado de la sensibilidad del sistema del clima de 3.0°C/W/m^2 y como punto principal de referencia se estiman los años en que el RCP8.5 permite alcanzar los valores umbrales mencionados. Con el fin de contrastar resultados se analiza el caso de 2 modelos climáticos generales de atmósfera y océano (AOGCM siglas en inglés).

Objetivo General

Elaborar escenarios de cambio climático para el EDOMEX que sirvan de referencia para proponer medidas de adaptación y para realizar estudios de vulnerabilidad para la actualización de la estrategia estatal de cambio climático del EDOMEX usando un enfoque alternativo.

Introducción

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 14 modelos de circulación general con atmósfera y océano acoplados (AOGCM por sus siglas en inglés, Tabla 4.5, PEACC EDOMEX ,2013) combinados con 3 rutas representativas de concentraciones (RCP por sus siglas en inglés) 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 (métricos 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 confiablidad 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, 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.

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^2) respecto a reportes de evaluación anteriores que consideraban que su valor podía ser de hasta 6 °C/W/m^2, 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.

Metodología

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).

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.

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/m2, 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).

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/m2. 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 x2.5° 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/m2 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 CO2, pues éstas se han tomado de los valores correspondientes a los RCPs que se encuentran en la herramienta alterna MAGICC6 (Meinshausen *et al*., 2011).

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 1.

Tabla 1. Años estimados mediante MAGICC/SCENGEN en que se alcanzan los valores umbrales de Tglobal

Valor umbral Tglobal (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
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^2. Los mapas generados a partir de los datos obtenidos se muestran en las figuras 1 a 8.

Fig. 1. Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □Tglobal=1°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. 1). 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. 2. Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □Tglobal=1°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. 2) por las razones ya explicadas, pero sí es apreciable en las figuras correspondientes a los umbrales mayores.

Fig. 3. Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □Tglobal=2°C con RCP6.0 y RCP8.5. Modelo HADGEM1.

Fig. 4. Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □Tglobal=2°C con RCP6.0 y RCP8.5. Modelo MPIECHAM4.

Fig. 5. Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □Tglobal=3°C con RCP6.0 y RCP8.5. Modelo HADGEM1.

Fig. 6. Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □Tglobal=3°C con RCP6.0 y RCP8.5. Modelo MPIECHAM4.

Fig. 7. Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □Tglobal=4°C con RCP8.5. Modelo HADGEM1.

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. 7 y Fig.8).

Fig. 8. Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para □Tglobal=4°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 □Tglobal, 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 □Tglobal 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.

En general, MPIECHAM4 estima valores de incremento de precipitación negativos para el EDOMEX mientras que HADGEM1 tiende a mostrar valores cada vez más extremosos.

Como parte de la actualización del PEACC EDOMEX 2013 se proponen las siguientes recomendaciones:

Incluir en la presentación de los escenarios de cambio climático un texto que explique el papel de la sensibilidad del clima. El texto se puede insertar antes del antepenúltimo párrafo del apartado 4.2 (página 119):

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/m2 y, por ahora, no se dispone de una mejor estimación debido a que no concuerdan los valores de los diferentes estudios hasta ahora realizados. La incertidumbre en los valores de la sensibilidad del clima es de naturaleza epistémica.

Un enfoque alternativo para el análisis de incertidumbres en los escenarios de cambio climático

Con el objetivo de facilitar la toma de decisiones se puede utilizar una alternativa consistente 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.

Los usuarios de los escenarios de cambio climático suelen conocer bien los umbrales o valores críticos de la temperatura de los sistemas que estudian. Por ello, resulta muy útil para ellos conocer el año en el cual se presentan los umbrales significativos de 1, 2, 3 y 4 °C.

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 x2.5° 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.

EL software permite ajustar diversos parámetros climáticos de escala global, entre ellos la sensibilidad del sistema del clima. También es posible incluir las

concentraciones de CO_2 que corresponden a los distintos RCPs y estimar los años en que se presentan los diferentes umbrales.

En los resultados aquí mostrados se emplea un valor de la sensibilidad climática de 3.0 °C/W/m2 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 las rutas representativas de concentraciones se usa el escenario de emisiones A1FI para todos sus componentes con excepción de las emisiones de CO2, pues éstas se han tomado de los valores correspondientes a los RCPs que se encuentran en la herramienta alterna MAGICC6 (Meinshausen *et al*., 2011).

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 4.4. Además del RCP6.0 se incluye el RCP8.5 considerado el más "pesimista" pues este escenario señala el año más próximo en que los diferentes umbrales se presentan, tal información es útil en la toma de decisiones particularmente en la planeación de estrategias de adaptación.

(INCLUIR TABLA 1 de este informe)

Tomando en cuenta la experiencia adquirida en las anteriores Comunicaciones Nacionales en este trabajo se presentan escenarios de cambio climático para 2 AOGCMs cuyo desempeño ha sido aceptable para la región que comprende a la República Mexicana, el MPI-ECHAM y el HADGEM1 (Conde et al., 2011). Un criterio importante para la determinación de los AOGCMs a escoger es el grado de coincidencia entre el clima base usado por el AOGCM y el clima base observado de la región bajo estudio. Los mapas generados a partir de los datos obtenidos se muestran en las figuras 4.NN a 4.NN.

(INCLUIR LAS FIGURAS 1 A 8 DE ESTE REPORTE CON EL CORRESPONDIENTE AJUSTE DE NUMERACIÓN)

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.

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 Tglobal, 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 Tglobal 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.

Referencias

Cavazos, T., J. A. Salinas, B. Martínez, G. Colorado, P. de Grau, R. Prieto González, A. C. Conde Álvarez, A. Quintanar Isaías, J. S. Santana Sepúlveda, R. Romero Centeno, M. E. Maya Magaña, J. G. Rosario de La Cruz, Ma. del R. Ayala Enríquez, H. Carrillo Tlazazanatza, O. Santiesteban y M. E. Bravo (2013). Actualización de escenarios de Cambio Climático para México como parte de los
productos de la Quinta Comunicación Nacional. Informe Final del Proyecto al INECC, 150 pp. (http://escenarios.inecc.gob.mx/index2.html).

Conde, C., F. Estrada, B. Martínez, O. Sánchez and C. Gay. 2011. Regional climate change scenarios for México. Atmosfera, Vol. 24 (1), 125-140. ISSN: 0187-6236.

Gay García, C., O. Sánchez Meneses. 2014. The Fuzzy Nature of Climate Change Scenarios Maps. 4th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications (SIMULTECH). Special Session on Applications of Modeling and Simulation to Climatic Change and Environmental Sciences - MSCCEC 2014. 28-30 August. Vienna, Austria, Proceedings of SIMULTECH 2014.

SCITEPRESS – Science and Technology Publications, Portugal. ISBN: 978-989- 758-038-3, pp. 863-873.

Giorgi, F. y Mearns, L., 2001: Calculation of Average, Uncertainty Range, and Reliability of Regional Climate Changes from AOGCM simulations via the “Reliability Ensemble Averaging” (REA) Method. Journal of Climate, Vol. 15, pp. 1141-1158.

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Meinshausen, M., S. C. B. Raper and T. M. L. Wigley (2011). "Emulating coupled atmosphere-ocean and carbon cycle models with a simpler model, MAGICC6: Part I – Model Description and Calibration." Atmospheric Chemistry and Physics 11: 1417-1456. doi:10.5194/acp-11-1417-2011.

McGuffie, K., Henderson-Sellers, A., 2005. A Climate Modeling Primer. 3rd. Edition. John Wiley & Sons Ltd., England, 296 pp.

Moss, R.H., J. A. Edmonds, K. A. Hibbard, M. R. Manning, S. K. Rose, D. P. Vuuren, Carter, T.R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G.A., Mitchell, J.F., Nakicenovic, N., Riahi, K., Smith, S.J., Stouffer, R.J., Thomson, A.M., Weyant, J.P. y Wilbancks, T.J., 2010:. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature, Vol. 463.

PEACC EDOMEX. 2013. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de México. Gobierno del Estqado de México, 288pp.

Wigley T. M. L., 2008. MAGICC/SCENGEN 5.3: User Manual (version 2). NCAR, Boulder, CO. 80 pp.

Anexo 6

Hacia la Gobernanza climática en el Estado de México

Mecanismos de adaptación institucional para el mediano plazo en el contexto de cambio climático.

José Clemente Rueda Abad[1], Liliana López Morales[1], Claudia Tatiana Peña Ledón[2]

[1] Programa de Investigación en Cambio Climático de la UNAM

[2] Universidad Autónoma de la Ciudad de México

Índice del anexo 6.- hacia la gobernanza climática en el estado de méxico mecanismos de adaptación institucional para el mediano plazo en el contexto de cambio climático.

Índice de contenido

1.- introducción……...p.4

2.- uso del marco de políticas de adaptación……...p. 5

3.- la gobernanza climática en el estado de méxico. La gobernanza o participación de las partes Interesadas……..….p. 10

4.- la gobernanza climática, como criterio de adaptación social……...p. 12

5.- mecanismos diseñados para la instrumentación de la ley de cambio climático del estado de México: la ley de cambio climático del estado de méxico…….……p. 13

6.- la vulnerabilidad social y gobernanza climática en el estado de méxico……...p. 15

7.- el instituto estatal de energía y cambio climático: la autoridad estatal designada……p.24

8.- el papel de los ayuntamientos mexiquenses……p. 25

9.- la educación formal e informal en la creación de una cultura climática……..p. 27

10.- fuentes de consulta……..…….…….p. 39

Índice de figuras

Fig. 1. Modelos de política de adaptación (fuente: lim, 2005)……p. 6

Fig. 2. Concentración de co2 atmosférico a abril de 2015 (fuente: http://www.esrl.noaa.gov/gmd/webdata/iadv/ccgg/graphs/pdfs/ccgg.mlo.co2.1.none.discrete .all.pdf consultado 25 de abril de 2015)…… p. 8

Figura 3. Elevación de la temperatura media global (fuente: omm, 2015)……. P. 9

Figura 4. Exposición climática y al cambio climático (fuente: Monterroso et al., 2013)……p. 20

Figura 5. Vulnerabilidad al cambio climático (fuente: Monterroso et al., 2013)……p. 21

Figura 6 alumnos inscritos (ciclo escolar 2011/12) (fuente: elaboración propia con datos de Inegi, 2014)……..p. 31

Figura 7 personal docente (ciclo escolar 2011/12) (fuente: elaboración propia con datos de
Inegi, 2014)……..……....p. 32

Figura 8 educación ambiental con énfasis en cambio climático (fuente: elaboración
Propia)…….……..…p. 32

Figura 9. Procesos educativos (fuente: elaboración propia)…….……....p. 34

Figura 10. Criterios operativos (fuente: elaboración propia)…….....p. 37

Índice de tablas

Tabla 1. Algunos conceptos que pueden analizarse para adicionarse en el artículo 4 de la ley de cambio climático del estado de méxico (fuente: ipcc, 2012)……..……..……..……p. 14

Tabla 2. Tabla 2 situación de pobreza y pobreza extrema en la población del estado de méxico exposición y vulnerabilidad al cambio climático y proyección poblacional al 2030 (fuente:
Elaboración propia con datos de sedesol 2015)……..……..……..……p. 17

Tabla 3. Situación de rezago social, población total e indicadores educativos del ciclo escolar 2011/12 (fuente: elaboración propia con datos de Sedesol, 2015 e Inegi 2014)……p. 28

Introducción

El cambio climático global, que desde el año 2014, cuenta con una certeza de su origen del 95%, es un factor de riesgo a la cohesión social porque el incremento de la temperatura y la modificación del régimen pluvial pueden incrementar la vulnerabilidad social de una forma diferenciada, pero lo que hay que tomar en consideración es que no hay un lugar en todo el mundo que pueda, de acuerdo a los escenarios, quedar indemne de los impactos adversos del clima (Gay y Rueda, 2014) por lo que las estrategias y planes de adaptación social al fenómeno deben planearse no solo en el ámbito de lo que los ciudadanos pueden hacer, sino que también las respuesta requieren ejercerse en un plano institucional.

Esta actualización del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de México 2013 es innovadora porque se presentan escenarios de cambio climático, realizados en escala de aumento de la temperatura de grado por grado; es decir, muestra cómo sería el escenario de clima si se suben 1°C, 2°C, 3°C y hasta los 4°C de temperatura media global y por la reducción de la escala de tiempo; ya que, se presentan los escenarios hasta el 2099 sino se colocan en el año 2033.

Lo que nos señalan los escenarios de esta actualización al PEACC es que en efecto las comunidades mexiquenses se verán expuestas a las alteraciones del clima en todo el estado. Por lo cual es necesario comenzar a crear alternativas institucionales que vayan más allá de la creación del Instituto de Energías Renovables y Cambio Climático; por lo tanto se explora un mecanismo de adaptación que reduzca la vulnerabilidad social al cambio climático y que al mismo tiempo coloque a las instituciones en el lugar de privilegio en la conducción de la política pública en materia climática en la entidad. Esta

dimensión de modificación institucional se encuentra sopesada en el hecho de que para el año 2016, de acuerdo a la Ley de Cambio Climático del Estado de México, los 125 municipios de la entidad deben contar con su Plan Municipal de Cambio Climático y eso debe ser un motivo para que todos los ciudadanos de la entidad trabajen en el entendimiento del cambio climático y sus impactos por regiones bioclimáticas.

La gobernanza climática requiere de la participación informada de una amplia red de actores sociales, económicos y políticos que ayuden al gobierno a proponer y evaluar los criterios de los programas gubernamentales, en las instancias respectivas y en los ámbitos estatales y municipales, en tiempo y forma. Para ello se necesita que exista una ciudadanía bien informada. La formación y capacitación de los habitantes del estado de México en materia climática puede gestarse a través de la educación, formal e informal, y con ello crear una cultura climática en la entidad. La educación, en ese sentido, debe verse como una de las tareas que ayudaran a reducir la vulnerabilidad social y al mismo tiempo ayudara a incrementar la capacidad de adaptación de los habitantes. Lo que se busca es que la sociedad informada, colabore de manera decidida con sus gobernantes en la realización de tareas de carácter climático que le permitirían participar, opinar y, al mismo tiempo, ejecutar acciones que impacten positivamente al sistema climático.

Uso del Marco de Políticas de Adaptación

La discusión sobre adaptación social para reducir la vulnerabilidad al cambio climático continúa abierta, esta propuesta hace uso de algunos de los conceptos y el esquema general del Marco de Políticas de Adaptación (MPA) propuesto por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (Lim, 2005) El uso de dicho documento se centra en el hecho de que no se trata de un solo camino para generar propuesta de adaptación, sino que muestra un marco flexible encaminado a lograr, por diversas rutas el mismo objetivo: reducir la vulnerabilidad y fortalecer la capacidad de adaptación usando mecanismos de política pública para su implementación.

En ese sentido, el MPA considera a la vulnerabilidad como un criterio que puede frenar el desarrollo de una comunidad y, por ello, sus criterios de adaptación buscan reducirla y buscar opciones de adaptación que permitan pensar en el desarrollo, aun en un contexto de cambio climático.

La estructura de diseño del MPA se compone de cinco elementos básicos (Figura 1), que son:

- Evaluación del alcance y diseño de un proyecto de adaptación
- Evaluación de la vulnerabilidad actual
- Evaluación de riesgos climáticos futuros
- Formulación de una estrategia de adaptación
- Continuación del proceso de adaptación

Y en conjunto sirven, no solo para diseñar los componentes de un proceso de adaptación, sino que se comportan, en su totalidad, como un criterio de planeación de carácter político en la materia, que servirá además para la evaluación de la instrumentación.

Figura 1. Modelos de Política de adaptación

Fuente: Lim, 2005

Para diseñar y ejercer los criterios del MPA se requiere que la evaluación de la capacidad de adaptación se origine del diagnóstico de los impactos del cambio climático sobre actividades, sectores y ecosistemas, así como la vulnerabilidad de los mismos. En conjunto, esa información será el insumo sobre el que permitirá trabajar una propuesta contextualizada en el ámbito de cambio climático.

En este escenario, es necesario señalar que la generación de datos es más precisa y clara en algunos sectores que en otros; por ejemplo, en materia de impactos asociados de manera directa al clima estos pueden referirse a como la agricultura, los ecosistemas o los recursos hídricos se verán afectados por los cambios de temperatura y la precipitación pluvial en diversas regiones del estado.

En ese sentido, también habrá que ponderar toda una serie de impactos secundarios o indirectos. Un ejemplo de estos impactos no directos sería el probable incremento de enfermedades como el dengue y el paludismo en el sur del estado ya que el aumento de la temperatura y la modificación de la precipitación puede derivar en un aumento en la presencia de mosquitos que antes estaban localizados en otras latitudes y condiciones de clima. Este impacto negativo secundario llevaría a analizar el sector salud y sus mecanismos de respuesta institucional actual y comenzar a planear probables formas para responder ante un escenario como el antes mencionado.

Esta visualización, o proyección, sobre probables impactos asociados al cambio climático, directos o indirectos, surgen, necesariamente, de los escenarios de clima (que son realizados por los climatólogos o científicos atmosféricos), pero el resto de las tareas en el diseño de las estrategias de adaptación requieren la participación de científicos de muy diversas disciplinas y, en algún momento, se requerirá de la participación activa y decidida de toda la población.

Esta necesidad de buscar la reducción de la vulnerabilidad social a través de la implementación de estrategias de adaptación está sustentada en que las emisiones de gases de efecto invernadero, que son los que causan el calentamiento global y de ahí se ha generado el cambio de clima, han superado las 400 partes por millón, (Ver Figura 2) lo cual comprueba que las emisiones no han sido controladas y que, en ese sentido las estrategias de mitigación globales han sido insuficientes a la fecha, por lo que sin

abandonar la mitigación se debe dar paso a la creación de procesos de adaptación social. (WEF, 2014, 28)

Y por, por otro lado, la elevación de las temperaturas medias globales se mantiene constante a la alza. (ver Figura 3) ya que los datos recientes señalan que el año 2014 fue clasificado como el más cálido desde 1850, “eso significa que 14 de los 15 años más cálidos desde que se mantienen registros se han dado durante el siglo XXI […], lo cual demuestra, que “el calentamiento de la Tierra está provocado por la actividad humana” (OMM, 2015,2)

De acuerdo con Lim, para poder formular una estregia de adaptación se tienen que contemplar tres ejes de acción: evaluar magnitud y alcance, jerarquización de las medidas y, finalmente, priorizar áreas de instrumentación

En el primer eje, se requiere formular visiones de acciones de diversa magnitud y alcance y que sirvan para identificar actividades que potencialicen la adaptación, entre ellas destacan:

Medidas sectoriales.- son acciones específicas para sectores que podrían verse afectados de manera directa.

Medidas multisectoriales.- se relacionan con el manejo de recursos naturales que inciden en varios sectores de manera simultánea.

Medidas intersectoriales.- pueden abarcar varios sectores, incluyen: educación y capacitación, concienciación, manejo de desastres, investigación y desarrollo, entre otros.

Figura 2. Concentración de CO2 atmosférico a abril de 2015

Fuente: http://www.esrl.noaa.gov/gmd/webdata/iadv/ccgg/graphs/pdfs/ccgg.MLO.co2.1.none.discrete.all.pdf consultado 25 de abril de 2015

Para implementar esta fase se puede hacer uso de métodos ya experimentados, o bien de adaptar algunos ya existentes. Entre los instrumentos que puedan usarse se encuentran: Instrumentos legislativos, reguladores y jurídicos, Instrumentos financieros y del mercado, Instrumentos educativos y de información e Instrumentos institucionales.

La segunda tarea a realizar es la jerarquización de medidas de adaptación y para ello se debe ponderar el grado de impacto negativo del cambio climático y sus efectos potenciales; el grado de amenaza sobre la integridad de las personas y el potencial de afectación al desarrollo y el crecimiento; finalmente, el grado de eficiencia económica de las medidas

Figura 3. Elevación de la temperatura media global

Fuente: OMM, 2015

Los métodos utilizados para la asignación de prioridades y la selección de opciones:

El método ACB (análisis de costo-beneficio) puede manejar la optimización y la asignación de prioridades; determinada por la eficacia económica. (Galarza y Kámiche, 2013)

El método AMC (análisis de multicriterios) es pertinente cuando no es posible la cuantificación y la valoración en términos monetarios. El método AMC se usa

normalmente para clasificar las opciones y generar índices. Este método es subjetivo (MGAP-FAO, 2013, 53)

El método ACE (análisis de costo-eficacia) está entre el ACB y el AMC. Tal como el método AMC, el ACE sólo produce una clasificación. (Gutiérrez Teira y Castro Acuña, 2009)

Aplicación de Método Delphi que recurre a la opinión de expertos para la toma de decisiones y la formulación de políticas (Aponte; Cardozo y Melo, 2012, 41-52)

Finalmente, el tercer eje, que es la jerarquización de áreas de intervención se debe mover en la lógica de atender, prioritariamente a aquellos sectores que resulten más vulnerables a los cambios en el clima, como serían: recursos hídricos, agricultura, silvicultura y la seguridad alimentaria, ecosistemas terrestres y de agua dulce, asentamientos humanos, energía e industria.

