

# PROGRAMA DE ACCIÓN CLIMÁTICA DEL MUNICIPIO DE NAUCALPAN DE JUÁREZ 2013-2023



## Mensaje del Presidente



El cambio climático es un gran desafío que nos obliga a tomar acciones a nivel local y global, para atender y atacar las amenazas asociadas a este fenómeno, procurando al mismo tiempo un desarrollo armónico y sustentable.

Por ello, el Gobierno Municipal de Naucalpan de Juárez, en cumplimiento con las Leyes General y Estatal de Cambio Climático, elaboró con apoyo del Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, el “Programa de Acción Climática del Municipio de Naucalpan de Juárez 2013-2023 (PACMUNA)”.

Con este programa buscamos impulsar acciones de preservación del medio ambiente, de mejora del desempeño energético y cuidado de la atmósfera como recurso vital de nuestro territorio, a la vez de reconocer en el aire un componente importantísimo del patrimonio natural de la humanidad.

Los fenómenos originados por las emisiones de Compuestos de Efecto Invernadero, que han derivado en trastornos potenciales y presentes como los patrones de temperatura, ciclos de lluvia y disponibilidad de agua, inundaciones, sequías, incendios forestales, especies amenazadas, afectaciones agrícolas, posibles epidemias, entre otros riesgos inminentes, nos obligan a implementar acciones acordes a nuestras condiciones locales.

El Programa de Acción Climática del Municipio de Naucalpan, incluye el Inventario de Emisiones de Compuestos de Efecto Invernadero provenientes de diversas fuentes generadoras. Que indica que en Naucalpan se emiten cada año 1.78 millones de toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente, donde el sector energía representa el 75% de la emisión y de ésta, el transporte es responsable del 70%.

También contiene un índice de riesgo urbano frente al cambio climático (IRUCC), el cual incorpora indicadores de pobreza, educación, salud, exposición al riesgo, entre otros.

EL PACMUNA, a través de 11 estrategias, plantea 27 acciones dirigidas tanto al fortalecimiento de políticas vigentes de preservación del medio ambiente y el impulso de nuevas acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, que contribuyan a reducir las emisiones de Compuestos de Efecto Invernadero, y prepararnos para afrontar sus efectos asociados, para mejorar la calidad de vida de los naucalpenses, lo que nos obliga a reforzar e innovar nuestros sistemas de manejo de riesgos, así como estrategias de disminución de desastres.

Nuestro compromiso es reforzar la construcción de redes de actores clave y esquemas innovadores de nuestras formas de producción y consumo de bienes y servicios, considerando las variables que impone hoy en día el cambio climático a nivel local, regional y global.

Hago votos porque este programa, de corto, mediano y largo plazos, alcance su meta y contribuya positivamente a este propósito.

*Tu Gobierno Ciudadano con Sentido Humano*

Lic. David Ricardo Sánchez Guevara  
Presidente Municipal Constitucional

## DIRECTORIO

**Lic. David Ricardo Sánchez Guevara**

Presidente Municipal Constitucional de Naucalpan de Juárez 2013-2015

**Dr. Carlos Gabriel Villasana Beltrán**

Secretario del H. Ayuntamiento

**C. Héctor Antonio Rivera Morales**

Director General del Medio Ambiente

**Ing. Gloria Julissa Calva Cruz**

Subdirectora de Gestión Ambiental

**Lic. Gabriela Patricia Alfaro Jaime**

Subdirectora de Participación Ciudadana y Educación Ambiental

Preparado para el H. Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez por:

**Dr. Mario Molina Pasquel**

Presidente del Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos Sobre Energía y Medio Ambiente A.C.

**Juan Carlos Belausteguigoitia Rius**

Director Ejecutivo

Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, A.C.

**Guillermo Velasco Rodríguez**

Coordinador de Proyectos

Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, A.C.

**Lourdes Becerra Delgado**

Coordinador y Responsable Técnico del Estudio

Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, A.C.

**Juan Carlos Zentella Gómez**

Supervisor del Estudio

**Gabriela Estrada Díaz**

Líder del Diagnóstico Socio- económico y del Análisis de Riesgo

**José Luis Castro Negrete**

Líder del Inventario de Emisiones de Compuestos de Efecto Invernadero y Proyecciones de Mitigación

**Alejandra Cecilia Pardo Cervantes**

Consultora Junior del Inventario de Emisiones de Compuestos de Efecto Invernadero y Proyecciones de Mitigación

**Bernardo Lazo Díaz**

Revisor del Inventario de Emisiones de Compuestos de Efecto Invernadero

**José Alberto Lara Pulido**

Líder del Análisis de Componentes Principales para la Construcción del Índice de Riesgo Urbano frente el Cambio Climático y del Análisis de Costo – Efectividad de las Acciones de Mitigación

**Miguel Ángel Uribe Sánchez**

Líder de Análisis Espacial e Integración Cartográfica

Noviembre, 2014

## INDICE GENERAL

Acrónimos.....	11
Unidades .....	12
ÍNDICE DE TABLAS.....	13
ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICAS .....	16
1. INTRODUCCIÓN.....	20
2. JUSTIFICACIÓN.....	25
3. OBJETIVO GENERAL.....	26
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
5. MARCO TEÓRICO –efectos del cambio climático .....	26
5.1 Sistemas vulnerables ante el cambio climático.....	28
6. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DEL MUNICIPIO DE NAUCALPAN .....	31
6.1. Diagnóstico socio-económico .....	31
6.1.1. Población .....	31
6.1.2 Actividad Económica .....	36
6.1.3. Pobreza y marginación urbana .....	39
6.1.4. Características de la vivienda .....	43
6.1.5. Educación .....	45
6.1.6. Salud.....	46
6.1.7. Algunos indicadores de capital social.....	49
6.1.8. Comentarios finales sobre el análisis socio-económico .....	50
7. FUNDAMENTOS JURÍDICO – NORMATIVOS DEL PACMUNA .....	51
CONGRUENCIA DEL PACMUNA CON OTROS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN.....	51
7.1 Instrumentos de carácter federal .....	52
Pacto por México .....	52
Plan Nacional de Desarrollo, 2013–2018.....	53
Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10 – 20 – 40.....	54
7.2. Instrumentos de carácter regional .....	56
Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2011-2020.....	56
Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán - Texcoco .....	59
Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México 2012. ....	60
7.3. Instrumentos de carácter estatal.....	61
Plan de Desarrollo del Estado de México, 2011 - 2017 .....	61
Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México, 2008.....	62
Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México 2009 .....	64
Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008 -2012.....	66
7.4. Instrumentos de carácter municipal .....	66
Plan de Desarrollo Municipal 2013 - 2015.....	66
Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2006-2009.....	68
7.5. Otros instrumentos de planeación .....	71
8. INVENTARIO DE EMISIONES DE COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO ....	73
8.1. Introducción a los inventarios de emisiones .....	73

8.2. Emisiones de CEI en el municipio de Naucalpan según las categorías del IPCC .....	76
8.2.1 Energía (Categoría IPCC 1) .....	78
8.2.2 Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) (Categoría IPCC 2) .....	82
8.2.3 Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU) (Categoría IPCC 3) .....	82
8.2.4 Desechos (Categoría IPCC 4) .....	86
8.2.5 Representación Cartográfica de las Emisiones de Fuentes Fijas en Naucalpan .....	89
9. PROYECCIONES DE EMISIONES DE COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO HACIA EL 2015 y 2023 .....	97
9.1. Metodología .....	98
9.1.1 Escenario 1: Expansión Industrial (E1) .....	98
Figura 9.4 Proyección de emisiones por parte del sector industrial (E1) .....	99
Figura 9.5 Proyección de emisiones por parte del sector transporte (E1) .....	100
Figura 9.6 Proyección de emisiones por parte del sector comercial e institucional (E1) .....	101
Figura 9.7 Proyección de emisiones de la categoría de procesos industriales (E1) .....	102
Figura 9.8 Proyección de emisiones derivados de los cambios de uso de suelo (E1) .....	103
Figura 9.9 Proyección de emisiones derivados los desechos (E1) .....	103
9.1.2 Escenario 2: Repoblamiento / Re-Densificación Poblacional (E2) .....	104
Figura 9.10 Proyección de emisiones del sector manufacturero (E2) .....	105
Figura 9.11 Proyección de emisiones del sector residencial y comercial (E2) .....	106
Figura 9.12 Proyección de emisiones de la categoría de procesos industriales (E2) .....	107
Figura 9.13 Proyección de emisiones de la categoría de desechos (E2) .....	108
9.2. Análisis de resultados .....	108
Figura 9.14 Comparación de escenarios de proyección de emisiones 2015-2023 .....	109
10 Posibles impactos del Cambio Climático en Naucalpan .....	149
10.4 Naucalpan: muy vulnerable ante sequías que afecten al sistema Cutzamala .....	153
10.5. Peligros naturales relacionados con el cambio climático en el territorio de Naucalpan .....	156
10.6. Persistencia de la irregularidad en la tenencia de la tierra y asentamientos expuestos a peligros .....	164
10.7. Construcción del Índice de Riesgo Urbano ante el Cambio Climático ....	166
10.7.1. Peligros naturales a nivel manzana .....	167
10.7.2. Indicadores de vulnerabilidad .....	169
10.7.3. Integración de las variables de peligro y vulnerabilidad: el IRUCC por manzana .....	174
10.8. Riesgos del área rural ante el Cambio Climático .....	177
10.8.1. Peligro de incendios forestales .....	178