La gobernanza climática en el Estado de México

La gobernanza o participación de las parte interesadas

La gobernanza tiene que ver con la creciente importancia de los modos de gobierno, donde “los actores y las redes corporativas no estatales y privadas participan en la formulación y aplicación de políticas públicas o desarrollan instrumentos de política que coexisten con los procesos de política gubernamental existente” (Pahl- Wostl 2009, 356) esto ayuda a fomentar la participación de diversos actores sociales en la creación e instrumentación de las políticas públicas sin que el gobierno sea el ente jurídicamente responsable de la ejecución. Desde el ámbito analítico es una forma de realizar un puente entre las ciencias ambientales y la dimensión social.

La justificación de la gobernanza se centra en la idea de que el proceso de administración pública sea un gestor y promotor de reducción de la vulnerabilidad social al cambio climático porque los problemas socioambientales "requieren arreglos institucionales innovadores para hacer frente a los complejos procesos biofísicos que se producen a escala local, regional y mundial" (Eakin , 2010, 221)

La gestión del cambio climático, o gobernanza de ella, -como tema de la administración pública-, implica la modificación de áreas de trabajo y mentalidades, pero también de la manera en que se concibe actualmente la respuesta institucional al tema. Este cambio de paradigma institucional ayudará no sólo a mejorar la imagen que el ciudadano tiene de las autoridades, sino que además ayuda a reducir la probabilidad de desastres asociados al clima en las comunidades; ya que la desconfianza en las autoridades es una de las causas de la vulnerabilidad social al cambio climático.

Para el caso de cambio climático, entendemos que "la gobernanza es todo aquello que la gobernabilidad, por sí misma, no puede hacer ni mucho menos garantizar a todos los actores por igual, es decir que en la gobernanza la generación del sentido político no es una tarea exclusiva del gobierno, sino que es una tarea que compete a los actores con derechos e intereses determinados[52]." (Rueda, 2011)

El hecho de que diversos actores se involucren en el diseño de la política pública, no significa que el proceso de la toma de decisiones cambie de actores; ya que constitucionalmente, es el gobierno (en sus tres niveles) quien cuenta con dicha facultad. De lo que se trata es de involucrar, de dar a conocer, de tomar en cuenta la voz de los actores sociales que, en el contexto de cambio climático, podrían de verse afectados por la variación del clima futuro.

[52] Se ha tomado esta definición sobre todo por dos aspectos: el enfoque jurídico implementado en la Ley de Cambio Climático del Estado de México ha copiado el enfoque de la Ley General de Cambio Climático, vigente desde octubre de 2012, y en ella subyace un criterio operativo de tipo gobernanza y, segundo, porque este mismo esquema ha sido aplicado

No se trata de buscar más elementos y atribuciones reguladas a una ley de participación ciudadana en el Estado de México, sino de hacer operativa la política climática mexiquense con cánones diferentes. Se trata de promover redes de actores políticos, sociales y económicos locales, estatales, nacionales o supranacionales que ayuden a gestar mecanismos de adaptación social que ponderen la vulnerabilidad social al cambio climático. Lo cual coincide con el objetivo 6 del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018, que dice que es necesario "Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información, investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental" (Gobierno de la Republica, 2014, 8) y es el criterio operativo establecido para el Sistema Nacional de cambio Climatico redactado en el Plan Especial de Cambio Climático 2014-2018 (Gobierno de la Republica, 2014, 38) y que se gesta de la aplicación de la Ley General de Cambio Climático vigente desde octubre de 2012.

Para hacer frente a la complejidad de los sistemas de gobierno de manera más sistemática se introduce las siguientes cuatro dimensiones como base para el análisis de las características de los regímenes de gobernanza ambiental:

Las instituciones y la relación y la relativa importancia de las instituciones formales e informales.

Red de actores con énfasis en el papel y las interacciones de los actores estatales y no estatales.

Interacciones de varios niveles a través de las fronteras administrativas y la integración vertical.

Modos-burocráticos de gobierno jerarquías, mercados, redes. (Pahl-Wostl 2009, 356)

Para lo cual se trata de hacer avances institucionales y en las políticas que en la materia habrán de impulsarse desde la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático y el Consejo Consultivo de Cambio Climático para que la sociedad mexiquense pueda conocer, entender y decidir en materia climática; esto servirá para que puedan generar una perspectiva a mediano y largo plazo de los escenarios de clima para sus localidades, su estado, el país y el mundo.

La gobernanza como tema de gestión pública conlleva darle una nueva dimensión a los procesos administrativos para hacer frente a los problemas sociales y políticos que enlazan con el desarrollo social y el crecimiento económico de una comunidad política. En este caso, implica la modificación de paradigmas de gestión que para la Ciudad de México y, en ese sentido, usar el mismo criterio operativo ayudaría a homologar los criterios de aplicación de la respuesta de las entidades de la Zona Metropolitana del Valle de México en esta temática busquen un incremento de la participación ciudadana para hacerle frente al cambio climático global desde lo local, y, así tener un impacto positivo en el sistema climático. En términos políticos la reducción de la vulnerabilidad social, a través de la implementación de procesos sociales de adaptación al cambio climático no puede dejar de ser una tarea que encabece el gobierno no sólo porque es la entidad legalmente responsable, sino porque cuenta con los “recursos financieros y técnicos para llevar a cabo sus responsabilidades en la práctica y el desarrollo de redes de aprendizaje y asociaciones para la toma de decisiones entre los actores públicos y privados fragmentados” (Eakin, 2011, 350)

La gobernanza climática, como criterio de adaptación social.

La definición jurídica utilizada por la Ley General de Cambio Climático de México, señala a la adaptación como una serie de “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” (Cámara de Diputados, 2014) sin embargo, esta dimensión se encuentra más cercana al concepto de resiliencia, que en la misma Ley se encuentra definida como la “capacidad de los sistemas naturales o

sociales para recuperarse o soportar los efectos derivados del cambio climático" (Cámara de Diputados, 2014)

Por su parte, la literatura científica en materia de adaptación al cambio climático la define como aquellas "Iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático. Existen diferentes tipos de adaptación; por ejemplo: preventiva y reactiva, privada y pública, y autónoma y planificada". (IPCC, 2007) En otras palabras, la diferencia sustantiva se encuentra es que el Panel Intergubernamental de Cambio Climático considera que la adaptación al cambio de clima es, ante todo, un criterio de política pública que admite, al menos, seis métodos de intervención para su implementación.

La fase de preventiva y reactiva de la adaptación tiene que ver con la forma en que se hace la planeación de la política pública y en la que se admite que la prevención es necesaria, para poder gestionar los mecanismos de respuesta institucional, adecuados y pertinentes; se admite que puede ser privada y pública; es decir, no sólo el gobierno tiene la capacidad de instrumentar acciones de política pública en la materia, sino que, el criterio de la economía mixta puede ser aplicado en esta materia.

Esta dimensión de cómo hacer frente a los procesos de adaptación social al cambio climático, es lo que permite a éste se le considere como un proceso social dinámico y en evolución constante (como el clima mismo) en el cual la planeación de la política pública cabe a la perfección, porque no se trata de resolver todos los asuntos desde ahora y para siempre, sino de ir gestando planes de trabajo en el corto y mediano plazo, pero teniendo en cuenta la dimensión de mayor temporalidad.

En la adaptación social al cambio climático, como criterio de política pública, cabe perfectamente la ubicación de la agenda política, la formulación de la política pública, el proceso de la toma de decisiones, la implementación y la evaluación. La planeación sobre

las estrategias de adaptación social, debe verse como el mecanismos de instrumentación institucional que ayude a evitar que los eventos asociados a la modificación del clima futuro terminen convirtiéndose en desastres.

Para entender qué es lo que hay que prever (los desastres asociados al cambio de clima) por malos procesos de gestión encaminados a la adaptación, se necesita que los conceptos principales sobre el tema de cambio climático estén claros para todos los actores involucrados. Esto es importante porque los discursos pueden estar basados en muy buenas intenciones, pero se requiere que el proceso de gestión de políticas se base en los mismos argumentos, metas y objetivos.

A manera de ejemplo, la idea de mitigación y la de adaptación, que son las que dan origen a las políticas públicas emanadas desde la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de la Organización de las Naciones Unidas adquieren cada una un significado y un sentido único en el contexto de este problema.

El cambio climático debe entenderse con sus propios conceptos y, en la medida de lo posible, modificarlos para la toma de decisiones y la instrumentación de la política pública en las escalas estatal y municipal, porque no se puede acudir a él sólo con los referentes y consumos culturales previamente usados y, en esa lógica, la polisemia debe ser cuidada entre todos los involucrados en la generación de sentido.

Mecanismos diseñados para la instrumentación de la Ley de Cambio Climático del Estado de México: La Ley de Cambio Climático del Estado de México

El mecanismo de instrumentación de la legislación en México es diferente entre una Ley Federal y una Ley de carácter General. El primer tipo de Ley, no deja lugar a las modificaciones por parte de los estados miembros de la Federación; por su parte una Ley General dicta los criterios generales de observancia y aunque distribuye las funciones, en el ámbito de sus competencias para la Federación, los estados y los municipios no se impone como una visión única. En ese entendido los estados de la Federación, tienen la

capacidad de colocar elementos propios en las leyes que tengan por razón el mismo objeto jurídico. Sin embargo, no es una condición el hecho de que tengan que asumir, al pie de la letra, todos y cada uno de los elementos emanados de la Ley General. La idea de la adaptación jurídica parte de poder asumir los mismos compromisos que enmarca la Ley General, pero haciendo los ajustes pertinentes a la realidad local.

En ese sentido, se propone que en lugar de que La Ley de Cambio Climático del Estado de México, que dice en su Artículo 4 que "para efectos de esta ley, se estará a las definiciones de los conceptos que contienen la Ley General de Cambio Climático, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y el Código para la Biodiversidad del Estado de México". Sin embargo, considerando que sus características climáticas son diferentes y los impactos de la variabilidad climática natural no son similares a los de otras regiones del país, e incluso, no son parecidas entre las zonas del estado de México, se recomienda que, en principio, se discuta un conjunto de definiciones que, sin contravenir la Ley General, le puedan dotar de una especificidad acorde con la realidad del Estado de México (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Algunos conceptos que pueden analizarse para adicionarse en el Artículo 4 de la Ley de Cambio Climático del Estado de México

Cambio climático. Un cambio en el estado del clima que puede ser identificado (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) por cambios en el valor medio de sus propiedades y/o por la variabilidad de las mismas, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales, a forzamientos externos o a cambios antropógenos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra

Fenómenos climáticos extremos (fenómenos meteorológicos o climáticos extremos). La ocurrencia de un valor de una variable meteorológica o climática por encima (o por debajo)

de un valor de umbral cercano al extremo superior (o inferior) de valores observados de la variable..

Exposición. La presencia de personas, medios de subsistencia, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en lugares que podrían verse afectados negativamente.

Desastre. Alteraciones graves del funcionamiento normal de una comunidad o una sociedad debido a los fenómenos físicos peligrosos que interactúan con las condiciones sociales vulnerables, dando lugar a efectos humanos, materiales, económicos o ambientales adversos generalizados que requieren una respuesta inmediata a la emergencia para satisfacer las necesidades humanas esenciales, y que puede requerir apoyo externo para la recuperación.

Riesgos de desastre. La probabilidad de que, durante un período específico de tiempo, se produzcan alteraciones graves del funciona-miento normal de una comunidad o una sociedad debido a los fenómenos físicos peligrosos que interactúan con condiciones sociales vulnerables, dando lugar a efectos humanos, materiales, económicos o ambientales adversos generalizados que requieren una respuesta inmediata a la emergencia para satisfacer las necesidades humanas esenciales, y que pueden requerir apoyo externo para la recuperación.

Gestión de riesgos de desastre. Procesos para diseñar, aplicar y evaluar estrategias, políticas y medidas destinadas a mejorar la comprensión de los riesgos de desastre, fomentar la reducción y la transferencia de riesgos de desastre, y promover la mejora continua en las prácticas de preparación, respuesta y recuperación para casos de desastre, con el objetivo explícito de aumentar la seguridad humana, el bienestar, la calidad de vida, la resiliencia y el desarrollo sostenible. Adaptación. En los sistemas humanos, el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, a fin de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, el proceso de ajuste al clima real y sus efectos; la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado.

Resiliencia. La habilidad de un sistema y sus componentes para anticipar, absorber, adaptarse o recuperarse de los efectos de un fenómeno peligroso, de forma oportuna y eficiente, incluso velando por la conservación, restauración o mejora de sus estructuras y funciones básicas esenciales (Fuente: IPCC, 2012).

Un segundo elemento, que debe leerse como propuesta que apela a la gobernanza climática, 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.

Un tercer elemento en términos de propuesta, dentro de la Ley de Cambio Climático del Estado de México es que el Consejo de Cambio Climático, que es concebido como un ente revisor de la política climática del Estado de México, requiere ser un espacio de deliberación y consulta de los funcionarios públicos involucrados en la materia en interacción con miembros de la sociedad civil mexiquense. Por ello, éste debe conformarse con los especialistas en la materia y debiera ser presidido por aquella persona, miembro de la sociedad civil, que más sepa del tema y no una designación directa establecida por la Ley.

Un cuarto elemento que deberá adaptarse en la Ley de Cambio Climático del Estado de México, es el criterio operativo de la mitigación de gases de efecto invernadero; en el que además se debe comenzar a hacer un proceso de análisis sobre los métodos de financiamiento internacional y tener en consideración la probable conclusión del Protocolo de Kyoto.

Un quinto elemento que debe ser priorizado en la Ley del Estado de México tiene que ver con las formas de participación de la sociedad civil en la materia de cambio climático. No se trata de que exista, necesariamente, una Ley de Participación Ciudadana en la entidad,

sino que en el marco de la Ley de Planeación del Estado de México, se facilite la incidencia de los actores sociales en materia climática.

La vulnerabilidad social y gobernanza climática en el Estado de México.

El diseño institucional para hacer frente a la vulnerabilidad social asociada al cambio climático requiere estar basada no solo en la ciencia, sino en un manejo conceptual pertinente, por ellos se sugiere una reinterpretación de la idea de vulnerabilidad social.

Normalmente a la vulnerabilidad se le entiende como

Vulnerabilidad= f [(exposición + sensibilidad) – capacidad de adaptación]

Ello significa que la vulnerabilidad es una función de la exposición del sistema, y depende también de la sensibilidad así como de la capacidad adaptativa del sistema y se entiende que un sistema es vulnerable si se presentan condiciones dentro del espacio en riesgo que rebasen los límites de tolerancia del sistema, como en el caso de eventos extremos, la magnitud de estos o si los niveles de tolerancia del sistema se hallan reducidos como consecuencia de factores adicionales que limiten dicha capacidad de adaptación.

El IPCC entiende a la vulnerabilidad como “un conjunto de condiciones de las personas que derivan de la historia y tienen prevalecientes culturales, sociales, ambientales, políticos y contextos económicos. En este sentido, los grupos vulnerables no sólo están en riesgo debido a que están expuestos a un peligro sino como resultado de la marginalidad, de patrones cotidianos de interacción social, organización y acceso a los recursos” (IPCC, 2012; 71)

En otras palabras la vulnerabilidad social debe entenderse como “las condiciones de individuos, hogares o colectivos que limitan su capacidad de evitar un serio daño para ellos en una situación de riesgo” (Ruiz, 2012, 71) porque la realidad indica que tematizar a la vulnerabilidad social sólo como sinónimo de pobreza no ha sido una estrategia

adecuada porque “tiene un efecto limitante en la forma como se entiende la vulnerabilidad social.” (Ruiz, 2012, 72) ésta es un proceso estructural que se manifiesta como “resultado histórico y acumulativo de pobreza, y desigualdad en el acceso a bienes materiales, ambientales y culturales, así como al poder” (Oswald; 2011; 28)

La vulnerabilidad social debe verse como un punto crítico de la actividad pública política, porque evidencia el tipo de crecimiento económico y el poder adquisitivo de una sociedad empobrecida, así como, el acceso al poder de los grupos vulnerables. A pesar de la diversidad de formas de analizar la vulnerabilidad social, éstas tienen como característica el hecho de que analizan sociedades desiguales e inequitativas y están marcadas por la discriminación y la exclusión social, y, en las que el grado de desarrollo económico determina las posibilidades de acceder a los satisfactores mínimos necesarios. La idea de la vulnerabilidad social, se parte del hecho de que las condiciones que actualmente tiene una sociedad, en condiciones de variabilidad climática, pueden verse agravadas si las políticas sociales no son capaces de frenar la pobreza.

Transitando todo lo anterior, y para efectos de esta actualización del PEACC se busca reducir la vulnerabilidad en un contexto de cambio climático, para ello, lo primero que se ha hecho es reducir el umbral temporal en que habrán de producirse tanto la elevación de la temperatura, como la modificación de la precipitación pluvial. Los escenarios climáticos generados señalan que entre los años 2033 (Modelo HADGEM1) y el 2037 (Modelo MPIECHAM4) el Estado de México estaría incrementando su temperatura en 1°C y la precipitación pluvial se estaría modificando a la baja en un 5%. Que los 2°C se estarían presentando entre los años 2054 (Modelo HADGEM1) y 2061 (Modelo MPIECHAM4) con una modificación de la precipitación a la baja de entre el 5% (Modelo HADGEM1) y el 8% (Modelo MPIECHAM4).

Considerando las condiciones actuales de la población del Estado de México ésta puede verse afectada de manera negativa en el futuro cercano. En el “Informe anual sobre la

situación de la pobreza y rezago social 2015" de la Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL) se dice que la población total del estado es de 14, 637,363 habitantes y el 46% de ellos se encuentran en situación de pobreza (6, 707,006) y en pobreza extrema hay 1, 426,536 que representan en términos redondos el 10% del total de la población2. (Ver Tabla 2)

Para efectos de un proceso de administración pública, en el Estado de México existe una población de 8,133,542 que vive en situaciones de pobreza y pobreza extrema y se encuentran presentes en los 125 municipios que conforman la entidad. Considerando los elementos antes mencionados, es necesario ver la situación en regional y municipal para de esa manera focalizar los puntos de atención para el futuro cercano en el Estado de México. Vale precisar que el ataque a la pobreza y la reducción del rezago social deben atenderse no sólo por la expectativa de un cambio de clima.

En ese entendido, y teniendo en consideración la vulnerabilidad social preexistente en el Estado, se requiere que las políticas de adaptación se implementen en todo el estado, para ello, se requiere considerar las características climáticas presentes y cómo se habrían de modificar en el futuro cercano con la elevación de la temperatura en 1°C de cara al arranque de la tercer década del siglo XXI. Sin embargo, es necesario que los modelos de clima futuro en la región se perfeccionen para con ello mejorar la toma de decisiones.

Tabla 2
Situación de pobreza y pobreza extrema en la población del Estado de México Exposición y vulnerabilidad al cambio climático y proyección poblacional al 2030

Municipio	Exposición climática y al cambio climático	Vulnerabilidad al cambio climático	Población total datos SEDESOL 2015	Población en situación de pobreza SEDESOL 2015	Población en situación de pobreza extrema SEDESO	**Proyección de población CONAPO 2030**

Acambay	Media	Baja	60,918	43,739	17,788	**81,382**
Acolman	Media	Baja	136,558	53,530	7,237	**234,007**
Aculco	Media	Baja	44,823	25,728	6,409	**60.998**
Almoloya de	Media	Media	14,856	10,666	4,204	**19,541**
Almoloya de Juárez	Media	Baja	147,653	74,122	17,866	**208,359**
Almoloya del Río	Media	Baja	10,886	4,953	544	**15,547**
Amanalco	Alta	Media	22,868	16,236	5,465	**31,765**
Amatepec	Baja	Baja	26,334	17,617	7,216	**31,763**
Amecameca	Media	Baja	48,421	21,983	3,922	**60,999**
Apaxco	Media	Baja	27,521	15,631	3,412	**36,133**
Atenco	Media	Muy Baja	56,243	32,395	6,917	**83,897**
Atizapán	Media	Media	10,290	6,863	1,811	**14,414**
Atizapán de Zaragoza	Media	Baja	489,937	147,471	16,167	**620,111**
Atlacomulco	Media	Baja	93,718	49,389	12,183	**136,094**
Atlautla	Media	Media	27,663	19,475	7,552	**38,293**
Axapusco	**Media**	**Baja**	**25,559**	**15,182**	**3,348**	**35,038**

2 En el balance general de dicho documento, al presentarse la visión global del Estado de México, señala que éste cuenta con una población total de 15, 175,862 habitantes, de los cuales el 45.3% de la población se encuentra en situación de pobreza (6, 874,666 habitantes) y el 5.8% en condiciones de pobreza extrema (880,200). Vale precisar que se trata del mismo instrumento de medición gubernamental y los datos se encuentran alojados en el mismo portal de internet.

Ayapango	**Media**	**Baja**	**8,864**	**3,962**	**745**	**13,640**
Calimaya	Media	Baja	47,033	25,586	5,080	**66,987**
Capulhuac	Media	Baja	34,101	10,074	3,478	**46,085**
Coacalco de Berriozábal	Media	Baja	278,064	62,286	5,561	**338,666**
Coatepec Harinas	Media	Baja	36,174	23,947	6,222	**50,113**
Cocotitlán	Media	Baja	12,142	4,833	1,555	**15,026**
Coyotepec	Media	Baja	39,030	22,364	4,332	**49,777**
Cuautitlán	Media	Muy Baja	140,059	32,354	3,221	**204, 623**
Chalco	Alta	Baja	310,130	167,160	36,905	**449,939**
Chapa de Mota	Media	Baja	27,551	18,129	5,676	**40,816**
Chapultepec	Media	Media	9,676	3,957	464	**15,354**
Chiautla	Media	Baja	26,121	13,400	2,246	**36,111**
Chicoloapan	Media	Baja	175,053	75,273	11,904	**226,984**
Chiconcuac	Baja	Baja	22,819	12,665	1,803	**31,549**
Chimalhuacán	Alta	Baja	614,453	385,262	84,180	**875,798**
Donato Guerra	Media	Media	33,455	26,998	13,884	**47,099**
Ecatepec de Morelos	Media	Baja	1,656,107	675,692	99,366	**2,039,602**

Ecatzingo	Media	Baja	9,369	6,755	2,708	**13,183**
Huehuetoca	Media	Baja	100,023	36,408	5,701	**173,524**
Hueypoxtla	Media	Baja	39,864	24,995	6,817	**53,003**
Huixquilucan	Media	Baja	242,167	79,189	10,655	**318,534**
Isidro Fabela	Media	Baja	10,308	4,515	825	**14,393**
Ixtapaluca	Media	Baja	467,361	157,968	23,368	**633,645**
Ixtapan de la Sal	Media	Baja	33,541	19,957	5,601	**45,604**
Ixtapan del Oro	Media	Media	6,629	5,442	2,512	**8,592**
Ixtlahuaca	Alta	Media	141,482	97,481	39,898	**195,010**
Xalatlaco	Alta	Baja	26,865	16,898	4,460	**41,419**
Jaltenco	Media	Baja	26,328	10,873	1,316	**32,872**
Jilotepec	Media	Baja	83,755	51,928	13,568	**117,473**
Jilotzingo	Media	Baja	17,970	8,033	1,653	**26,518**
Jiquipilco	Media	Baja	69,031	47,355	18,293	**96,841**
Jocotitlán	Media	Baja	61,204	31,887	7,344	**82,541**
Joquicingo	Alta	Baja	12,840	8,346	1,746	**17,788**
Juchitepec	Media	Media	23,497	14,850	3,360	**31,993**
Lerma	Media	Baja	134,799	70,500	15,097	**197,031**
Malinalco	Media	Baja	25,624	16,912	5,176	**34,398**
Melchor Ocampo	Media	Baja	50,240	23,864	4,069	**79,956**
Metepec	Media	Baja	214,162	56,325	6,853	**271,212**
Mexicaltzingo	Media	Baja	11,712	6,032	843	**16,388**
Morelos	Media	Baja	28,426	20,807	7,959	**37,766**
Naucalpan de Juárez	Alta	Baja	833,779	266,809	35,852	**1,034,469**
Nezahualcóyotl	Alta	Baja	1,110,565	430,899	52,197	**1,334,201**
Nextlalpan	Media	Baja	34,374	22,068	5,912	**56,950**
Nicolás Romero	Media	Baja	366,602	158,739	24,196	**517,002**
Nopaltepec	Media	Baja	8,895	4,839	765	**11,626**
Ocoyoacac	Media	Baja	61,805	28,801	4,635	**84,010**
Ocuilan	Media	Baja	31,803	21,054	7,983	**45,775**
El Oro	Media	Baja	34,446	22,975	9,059	**46,034**
Otumba	Media	Baja	34,232	19,341	4,553	**46,723**
Otzoloapan	Media	Media	4,864	3,546	1,294	**6,191**
Otzolotepec	Media	Baja	78,146	47.669	12,894	**110,573**
Ozumba	Alta	Media	27,207	16,623	3,836	**37,132**
Papalotla	Media	Baja	4,147	2,114	328	**5,458**
La Paz	Media	Baja	253,845	123,115	20,561	**341,992**
Polotitlán	Media	Baja	13,002	6,865	1,170	**16,665**
Rayón	Media	Baja	12,748	5,762	829	**17,629**
San Antonio la Isla	Media	Baja	22,152	10,987	1,949	**38,046**
San Felipe del Progreso	Alta	Media	121,396	97,845	52,686	**179,538**
San Martín de las	Media	Baja	24,851	12,003	1,988	**34,247**
San Mateo Atenco	Media	Baja	72,579	41,733	8,201	**97,587**
San Simón de Guerrero	Media	Baja	6,272	4,096	1,787	**8,615**
Santo Tomás	Media	Baja	9,111	4,956	1,321	**11,802**
Soyaniquilpan de Juárez	Media	Baja	11,798	6,725	1,652	**15,622**
Sultepec	Media	Media	25,809	21,473	12,567	**33,456**
Tecámac	Media	Muy Baja	364,579	110,832	14,583	**553,581**
Tejupilco	Alta	Baja	71,077	49,825	24,024	**97,869**
Temamatla	Media	Baja	11,206	4,740	829	**15,359**
Temascalapa	Media	Baja	35,987	21,520	4,642	**47,542**
Temascalcingo	Media	Baja	62,695	46,081	19,498	**83,739**

Temascaltepec	Media	Baja	32,870	23,338	8,875	**43,880**
Temoaya	Media	Baja	90,010	64,087	22,862	**128,152**
Tenancingo	Media	Baja	90,946	54,749	15,552	**125,039**
Tenango del Aire	Media	Baja	10,578	5,427	836	**14,295**
Tenango del Valle	Alta	Media	77,965	43,426	8,888	**107,320**
Teoloyucan	Media	Baja	63,115	29,348	4,355	**72,500**
Teotihuacán	Media	Baja	53,010	27,300	5,354	**72,114**
Tepetlaoxtoc	Media	Baja	27,944	13,804	2,459	**37,241**
Tepetlixpa	Alta	Media	18,327	11,015	2,731	**24,075**
Tepotzotlán	Media	Baja	88,559	35,601	5,136	**131,252**
Tequixquiac	Media	Baja	33,907	20,717	3,730	**45,131**
Texcaltitlán	Media	Baja	17,390	12,208	4,834	**23,685**
Texcalyacac	Media	Baja	5,111	2,867	445	**6,929**
Texcoco	Media	Baja	235,151	98,999	18,812	**317,031**
Tezoyuca	Media	Baja	35,199	19,500	3,485	**54,556**
Tianguistenco	Media	Baja	70,682	40,713	9,542	**95,521**
Timilpan	Media	Baja	15,391	9,049	2,155	**20,193**
Tlalmanalco	Media	Baja	46,130	19,236	3,183	**59,029**
Tlalnepantla de Baz	Media	Baja	664,225	204,581	26,569	**784,390**
Tlatlaya	Media	Baja	32,997	24,286	11,516	**34,202**
Toluca	Alta	Baja	819,561	342,576	56,550	**1,096,700**
Tonatico	Media	Baja	12,099	6,702	1,355	**15,835**
Tultepec	Media	Baja	91,808	43,609	8,355	**105,571**
Tultitlán	Media	Baja	524,074	176,613	20,963	**701,529**
Valle de Bravo	Media	Baja	61,599	35,912	10,225	**86,404**
Villa de Allende	Alta	Media	47,709	35,495	15,983	**67,529**
Villa del Carbón	Media	Baja	44,881	20,981	8,258	**62,229**
Villa Guerrero	Media	Baja	59,991	41,034	10,978	**84,640**
Villa Victoria	Alta	Media	94,369	65,964	27,367	**138,939**
Xonacatlán	Media	Baja	46,331	26,223	4,401	**59,250**
Zacazonapan	Media	Baja	4,051	2,605	624	**5,316**
Zacualpan	Media	Baja	15,121	11,053	5,534	**20,004**
Zinacantepec	Media	Baja	167,759	98,139	28,016	**244,894**
Zumpahuacán	Alta	Media	16,365	13,763	7,168	**21,482**
Zumpango	Media	Media	159,647	79,505	15,326	**232,404**
Cuautitlán Izcalli	Media	Baja	511,675	130,989	13,815	**640,247**
Valle de Chalco Solidaridad	Alta	Baja	357, 645	208,507	43,633	**480,544**
Luvianos	Media	Baja	27,781	22,753	12,418	**34,614**
San José del Rincón	Alta	Media	91,345	76,364	43,206	**130,025**
Tonanitla	Media	Muy Baja	10,216	5,312	766	**14,954**
Total			**14,637,363**	**6,707,066**	**1,426,536**	**19,899,712**

Fuente: elaboración propia con datos de SEDESOL 2015. Cálculos de Población en situación de pobreza y Población en situación de pobreza extrema elaboración propia con información de SEDESOL 2015

disponibles en http://www.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Informe_Pobreza_Mexico consultado 27 de marzo de 2015. Proyecciones de población por municipios, CONAPO, disponibles en http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos consultado 27 de marzo

Fuente: Monterroso *et al*., 2013

Figura 4. Exposición climática y al cambio climático

A manera de ejemplo, durante el 2013 se generaron una serie de mapas de cada uno de los estados del país y que dan cuenta de la exposición climática y al cambio climático (ver Figura 4 y Tabla 2) y uno más que da cuenta sobre la vulnerabilidad al cambio climático a escala municipal que deben servir de base para la toma de decisiones en el Estado. (Ver

Figura 5 y Tabla 2).La idea del combate a la pobreza, no se debe soslayar ya que está es “un factor determinante de la vulnerabilidad social en México es la pobreza (Gobierno de la Republica, 2014, 20) y el cambio climático podría agravarla. En otras palabras, es necesario incorporar el cambio climático como variable de la planeación del desarrollo estatal porque ello implicaría, dejar de observar que los rezagos sociales históricamente acumulados sólo se verían incrementados por la ocurrencia de eventos climáticos de carácter antropogénico..

Figura 5. Vulnerabilidad al cambio climático
Fuente: Monterroso *et al*., 2013

Por ello se sugiere que:

Se implementen acciones de prevención y respuestas a corto y mediano plazo ante contingencias climáticas por sectores y que de manera indirecta ayudaran a combatir la pobreza.

En el área de asentamientos humanos:

- Identificación de umbrales críticos para eventos extremos y contingencias, e indicadores de la seguridad humana asociados con dichos eventos.
- Desarrollo de sistemas de monitoreo y alerta temprana para eventos hidrometeorológicos extremos (lluvias extremas e inundaciones), y otras contingencias climáticas (sequías, temperaturas extremas, heladas)
- Campañas estacionales de prevención y concienciación
- Desarrollo de un plan de acción para la atención a grupos vulnerables ante eventos climáticos extremos
- Programa de manejo de residuos sólidos para evitar la obstrucción del drenaje urbano
- Ampliación y mejoramiento del sistema de drenaje profundo
- Sistemas de captación de agua de lluvias
- Concienciación sobre manejo y ahorro del agua
- Sistemas de separación de aguas negras

- Desarrollo de investigación sobre deslaves
- Planes de ordenamiento del territorio
- Reubicación de asentamientos localizados en zonas vulnerables
- Atención a grupos vulnerables por enfermedades infecciosas respiratorias y gastrointestinales
- Campañas de atención en temporada de olas de calor

En el área de Agricultura y recursos silvícola y pecuarios

- Mejoramiento de sistemas de alarma para la identificación de umbrales bioclimáticos
- Protección y recuperación de cultivos resistentes a la sequías y heladas
- Mejoras en los planes de manejo de plagas y enfermedades inducidos por el clima
- Capacitación para prevención y control del fuego en terrenos forestales y agrícolas cuya sensibilidad se vea aumentada por el clima
- Sistemas de cobertura de seguros por pérdida de cosechas y ganado
- Erosión hídrica de suelos agrícolas y forestales
- Cultivos resistentes a periodos prolongados de sequía
- Tratamiento de aguas para riego
- Ordenamiento de áreas de cultivo y producción pecuaria en zonas libres de riesgos
- Cultivos resistentes a heladas
- Cultivo de alimentos en invernadero
- Manejo y control de plagas y enfermedades

- Manejo y control del fuego

En el área de Energía

- Desarrollo de sistemas de alerta temprana para el desbordamiento de presas y ríos que comprometan la generación de energía eléctrica
- Modernización del potencial hidroeléctrico y eficientización de los sistemas de almacenaje de energía
- Sistemas de monitoreo contra daños a cableado, tuberías, presas
- Mantenimiento de la capacidad de las presas
- Promoción de energías alternativas
- Demanda y fiabilidad del sector eléctrico
- Afectación a infraestructura hidroeléctrica
- Utilización de instrumentos para la mitigación del calor, como aire acondicionado o ventiladores eléctricos o por el contrario calentadores o combustibles para enfriar sus vivienda

En el área de Industria

- Promoción de planes de seguros que cubran perdidas y daños asociados con contingencias climáticas
- Desarrollo y mejoras en la infraestructura que amortigüe las temperaturas extremas
- Daños a infraestructura industrial por inundaciones
- Plantas de tratamiento de aguas industrial
- Sistemas de separación de aguas negras
- Demanda y fiabilidad del sector eléctrico
- Sistemas de enfriamiento más efectivos

En el área de Comercio y Servicios

- Creación de rutas alternativas de comercialización de productos en caso de afectación de la infraestructura vial por desastres
- Promoción de planes de seguros por perdidas ante contingencias climáticas
- Demanda y fiabilidad del sector eléctrico
- Plan de mantenimiento de las actividades comerciales
- Afectación a infraestructura e interrupción de conexiones comerciales
- Mejora en los sistemas de almacenamiento de productos perecederos

En el área de Turismo

- Desarrollo de un plan de contingencias enfocado a zonas turísticas
- Daños a infraestructura turística
- Elaboración de planes de promoción turística diferenciados de por época del año y región
- Divulgar alertas de deslaves y lluvias torrenciales a empresas que prestan servicios eco-turísticos
- Infraestructura adecuada
- Mejoras en los estándares de preparación de alimentos en zonas turísticas para evitar enfermedades gastrointestinales
- Campañas de alerta en zonas de incidencia de enfermedades

El combate a la pobreza se siga realizando a través de estrategias de carácter federal, estatal y municipal y que estas incorporen la variable climática en el proceso de ejecución de esta política pública con un enfoque diferenciado.

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.

El Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático: la autoridad estatal designada

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 lo que es importante que cumpla con sus directrices de investigación para que la toma de decisiones se haga basada en el conocimiento científico más actualizado y relevante para la entidad.

Por ello se sugiere que:

- 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.

- 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.

- 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.

Una vez lograda esta revisión, incluso, se puede sugerir que estas acciones metodológicamente supervisadas se coloquen en mecanismos de mercado que ayuden a financiar su instrumentación de manera cotidiana.

El papel de los Ayuntamientos mexiquenses

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. Tiene que realizar sus inventarios de emisiones. Fomentar la investigación científica y tecnológica, el desarrollo, transferencia y despliegue de tecnologías, equipos y procesos para la adaptación al cambio climático, así como para la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, con el apoyo del Instituto y realizar campañas de educación e información, en coordinación con las autoridades federales y estatales, con el apoyo del Instituto, para sensibilizar a la población sobre los efectos adversos del cambio climático;

De acuerdo al Artículo 18 de la Constitución Política del Estado de México, el tema de cambio climático, entraría de manera directa al ámbito de lo ambiental y en ese sentido la Constitución del Estado consagra como un derecho el hecho jurídico de que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. La creación del Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático cae dentro de los ámbitos de competencia de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México que enfatiza que las tareas centrales para poder cumplir con el tema ambiental en la entidad recae en la Secretaria del Medio Ambiente (Articulo 32Bis).

En ese contexto, una de las funciones de los Ayuntamientos mexiquenses es preservar, conservar y restaurar el medio ambiente; así como generar las acciones necesarias a fin de crear áreas verdes que permitan mejorar la calidad de vida y convivencia social de los habitantes del municipio, establecidos como espacios públicos de conservación ambiental. (Artículo 31 de la Ley Orgánica Municipal del Estado de México) desde la misma Ley se entiende que esta tarea se debe realizar desde las Comisiones de los Ayuntamiento

(Artículo 69, Fracción I, Inciso m) sin embargo, vale precisar que las Comisiones no son entidades que tengan características ejecutivas. Y de acuerdo al artículo 162 de la mencionada Ley, el tema de la protección ecológica y el mejoramiento del ambiente debe aparecer en los Bandos Municipales que cada año publican los municipios.

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, Otzoloapan, 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, Nezahualcóyotl, Nicolás Romero, Nopaltepec, Otumba, Otzolotepec, 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 dedicada 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, Hueypoxtla, 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 sobre 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:

- 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)

- 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)

- 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.

- Que se diseñe una estrategia de actualización académica permanente para los funcionarios municipales que tendrán en su encargo el tema de cambio climático.

- 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.

- 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.

- 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.

La educación formal e informal en la creación de una cultura climática

Actualmente, y en el futuro, el cambio climático producirá consecuencias idénticas, pero diferenciadas en todo el mundo, como la elevación del nivel de los mares o la erosión de los suelos, el incremento de la temperatura media del globo terráqueo así como modificaciones de la precipitación pluvial. En el caso del Estado de México se esperan modificaciones en la temperatura que pueden ir del 1°C a los 4°C y modificación del régimen pluvial de entre el -5% al -8% del año 2015 al 2099. En ese sentido, hay un solo globo terráqueo que se verá impactado en diverso grado, magnitud y temporalidad por los impactos probables y adversos del cambio climático, pero en el ámbito de las sociedades también es cierto es que existen muchos mundos culturales de carácter climático.

La dimensión cultural del cambio climático se mueve en elementos de carácter simbólico que van de lo global a lo local y pueden ayudar a la implementación de políticas públicas en la materia, pero también frenarlas; ya que la dimensión cultural se halla inmersa en diversos mecanismos de tradiciones y costumbres que varían de lugar en lugar y se requiere de crear mecanismos culturales en pro de este problema socioambiental para que las políticas públicas impulsadas por los gobiernos tengan apoyo en la escala social.

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 publica en los ámbitos estatales y municipales.