10.8.2. Peligro de deforestación.....	182
10.9. Conclusiones del capítulo .....	182
11. CAPACIDADES ADAPTATIVAS.....	184
11.1. Capacidades Adaptativas en función de los instrumentos de planeación (dimensión programática) .....	185
11.2. Capacidades Adaptativas en función de las leyes y reglamentos (dimensión jurídico normativa).....	190
12. ESTRATEGIAS Y ACCIONES DE MITIGACIÓN, ADAPTACIÓN, EDUCACIÓN Y COMUNICACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	149
12.1. Fichas por acción: Guía para el seguimiento y la evaluación de las acciones.....	150
12.2. Mitigación y adaptación: dos enfoques coadyuvantes para resolver problemas comunes .....	150
12.3. Estrategias y acciones de mitigación .....	152
<u>Estrategia M.1. Mejorar el desempeño energético en el sector público</u> .....	152
Responsables de la estrategia y fuentes de financiamiento de la Estrategia M.1. ....	155
<u>Estrategia M.2. Mejorar el desempeño energético en el sector privado</u> .....	155
Áreas responsables y fuentes de financiamiento de la Estrategia M.2. ....	159
<u>Estrategia M.3. Impulsar la accesibilidad y movilidad urbana sustentable a         través de un Plan Integral de Movilidad Urbana</u> .....	160
Áreas responsables y fuentes de financiamiento de la Estrategia M.3. ....	166
<u>Estrategia M.4. Promover un manejo integral de las áreas forestales y         bosques urbanos</u> .....	166
Áreas responsables y posibles fuentes de financiamiento de la Estrategia M.4. .....	173
<u>Estrategia M.5. Reducción de emisiones a través de la modernización de la         gestión de residuos sólidos urbanos</u> .....	173
Áreas responsables y posibles fuentes de financiamiento de la Estrategia M.5. .....	176
<u>Estrategia M.6. Impulsar las compras “Verdes” y el e-Gobierno</u> .....	176
Áreas responsables y posibles fuentes de financiamiento de la Estrategia M.6 .....	178
12.4. Estrategias y acciones de adaptación.....	179
<u>Estrategia A.1 Contener el fenómeno de la irregularidad en los asentamientos         humanos y mitigar la exposición a peligros en la ocupación del territorio</u> ....	179
Áreas responsables y posibles fuentes de financiamiento de la Estrategia A.1 .....	184
<u>Estrategia A.2. Incremento en la autosuficiencia hídrica y recuperación de ríos         urbanos</u> .....	184
Áreas responsables y posibles fuentes de financiamiento de la Estrategia A.2 .....	188
<u>Estrategia A.3. Reducción de la vulnerabilidad social</u> .....	189
Áreas responsables y posibles fuentes de financiamiento de la Estrategia A.3 .....	190
<u>Estrategia A.4 Revitalización y reconversión urbana de la zona industrial</u> ..	191

Áreas responsables y fuentes de financiamiento de la Estrategia A.4 .....	194
12.5. Estrategias y acciones de Educación y Comunicación .....	195
<u>Estrategia EC.1. Fortalecer la educación y comunicación para el Cambio Climático</u> .....	195
Áreas responsables y posibles fuentes de financiamiento de la Estrategia EC.1. ....	199
13. ESTIMACIÓN DE REDUCCIÓN DE EMISIONES POR ACCIONES DE MITIGACIÓN (CRECIMIENTO TENDENCIAL VS IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES) .....	203
13.1. Cuantificación de las acciones de mitigación.....	203
<u>12.1.1. M.1.1. Diagnóstico y mejoramiento de la eficiencia energética en el alumbrado público</u> .....	203
<u>13.1.2. M 2.1. Sustitución de electrodomésticos (refrigeradores) y focos ineficientes</u> .....	205
<u>13.1.3. M 2.3. Incremento en el uso de calentadores solares de agua</u> .....	211
<u>13.1.4. M.3.2. Diseñar e instrumentar un programa de movilidad ciclista y peatonal</u> .....	214
<u>13.1.5. M.4.1 Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales</u> .....	216
<u>13.1.6. M.4.2. Restauración de suelos y bosques en áreas degradadas.</u> ....	219
<u>13.1.7. M.5.2. Modernización del equipamiento para la quema de metano en sitios de disposición</u> .....	223
13.2 Metas para el municipio de Naucalpan .....	226
13.3 Síntesis de los resultados de las estimaciones de mitigación.....	226
13.4 Mitigación indirecta: algunas acciones adicionales no consideradas en la estimación de mitigación de las acciones .....	149
<u>Acción M.1.2. Diagnóstico energético de edificios públicos y cambio de prácticas energéticas</u> .....	149
<u>Acción M.2.2. Diagnóstico energético para el sector privado y cambio de prácticas energéticas</u> .....	149
<u>Acción M.3.1. Elaborar un programa para la agilización del flujo del transporte público y privado</u> .....	149
<u>Acción M.4.3. Promoción de actividades agropecuarias, silvícolas (plantaciones forestales comerciales), turísticas y recreativas compatibles con el manejo sostenible del área rural</u> .....	150
<u>Acción M.5.1. Construcción de un Centro de Transferencia para fortalecer la separación y eficientar la disposición final</u> .....	150
<u>Acción M.6.1. Elaborar un Programa de ahorro de papel y la compra de insumos sustentables</u> .....	150
<u>Acción M.6.2. Instrumentar un programa de simplificación administrativa para ahorro de papel a través de la automatización de trámites y servicios en línea (e-Gobierno)</u> .....	151
13.5 Conclusiones .....	151
14. PRIORIZACIÓN DE ACCIONES DE MITIGACIÓN A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS COSTO – EFECTIVIDAD .....	150
14.1. Objetivos.....	150
14.2. Metodología .....	151
14.3. Resultados.....	151

14.3.1. <u>Acción M.1.1. Sustitución de alumbrado público</u> .....	151
14.3.2. <u>Acción M.2.1. Sustitución de electrodomésticos ineficientes (Refrigeradores y focos ahorradores)</u> .....	154
14.3.3. <u>Acción M.2.3. Incremento en el uso de calentadores solares de agua</u> .....	159
Estrategia M.3. Impulsar la accesibilidad y movilidad urbana sustentable a través de un Plan Integral de Movilidad Urbana.....	161
14.3.4. <u>Acción M.3.2. Diseñar e instrumentar un programa de movilidad ciclista.</u> .....	161
14.3.5 <u>Acción M.4.1. Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales.</u> .....	162
14.3.6. <u>Acción M.4.2. Restauración y conservación de suelos</u> .....	164
14.3.7. <u>Estrategia M.5. Reducción de emisiones a través de la modernización de la gestión de residuos sólidos urbanos</u> .....	166
14.4. Resultados consolidados .....	166
14.5. Conclusiones .....	149
15. PRIORIZACIÓN DE ACCIONES DE ADAPTACIÓN A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS MULTICRITERIO.....	151
15.1. Análisis Multicriterio para identificar Acciones de Adaptación Prioritarias .....	152
15.2. Conclusiones .....	150
16. CONCLUSIONES GENERALES.....	152
BIBLIOGRAFÍA.....	156
Recursos electrónicos.....	161

## ACRÓNIMOS

AFOLU	Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo (por sus siglas en inglés)
BAU	<i>Bussines as Usual</i>
BOD	Demanda biológica de oxígeno (por sus siglas en inglés)
CECADESU	Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable
CEI	Compuestos de efecto invernadero
CFL	Lámparas Compactas Fluorescentes ( <i>Compact Fluorescent Lamp</i> por sus siglas en inglés)
CH <sub>4</sub>	Metano
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
CN	Carbono negro
CO <sub>2</sub>	Bióxido (dióxido) de carbono
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
CORETT	Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra
COV	Compuestos orgánicos volátiles
E1	Escenario 1: Expansión industrial
E2	Escenario 2: Repoblamiento / Re-densificación poblacional
EM1	Escenario de Mitigación a partir de la línea base del E1
EM2	Escenario de Mitigación a partir de la línea base del E2
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
Gas LP	Gas licuado de petróleo
GEI	Gases de efecto invernadero
GWP	Potencial de Calentamiento Global (por sus siglas en inglés)
IMEVIS	Instituto Mexiquense de la Vivienda Social
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
IPPU	Procesos Industriales y Uso de Productos (por sus siglas en inglés)
IRUCC	Índice de Riesgo Urbano al Cambio Climático
LED	Diodo emisor de Luz ( <i>Light-Emitting Diode</i> por sus siglas en inglés)
LGCC	Ley General de Cambio Climático
N <sub>2</sub> O	Óxido Nitroso
OAPAS	Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Naucalpan
PACMUN	Plan de Acción Climática Municipal
PACMUNA	Plan de Acción Climática Municipal de Naucalpan de Juárez
PIMU	Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable
PM <sub>2.5</sub>	Materia particulada menor a 2.5µm
PROCAL SOL	Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
VCN	Valor calórico neto