Tabla 3

Situación de rezago social, población total e indicadores educativos del ciclo escolar 2011/12

Municipio	Población total	Alumnos inscritos	Personal docente	Escuelas
Acambay	60,918	19 056	981	**235**
Acolman	136,558	32 226	1 198	**131**
Aculco	44,823	12 911	638	**160**
Almoloya de Alquisiras	14,856	4 508	296	**87**
Almoloya de Juárez	147,653	40 397	1 673	**295**
Almoloya del Río	10,886	3 822	151	**10**
Amanalco	22,868	7 176	360	**97**
Amatepec	26,334	7 792	585	**223**
Amecameca	48,421	16 789	812	**79**
Apaxco	27,521	8 365	348	**35**
Atenco	56,243	12 311	483	**50**
Atizapán	10,290	2 860	117	**10**
Atizapán de Zaragoza	489,937	107 508	4 809	**474**
Atlacomulco	93,718	4 809	1 525	**177**
Atlautla	27,663	7 638	349	**38**
Axapusco	25,559	7 225	328	**58**
Ayapango	8,864	2 017	107	**14**
Calimaya	47,033	11 906	501	**54**
Capulhuac	34,101	8 765	371	**35**
Coacalco de Berriozábal	278,064	79 306	3 740	**339**
Coatepec Harinas	36,174	11 252	598	**146**
Cocotitlán	12,142	3 651	154	**15**
Coyotepec	39,030	12 969	441	**45**
Cuautitlán	140,059	39 189	1 553	**142**
Chalco	310,130	92 321	3 822	**360**
Chapa de Mota	27,551	7 939	390	**92**
Chapultepec	9,676	3 064	124	**10**
Chiautla	26,121	8 767	390	**40**
Chicoloapan	175,053	58 280	2 227	**192**
Chiconcuac	22,819	5 712	236	**24**

Chimalhuacán	614,453	158 685	6 096	**634**
Donato Guerra	33,455	10 286	462	**111**
Ecatepec de Morelos	1,656,107	391 096	16 331	**1 641**
Ecatzingo	9,369	2 869	126	**17**
Huehuetoca	100,023	33 748	1 196	**128**
Hueypoxtla	39,864	11 351	462	**59**
Huixquilucan	242,167	46 816	1 859	**233**
Isidro Fabela	10,308	2 748	120	**17**
Ixtapaluca	467,361	124 770	5 110	**508**
Ixtapan de la Sal	33,541	11 143	612	**115**
Ixtapan del Oro	6,629	2 071	99	**43**
Ixtlahuaca	141,482	42 010	1 972	**258**
Xalatlaco	26,865	6 227	317	**38**
Jaltenco	26,328	7 424	295	**27**
Jilotepec	83,755	24 831	1 281	**241**
Jilotzingo	17,970	5 697	309	**49**
Jiquipilco	69,031	19 365	919	**176**
Jocotitlán	61,204	17 985	875	**131**
Joquicingo	12,840	3 445	177	**18**
Juchitepec	23,497	6 601	295	**28**
Lerma	134,799	37 814	1 655	**182**
Malinalco	25,624	7 841	414	**87**
Melchor Ocampo	50,240	12 642	475	**48**
Metepec	214,162	65 153	3 511	**361**
Mexicaltzingo	11,712	3 750	187	**15**
Morelos	28,426	8 384	397	**94**
Naucalpan de Juárez	833,779	211 271	9 244	**826**
Nezahualcóyotl	1,110,565	231 795	11 180	**1 110**
Nextlalpan	34,374	9 571	336	**45**
Nicolás Romero	366,602	88 702	3 165	**405**
Nopaltepec	8,895	2 910	118	**14**
Ocoyoacac	61,805	17 490	843	**92**
Ocuilan	31,803	8 222	436	**107**
El Oro	34,446	11 510	568	**112**
Otumba	34,232	9 273	380	**57**
Otzoloapan	4,864	1 507	90	**31**
Otzolotepec	78,146	21 833	929	**113**
Ozumba	27,207	7 722	360	**38**
Papalotla	4,147	2 426	106	**7**
La Paz	253,845	66 715	2 725	**288**
Polotitlán	13,002	4 435	222	**46**
Rayón	12,748	3 515	156	**14**
San Antonio la Isla	22,152	6 107	234	**16**
San Felipe del Progreso	121,396	37 557	1 637	**290**
San Martín de las	24,851	7 229	337	**32**
San Mateo Atenco	72,579	20 835	805	**75**
San Simón de Guerrero	6,272	2 006	135	**45**
Santo Tomás	9,111	2 410	140	**45**
Soyaniquilpan de Juárez	11,798	3 671	167	**43**
Sultepec	25,809	8 282	492	**190**
Tecámac	364,579	107 120	3 965	**419**
Tejupilco	71,077	22 418	1 295	**326**
Temamatla	11,206	3 448	132	**17**

Temascalapa	35,987	10 401	439	**60**
Temascalcingo	62,695	18 619	980	**186**
Temascaltepec	32,870	9 915	551	**155**
Temoaya	90.010	27 155	1 228	**166**
Tenancingo	90.946	28 124	1 370	**176**
Tenango del Aire	10,578	2 707	123	**16**
Tenango del Valle	77,965	21 957	964	**109**
Teoloyucan	63,115	21 485	835	**92**
Teotihuacán	53,010	17 529	799	**87**
Tepetlaoxtoc	27,944	6 296	296	**43**
Tepetlixpa	18,327	4 804	250	**27**
Tepotzotlán	88,559	19 133	841	**118**
Tequixquiac	33,907	10 128	410	**43**
Texcaltitlán	17,390	6 022	332	**91**
Texcalyacac	5,111	1 472	59	**5**
Texcoco	235,151	75 808	3 641	**343**
Tezoyuca	35,199	7 804	346	**45**
Tianguistenco	70,682	25 978	1 208	**124**
Timilpan	15,391	4 350	245	**51**
Tlalmanalco	46,130	11 208	542	**65**
Tlalnepantla de Baz	664,225	148 937	7 035	**762**
Tlatlaya	32,997	9 743	805	**262**
Toluca	819,561	243 838	12 219	**890**
Tonatico	12,099	2 970	141	**30**
Tultepec	91,808	31 858	1 177	**122**
Tultitlán	524,074	102 277	3 774	**382**
Valle de Bravo	61,599	19 733	927	**180**
Villa de Allende	47,709	13 325	611	**159**
Villa del Carbón	44,881	13 415	639	**159**
Villa Guerrero	59,991	16 430	774	**149**
Villa Victoria	94,369	26 518	1 159	**257**
Xonacatlán	46,331	15 240	642	**70**
Zacazonapan	4,051	1 404	74	**14**
Zacualpan	15,121	4 370	303	**129**
Zinacantepec	167,759	42 720	1 813	**190**
Zumpahuacán	16,365	4 885	254	**65**
Zumpango	159,647	50 794	2 016	**215**
Cuautitlán Izcalli	511,675	128 980	5 910	**536**
Valle de Chalco	357, 645	94 732	3 549	**326**
Luvianos	27,781	8 997	651	**222**
San José del Rincón	91,345	26 843	1 219	**315**
Tonanitla	**10,216**	**2 391**	**92**	**10**

Fuente: Elaboración propia con datos de SEDESOL 2015 e INEGI 2014

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 publica en la materia.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2014.

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. (Ver Figura y Tabla 3)

En lo que respecta al personal que atiende a este universo de estudiantes, resulta que el número de profesores de primaria atiende en promedio a un mayor número de estudiantes cada uno; ya que, aunque el profesorado de educación primario es numeroso solo representan el 39% del total de los profesores. En el caso de los profesores de

educación secundaria representan el 25% del total, en tanto que entre Bachillerato y Profesional técnico suman el 22% de los profesores de la entidad, finalmente, los profesores que atienden al sector preescolar representan el 14% del total. (Ver Figura 7 y Tabla 3)

Figura 8. Educación ambiental con énfasis en cambio climático.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2014.

Fuente: Elaboración propia

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. (Ver Figura 8)

La misión de esta educación es: fomentar y consolidar los procesos educativos encaminados a la protección ecológica y la restauración medioambiental, incorporando el cambio climático como problema del paradigma del desarrollo sustentable, para generar una cultura climática.

La visión de esta estrategia educativa es la formación de nuevo ciudadanos comprometidos con el cuidado del planeta, apelando a la equidad intergeneracional para lograr la protección ecológica y la restauración del medioambiente buscando que el desarrollo sustentable pueda hacerse realidad, a pesar de los escenarios adversos del cambio climático. (Ver Figura 9). Lo que se busca es que el “aumento de los niveles de educación en los hogares puede hacerlos más propensos a beneficiarse de las alertas tempranas” relacionadas con el clima y el cambio climático (Eakin, 2014, 2)

El papel de los docentes en el proceso formativo debe estar orientado a:

- Generar ambientes de aprendizaje fundamentados en el desarrollo sustentable, donde los alumnos edifiquen actitudes y comportamientos adecuados con la naturaleza.

- Favorecer en los estudiantes la integración de conocimientos, la generación de habilidades, actitudes y valores para la comprensión, prevención y mitigación del deterioro ambiental.

- Orientar la reflexión de los estudiantes hacia el análisis de sus actitudes frente a la naturaleza y sus estilos de vida.

- Propiciar en los alumnos el análisis de la situación de los recursos naturales de la entidad y los comportamientos que se tienen en localidad en que viven respecto al ambiente.

- Impulsar con los estudiantes la práctica del trabajo colaborativo, de acuerdo con sus necesidades y las de su entorno inmediato, orientándolos a participar en acciones de cuidado del ambiente local.

- Promover con los estudiantes el uso de información de diversas fuentes relativas al cuidado del ambiente, para evitar las connotaciones catastrofistas de la crisis ambiental actual.

Procesos educativos

1. Formación y profesionalización de docentes

1 Realizar convenios con instituciones de educación superior y secretarias de (federal y estatal) para crear programas académicos
2. Formación: Cursos y diplomados (presenciales, semipresenciales y en línea)
3. Profesionalización (Especialidades y posgrados)
4. Publico objetivos (profesores y directivos)
5. Enfoque: Desarrollo de competencias

2. Creación de materiales pedagógicos

1. Conformar dos grupo de expertos (formación de materiales y evaluador materiales)
2. Realización de diagnostico del currículo académico en la entidad.
3. Establecer criterios de contenido de los materiales para todos los grados académ
4. Elaboración de materiales

A) Guías para profesores de todos los grados académicos
B) Guías pedagógicas y libros para alumnos
C) Materiales complementarios (CD´s, memoramas, lotería, cuentos, canciones)

3. Formación de alumnos

1. Enfoque: Desarrollo de competencias
2. Niveles educativos: preescolar, primaria, secundaria y bachillerato
3. Uso de materiales en las diferentes asignaturas y niveles
4. Actividades de reforzamientos fuera de aula

4. Institución sustentable y bioclimática

1. Plan anual de difusión del cambio climático
2. Practicas de sustentabilidad y de cambio climático (Áreas verdes, Uso eficie energía, Uso sustentable del sistema de clima, Ahorro de agua, manejo de residuos)
3. Rediseño estructural con características bioclimáticas

Evaluación integral del proceso

1. Revisión de practicas del numeral 1 al 4
2. Mecanismos de evaluación de resultados
3. Rediseño y implementación de practicas adecuadas por región bioclimática educativo

Figura 9. Fuente: Elaboración propia

Lo que se espera que aprendan los alumnos seria que:

- Conozcan y se apropien de algunos de los conceptos importantes en educación ambiental: biodiversidad, cultura ambiental, estilos y calidad de vida, desarrollo sustentable, sustentabilidad, diversidad, ecosistema y participación social, entre otros.

- Reconozcan al ambiente como un sistema compuesto por factores naturales, sociales, económicos, políticos y culturales, entre los que existen diversas interrelaciones.

- Desarrollen una visión crítica de los diferentes estilos de vida en la entidad y su papel en las condiciones ambientales.

- Integren y apliquen aprendizajes en la vida diaria, adquiridos en el aula, al poner en práctica acciones en favor del desarrollo sustentable local.

- Comprendan el impacto del deterioro ambiental generado por las actividades humanas en su localidad.

- Analicen las interrelaciones entre los seres humanos y la naturaleza, al examinar las condiciones en que se encuentran los recursos naturales propios de la entidad y las formas en que la población participa en su cuidado y consumo.

- Identifiquen la vulnerabilidad y el riesgo ambientales, así como sus implicaciones en la salud y la economía locales, a partir de considerar las actividades productivas de la entidad.

- Se reconozcan como parte del ambiente y asuman el compromiso de cuidarlo desde su localidad, mediante acciones responsables e informadas, para la definición de estrategias como el consumo sustentable.

- Participen individual y colectivamente en acciones que contribuyan a prevenir y reducir los problemas ambientales locales, para favorecer la calidad de vida de los habitantes de la entidad.

- Comprendan la importancia de la vinculación con organizaciones de la sociedad civil e instituciones de gobierno dedicadas al cuidado y la conservación del ambiente, para lograr asesoría y apoyo en el desarrollo de proyectos ambientales desde la comunidad.

Ejes transversales (ver Figura 8) del proceso educativo para crear una cultura climática son:

La formación en valores mediante la educación ambiental para la sustentabilidad.

Este eje permite identificar en cuáles de los problemas ambientales locales es posible contribuir con su prevención y mitigación, y diseñar estrategias para lograrlo, al asumir valores de compromiso, equidad, respeto, cooperación y tolerancia. Se destaca una formación que favorece el desarrollo de valores y actitudes, a partir del reconocimiento de los derechos y las responsabilidades de participar en el desarrollo de compromisos orientados al bienestar personal y colectivo desde la localidad, y que fomenten el cuidado del ambiente, el desarrollo sustentable y el consumo responsable

El carácter transversal de la educación ambiental para la sustentabilidad.

Este eje permite organizar los aprendizajes para evitar reiteraciones innecesarias en el tratamiento integrado de los contenidos del programa relacionados con la educación ambiental a lo largo de Educación Básica, que favorezcan la reflexión, la toma de decisiones y el compromiso colectivo para fortalecer el vínculo entre la escuela y las necesidades sociales. Se pone énfasis en el estudio integral del ambiente para avanzar hacia una sustentabilidad que reconozca la interrelación de factores naturales, económicos, sociales, políticos, tecnológicos y culturales que inciden en él, y para identificar contenidos que orienten la comprensión del consumo responsable de recursos naturales y su conservación.

La participación ciudadana en el cuidado del ambiente

Este eje implica participar de manera informada en la organización de formas de prevenir o mitigar los problemas ambientales en favor del interés colectivo; tomar acuerdos con los demás, integrarse responsablemente a tareas colaborativas y desarrollar un sentido de corresponsabilidad, al reconocer que la participación es una opción para atender problemas ambientales, por pequeñas o cotidianas que sean las acciones realizadas. Al proponer acciones de participación, es necesario: evitar promover actividades aisladas o fragmentadas con escaso o nulo valor formativo; contribuir a modificar los comportamientos y estilos de vida de los estudiantes mediante la definición de propósitos concretos que contribuyan a superar ideas fatalistas del deterioro ambiental; y promover la visión de que es posible hacer algo, individual y colectivamente, para resolver los problemas ambientales

Principios pedagógicos (ver Figura 10) de la propuesta son:

Centrar la atención en los estudiantes y en sus procesos de aprendizaje

El centro y el referente fundamental del aprendizaje es el estudiante, porque desde etapas tempranas se requiere generar su disposición y capacidad de continuar aprendiendo a lo largo de su vida, desarrollar habilidades superiores del pensamiento para solucionar problemas, pensar críticamente, comprender y explicar situaciones desde diversas áreas del saber, manejar información, innovar y crear en distintos órdenes de la vida.

Planificar para potenciar el aprendizaje

La planificación es un elemento sustantivo de la práctica docente para potenciar el aprendizaje de los estudiantes hacia el desarrollo de competencias. Implica organizar actividades de aprendizaje a partir de diferentes formas de trabajo, como situaciones y secuencias didácticas y proyectos, entre otras. Las actividades deben representar desafíos intelectuales para los estudiantes con el fin de que formulen alternativas de solución.

Generar ambientes de aprendizaje

Se denomina ambiente de aprendizaje al espacio donde se desarrolla la comunicación y las interacciones que posibilitan el aprendizaje. Con esta perspectiva se asume que en los ambientes de aprendizaje media la actuación del docente para construirlos y emplearlos como tales.

En su construcción destacan los siguientes aspectos:

La claridad respecto del aprendizaje que se espera logre el estudiante.

El reconocimiento de los elementos del contexto: la historia del lugar, las prácticas y costumbres, las tradiciones, el carácter rural, semirural o urbano del lugar, el clima, la flora y la fauna.

La relevancia de los materiales educativos impresos, audiovisuales y digitales.

Las interacciones entre los estudiantes y el maestro.

Asimismo, en el hogar, como ambiente de aprendizaje, los estudiantes y los padres de familia tienen un marco de intervención para apoyar las actividades académicas, al organizar el tiempo y el espacio en casa.

Trabajar en colaboración para construir el aprendizaje

El trabajo colaborativo alude a estudiantes y maestros, y orienta las acciones para el descubrimiento, la búsqueda de soluciones, coincidencias y diferencias, con el propósito de construir aprendizajes en colectivo.

Es necesario que la escuela promueva el trabajo colaborativo para enriquecer sus prácticas considerando las siguientes características:

- Que sea inclusivo.
- Que defina metas comunes.
- Que favorezca el liderazgo compartido.
- Que permita el intercambio de recursos.
- Que desarrolle el sentido de responsabilidad y corresponsabilidad.
- Que se realice en entornos presenciales y virtuales, en tiempo real y asíncrono.

Figura 10. Fuente: Elaboración propia.

Usar materiales educativos para favorecer el aprendizaje

En la sociedad del siglo XXI los materiales educativos se han diversificado. Como sus formatos y medios de acceso requieren habilidades específicas para su uso, una escuela en la actualidad debe favorecer que la comunidad educativa, además de utilizar el libro de texto, emplee otros materiales para el aprendizaje permanente; algunos de ellos son:

- Acervos para la Biblioteca Escolar y la Biblioteca de Aula.
- Materiales audiovisuales, multimedia e Internet.

- Materiales y recursos educativos informáticos.

Evaluar para aprender

El docente es el encargado de la evaluación de los aprendizajes de los alumnos y quien realiza el seguimiento, crea oportunidades de aprendizaje y hace modificaciones en su práctica para que éstos logren los aprendizajes establecidos en el Plan y los programas de estudio. La evaluación de los aprendizajes es el proceso que permite obtener evidencias, elaborar juicios y brindar retroalimentación sobre los logros de aprendizaje de los alumnos a lo largo de su formación; por tanto, es parte constitutiva de la enseñanza y del aprendizaje.

Los juicios sobre los aprendizajes logrados durante el proceso de evaluación buscan que estudiantes, docentes, madres y padres de familia o tutores, autoridades escolares y educativas, en sus distintos niveles, tomen decisiones que permitan mejorar el desempeño de los estudiantes. Por tanto, en la Educación Básica el enfoque formativo deberá prevalecer en todas las acciones de evaluación que se realicen.

Favorecer la inclusión para atender a la diversidad

La educación es un derecho fundamental y una estrategia para ampliar las oportunidades, instrumentar las relaciones interculturales, reducir las desigualdades entre grupos sociales, cerrar brechas e impulsar la equidad. Por lo tanto, al reconocer la diversidad que existe en nuestro país, el sistema educativo hace efectivo este derecho al ofrecer una educación pertinente e inclusiva.

Pertinente porque valora, protege y desarrolla las culturas y sus visiones y conocimientos del mundo, mismos que se incluyen en el desarrollo curricular.

Inclusiva porque se ocupa de reducir al máximo la desigualdad del acceso a las oportunidades, y evita los distintos tipos de discriminación a los que están expuestos niñas, niños y adolescentes.

Renovar el pacto entre el estudiante, el docente, la familia y la escuela

Desde la perspectiva actual, se requiere renovar el pacto entre los diversos actores educativos, con el fin de promover normas que regulen la convivencia diaria, establezcan vínculos entre los derechos y las responsabilidades, y delimiten el ejercicio del poder y de la autoridad en la escuela con la participación de la familia.

En la escuela, la aplicación de las reglas y normas suele ser una atribución exclusiva de los docentes y del director, dejando fuera la oportunidad de involucrar a los estudiantes en la comprensión de su sentido y el establecimiento de compromisos con las mismas.

Si las normas se elaboran de manera participativa con los alumnos, e incluso con sus familias, se convierten en un compromiso compartido y se incrementa la posibilidad de que se respeten, permitiendo fortalecer su autoestima, su autorregulación y su autonomía. Sin embargo, es conveniente que las normas del salón de clases y de la escuela se revisen periódicamente para determinar cuáles son funcionales, que no lesionan a nadie y que apoyan el trabajo conjunto

Las competencias a impulsar en el proceso educativo (ver Figura 13) serían:

Competencias para el aprendizaje permanente. Para su desarrollo se requiere: habilidad lectora, integrarse a la cultura escrita, comunicarse en más de una lengua, habilidades digitales y aprender a aprender.

Competencias para el manejo de la información. Su desarrollo requiere: identificar lo que se necesita saber; aprender a buscar; identificar, evaluar, seleccionar, organizar y sistematizar información; apropiarse de la información de manera crítica, utilizar y compartir información con sentido ético.

Competencias para el manejo de situaciones. Para su desarrollo se requiere: enfrentar el riesgo, la incertidumbre, plantear y llevar a buen término procedimientos; administrar el tiempo, propiciar cambios y afrontar los que se presenten; tomar decisiones y asumir sus consecuencias; manejar el fracaso, la frustración y la desilusión; actuar con autonomía en el diseño y desarrollo de proyectos de vida.

Competencias para la convivencia. Su desarrollo requiere: empatía, relacionarse armónicamente con otros y la naturaleza; ser asertivo; trabajar de manera colaborativa; tomar acuerdos y negociar con otros; crecer con los demás; reconocer y valorar la diversidad social, cultural y lingüística.

Competencias para la vida en sociedad. Para su desarrollo se requiere: decidir y actuar con juicio crítico frente a los valores y las normas sociales y culturales; proceder en favor de la democracia, la libertad, la paz, el respeto a la legalidad y a los derechos humanos; participar tomando en cuenta las implicaciones sociales del uso de la tecnología; combatir la discriminación y el racismo, y conciencia de pertenencia a su cultura, a su país y al mundo.

Los resultados de la educación por competencias serían:

Compresión de la relación entre sociedad y naturaleza para favorecer el desarrollo sustentable; lo que implica que los estudiantes entiendan que el ambiente se integra por factores naturales, sociales, económicos, políticos y culturales, y sus interacciones.

Valoración de la diversidad natural de la entidad; lo que involucra la aceptación de los estudiantes sobre la importancia de conservar la biodiversidad y los factores abióticos, para favorecer el equilibrio de los ecosistemas, a partir de asumir compromisos y responsabilidades para su cuidado desde su comunidad.

Fuentes de consulta

Aponte Figueroa, Gloria; Cardozo Montilla, Miguel Angel; Melo, Rosa Mariana. (2012). Método DELPHI: aplicaciones y posibilidades en la gestión prospectiva de la investigación y desarrollo. Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura, XVIIIEnero-Julio, 41-52.

Bandos municipales de los municipios del Estado de México, 2014, disponibles en http://www.edomex.gob.mx/portal/page/portal/legistel/bandos

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014a, Ley General de Cambio Climático, disponible en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_291214.pdf Consultado 24 de marzo de 2015

MGAP-FAO, 2013. Estudio sobre políticas públicas y medidas de adaptación del sector agropecuario al cambio climático. Volumen VII de Clima de cambios: nuevos desafíos de adaptación en Uruguay. Autores: Rosas, Juan Francisco; Arboleya, Ignacio; Carriquiry, Miguel A.; Licandro, Hugo; Millán, Juan; Picasso, Valentín. Resultado del proyecto FAO TCP URU 3302, Montevideo, 66p.

Eakin, H.C., M.C. Lemos, D.R. Nelson, 2014, Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation, Global Environmental Change 27 (2014) 1–8

Eakin, Hallie, Amy M. Lerner, Felipe Murtinho, 2010, Adaptive capacity in evolving peri-urban spaces: Responses to flood risk in the Upper Lerma River Valley, Mexico. Global Environmental Change 20 (2010) 14–22

Eakin, Hallie; Siri Eriksen, Per-Ove Eikeland andCecilie Qyen, 2011, Public Sector Reform and Governance for Adaptation: Implications of New Public Management for Adaptive Capacity in Mexico and Norway, Environmental Management (2011) 47:338–351 DOI 10.1007/s00267-010-9605-0

Galarza, Elsa y Joanna Kámiche, 2013, Propuesta metodológica para el análisis costo y beneficio de la adaptación al cambio climático, Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, Lima, Perú, 89p

Gay, Carlos y Rueda Abad, José Clemente, 2014, "Sustentabilidad ambiental y cambio climático" en Ciencia, Revista de la Academia Mexicana de Ciencias, vol. 65 núm 4, octubre-diciembre, México, Academia Mexicana de Ciencias

Gobierno de la República, 2014, Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC): Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Diario Oficial de la Federación

Gutiérrez Teira, Alfonso y Susana Castro Acuña, 2009, Costes y beneficios de las opciones de adaptación: Una revisión de la literatura existente Documento de Síntesis, Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España, 19p.

INEGI, 2014. Anuario estadístico y geográfico de México 2013, México, INEGI

IPCC, 2007, Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger A. (directores de publicación)] IPCC, Ginebra, Suiza

IPCC, 2012, Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B.,

V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

Lim, Bo et al., 2005, Marcos de política de adaptación. Desarrollando estrategias, políticas y medidas, PNUD/GEF/Cambridge University Press, 259p.

Monterroso et al, 2013, Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México, Universidad Autónoma de Chapingo, Centro de Ciencias de la Atmósfera/ Instituto de Geografía/Programa de Investigación en Cambio Climático-UNAM disponible en http://atlasclimatico.unam.mx/VyA/ Consultado 17 de mayo de 2014

OMM, 2015, Declaración de la OMM sobre el estado mundial del clima en 2014, OMM-N°1152, Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, 19p

Oswald, Úrsula, 2011, Reconceptualizar la seguridad ante los riesgos del cambio climático y la vulnerabilidad social en Lucatello, Simone y Daniel Rodríguez (Coord.) Las dimensiones sociales del cambio climático: un panorama desde México: ¿Cambio social o crisis ambiental? México, Instituto Mora, UNAM, pp.23-47

Pahl-Wostl Claudia, A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes, Global Environmental Change 19 (2009) 354–365

Rueda Abad, José Clemente, 2011, Gobernanza y cambio climático en la Ciudad de México, México UNAM, CVCCCM-ICYT

Ruiz Rivera, Naxhelli, 2012, La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo, Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, ISSN 0188-4611, Núm. 77, 2012, pp. 63-74

SEDESOL, 2015, Informe anual sobre la situación de la pobreza y rezago social 2015, México, Sedesol, disponible en http://www.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Informe_Pobreza_Mexico

WEF, 2014, Climate Adaptation: Seizing the Challenge. enero de 2014, World Economic Forum, Ginebra, Suiza, 38p

Anexo 7

ACTUALIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA ESTATAL DE ACCIÓN CLIMÁTICA DEL ESTADO DE MÉXICO EN CUANTO A LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Jorge Escandón Calderón[1],

Dalia Guevara[2]

.

[1] Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC) de la UNAM

[2] (Becaria del PINCC): ayuda de investigación y elaboración de mapas

Índice de contenido

1.- introducción…….……..….p. 6

2.- heladas…….……p. 9

3.- granizadas…….…….……p.10

4.- deslizamientos…….……p. 11

5.- sequía…….……..…….p. 13

6.- sensibilidad. ..……p. 13

6.1.- acuíferos sobreexplotados…….p.13

6.2.- acuíferos en equilibrio del estado de méxico ……p.13

7.- áreas naturales protegidas en el estado de méxico…….……p.15

8.- rezago social…….……..p.20

9.- escenarios proyectados de cambio de temperatura y precipitación ……p.23

10.- las medidas de adaptación…….……p. 25

11.- condiciones de contorno…….…….…..…p.29

12.- subsistemas…….……..….. P.29

13.- elementos guía para el desarrollo de una estrategia de adaptación…….. P. 31

14.- medidas de adaptación sugeridas para diseñar aspectos relacionados con el recurso Hídrico en el estado de méxico. ……..…… P.32

15.- aspectos relacionados con anp´s, áreas forestales y barrancas del estado ubicadas en Acuíferos sobreexplotados.……..……..……...…..p.38

15.1.- prioridad muy alta: 10 estrategias……...……p.38

15.2.- prioridad alta: estrategias para llevarse a cabo tanto en anp´s ubicadas en acuíferos sobreexplotados como en acuíferos en equilibrio. ……..… P. 39

16.- fortalecimiento de la gobernanza y el capital social.……..……p. 42

17.- manejo territorial sostenible…….…… P.42

18.- desarrollo de esquemas de pagos por servicios ambientales…… P.42

19.- aspectos relacionados con programas municipales de desarrollo urbano…p.43
.
20.- industria en el estado de méxico: sectores clave…….…… p. 47

21.- sector relacionado con la industria minera ……..…p. 47

22.- sector relacionado con la industria automotriz……p. 49

23.- sector agrícola……..…… P. 51

24.- sector salud…….…….. P.57

24.1.- línea de acción: prevención de deshidratación. …….…… P. 58

24.2.- línea de acción: prevención de enfermedades diarreicas agudas…… P.58

24.3.- línea de acción: prevención del dengue y evitar su morbi-mortalidad… P.59

24.4.- línea de acción: prevención de micosis superciciales……. p.59

24.5.- línea de acción: prevención de parasitosis intestinales……P.60

24.6.- línea de acción: prevención del tracoma…….. P. 60

24.7.- línea de acción: prevención de la enfermedad del chagas……P. 60

24.8.- línea de acción: prevención de la enfermedad del chikunguya……P. 61

25.- bibliografía…….… p. 62

Índice de figuras

Fig. 1 diagrama esquemático que relaciona la vulnerabilidad con los impactos, el riesgo, el clima y los Procesos socioeconómicos (IPCC, 2014)..p. 6

Fig. 2 mapa de vulnerabilidad a inundaciones (fuente: atlas de riesgos ante el cambio climático en el Estado de México. Secretaría del medio ambiente del Estado de México, 2014)……. P.8

Fig. 3 número de desastres relacionados con heladas en el Estado de México (fuente: desinventar, 2014)……..p.9

Fig. 4 mapa de vulnerabilidad a granizadas (fuente: atlas de riesgos ante el cambio climático en el Estado de México. Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, 2014)……P.10

Fig. 5 mapa de vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos (fuente: desinventar, 2010)…..p. 11

Fig. 6 mapa de peligro por remoción de masa (fuente: atlas de riesgos ante el cambio climático en el Estado de México. Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, 2014)….p. 12

Fig. 7 mapa de acuíferos en el Estado de México (fuente: CAEM Y CONAGUA, 2014) ……p. 14

fig. 8 mapa de municipios con mayor carencia alimentaria en el Estado de México (fuente: consejo Nacional de evaluación de la política de desarrollo social, 2010-2012)…… ……..…….p. 21

Fig. 9 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)…… …….p. 22

Fig. 10 mapas de incremento en la temperatura media en °c (panel superior) y de precipitación en % (panel inferior) para tglobal=1°c con rcp6.0 y rcp8.5 modelo hadgem1 (elaboró: oscar sánchez, 2015)…….……p. 23

Índice de tablas

Tabla 1. Municipios con mayor vulnerabilidad a inundaciones en el estado de méxico (fuente: caem, 2013)……..……..……p.7

Tabla 2. Municipios con mayor vulnerabilidad a sequías en el Estado de México (fuente: siap, 2014)… ……..…..……p.13

Tabla 3. Municipios con acuíferos sobreexplotados en el Estado de México (fuente: caem y conagua, 2014)…….....p. 13

tabla 4. Municipios con acuíferos en equilibrio en el Estado de México (fuente: caem y conagua, 2014)……p.14

Tabla 5. Áreas naturales protegidas federales en el Estado de México (fuente: comisión estatal de Parques naturales y de la fauna, secretaría del medio ambiente, gobierno del Estado de México 2014)…… p. 15

Tabla 5. Áreas naturales protegidas estatales en el Estado de México (fuente: comisión estatal de parques naturales y de la fauna, secretaría del medio ambiente, gobierno del Estado de México 2014)…….. P.18

Tabla 6. 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 comisión de áreas naturales protegidas, semarnat)……p.20

Tabla 7. Municipios del Estado de México con mayor índice de carencia alimentaria (fuente: consejo Nacional de evaluación de la política de desarrollo social, 2010). …….....…p. 20

Tabla 8. 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)…..……..…..p. 21

Tabla 8. Municipios del Estado de México con mayor índice de rezago social y con acuíferos en Equilibrio……..……..……..…..p. 22

Tabla 9. Percepción de oportunidades y limitantes a la implementación de medidas de adaptación basada en Ecosistemas (fuente: conanp, 2013)… …….p. 28

tabla 10. Elementos básicos para una estrategia de adaptación (fuente: semarnat 2010)…….p. 31

tabla 11. Medidas de adaptación en el sector hídrico (fuente: elaboración propia)…….p. 32

Tabla 12. Medidas de muy alta prioridad para ejecutar en el sector forestal y de anp´s del Estado de México ……..……..……....p. 38

Tabla 13. Medidas de alta prioridad para ejecutar en el sector forestal y de anp´s del Estado de México ……..……..…….……..…P. 39

Tabla 14. Medidas de alta prioridad para ejecutar en el sector urbano y áreas metropolitanas del Estado de México …….p. 43

Tabla 15. Sectores industriales clave para la economía del Estado de México (fuente: instituto del Emprendedor, 2010…….p. 47

tabla 15. Medidas de adaptación para la industria mineral del Estado de México …p. 47

Tabla 16. Medidas de adaptación para la industria automotriz del Estado de México …….……..p. 49

tabla 17. Medidas de adaptación generales para la industria agrícola del Estado de México …….....….....p . 52

tabla 18. Medidas de adaptación específicas para la industria agrícola del Estado de México ……..….……p. 54

Tabla 19. Programas federales que pueden ser detonados y utilizados para la industria agrícola del Estado de México ……..……P. 56

Tabla 20. Medidas del sector salud para la prevención de la deshidratación en el Estado de México ……..……..……p. 58

Tabla 21. Medidas del sector salud para la prevención de enfermedades diarreicas agudas en el Estado de México …….…….....p. 58

Tabla 22. Medidas del sector salud para la prevención del dengue en el Estado de México ……..……p. 59

Tabla 23. Medidas del sector salud para la prevención de micosis en el Estado de México ….…….…….……p. 59

tabla 24. Medidas del sector salud para la prevención de parasitosis intestinales en el Estado de México ……..……..……...…….. P. 60

tabla 25) medidas del sector salud para la prevención del tracoma en el Estado de México ……..…..……p. 60

tabla 26. Medidas del sector salud para la prevención del chagas en el Estado de México ……..……..…p. 60

tabla 27) medidas del sector salud para la prevención del chikunguya en el Estado de México ……..……p. 61

INTRODUCCIÓN

Los impactos del cambio climático[53] 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 sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación[54].

Figura 1) Diagrama esquemático que relaciona la vulnerabilidad con los impactos, el riesgo, el clima y los procesos socioeconómicos (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

[53] 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. https://ipcc- wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIIAR5_SPM_Spanish.pdf

[54] 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. https://ipcc- wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIIAR5_SPM_Spanish.pdf

naturales. Los cambios en el sistema climático (izquierda) y los procesos socioeconómicos, incluidas la adaptación y mitigación (derecha), son impulsores de peligros, exposición y vulnerabilidad (Figura 1).

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 los conceptos de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa expuestos en la publicación digital "Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en México" (2014[55]).

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.

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 un estrés, son las condiciones humanas y ambientales que pueden empeorar o disminuir los impactos por el cambio climático.

[55] Consulta realizada en abril del 2015. http://atlasclimatico.unam.mx/VyA/#1/z

Capacidad Adaptativa

Se refiere a la capacidad de un sistema de enfrentar los efectos del cambio climático, al 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.

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):

Vulnerabilidad = f [(exposición + sensibilidad) – capacidad de adaptación]

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.

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

Sn. José del Rincón	Huixquilucan	Netzahualoyotl	**Ixtapaluca**
Sn. Felipe del	Lerma	Chimalhuacan	**V de Chalco-**
Cuautitlan Izcalli	**Toluca**	**La Paz**	**Chalco**

Tabla 1) Municipios con mayor vulnerabilidad a inundaciones en el Estado de México (Fuente: CAEM, 2013).

Atlas de Riesgos ante el Cambio Climático en el Estado de México
Mapa de Peligro por Inundaciones
Simbología Temática
Simbología General
Límites
Vías de Comunicación
Representación del Relieve
Rasgos Hidrográficos

Figura 2) Mapa de vulnerabilidad a inundaciones (Fuente: Atlas de riesgos ante el Cambio Climático en el Estado de México. Secretaría del Medio Ambiente del Estado e México, 2014).

El dato paradógico es que estos municipios que presentan mayor susceptibilidad a inundaciones, se encuentran ubicados en la zona de acuíferos sobreexplotados, 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 m^3/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, 999, 2004, 2006 y 2010[56].

[56] Consulta a DesInventar realizada en marzo del 2015 (http://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp)

Figura 3) Número de desastres relacionados con heladas en el Estado de México (Fuente: Desinventar, 2014).

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

Granizadas

Tomando como base el Atlas de Riesgos del Estado de México (2013) y Desinventar (2010) los municipios con mayor incidencia de granizadas son: Toluca, Lerma, Polotitilán, Huehuetoca, Tequixquiac.

Atlas de Riesgos ante el Cambio Climático en el Estado de México
Mapa de Peligro por Granizadas
Simbología Temática
Simbología General
Límites
Vías de Comunicación
Representación del Relieve
Rasgos Hidrográficos

Figura 4) Mapa de vulnerabilidad a granizadas (Fuente: Atlas de riesgos ante el Cambio Climático en el Estado de México. Secretaría del Medio Ambiente del Estado e México, 2014).

Deslizamientos

Tomando como base el Atlas de Riesgos del Estado de México (2013) y Desinventar (2010) los municipios con mayor incidencia de deslizamientos son: Naucalpan de Juárez, Ecatepec, Huixquilucan y Tlalnepantla de Baz.

Figura 5) Mapa de vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos (Fuente: Desinventar, 2010).

Figura 6) Mapa de peligro por remoción de masa (Fuente: Atlas de riesgos ante el Cambio Climático en el Estado de México. Secretaría del Medio Ambiente del Estado e México, 2014).

Sequía

Los datos de sequía del Estado de México según el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) señalan como municipios más vulnerables a:

Acolman	Otumba	Texcoco (Zona poniente)
Tezoyuca	Sn Martín las Pirámides	**La Paz**
Chiconcuac	Chimalhuacán	**Nopaltepec**
Chiautla	Teotihuacán	**Atenco**
Axapusco		

Tabla 2) Municipios con mayor vulnerabilidad a sequías en el Estado de México (Fuente: SIAP, 2014).

SENSIBILIDAD:

En este escrito, la sensibilidad toma como dato biofísico principal las condiciones de los acuíferos, así como la presencia de áreas naturales protegidas como parte de las herramientas vinculadas con la superficie boscosa de la entidad. Como datos socioeconómicos se toma 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).

Según el Estudio Hidrológico del Estado de México (INEGI, 2013), y realizando una sobreposición con los municipios del Estado de México, se tienen 84 municipios con acuíferos sobreexplotados (ver tabla) y 28 municipios con acuíferos en equilibrio (ver tablas y figura).

MUNICIPIOS CON ACUÍFEROS SOBREEXPLOTADOS					
Acambay de Reíz Castañeda	Jocotitlán	Temascalcingo	Atlautla	Ixtapaluca	**Tenango del Aire**

Almoloya de Juárez	Joquicingo	Temoaya	Axapusco	Jaltenco	**Teoloyucan**
Almoloya del	Lerma	Tenango del	Ayapango	Juchitepec	**Teotihuacán**
Atizapán	Metepec	Tepotzotlán	Coacalco de	Melchor Ocampo	**Tepetlaoxtoc**
Atlacomulco	Mexicaltzingo	Texcalyacac	Cocotitlán	Nextlalpan	**Tepetlixpa**
Calimaya	Morelos	Tianguistenco	Coyotepec	Nopaltepec	**Tequixquiac**
Capulhuac	Nicolás	Toluca	Cuautitlán	Otumba	**Texcoco**
Chapultepec	Ocoyoacac	Xonacatlán	Chalco	Ozumba	**Tezoyuca**
Isidro Fabela	El Oro	Zinacantepec	Chiautla	Papalotla	**Tlalmanalco**
Ixtlahuaca	Otzolotepec	San José del Rincón	Chicoloapan	La Paz	**Tultepec**
Xalatlaco	Rayón	Acolman	Chiconcuac	San Martín de las Pirámides	**Zumpango**
Jilotzingo	San Antonio la	Amecameca	Chimalhuacán	Tecámac	**Cuautitlán**
Jiquipilco	San Felipe del Progreso	Atenco	Ecatzingo	Temamatla	**Tonanitla**
	San Mateo Atenco	**Atizapán de Zaragoza**	**Huehuetoca**	**Temascalapa**	**Tultitlán**

MUNICIPIOS CON ACUÍFEROS EN EQUILIBRIO					
Aculco	Donato Guerra	Ocuilan	Santo Tomás	Texcaltitlán	**Villa de**
Almoloya de	Ixtapan de la	Otzoloapan	Tejupilco	Timilpan	**Villa Guerrero**
Amanalco	Ixtapan del Oro	Polotitlán	Temascaltepec	Tonatico	**Villa Victoria**

Tabla 3) Municipios con acuíferos sobreexplotados en el Estado de México (Fuente: CAEM Y CONAGUA, 2014).

Coatepec Harinas	Malinalco	San Simón de	Tenancingo	Valle de Bravo	**Zacazonapan**
Zacualpan	**Zumpahuacan**	**Luvianos**	**Sultepec**		

Tabla 4) Municipios con acuíferos en equilibrio en el Estado de México (Fuente: CAEM Y CONAGUA, 2014).

Figura 7) Mapa de acuíferos en el Estado de México (Fuente: CAEM Y CONAGUA, 2014).

Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México[57].

El Estado de México cuenta con 90 Áreas Naturales Protegidas. Es la entidad con el mayor número de ellas en el país. Suman un total de 1'008,574.04 Has., que representan aproximadamente el 44.85% del territorio estatal.