## UNIDADES

### *Masa*

mg	Miligramo
kg	Kilogramo
Mg	Megagramo
ton	Tonelada
Gg	Gigagramo

### *Energía*

kJ	Kilojoule
MJ	Megajoule

### *Potencia*

MW	Megawatt
----	----------

### *Longitud*

$\mu\text{m}$	micrómetro
---------------	------------

### *Área*

ha	hectárea
----	----------

### *Volumen*

L	Litro
$\text{m}^3$	metro cúbico

### *Emisiones de CEI*

tCO <sub>2</sub> eq	Toneladas	de	bióxido
	(dióxido)	de	carbono
	equivalente		

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1 Algunos efectos previsibles del cambio climático .....	28
Tabla 5.2. Algunos impactos previsibles del cambio climático en México .....	30
Tabla 6.2 Población y número promedio de carencias sociales en los indicadores de pobreza, 2010.....	41
Tabla 6.3 Indicadores de carencia social .....	41
Tabla 6.4 Grado de marginación, dato municipal .....	42
Tabla 6.5 Índice de Desarrollo Humano, dato municipal .....	42
Tabla 6.6 Grado de escolaridad promedio (número de años de escolaridad) de la población de 15 años y más .....	45
Tabla 6.7 Número de establecimientos de salud, por institución.....	47
Tabla 6.8 Principales indicadores del sector salud.....	47
Tabla 6.9 Número de consultorios y camas censables en el municipio, por tipo de atención.....	48
Figura 6.15 Población de 5 años y más que vivían en otra entidad o país 5 años antes..	49
Tabla 7.1: Congruencia entre los ocho ejes estratégicos de la ENACC y las estrategias y acciones planteadas en el PACMUNA.....	55
Tabla 7.2. Acciones convergentes del PROAIRE y el PACMUNA.....	58
Tabla 8.1. Categorías y sub-categorías incluidas en los cálculos del Inventario CEI .....	74
Tabla 8.2. Categorías y sub-categorías de fuentes de emisión presentes en Naucalpan.	75
Tabla 8.3. Emisiones totales de CO <sub>2</sub> eq por sector y subsector .....	77
Tabla 8.5. Emisiones de CEI por tipo de fuente fija.....	79
Tabla 8.6. Sub-categorías para Industria Manufacturera e industrias municipales incluidas .....	79
Tabla 8.7. Emisiones por consumo de energía eléctrica por subsector.....	80
Tabla 8.8. Sub-categorías incluidas en el sector Transporte.....	81
Tabla 8.9. Emisiones CEI por tipo de vehículo.....	81
Tabla 8.10. Emisiones de CO <sub>2</sub> por tipo de vehículo y combustible.....	81
Tabla 8.11. Emisiones por procesos industriales y uso de productos .....	82
Tabla 8.12 Tipos de uso de suelo en Naucalpan .....	83
Tabla 8.13. Emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> del sector AFOLU .....	85
Tabla 8.13. Emisiones de GEI en el sector de Desechos.....	86
Tabla 8.15 Clasificación de residuos sólidos del relleno sanitario y composición.....	87
Tabla 8.16. Clasificación de comercios y establecimientos según su capacidad de consumo energético .....	90
Tabla 9.1. Tasas de crecimiento del sector industrial.....	99
Tabla 9.2. Tasas de desindustrialización por subsector .....	104
Tabla 10.10. Asentamientos irregulares de acuerdo con el tipo de propiedad de asiento, características físicas y número de viviendas, hogares y habitantes.....	164
Tabla 11.1. Normalización de las capacidades adaptativas .....	187

Tabla: 11.2. Normalización de las capacidades adaptativas en distintos planes o programas de Naucalpan de Juárez .....	188
Tabla 11.3. Criterios tomados en cuenta para valorar las capacidades adaptativas de Naucalpan en función del marco jurídico .....	192
Tabla 11.4.: Normalización de las capacidades adaptativas reglamentarias de Naucalpan de Juárez.....	149
Tabla 12.1. Inventario de Luminarias 2010 – 2012 y consumo registrado.....	154
Tabla 12.2 Síntesis de Estrategias y Acciones.....	200
Tabla 13.1. Factores de emisión por producción/consumo eléctrico .....	204
Tabla 13.2. Emisiones mitigadas bajo la Acción 1.1 Mejoramiento de la eficiencia energética en el alumbrado público .....	204
Tabla 13.3 Potenciales de calentamiento global .....	207
Tabla 13.4. Emisiones mitigadas bajo la Acción 2.1.1 Sustitución de electrodomésticos (refrigeradores). Escenarios E1 y E2 .....	207
Tabla 13.5. Emisiones mitigadas bajo la Acción 2.1.2 Sustitución de electrodomésticos (focos). Escenario 1 Expansión industrial .....	209
Tabla 13.6. Emisiones mitigadas bajo la Acción 2.1.2 Sustitución de electrodomésticos (focos) Escenario 2 Redensificación poblacional .....	210
Tabla 13.7. Propiedades fisicoquímicas de gases de combustión .....	212
Tabla 13.8. Factores de emisión de combustibles gaseosos .....	212
Tabla 13.9. Emisiones mitigadas bajo la Acción 2.3 Incremento en el uso de calentadores solares de agua. Escenarios E1 y E2 .....	213
Tabla 13.10. Datos extraídos del sistema ECOBICI.....	214
Tabla 13.11. Propiedades de los combustibles.....	215
Tabla 13.12. Emisiones mitigadas bajo la Acción 3.2 Programa de movilidad ciclista y peatonal.....	215
Tabla 13.13. Tipología por condición del suelo y vegetación .....	216
Tabla 13.14. Área elegible por tipo de suelo .....	217
Tabla 13.15. Emisiones mitigadas bajo la Acción 4.1 Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales. ....	218
Tabla 13.16. Área elegible por tipo de suelo .....	219
Tabla 13.17. Emisiones mitigadas bajo la Acción 4.2 Reforestación e introducción de plantaciones forestales comerciales .....	221
Tabla 13.18. Emisiones mitigadas bajo la Acción 5.2.1 Modernización del equipamiento para la quema de metano en el tiradero Rincón Verde .....	223
Tabla 13.19. Emisiones mitigadas bajo la Acción 5.2.2 Modernización del equipamiento para la quema de metano en el relleno sanitario.....	224
Tabla 13.20. Metas progresivas de cumplimiento para las acciones.....	226
Tabla 13.21. Proyección de reducción de emisiones. Escenario 1.....	149
Tabla 13.22. Proyección de reducción de emisiones. Escenario 2.....	149
Tabla 13.23. Proyección de emisiones con acciones de mitigación (Escenarios EM1 y EM2).....	149
Tabla 14.1. Estrategias y acciones de mitigación sujetas al análisis costo-efectividad...	150

Tabla 14.2. Resultados generales del Análisis Costo - Efectividad. ....	149
Tabla 15.1 Elementos propuestos a ser tomados en cuenta para hacer un análisis costo– beneficio de una acción de adaptación. Estudio hecho para la GIZ .....	151
Tabla 15.2. Priorización de las acciones de adaptación .....	149

## ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICAS

Figura 1. Secuencia de actividades realizadas para la elaboración del PACMUNA .....	23
.....	23
Figura 6.1 Porcentaje de población respecto al Estado de México .....	32
Figura 6.2 Población total del municipio, 1990-2010 .....	32
Figura 6.3 Proyecciones de población .....	33
Figura 6.4 Población por grupos de edad .....	34
Figura 6.5 Población por condición de actividad económica .....	35
Tabla 6.1 Proporción de la PEA desocupada.....	35
Figura 6.6 Composición del PIB por gran sector (2011) .....	36
Figura 6.7 Participación en el PIB de los principales sectores (2011) .....	37
Figura 6.8 Tasa de crecimiento del PIB (2004-2011) .....	38
Figura 6.9 Participación en el PIB de principales sectores económicos (2004-2011).....	38
Figura 6.10 Tasa de crecimiento promedio de los principales sectores económicos (2004-2011) .....	39
Figura 6.11 Índice de marginación urbana 2010, número de habitantes en AGEBs con distintos grados de marginación .....	43
Figura 6.12 Número de AGEB por proporción de viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento.....	44
Figura 6.13 Población analfabeta de 15 años y más.....	45
Figura 6.14 Número de instalaciones por nivel educativo, públicas y privadas .....	46
Figura 6.16 Porcentaje de la población que vivía en otra entidad o país cinco años antes .....	50
Figura 8.1. Distribución de emisiones totales de CEI (tCO <sub>2</sub> eq) por sector.....	76
Figura 8.2 Carbono almacenado en Naucalpan por hectárea .....	93
Figura 8.3 Carbono almacenado en Naucalpan por tipo de uso de suelo .....	94
.....	99
Figura 10.18. Número de días con precipitación superior a 20 mm, 1961-2005.....	150
Figura 10.19. Precipitación acumulada anual, en mm, 1961-2010 .....	151
Figura 10.19. Ondas de calor: episodios de tres días consecutivos en que la temperatura máxima rebasó los 30°C .....	152
.....	152
Figura 10.20. Fuentes de abastecimiento de agua potable de Naucalpan de Juárez.....	154
.....	154
Figura 10.21. Río Hondo: los bordes del río ayudan a dirigir el flujo. Sin embargo éstese ha convertido en un canal a cielo abierto para llevar aguas negras al Vaso de Cristo ...	158
Figura 10.22. Río Hondo: acumulación de basura y material de arrastre en un meandro del río retrasando el flujo e incrementando el riesgo de desbordamiento.....	158
Figura 9.23. Zonas inundables por tipo .....	159

Figura 10.24. El río Chico de los Remedios está totalmente inserto en el área urbana. Las viviendas aledañas están protegidas por un bordo que hasta el momento ha sido suficiente para contener el agua .....	159
Figura 10.25. Peligro inminente de desprendimiento de roca. Colonia Mártires de Río Blanco .....	160
Figura 10.26. Viviendas en riesgo por estar construidas sobre un talud y vivienda construida en la cavidad dejada por un desprendimiento. Colonia Mártires de Río Blanco .....	161
Figura 10.27. Áreas susceptibles de presentar fenómenos de remoción en masa .....	162
Figura 10.28. Vivienda expuesta a peligro de remoción en masa en la colonia Huertas Sección3.....	162
Figura 10.29 Viviendas expuestas a peligro de remoción en masa en la Izcalli Chamapa .....	162
Figura 10.30. Hundimiento repentino frente a una vivienda en la colonia Ampliación Minas Coyote. El personal de Protección Civil estimó que la cavidad tiene aproximadamente 10 metros de diámetro.....	163
Figura 10.31. Localización de asentamientos irregulares de tipo de área de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano.....	165
Figura 10.32 Índice de Riesgo Urbano frente al Cambio Climático (IRUCC).....	175
Figura 10.33 Población total en cada uno de los rangos de riesgo del IRUCC.....	176
Figura 10.34 Mapa de usos de suelo por el método de isoclosters.....	178
Figura 10.35 Índice de peligro por incendios forestales (componente de ignición y componente de propagación) .....	181
Figura 12.1. Mapa de estrategias del PACMUNA .....	151
Figura 12.2. Contrastes entre la vía férrea del Ferrocarril Huixquilucan – Naucalpan y Av. Ferrocarril en Polanco, Delegación Miguel Hidalgo.....	163
Figura 12.3. Mapa de las acciones de acuerdo con su contribución a la mitigación, adaptación, y/o educación y comunicación .....	201
Figura 13.1. Proyección de la Acción 1.1 y comparación contra la línea base .....	205
Figura 13.2. Participación en el consumo total de la electricidad en el hogar.....	206
Figura 13.3. Proyección de la Acción 2.1.1 Sustitución de electrodomésticos (refrigeradores). Escenario 1 Expansión industrial.....	208
Figura 13.4. Proyección de la Acción 2.1.1 Sustitución de electrodomésticos (refrigeradores). Escenario 2 Redensificación poblacional.....	208
Figura 13.5. Proyección de la Acción 2.1.1 Sustitución de electrodomésticos (focos). Escenario 1 Expansión industrial .....	211
Figura 13.6. Proyección de la Acción 2.1.1 Sustitución de electrodomésticos (focos) Escenario 2 Redensificación poblacional .....	211
Figura 13.7. Proyección de la Acción 2.3 Incremento en el uso de calentadores solares de agua. Escenario 1 Expansión industrial .....	213

Figura 13.8. Proyección de la Acción 2.3 Incremento en el uso de calentadores solares de agua. Escenario 2 Redensificación Poblacional.....	214
Figura 13.9. Proyección de la Acción 3.2 Programa de movilidad ciclista y peatonal.....	216
Figura 13.10. Proyección de la Acción 4.1 Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales.....	219
Figura 13.11. Proyección de la Acción 4. 2 Reforestación e introducción de plantaciones forestales comerciales .....	221
Figura 13.12. Proyección de la Acción 5.2.1 Modernización del equipamiento para la quema de metano en el tiradero Rincón Verde .....	224
Figura 13.13. Proyección de la Acción 5.2.2 Modernización del equipamiento para la quema de metano en el relleno sanitario Escenario 1 Expansión industrial .....	225
Figura 13.14. Proyección de la Acción 5.2.2 Modernización del equipamiento para la quema de metano en el relleno sanitario Escenario 2 Redensificación poblacional .....	225
Figura 13.15. Adopción de acciones de mitigación en el tiempo .....	226
Figura 13.16. Proyección de reducción de emisiones acumuladas. Escenario 1.....	150
Figura 13.17. Proyección de reducción de emisiones acumuladas. Escenarios 2.....	151
Figura 13.18. Energía. Escenarios de proyecciones de mitigación vs. línea base.....	152
Figura 13.19. AFOLU. Escenarios de proyecciones de mitigación vs. línea base .....	152
Figura 13.20. Desechos. Escenarios de proyecciones de mitigación vs. línea base .....	153
Figura 14.1. Sustitución de luminarias por año. ....	152
.....	152
Figura 14.2. Costo total de sustitución de alumbrado público (Eje x: tasa de descuento, Eje y: costo total en millones de pesos) .....	153
Figura 14.3. Flujo Anual Equivalente (FAE) de sustitución de alumbrado público (millones de pesos).....	154
Figura 14.4. Refrigeradores sustituidos por año.....	155
Figura 14.5. Costo total de sustitución de refrigeradores (Eje x: tasa de descuento; Eje y: costo total en millones de pesos).....	156
Figura 14.6. Flujo Anual Equivalente (FAE) de sustitución de refrigeradores (millones de pesos).....	156
Figura 14.7. Sustitución de focos domésticos (número de focos). ....	157
Figura 14.8. Costos totales por sustitución de focos domésticos (Eje x: tasa de descuento, Eje y: costo total en millones de pesos) .....	158
Figura 14.9. Flujo Anual Equivalente (FAE) por sustitución de focos domésticos (millones de pesos).....	158
Figura 14.10. Adopción de calentadores solares por año. ....	159
Figura 14.11. Costos totales por sustitución de calentadores solares (Eje x: tasa de descuento, Eje y: costo total en millones de pesos).....	160
Figura 14.12. Flujo Anual Equivalente (FAE) para la sustitución de calentadores solares (millones de pesos).....	160
Figura 14.13. Costos totales por ciclovía (Eje x: tasa de descuento, Eje y: costo total en millones de pesos).....	161
Figura 14.14. Flujo Anual Equivalente (FAE) por ciclovía (millones de pesos).....	162

Figura 14.15. Hectáreas incorporadas al año para pago por servicios ambientales hidrológicos .....	163
Figura 14.16. Costos totales por pago por servicios ambientales hidrológicos (Eje x: tasa de descuento, Eje y: costo total en millones de pesos) .....	163
Figura 13.17. Flujo Anual Equivalente (FAE) por pago por servicios ambientales hidrológicos (millones de pesos).....	163
Figura 14.18. Hectáreas a restaurar cada año .....	164
Figura 14.19. Costos totales por pago por restauración (Eje x: tasa de descuento, Eje y: costo total en millones de pesos).....	165
Figura 13.20. Flujo Anual Equivalente (FAE) por restauración forestal (millones de pesos). .....	165
Figura 14.21. Índice costo-efectividad (ICE) por acción. ....	167
Figura 14.22. Porcentaje del costo total para el cumplimiento de las 8 acciones: inversión público y privada (millones de pesos, %) .....	150
Figura 14.23. Porcentaje de reducción de emisiones por sector de las 8 acciones seleccionadas: reducción total de emisiones pública y privada (tCO <sub>2</sub> e, %) .....	150
.....	150
Figura 14.24. Costo promedio por tonelada reducida público y privado (pesos/tCO <sub>2</sub> e)..	150
.....	150
Figura 14.1. Priorización de las acciones de adaptación al cambio climático.....	150

## 1. INTRODUCCIÓN

El papel que desempeñan los gobiernos locales en combatir el cambio climático es de gran relevancia. Tal afirmación deriva del hecho de que es en el ámbito de dichos gobiernos en donde se genera la mayor parte de las emisiones de Compuestos de Efecto Invernadero (CEI). Esto es particularmente evidente en el caso de los gobiernos locales urbanos. Desde la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, la Agencia Internacional de Energía, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, el Banco Mundial y otros organismos internacionales, reconocen que las ciudades son responsables de entre el 60% y el 80% de las emisiones totales. Asimismo, la mayor exposición a riesgos de desastre asociados al cambio climático está en las ciudades y resulta de la concentración de población, la infraestructura productiva y los actividades cotidianas en general. En ese sentido, debe reconocerse que son los gobiernos locales urbanos quienes se están posicionando como el ámbito de gobierno idóneo para promover una serie de estrategias y acciones orientadas a mitigar los CEI y adaptarse al cambio climático.

Reconociendo esta circunstancia, el gobierno municipal de Naucalpan de Juárez y el Centro Mario Molina han decidido unir esfuerzos para construir un instrumento de política climática adecuado al contexto particular de esa entidad a fin de iniciar un proceso de desacoplamiento del carbono. Este proceso debe permitir al municipio adaptarse simultánea y exitosamente a los riesgos que le representa el cambio climático.