Áreas naturales protegidas federales. Las áreas naturales protegidas federales con polígonos en el Estado de México son 13 (ver tabla 5). Los marcados en amarillo son los que se encuentran en acuíferos en equilibrio.

	Nombre del ANP Federal	Municipios
1	BOSENCHEVE CIENEGAS DEL LERMA	VILLA DE ALLENDE, VILLA VICTORIA Y SAN JOSE DEL RINCON. LERMA, OCOYOACAC, CAPULHUAC, TIANGUISTENCO, ALMOLOYA DEL RIO, ATIZAPAN Y TEXCALYACAC.
2	DESIERTO DEL CARMEN O DE NIXCONGO EL TEPEYAC INSUR. MIGUEL HIDALGO Y COSTILLA IZTACCIHUATL-POPOCATEPETL LAGUNAS DE ZEMPOALA LOS REMEDIOS	TENANCINGO, MALINALCO Y ZUMPAHUACÁN. TLALNEPANTLA DE BAZ. OCOYOACAC, LERMA Y HUIXQUILUCAN. TEXCOCO, IXTAPALUCA, CHALCO, TLALMANALCO, AMECAMECA, ATLAUTLA, ECATZINGO. OCUILAN NAUCALPAN DE JUAREZ
3	MARIPOSA MONARCA MOLINO DE FLORES NETZAHUALCOYOTL NEVADO DE TOLUCA SACROMONTE	TEMASCALCINGO, SAN JOSE DEL RINCON, VILLA DE ALLENDE Y DONATO GUERRA. TEXCOCO TOLUCA, ZINACANTEPEC, ALMOLOYA DE JUAREZ, AMANALCO, TEMASCALTEPEC, COATEPEC HARINAS, VILLA GUERRERO, VILLA VICTORIA. CALIMAYA Y TENANGO AMECAMECA Y AYAPANGO.

[57]http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/categorias_areas_protegidas/index.htm Consulta realizada en abril del 2015.

4	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

Tabla 5) Áreas Naturales Protegidas federales en el Estado de México (Fuente: Comisión Estatal de Parques naturales y de la Fauna, Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Estado de México 2014).

Las áreas naturales protegidas estatales en el Estado de México son 67 (ver cuadro)

	Nombre del ANP Estatal	Municipios
1	Santuario del Agua Manantiales de Tiacaque	Jiquipilco, Ixtlahuaca, Jocotitlán
2	Santuario del Agua Valle de Bravo	Amanalco, Valle de Bravo
3	Bosques de las Lomas	Naucalpan de Juárez
		Coyotepec, Huehuetoca, Tequixquiac,
5	Santuario del Agua Presa Corral de Piedra	Amanalco, Valle de Bravo, Temascaltepec
6	Santuario del Agua y Forestal Manantiales Cascada Diamantes	Amecameca, Tlalmanalco, Chalco
7	Santuario del Agua Presa Brockman y Victoria	El Oro, San José del Rincón
8	Santuario del Agua y Forestal Manantial El Salto de Atlautla - Ecatzingo	Ecatzingo, Atlautla, Amecameca,
9	La Cañada	Otumba
10	Barranca México 68	Naucalpan de Juárez
11	Ing. Gerardo Cruickshank García	Chimalhuacán, Texcoco
12	Sistema Tetzcotzingo	Texcoco, Tepetlaoxtoc
13	Centro Ceremonial Mazahua	San Felipe del Progreso
14	Barranca de Tecamachalco	Naucalpan de Juárez
15	Barranca Río La Pastora, R. La Loma y R. San Joaquín (Río San Joaquín)	Naucalpan de Juárez, Huixquilucan
16	Barranca Río La Pastora, R. La Loma y R. San Joaquín (La Pastora)	Huixquilucan

17	Barranca Río La Pastora, R. La Loma y R. San Joaquín (La Loma)	**Huixquilucan**
18	Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (Plan de la Zanja)	**Naucalpan de Juárez**
19	Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (Santa Cruz)	**Naucalpan de Juárez**
20	Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (El Huizachal)	**Naucalpan de Juárez**
	Nombre del ANP Estatal	**Municipios**
21	Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (El Huizachal)	**Huixquilucan**
22	Espíritu Santo (Cerro de Chiluca)	**Jilotzingo**
23	Espíritu Santo (Cerro de Chiluca)	**Atizapán de Zaragoza**
2	Río Grande San	**Tejupilco, Amatepec, Tlatlaya**
2	Malpais de Santo Tomás de los Plátanos	**Santo Tomás, Valle de Bravo**
26	San José Chalco	**Ixtapaluca, La Paz**
27	Sierra Hermosa	**Tecamac**
28	Alameda Poniente San José de la Pila	**Toluca**
29	Parque Estado de México - Naucalli	**Naucalpan de Juárez**
30	Tollocan - Calimaya (Zoológico de Zacango)	**Calimaya**
31	Tollocan - Calimaya (Zoológico de Zacango)	**Toluca**
32	**Tenancingo - Malinalco - Zumpahuacan**	**Ocuilan, Malinalco, Tenancingo, Joquicingo, Tenengo del Valle,**

33	**Isla de las Aves**	**Atlacomulco, Timilpan**
34	Hermenegildo Galeana	**Tenancingo, Tenancingo del Valle**
35	Zempoala - La Bufa "Otomí-Mexica"	**Isidro Fabela, Jilotzingo, Nicolás Romero, Naucalpan de Juárez, Tianguistenco, Ocuilán, Xalatlaco, Ocoyoacac, Lerma, Huixquilucan, Chapa de Mota, Otzolotepec, Jiquipilco, Morelos Temoaya, Villa del Carbón, Xonacatlán**
36	Metropolitano de Naucalpan	**Naucalpan de Juárez**
37	Jose María Velasco	**Temascalcingo**
38	Atizapan - Valle Escondido (Los Ciervos)	**Naucalpan de Juárez**
39	El Llano	**Jilotepec**
40	Nahuatlaca – Matlazinca	**Texcalyacac, Tianguistenco, Ocuilán, Malinalco, Joquicingo, Tenango del Valle**
41	Nombre del ANP Estatal	**Municipios**
42	El Ocotal	**Morelos, Atlacomulco, Timilpan**
43	Chapa de Mota	**Chapa de Mota, Villa del Carbón**
44	Cerro Gordo	**SanMartín Temascala, Axapusco**
45	Sierra Patlachique	**San Martín de las Pirámides, Otumba, Tepetlaoxtoc, Chuautla, Acolma, Teotihuacán**
46	Sierra de Nanchititla	**Tejupilco, Amatepec, Otzoloapan, Luvianos**
47	Sierra de Guadalupe	**Tlalnepantla de Baz, Ecatepec de Morelos, Tultitlán, Coacalco de Berriozabal**
48	Sierra Morelos	**Toluca, Zinacantepec**
49	Lic. Isidro Fabela	**Atlacomulco, Jocotitlán**
50	Barrancas Huizachal, Arroyo Santa Cruz y A. Plan de Zanja (Ampl. Santa Cruz)	**Naucalpan de Juárez**
51	Santuario del Agua Lagunas de Xico	**Valle de Chalco Solidaridad, Chalco**

52	Santuario del Agua y Forestal Presa Villa Victoria	**San Felipe del Progreso, San José del Rincón, Villa de Allende, Almoloya de Juárez, Villa**
53	Santuario Forestal y Presa de agua Guadalupe	**Nicolás Romero, Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán Izcalli**
54	Santuario del Taxhimay, Santuario Forestal y Presa de agua	**Chapa de Mota, Villa del Carbón**
55	Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo	**Ocoyoacac, Lerma, Huixquilucan**
56	Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo-Temoaya	**Isidro Fabela, Jilotzingo, Nicolás Romero, Naucalpan de Juárez, Lerma, Otzolotepec, Temoaya, Xonacatlán**
57	Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila	**Nicolás Romero, Chapa de Mota, Jiquipilco, Morelos, Temoaya, Villa del Carbón, Atlacomulco, Timilpan, Ixtlahuaca, Jocotitlán**
58	Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Presa Antonio Alzate	**Jiquipilco, Temoaya, Toluca, Ixtlahuaca, Almoloya de Juárez**
59	**Santuario del Presa Huapango, Forestal yPresa de Agua**	**Jilotepec, Chapa de Mota, Morelos, Acambay de Ruíz, Castañeda, Polotitlán, Aculco, Timilpan**

60	**Santuario del Agua Presa Đado**	**Acambay de Ruíz Castañeda, Aculco**
61	El Oso Bueno	**Acambay de Ruíz Castañeda, Aculco**
	Nombre del ANP Estatal	**Municipios**
62	Grutas de la Estrella	**Tonatico**
63	Sierra de Tepozotlán	**Tepotzotán, Coyotepec, Huehuetoca**
64	Monte Alto	**Valle de Bravo**
65	Cerro Colorado	**Valle de Bravo**
66	Cerro Cualtenco	**Valle de Bravo**
67	Sierra de Guadalupe / La Armella	**Ecatepec de Morelos, Coacalco de Berriozabal, Tultitlán, Tlalnepantla de Baz**
68	**Tiacaque**	**Jocotitlán**

Tabla 5) Áreas Naturales Protegidas estatales en el Estado de México (Fuente: Comisión Estatal de Parques naturales y de la Fauna, Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Estado de México, 2014).

De las áreas naturales protegidas en el Estado de México, hay 34[58] que no cuentan con programa de manejo (Tabla 6).

[58] 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.conanp.gob.mx/que_hacemos/programa_manejo.php

	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	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 Estatal Naucalli, Estado de México.	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**

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 "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**	**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 Cualtenco	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**

Tabla 6) 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 Comisión de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT).

Rezago social

Tomando datos del CONEVAL (2013)[59], 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

[59] 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

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 superior al 50% de la población son:

Acambay	Ixtapan del Oro
Sn Felipe del Progreso	Luvianos
Sn José del Rincón	Zumpahuacan
Villa Victoria	Sultepec
Villa de Allende	

Tabla 7) Municipios del Estado de México con mayor índice de carencia alimentaria (Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2010).

De los municipios con carencia alimentaria, tres están ubicados en zonas con acuíferos sobreexplotados (azul) y seis en zonas con acuíferos en equilibrio (amarillo).

Figura 8) Mapa de municipios con mayor carencia alimentaria en el Estado de México (Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2010-2012).

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 la pobreza, el CONEVAL (2010)[60] señala para el Estado de México treinta y cinco municipios catalogados con un índice de rezago social con alta y muy alta pobreza; dieciocho están ubicados en zonas con acuíferos sobreexplotados y diecisiete en zonas con acuíferos en equilibrio.

[60] Consulta realizada en marzo del 2015 en: http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx

Figura 9) 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:

MUNICIPIOS CON ACUÍFEROS SOBREXPLOTADOS			
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	

Tabla 8) 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).

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

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

Tabla 8) 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).

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 utiliza como modelos a HADGEM1 y MPECH4M4. También es necesario mencionar que las rutas de concentración representativas (RCP[61] en inglés) fueron de 6.0 w/m^2 y 8.5 w/m^2.

El escenario de 1ºC se alcanza entre los años 2033 y 2037 (ver figura 10).

[61] 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.

Figura 10. Mapas de incremento en la temperatura media en °C (panel superior) y de precipitación en % RCP8.5. Modelo HADGEM1 (Elaboró: Oscar Sánchez, 2015).

Con respecto a la variable precipitación, el escenario de aumento de 1ºC de temperatura, implica una disminución de aproximadamente un 5%, lo cual se ve reflejado sobretodo en la parte norte del Estado de México (ver figura 10)

Con este escenario como base de trabajo, se analizó la expresión territorial de la modificación del clima y sus posibles efectos sobre las regiones de los acuíferos, así como de las Áreas Naturales Protegidas del Estado de México, permitiendo sugerir las siguientes conclusiones:

El escenario de aumento de 1 ºC de temperatura va a tener un impacto importante en la parte norponiente del Estado de México. Un acercamiento más detallado a las zonas montañosas del Estado, implica que los siguientes climas van a ser más susceptibles de ser afectados:

C (w2) Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. 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 12ºC y 18ºC, temperatura del

mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. 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 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. 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 5ºC y 12ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC, 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

Las zonas montañosas relacionadas con el Izta-Popo y el Nevado de Toluca, las cuales tienen al menos dos de estos climas, se verán afectadas. En el caso específico del Izta-Popo.

Los estudios de Carla Torres- Beltrán y Lorenzo Vázquez•Selem (2013[62]) muestran que el límite superior del bosque (LSB[63]) cerrado y continuo en el Iztaccíhuatl ascendió 30 m en los últimos 67 años, en los primeros 38 años del periodo estudiado ascendió 12 m, en

[62] http://iztapopo.conanp.gob.mx/documentos/SIMPOSIO_IZTA-POPO_2013/Carteles/IP-A31.pdf
[63] Límite superior del bosque (LSB) es la relación entre el crecimiento de los árboles y la temperatura ambiental (Körner y Paulsen, 2004) 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).

comparación con los últimos 19 años en los que el ascenso fue de 17 m. 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, a escala regional, son un objeto socio-ambiental de importancia por los servicios ambientales que proveen a través del rendimiento hídrico de la cuenca o la contribución total de agua. Lo anterior beneficia a los pobladores por mantener una cantidad deseada de agua. En un sentido similar, los cuerpos de agua, incluyendo ríos, lagos y manantiales, son otro objeto socio-ambiental de gran importancia para la viabilidad de los ecosistemas a escala regional así como de las diversas estrategias de vida de las distintas regiones del Estado de México. Una disminución del 5% en la precipitación proyectada por el cambio de un grado hacia las décadas del 2033-2037, afecta principalmente la región del norte del Estado, la cual coincide con los acuíferos ya sobreexplotados del Estado de México, haciendo urgentes medidas tanto correctivas como preventivas de adaptación al cambio climático. 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.

LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

La capacidad de adaptación 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 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, socio-culturales, en relación con las limitaciones políticas de la toma de decisiones (Cash y Moser, 2000; Cummings *et al*., 2006; Pahl-Wostl, 2006).

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 en América Latina 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 de los recursos hídricos y el riesgo de inundaciones, los gobiernos municipales son susceptibles de estar limitados por mandatos

La dinámica de las comunidades rurales-urbanos 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). El 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 de Inundación, tales como: El Plan Municipal de Desarrollo Urbano, el Atlas de Inundaciones y otros instrumentos cartográficos más generales como el Atlas de Riesgos.

Por otra parte, la división de facto del territorio así como las atribuciones cruzadas entre las autoridades federales, estatales y locales, conduce a la inacción y la parálisis. 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 de inundación. 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 de desarrollo 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, 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 vidas rurales y urbanas son interdependientes y mutuamente vulnerables.

Las herramientas iniciales para apoyar la planificación integrada ya existen en México en forma de ordenamientos ecológicos, 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 en las medidas correctivas la desconexión cada vez mayor entre la realidad física y social de la vulnerabilidad a las inundaciones y el marco institucional para las acciones de adaptación (Eakin *et al*., 2010).

Los factores más comunes que inciden en el deterioro del territorio relacionado con recursos acuíferos y boscosos son:

> Cambios en el uso de suelo por crecimiento no planificado de asentamientos humanos.

> Desmonte para fines agrícolas.

> Incremento de la ganadería extensiva y no estabulada en áreas de transición.

> Explotaciones forestales mal conducidas y clandestinas.

> Efecto de plagas y enfermedades.

> Degradación por contaminación ambiental.

> Construcción de carreteras, tendidos eléctricos y conductos.

> Construcción y operación de obras de infraestructura diversa.

En general, la situación socioeconómica en las comunidades humanas del Estado de México, ha sido influenciada por diversos factores de naturaleza ambiental, social y económica. Estos factores han condicionado en gran medida las formas de producción locales, así como la configuración en el uso y cambio de uso de suelo en la región. Entre los principales factores identificados se encuentran:

> Apertura comercial – liberalización de los mercados.

> Reducción de subsidios y reducción de acompañamiento técnico por parte del gobierno.

> Cambios en los sistemas de producción campesina.

> Desregulación del papel del Estado en los apoyos a la agricultura.

Al igual que en otras zonas del país, con el paso del tiempo, estos factores han generado condiciones que tienen como consecuencia el abandono de la producción tradicional campesina, así como la intensificación de la producción agrícola y ganadera, con subsecuentes cambios en el uso de suelo y afectaciones en la cobertura vegetal (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2013).

Otra serie de elementos a considerar es que en los municipios del Estado de México, es frecuente encontrar condiciones de agro-industrialización y sub-urbanización desorganizadas, resultado de la falta de ordenamiento territorial en la producción y comercialización de productos locales, así como procesos vinculados al desarrollo urbano.

Las percepciones de las comunidades frente a su entorno social, económico y ambiental (CONANP, 2013) permiten vislumbrar oportunidades y limitantes que tienen que considerarse para sentar las bases de medidas de adaptación basada en ecosistemas.

Aspecto tratado	Oportunidades	Limitantes
Servicios públicos	Mayor oferta educativa. Electrificación de comunidades. Mejora en la infraestructura vial.	**Carencia de drenaje incide en aumento de enfermedades gastrointestinales.** **Deficiente infraestructura**

Conflictos sociales y políticos	Oportunidades de transparencia y democracia.	**Luchasentre partidos políticos.** **Instituciones comunales y ejidales débiles.**
Condiciones ambientales del territorio habitado	Disposición para adelantar proyectos de conservación.	**Cambios en los ciclos de lluvias.** **Infertilidad de suelos.** **Temperaturas extremas.** **Deforestación.**
Condiciones Socioeconómicas	**Reconocimiento de beneficios por servicios ecosistémicos.**	**Desempleo rural.** **Abandono de tierras por migración.** **Reducción de producción agrícola.** **Ausencia de apoyo gubernamental.**

Tabla 9) Percepción de oportunidades y limitantes a la implementación de medidas de adaptación basada en ecosistemas (Fuente: CONANP, 2013).

En el diseño y la evaluación de las estrategias de adaptación propuestas para 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. Lo anterior reconoce que por parte de los sistemas socio-ecológicos existen respuestas diferentes frente a condiciones similares de exposición a eventos físicos, debido a que los sistemas poseen niveles diferenciales de vulnerabilidad. Estas diferencias están dadas por las interacciones entre ecosistemas y comunidades (Dow, 1992; Wisner *et al*., 2011). Partir de un enfoque socioecológico permite:

> Establecer las condiciones de los impactos potenciales y los límites de la resiliencia[64]11 del ecosistema, en términos de su fragilidad y nivel de conectividad para responder y mantener sus funciones (CONANP, 2013).

> Conocer algunas de las implicaciones que conllevan el exceder el valor límite de la resiliencia para los ecosistemas y para la sociedad (CONANP, 2013).

La adaptación basada en ecosistemas, destaca el papel preponderante de los servicios ecosistémicos aportados por territorios boscosos, como herramientas que mejoran la capacidad adaptativa de las comunidades humanas no sólo frente al cambio climático, sino también frente a eventos propiciados por la variabilidad climática. Así, las estrategias de adaptación, mitigación y monitoreo sustentadas en el enfoque de adaptación basado en ecosistemas e identificadas a través de un análisis integral, deben internalizar la vulnerabilidad de los ecosistemas al cambio climático y los efectos de la misma hacia las poblaciones humanas que se benefician de los ecosistemas (Andrade *et al*., 2010). También es importante considerar condiciones de contorno, así como los subsistemas integrados como a continuación se menciona.

Condiciones de contorno

> Políticas públicas relacionadas con los recursos naturales, entorno socioeconómico y comunitario. Se refiere al estado actual de la estructura del sistema en términos socioeconómicos, políticos, ambientales y comunitarios, el cual es clave al momento de explicar las relaciones socio-ecológicas de la población y su entorno, resaltando la armonía o desarmonía en el comportamiento de procesos socio-ecológicos (CONANP, 2013).

> Variabilidad climática y cambio climático. En las ANP´s del Estado de México, las tendencias de cambio de la temperatura, el régimen de lluvias y los escenarios climáticos

[64] La resiliencia se entiende como la capacidad de un sistema social o ecológico de absorber una alteración sin perder su estructura básica, funcionamiento, capacidad de auto-organización, ni su capacidad de adaptación al estrés y al cambio (Wisner et al., 2004).

futuros, se interpretan como una condición de contorno del sistema porque resaltan si existen o no políticas públicas que enfoquen y canalicen las actitudes y capacidades de respuesta de las comunidades. Ello implica modificar o adaptar sus actividades productivas y adoptar estrategias de adaptación, mitigación y monitoreo (CONANP, 2013).