Como se verá a lo largo del presente documento, el programa está orientado a la acción y a la puesta en marcha de medidas concretas. En todo momento se buscó que las estrategias y acciones planteadas sean el producto de un exhaustivo proceso de inventario de CEI, y de un diagnóstico tanto socioeconómico como de riesgo. Por otra parte, se procuró que esté conformado por estrategias y acciones que el mismo municipio pueda echar a andar ya sea en el ámbito de sus competencias, o bien, adoptando un papel proactivo a fin de que las propuestas puedan ser efectivamente ejecutadas por otros sectores sociales.

En el presente estudio se realizó un *diagnóstico socio-económico* del municipio con objeto de contar con los elementos necesarios para establecer las tendencias de sus actividades productivas y demográficas. Esto permitió fijar los escenarios futuros de crecimiento económico y poblacional que conllevan un incremento potencial en las emisiones de CEI. Las proyecciones estimadas en dicho diagnóstico fueron un insumo importante para calcular las emisiones CEI del inventario y sus proyecciones. También se emplearon en la integración de un Índice de Riesgo Urbano frente al Cambio Climático, propuesto por el Centro Mario Molina. Este último análisis es un diagnóstico de la exposición, sensibilidad y capacidades de adaptación del municipio frente al cambio climático. En este sentido, se identificaron las zonas a nivel de manzana, con mayor exposición al riesgo. Finalmente, se llevó a cabo un análisis de las capacidades jurídico-normativas e institucionales con que cuenta la entidad para enfrentar los eventos catastróficos y mitigar su impacto.

El PACMUNA, inicia con la construcción de un *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Carbono Negro* para la entidad. En la realización del inventario se siguieron los lineamientos establecidos por Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). Dichos lineamientos y las metodologías que de ellos se derivan pretenden orientar los inventarios a escala nacional. Sin embargo, en este proyecto en particular se hicieron las adecuaciones pertinentes para desarrollarlo a nivel municipal. De esta manera y siguiendo las recomendaciones de buenas prácticas del IPCC, se aspira a que el registro de emisiones generado sea transparente, exhaustivo, exacto, consistente y comparable.

En el desarrollo del inventario se calcularon las emisiones de cuatro sectores:

- 1) Energía
- 2) Procesos industriales y uso de producto
- 3) Usos del suelo, cambios de usos de suelo y silvicultura (USCUSS)
- 4) Manejo de desechos.

Con las estimaciones realizadas, se fijó el 2010 como año base de emisiones para hacer las proyecciones y tener un parámetro de seguimiento de los avances del Programa.

Construir el inventario implicó recabar información con el mayor nivel de precisión posible sobre las actividades productivas del municipio. En aquellos casos en los que no fue posible adquirir información confiable o en los que dicha información no existía de manera sistematizada, se utilizaron datos estatales o incluso nacionales para calcular la línea base de emisiones CEI del municipio. Por otra parte, dependiendo de la exactitud de la información existente, se hizo un análisis en el nivel de precisión recomendado por el IPCC (tier1, tier2 o tier3, siendo el primero el que parte de datos más gruesos y el último, el que se realiza cuando la información está suficientemente desagregada).

A diferencia de otros programas de acción climática municipales existentes en el país, se consideró relevante que el PACMUNA incorpore al carbono negro dentro del inventario de emisiones. Esto se debe a que éste es el tercer compuesto de efecto invernadero más importante, después del bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el metano ( $\text{CH}_4$ ).

Este primer bloque de diagnóstico, permitió integrar una serie de propuestas de estrategias y acciones que fueron presentadas en un Primer Taller de Consulta Pública en el que participaron autoridades federales, estatales, municipales, académicos, empresarios y líderes de organizaciones vecinales. Con el Taller no sólo se pudo mejorar el diagnóstico; también permitió revalidar algunas propuestas y generar nuevas alternativas.

A fin de dotar al Municipio con elementos de decisión sobre cuáles de las acciones de mitigación propuestas tienen un mayor impacto o son las más costo–efectivas, se hizo una proyección de ocho de ellas para conocer el volumen de CEI que cada una mitiga. Este análisis representó un reto metodológico inédito para un instrumento de política climática a nivel municipal. Además requirió el acopio de información dispersa tanto en fuentes oficiales como del sector privado o incluso, de información existente pero no sistematizada en una base de datos. En estos casos se formularon algunos supuestos con el propósito de dar la mayor consistencia metodológica a las proyecciones de mitigación y que éstas se plantearan con bases reales.

Sin embargo, el volumen de mitigación no es el único criterio que se debe utilizar para decidir por dónde iniciar un programa de control de emisiones. El costo de una acción puede ser una limitante, o incluso un impedimento, para que el municipio la instrumente. Bajo esta lógica se realizó un análisis costo-efectividad para cada una de las ocho acciones de mitigación seleccionadas. De esta manera se pudo identificar cuáles dan mayores resultados por peso invertido. Los objetivos de dicho análisis fueron: identificar el costo por unidad mitigada, contar con parámetros para comparar las ocho acciones y sentar una base clara de los costos y los resultados esperados de las medidas que implemente el municipio.

Las proyecciones de mitigación de las acciones no sólo se utilizaron como base para la toma de decisiones y el seguimiento del programa. También sirvieron como insumo en la construcción de una herramienta de comunicación, que permita al municipio dar a conocer sus estrategias y acciones, así como publicitar los resultados del programa ofreciendo datos concretos sobre los volúmenes de contaminantes mitigados.

En el caso de las acciones de adaptación, se hizo un ejercicio diferente al anterior en función de los beneficios que tiene o puede llegar a tener una determinada acción. De esta manera se logró priorizar las medidas a fin de que el municipio pueda saber exactamente con qué acciones de adaptación es más conveniente iniciar la instrumentación del programa .

De la misma manera en que la incorporación del carbono negro en un programa de acción climática municipal es un elemento innovador en los planes de acción climática municipal, las proyecciones de mitigación y el análisis costo–efectividad de las medidas que contienen no tiene precedentes en ningún otro Programa de Acción Climática Municipal en México. Así se constituye en una aportación importante para el desarrollo de políticas públicas sobre acción climática en el país y es resultado del esfuerzo conjunto entre el municipio de Naucalpan de Juárez y el Centro Mario Molina.

Finalmente, es importante mencionar que todas las estrategias y acciones fueron sistematizadas en un Anexo. En él se hace una breve descripción de cada propuesta, se establecen las distintas áreas responsables de su seguimiento, su relación con otros instrumentos de planeación, sus posibles fuentes de financiamiento, y se describen las actividades que es necesario desarrollar para instrumentar cada acción. Igualmente, se fijan las metas de mitigación o de adaptación y los indicadores para darles seguimiento. De esta manera, el municipio de Naucalpan tendrá un concentrado de las 11 Estrategias y 27 Acciones propuestas del PACMUNA, lo que facilitará su seguimiento y evaluación.

En la Figura 1 se describe gráficamente la secuencia de actividades que se siguió en el desarrollo del PACMUNA:



Es importante mencionar que el proceso descrito en la Figura 1 estuvo complementado en todas sus fases por actividades como: visitas al municipio para entrevistar a actores clave como funcionarios municipales de las Direcciones Generales de Medio Ambiente, de Protección Civil, de Servicios Públicos, de Desarrollo y Fomento Económico, empresarios e industriales. También se realizaron visitas a instalaciones industriales, comerciales y plantas de tratamiento de aguas residuales. Se cuenta con un registro de todas estas actividades.

Finalmente, es importante mencionar que con el desarrollo y aplicación del PACMUNA, el municipio de Naucalpan de Juárez contribuye a que México y el Estado de México cumplan con los compromisos adquiridos ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, con la Ley General de Cambio Climático y con la Ley de Cambio Climático del Estado de México que actualmente está en proceso de publicación.

## 2. JUSTIFICACIÓN

México, junto con otros países del mundo suscribió el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Dicho Protocolo establece en su artículo 2° que los países están comprometidos legalmente a:

*“...la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático.”*

Al firmar el Protocolo, el país asumió compromisos no vinculantes de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). En el año 2000, México ratificó el Protocolo como país No Anexo I. Por esta razón no está comprometido cuantitativamente a reducir sus emisiones. Sin embargo, realiza diversas actividades para cumplir los objetivos que tiene como país integrante de la CMNUCC. Entre ellas está la elaboración de programas estratégicos a nivel nacional y estatal encaminados a la mitigación y adaptación al cambio climático. Asimismo, debe cumplir con la elaboración de comunicaciones nacionales sobre el tema con sus respectivos inventarios de emisiones.

Posteriormente, en el 2012, el Congreso de la Unión de los Estados Unidos Mexicanos, promulgó la Ley General de Cambio Climático que instituye las disposiciones a nivel nacional para enfrentar los efectos adversos que derivan de este fenómeno. En dicha ley se establece que durante los próximos años las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de su competencia, deben promover el diseño y la elaboración de políticas y acciones de reducción y regulación de las emisiones de CEI. También deben generar e instrumentar medidas para disminuir la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia de la población y los ecosistemas ante los efectos provocados por el cambio climático. El Congreso del Estado de México, por su parte, aprobó en diciembre de 2013, la Ley de Cambio Climático del Estado de México y modificó el Artículo 18 de la Constitución Política del Estado para fomentar una cultura de mitigación y adaptación al cambio climático.

En el marco de los compromisos asumidos ante la CMNUCC, y en cumplimiento a la Ley de General de Cambio Climático y a la Ley de Cambio Climático del Estado de México, los gobiernos locales se ven en la necesidad de realizar esfuerzos en el ámbito local que promuevan impactos globales. El Programa de Acción Climática del Municipio de Naucalpan de Juárez busca precisamente dar cumplimiento tanto a la Ley General como a la Ley del Estado de México a través de una serie de estrategias y acciones de mitigación, adaptación, educación y comunicación. Este programa tiene como premisa constituirse en una herramienta transversal a toda la administración pública municipal que le permita tomar decisiones en materia de cambio climático dentro de su territorio y en el marco de sus atribuciones. De esta manera, Naucalpan se pone a la vanguardia en materia de protección ambiental.

La mayor parte de las emisiones CEI son de origen antropogénico. Teniendo esto en cuenta el PACMUNA propone implementar acciones colectivas e innovadoras, en el marco de una cultura de bajas emisiones CEI. De esta manera se espera que el programa se convierta en una herramienta clave para los tomadores de decisiones de los gobiernos municipales. Sin embargo, tales gobiernos deberán contar con los conocimientos necesarios sobre las actividades que originan GEI, así como sobre los efectos y las consecuencias del cambio climático dentro de su jurisdicción. A partir de ese conocimiento podrán adecuar el programa a sus condiciones particulares e involucrar a la ciudadanía a fin de abordar este problema de la mejor manera en función de su propia realidad.

### **3. OBJETIVO GENERAL**

Reducir las emisiones de compuestos de efecto invernadero que se generan en el municipio de Naucalpan de Juárez a través de un programa de acción que indique las líneas estratégicas de mitigación que deben seguirse. En este programa se deben presentar asimismo, las medidas de adaptación a los efectos de cambio climático, así como las acciones de comunicación y educación correspondientes para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la localidad.

### **4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico de las emisiones de CEI del municipio que incluya los aspectos económicos y sociales que inciden en ellas.
- Diagnosticar la vulnerabilidad de la población expuesta a los eventos naturales que resultan del cambio climático.
- Identificar áreas de oportunidad para lograr los objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático planteados.
- Indicar estrategias y acciones a seguir e integrarlas en un Programa de Acción Climática para el Municipio de Naucalpan de Juárez (2013-2015).
- Identificar a los actores relevantes involucrados en la aplicación de dichas acciones y obtener su retroalimentación sobre las propuestas que contiene el PACMUNA para mejorar su diseño.
- Priorizar las acciones propuestas mediante una relación costo-beneficio, de modo que se pueda determinar cuáles son las medidas con las que se recomienda iniciar la instrumentación del programa.
- Establecer indicadores que permitan dar seguimiento al cumplimiento de las metas del PACMUNNA.

### **5. MARCO TEÓRICO –EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

Los hallazgos científicos y predicciones meteorológicas más recientes, hacen pensar que el cambio climático es un fenómeno irreversible. El último reporte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) publicado el 27 de septiembre de 2013 aporta evidencia irrefutable de que este fenómeno es resultado de la actividad humana. Si bien pocos ponen en duda estos hechos, aún persisten algunas especulaciones en lo que se refiere a la magnitud y distribución de los impactos que este fenómeno puede tener en los ecosistemas y la vida humana. La ciencia del cambio climático ha permitido identificar un incremento tanto en la intensidad como en la frecuencia de los eventos hidrometeorológicos extremos (huracanes, inundaciones, sequías, ondas de calor, heladas, etc.). Lo anterior también aplica en cuanto a anomalías climáticas, entendidas como una desviación en el comportamiento promedio de las variables meteorológicas observadas.

Muchas de las alteraciones en el clima que se han observado desde la década de 1950 no tienen precedentes desde hace siglos o incluso milenios. Los inventarios muestran que la temperatura de la atmósfera y del océano ha aumentado, la cantidad de hielo y nieve de los casquetes polares y

glaciares ha disminuido, el nivel del mar se ha elevado y la concentración de GEI se ha incrementado como nunca antes desde que existen registros.

Es importante considerar también que aun suponiendo que las emisiones de GEI se acabaran de manera inmediata, los efectos de los gases que ya se han emitido persistirán por siglos. Los impactos de las emisiones que ahora están presentes en la atmósfera son impredecibles en el largo plazo y estarían desigualmente distribuidos. A continuación se ejemplifican algunos impactos del cambio climático que hasta ahora se han cuantificado:<sup>1</sup>

- Una temperatura global 0.78 °C más elevada cuando se comparan los periodos 1850-1900 y 2003-2012.
- Un incremento de 11°C en la temperatura del mar (en los primeros 75 metros de profundidad) cada década en el periodo 1971 – 2010.
- Desde la década de 1950, las regiones de alta salinidad en las que predomina la evaporación se han vuelto más salinas, mientras aquellas de baja salinidad donde predomina la precipitación, se han vuelto aún menos salinas.
- Un aumento a nivel mundial en la velocidad promedio de pérdida de glaciares. Se calcula que en el periodo 1993-2000, la velocidad de pérdida fue de 275,000 millones de toneladas anuales.
- Un incremento en la velocidad media de aumento del nivel del mar que se atribuye a la pérdida de glaciares y la expansión térmica del océano. Se calcula que en el periodo de 1901 a 2010 la velocidad era de 1.7 mm por año. Entre 1971-2010 ésta había aumentado a 2.0 mm, mientras que entre 1993 y 2010, ya alcanzaba los 3.2 mm.
- Un incremento del 40% en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera comparado con la concentración que había de este gas en la época preindustrial. Este aumento se atribuye primeramente a las emisiones de los combustibles fósiles y en segundo término a las emisiones que resultan del cambio de uso del suelo. En 2011 la concentración de CH<sub>4</sub> en la atmósfera excedió la concentración preindustrial en 150%, mientras la del N<sub>2</sub>O la excedió en 20%.
- De acuerdo con todos los modelos desarrollados, se espera que en el año 2100 las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> sean mayores que las actuales. Se cree que esto será consecuencia del incremento acumulativo de las emisiones durante el siglo XXI.
- Se espera (con confianza media) que la temperatura media global de la superficie cambiará entre 0.3 °C a 0.7 °C en el periodo 2016-2035 con respecto al periodo 1986-2005. Por esta razón se piensa que habrá más periodos de temperatura extrema alta y menores periodos con temperaturas bajas. También se considera muy probable que las olas de calor ocurran con mayor frecuencia y duración.
- Es muy probable que los eventos de precipitación extrema sobre la mayor parte de la superficie en latitudes medias y en las regiones húmedas tropicales se tornen más intensos y más frecuentes hacia el final de este siglo.
- Se piensa que hay una alta probabilidad de que el calentamiento global estimado entre 1 y 4 °C (con respecto a la era preindustrial) conllevaría la pérdida casi completa de la capa de hielo en

---

<sup>1</sup> Retomados de Centro Mario Molina (2013) Programa de Acción Climática de la Ciudad de México. Borrador. Diciembre de 2013.

Groenlandia en un milenio o más. Esto provocaría a su vez, un aumento de 7 metros en el nivel del mar.

Estas evidencias imponen a los gobiernos nacionales la adopción de medidas de mitigación y adaptación en todos los ámbitos: económico, social, institucional, tecnológico, cultural, etc. Estas disposiciones deben ser adoptadas no sólo por los estados, sino también por los gobiernos de las ciudades y municipales. El Programa de Acción Climática del Municipio de Naucalpan es un instrumento diseñado para responder al contexto específico de esa entidad y que analiza las causas que dan origen a los efectos señalados arriba, a la vez que ofrece alternativas para minimizar dichos efectos a través de acciones específicas.

## 5.1 Sistemas vulnerables ante el cambio climático

El cambio climático considera que entre los sistemas más sensibles al clima están la producción de alimentos, la infraestructura, la salud, las fuentes de abastecimiento de agua, los sistemas costeros, los ecosistemas, los ciclos biogeoquímicos globales, las zonas polares, y los flujos de circulación oceánica y atmosférica (Schneider et al, 2007). Si bien no todos estos sistemas tienen una incidencia directa sobre el municipio de Naucalpan, vale la pena mencionar algunas de las afectaciones potenciales que el IPCC identifica a nivel global y que se enlistan en la Tabla 5.1.

**Tabla 5.1 Algunos efectos previsibles del cambio climático**

VULNERABILIDADES CLAVE ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO, DE ACUERDO AL IPCC
<p>El incremento en la temperatura media de la tierra producirá impactos tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Menor disponibilidad de agua y sequía más severa en zonas de latitud media</li><li>• Desaparición de especies endémicas por cambios en el uso del suelo y en el clima</li><li>• Decremento en la productividad de algunos alimentos (principalmente de cereales)</li><li>• Incremento en la magnitud de las inundaciones, las sequías y la erosión</li><li>• Incremento del nivel del mar, que entre otras cosas contribuirá a la salinización de algunas fuentes subterráneas de agua, reducirá la disponibilidad de agua potable en las zonas costeras y pondrá en riesgo la producción de alimentos, además de incrementar la presión de desplazamiento de la población y del precio de los alimentos</li><li>• Propagación de enfermedades típicamente tropicales o costeras</li><li>• Pérdida de biodiversidad</li><li>• Pérdida de hielo en las capas polares</li><li>• Incremento de inundaciones repentinas provocadas por el aumento en la intensidad de las precipitaciones</li><li>• Mayor incidencia de olas de calor</li><li>• Incremento en la frecuencia de incendios, especialmente en las zonas en donde se agudicen las sequías</li></ul>

Fuente: Extracto de los ejemplos listados(Schneider et al, 2007).