Subsistemas

> Procesos ecosistémicos. Se refiere a una relación dinámica entre las especies y entre éstas y su entorno abiótico dentro de los límites de cada una de las comunidades humanas que se asientan en las zonas montañosas del Estado de México, específicamente el Nevado de Toluca, La zona de la Reserva de la Mariposa Monarca, la Sierra de las Cruces, y las elevaciones de los volcanes Popocatepetl e Iztacihuatl, entre otros. También considera las interacciones físicas, químicas y energéticas, de las que depende la provisión de servicios ecosistémicos (CONANP, 2013).

> Estrategias de vida de la población y organización social. Describe el tipo y las características de las actividades productivas, comerciales o de servicios que las comunidades pueden desempeñar; así como las decisiones que éstas toman para procurar ingresos. Incorpora también las formas de organización de las comunidades humanas para el aprovechamiento y el manejo de los recursos naturales (CONANP, 2013).

Los ecosistemas de las ANP´s del Estado de México, brindan servicios ecosistémicos a las comunidades, los cuales representan beneficios directos e indirectos: provisión de alimento para las familias locales, productos forestales (maderables y no maderables), servicios culturales y recreativos, y la regulación de ciclos biogeoquímicos e hidrológicos.

Los ecosistemas son vulnerables y están amenazados, por lo que podría disminuir la provisión de algunos de esos servicios.

Los usos intensivos de los recursos naturales se ha traducido en deforestación, erosión y una menor recarga de los mantos acuíferos.

Algunas comunidades rurales han conservado los ecosistemas a través de prácticas agroecológicas y tecnologías locales de producción lo que ha traído como resultado un grado de preservación de sus recursos naturales.

En la región hay prácticas productivas vinculadas estrechamente con los recursos naturales y que involucran a distintos usuarios en una misma unidad territorial (comunidad, ejido, conglomerado de propiedades). Estas modalidades se asocian a la administración de bienes comunes, que requieren fortalecimiento de sus estructuras y reglas para su control. Esta necesidad de “negociación” sobre el uso de los recursos naturales ha evolucionado en esquemas que se distinguen de aquellos vinculados con actividades agroindustriales o de agroecosistemas, que tienen mayor afinidad con el manejo de bienes privados. En los modelos de manejo y gestión de los recursos naturales la organización social es el rasgo más importante (CONANP, 2013).

Los tres niveles de gobierno tienen que implementar medidas que directa e indirectamente reduzcan la vulnerabilidad de la población del Estado de México a los efectos del cambio climático. Éstas podrían ser financieras, educativas, organizativas, entre otras.

ELEMENTOS GUÍA PARA EL DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN

PRINCIPIOS ORIENTADORES	EJES ESTRATÉGICOS	LÍNEAS DE ACCIÓN

Enfoques territorial y ecosistémico	I.- Desarrollo institucional, transversalidad y coordinación	**I. 1.- Fortalecimiento de los mecanismos de coordinación intersectorial** **I. 2.- Coordinación entre los tres órdenes de gobierno** **I. 3.- Colaboración entre el sector público y otros sectores de la sociedad**
	II.- Articulación, instrumentación y evaluación de políticas públicas	**II. 1.- Cumplimiento de los tratados e instrumentos internacionales.** **II. 2.- Instrumentos jurídicos** **II. 3.- Instrumentos de planeación y ordenamiento del territorio** **II. 4.- Instrumentos de gestión** **II. 5.- Instrumentos económicos** **II. 6.- Monitoreo y evaluación**
Derechos humanos, justicia social y equidad de género.	III.- Reducción de la vulnerabilidad social y física	**III. 1.- Reducción de la vulnerabilidad en asentamientos humanos** **III. 2.- Reducción de la vulnerabilidad de los sectores productivos** **III. 3.-Reducción de la vulnerabilidad de la infraestructura**
Garantizar la participación de la sociedad.	IV.- Conservación y restauración de la funcionalidad ecológica de paisaje y cuencas	**IV. 1.- Protección y conservación de ecosistemas y biodiversidad** **IV. 2.- Diseño e implementación de una estrategia de conectividad ecológica-territorial.** **IV. 3.- Restauración de ecosistemas vinculados con la funcionalidad hidrológica de cuencas y costas.** **IV. 4.- Reconversión productiva en zonas agropecuarias de alta vulnerabilidad.**
	V.-Financiamiento para la adaptación.	**V. 1.- Planeación y ejercicio del gasto público** **V. 2.- Articulación de fondos y fuentes de financiamiento** **V. 3.- Instrumentos financieros de disminución de riesgo.**

	VI.- Investigación y desarrollo tecnológico	**VI.1.- Generación y profundización del conocimiento sobre escenarios de cambio climático** **VI.2.- Generación de escenarios sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en distintas escalas** **VI. 3.- Evaluación social, ambiental y económica de las acciones de adaptación** **VI. 4.- Desarrollo y apropiación de tecnología** **VI. 5.- Desarrollo de un inventario de buenas prácticas de adaptación**
Acceso a la información y a la transparencia	**VII.- Comunicación de la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático**	**VII. 1.- Diseño de una estrategia de comunicación, educación y fomento de las acciones de adaptación.**

Tabla 10) Elementos básicos para una estrategia de adaptación (Fuente: Semarnat 2010).

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN SUGERIDAS PARA DISEÑAR ASPECTOS RELACIONADOS CON EL RECURSO HÍDRICO EN EL ESTADO DE MÉXICO

La sustentabilidad prescribe encontrar formas de satisfacer las necesidades actuales de la sociedad sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras. Es ciertamente una expresión de solidaridad intergeneracional, de responsabilidad y de sensatez. Sin duda alguna, es un atributo esencial del verdadero desarrollo (CONAGUA, 2011).

El principio de sustentabilidad tiene al menos tres dimensiones necesarias y concomitantes; la ambiental, la económica y la social. En su dimensión ambiental, la sustentabilidad hídrica requiere la no sobreexplotación de los acuíferos, el respeto a los caudales ecológicos de los cuerpos de agua superficial y el control de la contaminación del agua. En su dimensión económica, implica el establecimiento de sistemas financieros eficaces y con capacidad para generar autonomía y sustento en el tiempo, y la existencia de incentivos que induzcan al uso racional de los recursos hídricos (CONAGUA, 2011).

Finalmente, en su dimensión social exige el involucramiento institucionalizado de los usuarios del agua en la gestión del recurso, el desarrollo de una cultura que impulse la justa valoración del agua y haga inadmisible su despilfarro y contaminación y, desde luego, implica garantizar la provisión de agua limpia en cantidad y calidad suficientes para que todos los habitantes del país puedan mantener su salud y satisfacer sus necesidades esenciales (CONAGUA, 2011).

EJE ESTRATÉGICO: AGUA					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y oportunidades	**Instituciones responsables**
1.1 ENFOQUE ECOSISTÉMICO					
Diseña 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 funcionalidad de las cuencas hidrográficas y unidades de paisaje	CONAGUA, CAEM, Secretaría de Medio Ambiente, ProCuenca, CONAGUA
Pasar a fase ejecutiva todos los anteproyectos del catálogo del Plan Maestro para la Restauración Ambiental de la Cuenca 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 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, UMA, 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	**CONAGUA CAEM Municipios UAEM UNAM Universidad del Medio Ambiente Procuenca**
1.2 LINEAMIENTOS GENERALES DE ABASTECIMIENTO					
Incrementar al 100%la cobertura de dotación de agua y drenaje en el Estado.	Alta	Corto	Corrupción relacionada con licitaciones de grandes obras hudráulicas en el Estado.	Dar una responsabilidad más relevante a los gobiernos comunitarios en materia de agua.	**CONAGUA, CAEM, Municipios, Procuenca,**

Incrementar el uso de aguas tratadas	Alta	Corto	Un solo uso, concesionada en su totalidad para riego. Ausencia de políticas claras para su uso	Eficiente para riego de áreas verdes y jardines. Otros usos Puede reutilizarse.	**CONAGUA, CAEM, Municipios.**
Evaluar la cosecha de cosecha de agua de lluvia en zonas periurbanas	Por definir	Por definir	Inexistencia de incentivos al sector privado. Redefinir costos	Existen experiencias exitosas en otras partes del País.	**Procuenca, CAEM.**
Incremento en eficiencia y capacidad de tratamiento de aguas	Alta	Medio	Plantas de tratamiento	Pueden verse oportunidades de	**CONAGUA**
tratamiento de aguas residuales			Tratamiento con modelos de gran escala obsoletos y que no operan a toda su capacidad	oportunidades en estudiar el potencial de incorporar micro-hidroeléctricas para alumbrado público	**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 oprunidades de riego poara eficientizar el uso de	**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 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 en el Estado cono en otras partes del país.	**CONAGUA, CAEM.**
I.3 MODERNIZAR Y REDUCIR FUGAS					
Modernizar el sistemade agua potable en las ciudades	Media	Medio	Costos Se asume que el agua desperdiciada se filtra a los mantos subterráneos, perono siempre es así (Ej. En Valle de México y Valle de Toluca.)	Puedenverse oportunidades enactualizar los balances hídricos a escalas municipales por medio de unidades de riego para eficientizar el uso de recursos	**Secretaría de**
Construir drenajes pluviales	Media-Alta	Medio - Corto	Costos Normatividad para nuevas construcciones	Podrían canalizarse dichos drenajes a procesos de disminución de riesgos,	**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 construcciones copn ateriales 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 información Falta de continuidad en las políticas Falta de planeación de largo plazo Falta de	Política de largo plazo de desarrollo urbano	**Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano, Municipios**
			Falta de información		

Hacer un uso eficiente del agua en áreas y edificios públicos	Media	Medio	Falta de información Falta de continuidad en las políticas Falta de planeación de largo plazo Falta de capacitación	El gobierno predicaría con el ejemplo	**Todas las Secretarías del Estado de México, Caem y Municipios**
I.4 CULTURA DEL AGUA **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 exist en campañas Se contribuiría el fortalecimiento y la cooperación entre**	**UAEM, PINCC, SEP, SEMARNAT**
I.5 USO AGRÍCOLA					
Modificar los sistemas de subsidio gubernamental, orientándolos hacia el apoyo a los cultivos de mayor rendimiento, y sistemas de riego eficientes	Alta	Medio	Es necesaria la concientización de los agricultores sobre los beneficios de la reconversión. Renuencia al cambio de cultivo por inexperiencia y tradiciones arraigadas en el cultivo	Se harían efectivos los Programas federales visualizándolos como bolsa de recursos territorializados y etiquetados.	**CAEM CONAGUA SAGARPA**

Promover políticas de compra definitiva por parte del gobierno de algunas concesiones para cerrar algunos de los pozos y evitar la sobrexplotación	Alta	Medio	Costos. Para hacer la venta atractiva para los concesionarios el gobierno debe ofrecer precios competitivos (iguales o ligeramente más altos	Se homologarían criterios sobre información correspondiente a # de pozos y estado de estos entre diversas secretarías; se haría efectiva la	**CAEM CONAGUA Gobierno 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	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 alter- nativas, ahorradoras de agua, como el turismo alternativo y sustentable, así como agregación de valor	Alta	Medio	Es necesaria la concientización de los agricultores. Establecer mecanismos de acceso a crédito, capacitación y acompañamiento o para		**Gobierno del Estado; Academia**
I.6 ESTUDIOS					
Replicar el estudio de caracterización y dinámica hídrica del sistema Cutzamala[12] para los Ríos Lerma, Moctezuma. Tepejí y Pánuco	**Alta**	**Corto**			

Tabla 11) Medidas de adaptación en el sector hídrico (Fuente: Elaboración propia).

11 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

ASPECTOS RELACIONADOS CON ANP´S, ÁREAS FORESTALES Y BARRANCAS DEL ESTADO UBICADAS EN ACUÍFEROS SOBREEXPLOTADOS

PRIORIDAD MUY ALTA: 10 ESTRATEGIAS

Objeto socio ambiental	Descripción de medida	Detalle
1. 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.**
2. 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.**
3. Ecosistemas forestales	Realizar un análisis de riesgo /susceptibilidad a perturbaciones por variabilidad climática.	**Incendios, plagas (descortezador, muérdago, roya del café), deslaves y otras perturbaciones.**

4. 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.**
5. 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.**
6. 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).**
7. 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.**

8. 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.**
9. 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.**
10. 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.**

Tabla 12) Medidas de muy alta prioridad para ejecutar en el sector forestal y de ANP´s del Estado de México.

Entre los proyectos a replicar y detonar en las zonas con áreas naturales protegidas ubicadas en acuíferos sobreexplotados, está el proyecto de Amanalco13 cuyo responsable es el Consejo Civil Mexicano de Silvicultura Sustentable, así como los trabajos realizados en la Cuenca de Valle de Bravo14 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. C15.

PRIORIDAD ALTA: ESTRATEGIAS PARA LLEVARSE A CABO TANTO EN ANP´S UBICADAS EN ACUÍFEROS SOBREEXPLOTADOS COMO EN ACUÍFEROS EN EQUILIBRIO.

Objeto socio ambiental	Descripción de medida	Detalle
1. 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.**
2. Ecosistemas forestales	Diseñar una red de corredores para aumentar la conectividad ecológica en ecosistemas forestales (particularmente al norte de la RCSMO).	**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.**
3. 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.**
4. Transversal	Implementar un fondo de investigación de efectos del cambio climático en ecosistemas de la RCSMO.	**Evaluar la factibilidad de conformar un Fondo sectorial CONACYT - CONANP con operación en las ANP'S estatales y federales.**

5. Bosque templado	Investigar especies con mayor susceptibilidad al cambio climático.	**Específicamente, el comportamiento de umbrales de temperatura y humedad en ciertas especies (Pinus Michoacana, P. hartwegii, Quercus cracifolia y Q. obtusata). Se requiere desarrollar proyectos de conservación y restauración en áreas con estas especies.**
6. 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.**
7. 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.**
8. 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.**

9. Ecosistemas forestales/ Agrosistemas	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.**
10. 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: P. hartwegii, P. leiophylla, P. montezumae, P. oocarpa, P. patula y P. teocote).**
11. 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.**

12. 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.**
13. 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.**

Tabla 13) Medidas de alta prioridad para ejecutar en el sector forestal y de ANP´s del Estado de México.

12 http://amanalco.ccmss.org.mx/

13 http://procuenca.org/emv/#!/

14 http://www.pincc.unam.mx/congresonacional2013/documentos_descargables/PDF/GestionMalinalco.pdf

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.

- La siguiente escala de actuación integrada considera ASPECTOS RELACIONADOS CON PROGRAMAS MUNICIPALES DE DESARROLLO URBANO[16].

EJE ESTRATÉGICO: PLANEACION URBANA[17]					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y oportunidades	**Instituciones responsables**
I.1 GENERALES					
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 vulner-abilidad 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 hay que incrementar la perspectiva hacia fenómenos hidro-meteorológicos extremos (p.e heladas, nevadas, inundaciones).**	**Gobierno del Estado; Gobiernos muniipales**

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.

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 ecotécnias 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 lluvias, que puede servir como insumo para la planeación urbana y ordenamientos territoriales a escala regional y municipal	**Gobierno del Estado Gobiernos municipales**
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 el 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	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 pobla cional se tiene esperado	**Alta**	**Mediano**	**Costos**	**Toluca y Valle de México.**	**El Colegio Mexiquense, UAEM, Municipios**

Tabla 14) Medidas de alta prioridad para ejecutar en el sector urbano y áreas metropolitanas del Estado de México.

16 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

17 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.

INDUSTRIA EN EL ESTADO DE MÉXICO: SECTORES CLAVE

Las medidas de adaptación para el sector industrial consideraron aquellos sectores clave para la economía del Estado de México, catalogados como “clusters” por el Instituto del Emprendedor.18

Inyectores (Clusters)	Valor agregado censal bruto	Empleo	Remuneraciones anuales
Automotriz	28,917,332	64,587	**7,053,528**
Textil	28,917,332	64,587	**7,053,528**
Agroindustrial	44,338,125	102,415	**5,712,044**

Minería	7,419,166	53,026	**1,976,887**
Productos químicos	**42,652,866**	**79,088**	**9,721,347**

Tabla 15) Sectores industriales clave para la economía del Estado de México (Fuente: Instituto del Emprendedor, 2010).

Para que estas medidas de adaptación sugeridas tengan algún grado de efectividad, es necesario partir de una serie de estudios dirigidos al análisis de ciclo de vida del sector minero en el Estado de México.

SECTOR RELACIONADO CON LA INDUSTRIA MINERA19

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**
Cálculo de emisiones de GEI por parte de la industria	Cálculo de consumo de energía eléctrica en la minería por año/ mes	Toneladas de carbono y equivalentes	**# de empresas incorporadas al censo**
Utilización de energía eléctrica	Cálculo de consumo de energía eléctrica en la minería por año	Toneladas de carbono equivalente/mes y año	**# de empresas incorporadas al censo**

Transporte y consumo de combustibles	Medidas de eficiencia energética en el proceso de extracción de roca	Toneladas de carbono equivalente/mes y año	**# de empresas incorporadas al censo**
	Que haya un porcentaje de la energía consumida proveniente de renovables	Toneladas de carbono equivalente/mes y año	**# de empresas incorporadas al censo**
	Medidas de eficiencia energética en las flotas vehiculares que transportan carga minera	Toneladas de carbono equivalente/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	lts^3/segundo m^3/seg	**# de empresas incorporadas al censo**
	Que las bitácoras de seguimiento de medidas de eficiencia energética y mejora en consumo de agua no tengan manejo discrecional	# de bitácoras por empresa	**# de empresas incorporadas al censo**

	Que el uso e ciente del agua se vea re ejado en la tasa de recirculación, medida como el agua total u lizada en el proceso minero, menos el agua que entra al proceso a par r de las extracciones señaladas en consumos de agua por tonelada de mineral procesado o tratado, dividido por el agua total utilizada	lts^3/segundo m^3/seg	**# de empresas incorporadas al censo**
	Que se incorporen sistemas de purificación de agua después del ciclo de extracción y lavado de minerales	lts^3/segundo m^3/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**

Tabla 15) Medidas de adaptación para la industria minera del Estado de México.

18 Consulta realizada en los meses de marzo y abril del 2015: https://www.inadem.gob.mx/

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

SECTOR RELACIONADO CON LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Para que estas medidas de adaptación sugeridas tengan algún grado de efectividad, es necesario partir de una serie de estudios dirigidos al análisis de ciclo de vida del sector automotriz en el Estado de México.

Rubro	Acción	Unidad de medida	Indicador
Generación Integración conocimiento de uso de energía eléctrica	Análisis de ciclo de vida de los parques industriales en el Estado de México	Estudios	**# de empresas estudiadas**
	Cálculo de consumo de energía eléctrica en la empresa por año	Toneladas de carbono equivalente/mes y año	**# de empresas incorporadas al censo**
Utilización de energía eléctrica	Cálculo de emisiones de GEI por parte de la empresa	Toneladas de carbono equivalente/mes y año	**# de empresas incorporadas al censo**
	Medidas de eficiencia energética en el proceso de fabricación de motores, ensamble, blindaje, pintado y distribución de partes automotrices.	Toneladas de carbono equivalente/mes y año	**# de empresas incorporadas al**

	Que haya un porcentaje de la energía consumida proveniente de fuentes renovables	Toneladas de carbono equivalente/ Mes y año	**# de empresas incorporadas al censo**
Transporte y consumo de combustibles	Medidas de eficiencia energética en las flotas vehiculares que transportan carga automotriz	Toneladas de carbono equivalente/ Mes y año	**# de camiones utilizados**
	Llevar a cabo mediciones del consumo de agua para procesos de fabricación por unidad de tiempo	lts^3/segundo m^3/seg	**# de empresas incorporadas al censo**
	Que las bitácoras de seguimiento de medidas de eficiencia energética y mejora en consumo de agua no tengan manejo discrecional	# de bitácoras por empresa	**# de empresas incorporadas al censo**

Utilización de agua	Que se incorporen sistemas de tratamiento 3rio de agua introduciendo osmosis inversa como medida de purificación y reciclaje del agua después del ciclo de fabricación de motores, ensamble, blindaje y pintura de partes.	lts^3/segundo m^3/seg	**# de empresas que incorporan la medida**
	Bitácora con tipo de solventes, aceites y químicos utilizados en el proceso de fabricación automotriz.	# de bitácoras por empresa	**# de empresas que incorporan la medida**
Residuos peligrosos	Programa de almacenamiento, manejo y depósito final de residuos.	Programa y fecha de actualización	**# de empresas que incorporan la medida**
	Medidas de eficiencia energética en instalaciones de oficinas	Kw/hora	**# de empresas que incorporan la medida**

Labores de oficina	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**

Tabla 16) Medidas de adaptación para la industria automotriz del Estado de México.

SECTOR AGRÍCOLA

Detonar estrategias de adaptación autónomas a través de las variedades de maíz que se cultivan, la inclusión del amaranto como complemento alimenticio del maíz y el éxito de las brigadas comunitarias que cuidan los recursos boscosos, son condiciones que han operado en otras regiones del país y están siendo consideradas como necesarias bajo esquemas de adaptación al cambio climático. Además, vincularlo al manejo y conocimiento de la tierra, así como a una gama de técnicas de cultivo –como las que se rigen por el grado de sol o sombra– al utilizar diversos tipos de semilla o hacer uso de las barreras vivas, implica rescatar muchas de las medidas de agricultura tradicional que han sido a la fecha exitosas en contextos de agricultura de subsistencia.

EFECTO LADERA. Algunas comunidades han sabido utilizar sus conocimientos para adaptar los sistemas productivos y sociales a los cambios en el clima a lo largo de su historia. El conocimiento de los ciclos del sol y la orientación de las laderas del monte,

identificadas como ladera “sur” y ladera “norte”, es un indicativo del “control” que tienen los agricultores para lograr cultivos más productivos, aun cuando las tierras sean de temporal (Reid, 1973; Auslander et al., 2003).

Proponer la expansión del amaranto como cultivo en el EDOMEX de manera combinada con otras plantas de consumo alimenticio de manera masiva, por sus atributos nutricionales.

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 Teotihuacán20), 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.

• Establecer una tolerancia al estrés mediante la reducción de la pérdida de agua al maximizar su disponibilidad para la planta.

• Racionar el cultivo en unos períodos y con ello guardar agua para usarse en períodos críticos.

• Moderar el estrés hídrico con riegos ya sean suplementarios, deficitarios o parciales. Las estrategias anteriores se convierten en varias acciones de adaptación tácticas (Debaeke y Aboudrare, 2004), las cuales pueden ser complementadas con las sugeridas en la siguiente tabla:

USO AGRÍCOLA[21]					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y	**Instituciones**
Planeación 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 Intersecretarialde 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.	Oportunidadde 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.**
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,**
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, CONAGU**

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 de Estatal Cambio Climático, SEMARNAT, SAGARPA,**
Desarrollo de capacidades. Incluye la creación y desarrollo de organizaciones de productores, servicios de apoyo tecnológico a los productores y organizaciones, y capacitación y desarrollo de capacidades para los diversos actores del sector agrícola.	**Alta**	**Medio**	**Difusión de comunicación de los Grupos de productores y los programas disponibles en SAGARPA**	**Posibilidad de aprovechar los grandes mercados urbanos de las zonas metropolitanas para fomentar técnicas agroecológicas**	**Instituto Estatal de Cambio Climático, SEMARNAT, SAGARPA, CONAGUA Chapingo**

Tabla 17) Medidas de adaptación generales para la industria agrícola del Estado de México.

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

21 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.

La atención prioritaria de los productores de alta y muy alta marginación es muy importante en la aplicación de acciones de adaptación, ya que son los de mayor vulnerabilidad al cambio y variabilidad climáticos. En aquellos municipios con vocación agrícola en el estado, es necesario implementar las siguientes acciones:

USO AGRÍCOLA[22]					
Objetivo	Viabilidad	Plazo	Limitantes	Avances y oportunidades	**Instituciones responsables**
La reconversión en el uso del suelo para el establecimiento de cultivos perennes y mixtos.	Alta	Corto	Lógica de grandes productores a que especies perennes fomenten monocultivos.	Posibilidad de aprovechar los grandes mercados urbanos de las zonas metropolitanas.	**Instituto Estatal de Cambio Climático, SEMARNAT, SAGARPA, CONAGUA Chapingo**

La elaboración de estudios de vulnerabilidad y el desarrollo regional de capacidades de respuesta al cambio climático.	Alta	Corto	Operatividaddel 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**
La promoción del uso eficiente de fertilizantes.	Alta	Corto	Apoyo gubernamental a manejo de cultivos de alto rendimiento con alta demanda de agroquímicos	Posibilidad de ir modificando el uso de agroquímicos para ir constituyendo superficies agrícolas menos contaminadas	**Instituto Estatal de Cambio Climático, SEMARNAT, SAGARPA, CONAGUA Colegio de Postgraduados, Chapingo**
La promoción de la labranza de conservación.	Alta	Corto	Información disponible y desglosada para los operadores de tractores con respecto a curvas de nivel.	Posibilidad de ir incorporando superficies agrícolas con suelos más conservados y menos erosionados a esquemas de ordenamiento territoriales municipales	**Instituto Estatal de Cambio Climático, SEMARNAT, SAGARPA, CONAGUA Colegio de Postgraduados, Chapingo**

El aseguramiento de la superficie agropecuaria contra fenómenos climatológicos extremos.	Alta	Corto	Información disponible y desglosada para los productores grandes, medianos y pequeños.	Necesidad de Atlas de riesgo municipales como herramientas de prevención y no de corrección ante fenómenos hidrometeorológicos extremos	**Instituto Estatal de Cambio Climático, SEMARNAT, Secretaría de Economía, SAGARPA, CONAGUA Colegio de Postgraduado, Chapingo**
La tecnificación de la superficie agrícola a través de programas con mezcla de recursos.	Alta	Corto	Acaparamiento de programas de apoyo por parte de los grandes productores en comparación con los medianos y pequeños.	Oportunidad de construir bases de datos de superficie agrícola tecnificada que posteriormente se manejen de manera tranparente para el uso de todos los usuarios interesados	**Instituto Estatal de Cambio Climático, SEMARNAT, Secretaría de Economía, SAGARPA, CONAGUA Colegio de Postgraduados Chapingo**

La tecnificación de riego es una acción de adaptación de futuro de mayor variabilidad climática y una reducción en la precipitación. Alta prioridad como medida de adaptación ante un escenario	Alta	Corto	Acaparamiento de programas de apoyo por parte de los grandes productores en comparación con los medianos y pequeños	Oportunidad de construir bases de datos de superficie agrícola Tecnificada que posteriormente se manejen de manera tranparente para el uso de todos los usuarios interesados.	Instituto Estatal de Cambio Climático, SEMARNAT, Secretaría de Economía, SAGARPA, CONAGUA Colegio de Postgraduados Chapingo

Tabla 18) Medidas de adaptación específicas para la industria agrícola del Estado de México.

[22] 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.

La coordinación interinstitucional y el aprovechamiento de los programas de la SAGARPA23, la cual tiene por lo menos 15 programas disponibles24 así como por lo menos 11 de la CONAGUA, son condiciones indispensables para lograr estrategias de adaptación efectivas en el sector agrícola.

	PROGRAMA	Institución federal responsable
DESARROLLO RURAL	CADENA	SAGARPA
	PRODEZA	SAGARPA
	Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA)	SAGARPA
	Componente Atención a Desastres Naturales en el Sector Agropecuario (CADENA)	SAGARPA
	Desarrollo de Capacidades y Extensionismo Rural	SAGARPA
	Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA)	SAGARPA
	PRODEZA	SAGARPA
	AGRICULTURA FAMILIAR PERIURBANA Y DE TRASPATIO	SAGARPA
	DICV	SAGARPA
	COORDINACIÓN PARA LA INTEGRACIÓN DE PROYECTOS	SAGARPA
	FORTALECIMIENTO DE ORGANIZACIONES RURALES	SAGARPA
	AGROINCENTIVOS	SAGARPA

[23] Información disponible en el SIAP (http://www.gismexico.com/azam/#). Consulta realizada en abril del 2015. 24 http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Paginas/Agricultura.aspx http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Paginas/default.aspx

COMPONENTE AGRÍCOLA	AGRO PRODUCCIÓN INTEGRAL	SAGARPA
	(AGROCLUSTER)	SAGARPA
	(IDETEC) - MAQUINARIA	SAGARPA
INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA	PROGRAMA CULTURA DEL AGUA	CONAGUA
	PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE CENTROS DE POBLACIÓN	CONAGUA
	PROGRAMA NACIONAL CONTRA LA SEQUÍA	CONAGUA
	Ampliación De Infraestructura De Riego	CONAGUA
	Conservación y rehabilitación de áreas de temporal en los distritos de temporal tecnificado	CONAGUA
	Desarrollo de Infraestructura de Temporal en sus versiones: Ampliación de Áreas de Temporal y Riego suplementario	CONAGUA
	Desarrollo Parcelario de Distritos de Riego	CONAGUA
	Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego	CONAGUA
	Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego	CONAGUA
	Conservación y Mantenimiento de Cauces Federales e Infraestructura Hidráulica Federal	CONAGUA
	Operación y Conservación de Presas y Estructuras de Cabeza	CONAGUA

Tabla 19) Programas federales que pueden ser detonados y utilizados para la industria agrícola del Estado de México.

SECTOR SALUD

En este apartado, las líneas de adaptación se vinculan sobretodo con aquellos municipios de alta marginación y pobreza extrema cuyo territorio tiene cuerpos de agua situados en acuíferos en equilibrio.

LÍNEA DE ACCIÓN: PREVENCIÓN DE DESHIDRATACIÓN

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN

Prevención de la deshidratación, manejo médico oportuno, y cómo 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 tipo 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.**

Tabla 20) Medidas del sector salud para la prevención de la deshidratación en el Estado de México.

LÍNEA DE ACCIÓN: PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES DIARREICAS AGUDAS.

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.**

Tabla 21) Medidas del sector salud para la prevención de enfermedades diarreicas agudas en el Estado de México.

LÍNEA DE ACCIÓN: PREVENCIÓN DEL DENGUE Y EVITAR SU MORBI-MORTALIDAD.

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

Tabla 22) Medidas del sector salud para la prevención del dengue en el Estado de México.

LÍNEA DE ACCIÓN: PREVENCIÓN DE MICOSIS SUPERCICIALES.

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: Querion de Celso, candidiosis mucocutanea. 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.**

Tabla 23) Medidas del sector salud para la prevención de micosis en el Estado de México.

LÍNEA DE ACCIÓN: PREVENCIÓN DE PARASITOSIS INTESTINALES.

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.

Tabla 24) Medidas del sector salud para la prevención de parasitosis intestinales en el Estado de México.

LÍNEA DE ACCIÓN: PREVENCIÓN DEL TRACOMA.

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.

Tabla 25) Medidas del sector salud para la prevención del tracoma en el Estado de México.

LÍNEA DE ACCIÓN: PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD DEL CHAGAS.

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 *Triatoma infestans* (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**

Tabla 26) Medidas del sector salud para la prevención del Chagas en el Estado de México.

LÍNEA DE ACCIÓN: PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD DEL CHIKUNGUYA.

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, el *Aedes Aegypti* y *Aedes Albopictus*, (mosquito), 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 continuo, estudios de laboratorio y gabinete**

Tabla 27) Medidas del sector salud para la prevención del Chikunguya en el Estado de México.

Como recomendaciones de priorización temporal se puede enunciar lo siguiente:

- En el corto plazo, los primeros lugares a atender serían aquellos municipios catalogados como de carencia alimentaria (CONEVAL, 2010) con un diseño de adaptación que incorpore medidas para los sectores de programas contra la pobreza, programas de salud, programas de agricultura y programas de manejo de recursos naturales en zonas forestales, así como programas de urbanización municipal.

- En el corto plazo, los segundos lugares a atender serían los 35 municipios con localidades de alta marginación con pobreza alta y muy alta ubicados en zonas rurales del estado con un diseño de adaptación enfocado a disminución de riesgos ante desastres hidrometeorológicos extremos y a disminución de riesgos ante procesos de salud.

- En el mediano plazo, las terceros lugares a atender serían aquellos

relacionados con localidades marginadas cercanas a zonas urbanas en crecimiento con un diseño de adaptación enfocado a disminución de riesgos ante desastres hidrometeorológicos extremos.

Nota: los diseños de adaptación mencionados no son excluyentes, pueden implementarse de manera paralela si no hay restricciones económicas, así mismo se sugiere que se vean de manera integrada.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Andrade Pérez, A., Herrera Fernández, B. y Cazzolla Gatti, R. (eds.) 2010. Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field. Gland, Switzerland: IUCN. 164pp.

Assetto, V.J., Hajba, E., Mumme, S., 2003. Democratization, decentralization, and local environmental policy capacity: Hungary and Mexico. Social Science Journal 40 (2), 249–268.

Auslander, M., Nevo, E., e Inbar, M. 2003. The effects of slope orientation on plant growth, developmental instability and susceptibility to herbivores. Journal of Arid Environments, 55(3), 405-416.

Cabrero-Mendoza, E., 2000. Mexican local governance in transition: fleeting change or permanent transformation? American Review of Public Administration 30 (4), 374–388.

Cash, D., Moser, S.C., 2000. Linking global and local scales: designing dynamic assessment and management processes. Global Environmental Change 10 (2), 109–120.

Cohen, M.P., González Reynosa, A.E., 2005. Guerra por el agua en el Valle de México? Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, Universidad Nacional Autónoma de México and Fundación Friedrich Ebert, Mexico City.

CONAPO, Consejo Nacional de Población, 2012. Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio 2010. [En línea] Disponible en:

http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa_y_muni cipio

CONEVAL, Medición de pobreza 2010 por municipio. http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Medición/Medicion-de-la-pobreza-municipal-2010.aspx

Cumming, G.S., Cumming, D.H.M., Redman, C.L., 2006. Scale mismatches in social–ecological systems: causes, consequences, and solutions. Ecology and Society 11 art.1.

Debaeke, P., & Aboudrare, A. (2004). Adaptation of crop managementto water-limited environments. European Journal of Agronomy, 21(4), 433-446.

Dow, K., 1992. Exploring differences in our common future(s): the meaning of vulnerability to global environmental change. Geoforum, 23, 417-436.

Eakin et. a.l, 2010. Adaptative capacity in evolving peri-urban spaces: responses to flood risk in the Upper Lerma River Valley, Mexico. Global Environmental Change, 20 () 14-22.

Eakin, H., Lemos, M.C., 2006. Adaptation and the state: Latin America and the challenge of capacity- building under globalization. Global Environmental Change 16 (1), 7–18.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Fifth assessment report: synthesis report. Geneva: IPCC, 2014.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEG. 2013 www.inegi.org.mx

Ivey, J., Smithers, J., de Loe, R.C., 2004. Community capacity for adaptation to climate-induced water shortages: linking institutional complexity and local actors. Environmental Management 33 (1), 36–47.

Körner, C., & Paulsen, J. (2004). A world-wide study of high altitude treeline temperatures. Journal of Biogeography, 31(5), 713-732.

Martínez Austria P. y C. Patiño Gómez.2012. Adaptación al cambio climático: efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México: volumen IV -- Jiutepec, Mor. : Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, ©2012.

Monterroso, A., & Conde, C. (2013). Exposure to climate and climate change in Mexico. Geomatics, Natural Hazards and Risk, (ahead-of-print), 1-18.

Monterroso R. A., A. Fernández E., R. I. Trejo V., A. C. Conde A., J. Escandón C., L. Villers R. y C. Gay G. 2014. Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático Universidad Nacional Autónoma de México. http://atlasclimatico.unam.mx/VyA

Pahl-Wostl, C., 2006. The importance of social learning in restoring the multifunctionality of rivers and floodplains. Ecology and Society 11 (1) art.10 [online]

Reid, I. 1973. The influence of slope orientation upon the soil moisture regime, and its hydrogeomorphological significance. Journal of Hydrology, 19(4), 309-321.

Sistema de Inventario de Efectos de Desastres, del proyecto DesInventar.org. www.desinventar.org

Tompkins, E.L., 2005. Planning for climate change in small islands: insights from national hurricane preparedness in the Cayman Islands. Global Environmental Change 15 (2), 139–149.

Torres-Beltrán C. y L. Vázquez•Selem, 2013 Análisis de los cambios del límite superior del bosque en el volcán iztaccíhuatl. Evidencias físicas y biológicas del cambio climático. En: http://www.pincc.unam.mx/congresonacional2013/documentos_descargables/PDF/Anfi/TorresBeltranCa rla.pdf

Wisner, B., M. Fordham, I. Kelman, B. Johnston, D. Simon, A. Lavell, H. Günter, U. Oswald, G. Wilches– Chaux, M. Moench and D. Weiner (2007), Cambio climático y seguridad humana, Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina [http://www.desenredando.org/public/articulos/2007/climchange/CCySH.pdf: 6 de febrero de 2011] [Links].

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., 2004. At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters. Routledge, London.

PÁGINAS ELECTRÓNICAS CONSULTADAS:

https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIIAR5_SPM_Spanish.pdf

http://atlasclimatico.unam.mx/VyA/#1/z

http://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp

http://portal2.edomex.gob.mx/edomex/estado/geografiayestadistica/mapainteractivo/index.htm

http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/categorias_areas_protegidas/index.h tm

http://qacontent.edomex.gob.mx/sedeco/los_grandes_datos_del_edo_de_mex/principales_sectores_y_a ctividades_productivas/alimentos_y_bebidas/index.htm

http://qacontent.edomex.gob.mx/carl/catalogo_de_anteproyectos/index.htm

http://iiigecem.edomex.gob.mx/descargas/estadistica/PIBM/Producto%20Interno%20Bruto%20Municipal
%202012.pdf

http://www.cmgs.gob.mx:8080/infraestructuraSector/infraestructura.aspx

http://www.cmgs.gob.mx:8080/mapasdinamicos/

http://www.siap.gob.mx/

http://www.gismexico.com/azam/#

http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Paginas/Agricultura.aspx

http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Paginas/default.aspx

http://www.pincc.unam.mx/#

PROGRAMAS CONSULTADOS:

Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez (2013) Programa de acción climática del municipio de Naucalpan de Juárez, 2013-2023. Naucalpan de Juárez. México. 294p.

Ayuntamiento de Tlanepantla de Baz (2012) Plan de acción climática municipal, 2009-2012. Tlanepantla de Baz. México. 144p.

Ayuntamiento de Toluca (2013) Plan de acción climática municipal, 2013-2015. Toluca. México. 180p.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. 2013, Programa de Adaptación al CambioClimático Región Central de la Sierra Madre Oriental. CONANP, GIZ. México.

Comisión Nacional del Agua-2011. Agenda del Agua 2030, Resumen Ejecutivo. México. 70p.

Gobierno del Estado de Chiapas, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural. 2011. Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas. 137 p.

Gobierno del Estado de Guanajuato, Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. 2011. Programa Estatal de Cambio Climático Guanajuato. 107 p.

Gobierno del Estado de Nuevo León, Secretaría de Desarrollo Sustentable. 2011. Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Nuevo León 2010-2015. 101 p.

Gobierno del Estado de Veracruz. Universidad Veracruzana, Instituto Nacional de Ecología, Embajada Británica México. 2009. Programa Veracruzano ante el Cambio Climático del Estado de Nuevo León 2010- 2015. 101 p.

Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente. 2012. Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012. 171 p.

Gobierno del Estado de Hidalgo, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2011. Programa Estatal de acción ante el Cambio Climático del Estado de Hidalgo, versión para consulta pública. 358 pp.

Gobierno del Estado de Tabasco, Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. 2011. Programa de acción ante el Cambio Climático del Estado de Tabasco. 215 pp.

Gobierno del Estado de Puebla, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Estrategia de Mitigación y Adaptación del Estado de Puebla ante el Cambio Climático. 358 pp.

Gobierno del Estado de México, Secretaría del Medio Ambiente (2009). Iniciativa ante el Cambio Climático en el Estado de México. 128 pp.

Gobierno del Estado de México, Secretaría del Medio Ambiente (2013). Programa Estatal ante el Cambio Climático en el Estado de México. 288 pp.

Gobierno del Estado de México, Secretaría del Medio Ambiente (2014). Atlas de Riesgos ante el Cambio Climático del Estado de México.

Gobierno del Estado de México, Secretaría del Medio Ambiente (2010). Catálogo de Anteproyectos del Plan Maestro para la Restauración Ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma. 20 p.

Gobierno del Estado de México. (2012) Estadística Básica Municipal del Sector Salud. Consultable y descargable en el sitio del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México: igecem.edomex.gob.mx

Gobierno del Estado de México. (2012). Producto Interno Bruto Municipal 2012, Gobierno del Estado de México. Consultable y descargable en el sitio del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México: igecem.edomex.gob.mx

INE- SEMARNAP, 1997. México. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 150 pp.

INE – SEMARNAT, 2001. México. Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 376 pp.

INE- SEMARNAT, 2006. México, Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 254 pp.

INE- SEMARNAT, 2009. México, Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 277 pp.

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

INE- SEMARNAT, 2013. México, Gobierno de la República. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40. Documento descargable en: http://www.encc.gob.mx/documentos/estrategia-nacional-cambio-climatico.pdf