En México, se prevé que el aumento en la temperatura general será de entre 2 y 4°C<sup>2</sup>. Según proyecciones más recientes se piensa que pueda aumentar hasta en 6°C alrededor de 2050<sup>3</sup>. También se pronostica que la precipitación invernal se reduzca hasta en un 15% en la región central

del país y menos de 5% en la zona del Golfo; que ocurran menos frentes fríos (nortes), que los ciclones tropicales aumenten en intensidad y que el ciclo hidrológico se vuelva más intenso. Esto último implica que se puede esperar un aumento en el número de tormentas severas, así como la prolongación e intensificación de los periodos de sequía. Tales cambios no se distribuyen uniformemente en el país; se pronostica que habrá más calor en el norte y que la precipitación disminuya más en el centro (Instituto Nacional de Ecología, 2006).

Estos cambios pueden afectar distintos sistemas sensibles al clima que, en función de su vulnerabilidad, deberán hacer frente a los mismos o se verán severamente perturbados. En la Tabla 6.2 se incluyen algunos de los efectos previsibles que pueden llegar a tener un impacto directo sobre el municipio de Naucalpan.

Aún cuando los efectos del cambio climático no se distribuyan de manera homogénea en el territorio, prácticamente no habrá una zona del país en donde no se resientan los impactos de este fenómeno. Entre los riesgos que tiene asociados se pueden citar los siguientes: se calcula que las sequías agrícolas afectarán a 54 millones de mexicanos, las inundaciones a 61 millones y las ondas de calor a 43 millones. Se espera, también que 15 millones de mexicanos sean afectados por la transmisión de enfermedades (México, Gobierno de la República, 2013).

Como se verá más adelante, Naucalpan no está exento de los efectos del cambio climático. Sin embargo, tiene algunas fortalezas y vulnerabilidades para hacerle frente. La diversidad de su territorio, la coexistencia de zonas urbanas e industriales con una intensa actividad de transformación y uso de combustibles fósiles, y la presencia de zonas forestales primarias con reservas de carbono invaluable, lo hacen un municipio cuyos efectos asociados al cambio climático pueden ser muy diversos. Sin embargo, son igualmente diversas las formas en que puede contribuir a mitigar los CEI.

---

<sup>2</sup> Escenarios de cambio climático para México incluidos en la Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas, que resumen los resultados generados con Modelos de Circulación General bajo escenarios de emisiones media-alta y media-baja, realizados por el Instituto Nacional de Ecología y el Centro de Ciencias de la Atmósfera para la Tercera Comunicación.

<sup>3</sup> Proyecciones que resumen los análisis de la Red Mexicana de Modelación del Clima, consignadas en la Estrategia Nacional de Cambio Climático 2013.

**Tabla 5.2. Algunos impactos previsibles del cambio climático en México**

SECTORES O ÁREAS	IMPACTOS
Condiciones climáticas y recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación de los regímenes de precipitación</li> <li>• Mayor frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos</li> <li>• Incremento de escurrimientos superficiales y deslizamientos en algunas regiones</li> <li>• Mayor asolvamiento en presas y e infraestructura hidráulica</li> <li>• Reducción drástica en la disponibilidad de agua en algunas regiones (incluyendo el D.F. y el Estado de México)</li> <li>• Modificación de regiones ecológicas, migración de ecosistemas a mayores latitudes y altitudes</li> </ul>
Ecosistemas, biodiversidad y sus servicios ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extinción probable de bosques de coníferas y praderas de alta montaña.</li> <li>• Reducción de zonas de distribución de otros bosques de coníferas y encinos</li> <li>• Mayor incidencia de incendios forestales</li> <li>• Disminución en la abundancia de poblaciones de flora y fauna silvestres</li> <li>• Disminución de las capacidades de renovación de servicios ambientales de los ecosistemas</li> </ul>
Degradación de tierras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento en la erosión hídrica y en la incidencia de deslaves en zonas montañosas</li> <li>• Disminución neta de la superficie apta para el cultivo de temporal del maíz y posible erosión de la agro-biodiversidad del maíz</li> </ul>
Agricultura y ganadería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de los rendimientos del cultivo de maíz</li> <li>• Riesgo incremental de siniestros por eventos hidrometeorológicos extremos</li> <li>• Expansión de plagas</li> <li>• Riesgos incrementales de daños a infraestructuras urbanas, a las personas y a sus bienes</li> <li>• Magnificación de las islas de calor</li> </ul>
Asentamientos humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgos incrementales de inundaciones y de sobrecarga en redes de alcantarillado</li> <li>• Riesgos incrementales de deslaves y deslizamientos de tierra en zonas con pendientes</li> <li>• Mayor contaminación atmosférica en cuencas urbanas</li> <li>• Costos incrementales de las pólizas de aseguradoras</li> <li>• Mayores requerimientos de energía para el control de temperaturas</li> <li>• Ampliación de la demanda de energía en horas pico debida al incremento en el uso de sistemas de climatización</li> </ul>
Energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento en los costos de producción petrolera y de generación de energía eléctrica por la valorización económica de las emisiones de GEI a la atmósfera</li> <li>• Riesgos incrementales de afectación a infraestructuras por eventos hidrometeorológicos extremos</li> </ul>
Transporte y comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daños a infraestructura por inundaciones asociados a eventos meteorológicos extremos</li> <li>• Perturbación del transporte por eventos meteorológicos extremos</li> <li>• Costos incrementales para el buen desempeño ambiental en instalaciones industriales</li> </ul>
Industria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos incrementales de las pólizas de aseguradoras</li> <li>• Escasez e incertidumbre en el suministro de agua, en particular por la dependencia del Sistema Cutzamala.</li> <li>• Mayores requerimientos energéticos para el control de la temperatura</li> <li>• Incremento y redistribución de enfermedades transmitidas por vectores como los mosquitos</li> </ul>
Salud pública	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor incidencia de enfermedades infecciosas relacionadas con la calidad del agua</li> <li>• Incremento de la morbilidad y la mortalidad por ondas de calor y deshidratación.</li> </ul>

Fuente: Extracto de la Estrategia Nacional de Cambio Climático 2007.

## 6. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DEL MUNICIPIO DE NAUCALPAN

### 6.1. Diagnóstico socio-económico

La observación de ciertas características socio-económicas de la población naucalpense, sirve a varios propósitos. El primero, es relacionar la situación y tendencias demográficas y económicas con la emisión de gases de efecto invernadero actuales y futuras. Un segundo objetivo es identificar las vulnerabilidades de la población, pues la exposición a peligros naturales no afecta de igual manera a poblaciones que tienen diferentes condiciones de vulnerabilidad. Es en función de dichas condiciones que las comunidades deben adaptarse y reaccionar ante los cambios en los patrones climáticos y los eventos climatológicos extremos. Finalmente, las características socio-económicas de la población perfilan con bastante claridad algunas áreas de oportunidad para la acción climática. En ellas se basan las propuestas de adaptación, educación y comunicación que propone el PACMUNA.

Es importante señalar que las características que se describen a continuación son aquellas que se consideran relevantes para el conocimiento de la problemática y la toma de decisiones en materia climática. Sin embargo, pudiera haber otros rasgos de la población que permitirían conocerla más profundamente.

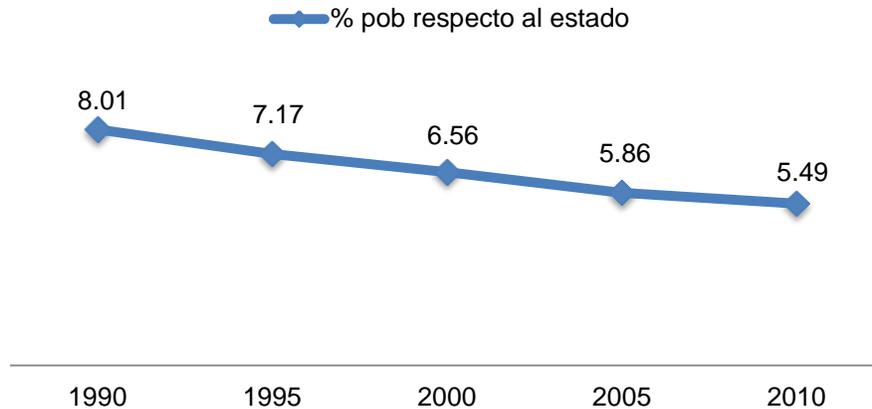
#### 6.1.1. Población

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 en el municipio de Naucalpan de Juárez habita un total de 833,779 personas. El 95% de ellas (792 211 personas) vive en la cabecera y principal localidad del municipio. El 5% restante se distribuye en 273 localidades con menos de 10,000 habitantes (41,568 personas). Se trata entonces, de un municipio cuya población es mayoritariamente urbana, con patrones de consumo y emisiones de GEI propios de este tipo de entorno.

Naucalpan es el tercer municipio más poblado del Estado de México, después de Ecatepec y Nezahualcóyotl. Aún cuando en algún momento llegó a albergar al 8.01% de la población del estado, en 2010 la población de Naucalpan representaba el 5.01% de la población mexiquense. Esto es consecuencia tanto de una disminución de la población total del municipio, como del incremento en la tasa de crecimiento de otros municipios del Estado de México.

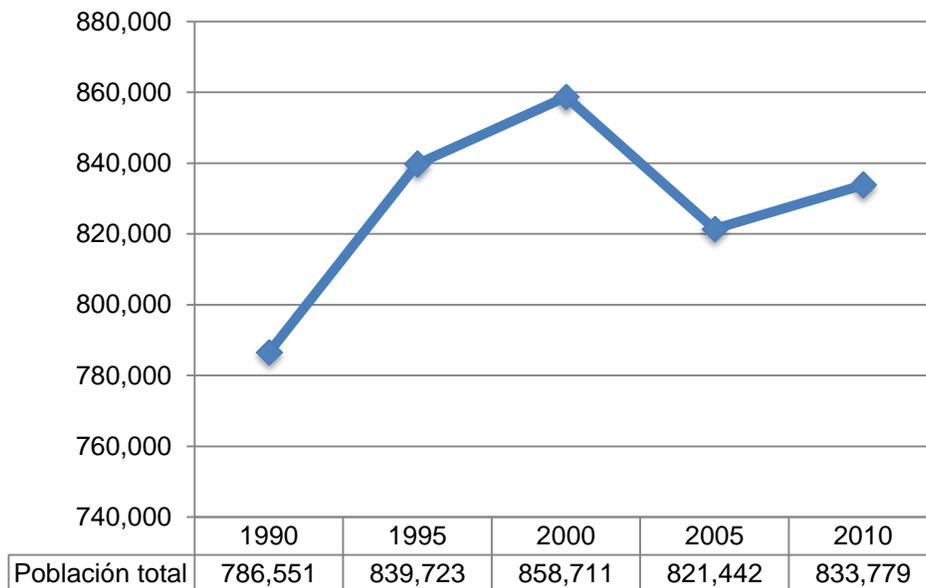
Los registros de los Censos y Conteos de Población indican que en la última década, la población de Naucalpan ha disminuido en términos absolutos. Así, el máximo de población residente en el municipio se alcanzó en el año 2000, cuando se registraron 858,711 habitantes.

Figura 6.1 Porcentaje de población respecto al Estado de México



Fuente: Elaboración propia con datos de los XI, XII y XIII Censos de Población y Vivienda y de los I y II Conteos de Población y Vivienda.

Figura 6.2 Población total del municipio, 1990-2010



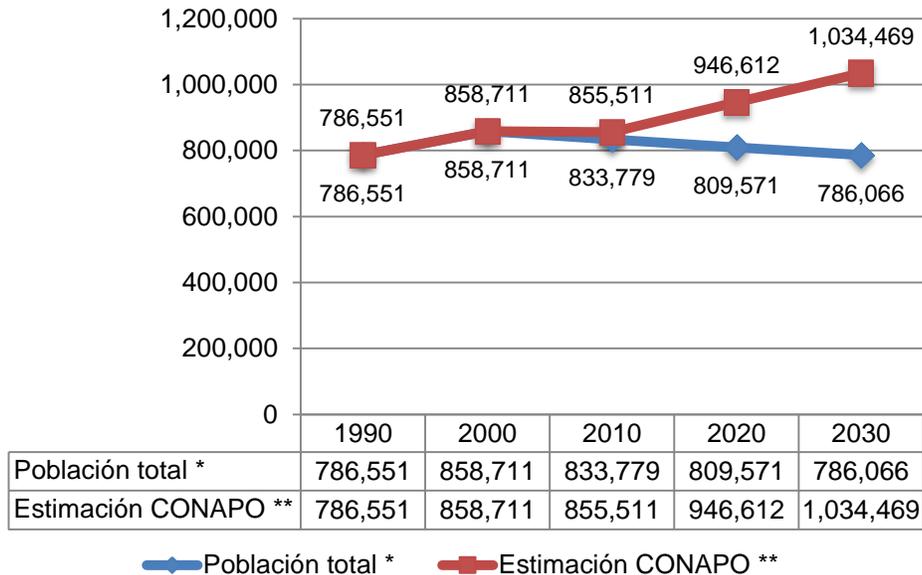
Fuente: Datos de los XI, XII y XIII Censos de Población y Vivienda y de los I y II Conteos de Población y Vivienda.

Para los fines del PACMUNA es relevante calcular la población futura del municipio, pues está directamente relacionada con las emisiones de GEI que previsiblemente se generarán en el área. El caso de Naucalpan es particular pues contrariamente a lo que ocurrió durante su época de mayor crecimiento demográfico (entre 1960 y 1990), los últimos dos censos muestran una reducción ya no sólo en la tasa de crecimiento, sino en la población total del municipio.

De acuerdo con las proyecciones de la población de México del Consejo Nacional de Población para el periodo 2010-2050, en Naucalpan la población total continuará incrementándose a un ritmo regular. Sin embargo, la tasa de crecimiento de la década 2000-2010 es negativa y llevaría eventualmente a

un decremento de la población. La siguiente gráfica muestra el diferencial entre la proyección de CONAPO y la que resulta de considerar una tasa de crecimiento similar a la del periodo 2000-2010, que es de  $-0.02903$ .

Figura 6.3 Proyecciones de población



\*Datos censales: 1990, 2000 y 2010; 2020 y 2030 estimados con una tasa de crecimiento constante de  $-0.02903$  (tasa 2000-2010)

\*\*Datos censales: 1990 y 2000. De 2010 a 2030, estimaciones de CONAPO

Fuente: Elaboración propia con datos de los XI, XII y XIII Censos de Población y Vivienda. Las proyecciones de población de CONAPO son consultables en página: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>

Los resultados de ambas estimaciones son un reflejo de que en México las tasas de fecundidad y de crecimiento poblacional están en descenso. Naucalpan parece ser uno de los municipios en donde este efecto es más marcado, pues ya desde el censo 2010 se registraba una población total menor a la del censo anterior.<sup>4</sup> Aún en caso de que la estimación de CONAPO sea el escenario de mayor crecimiento poblacional y que el realizado con una tasa decreciente y por tanto de menor crecimiento, una estimación intermedia, se esperaría que la población total del municipio se estabilizara en los años venideros. Con base en lo anterior, para realizar la estimación de emisiones del PACMUNA, se considera que la población futura será la misma del año 2010.

Es de esperar entonces, que si no se suscitan cambios relevantes en el corto y mediano plazo, la población decrezca o permanezca sin cambio. Esto tiene implicaciones para el futuro demográfico y económico del municipio.

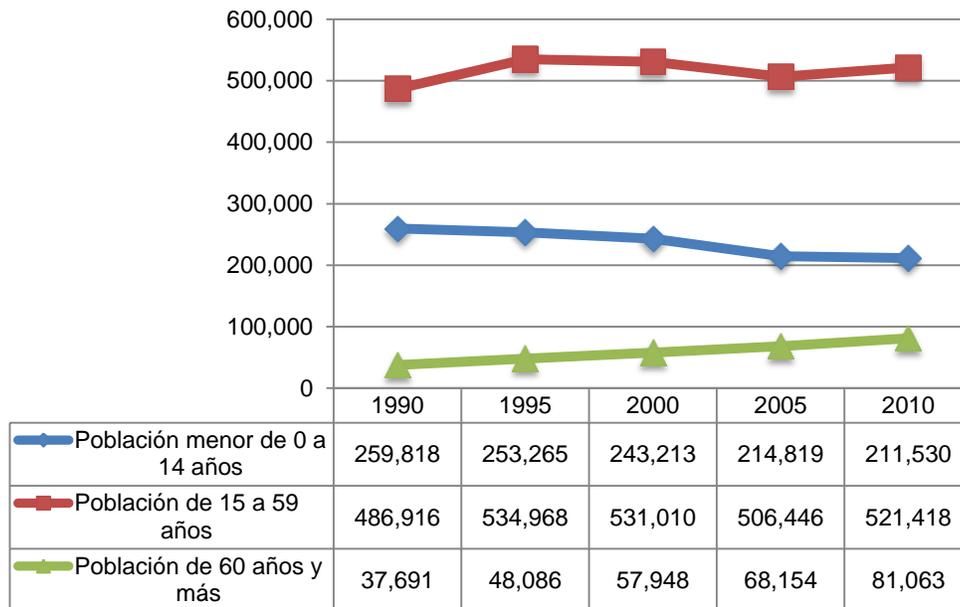
Respecto a su futuro demográfico, Naucalpan enfrenta un reto similar al de otras poblaciones del país que ya han alcanzado la transición demográfica; es decir, la población del municipio “envejece”. Esto conlleva consecuencias como una mayor presión en servicios de salud, mayores necesidades de accesibilidad, mayor presión a la capacidad de respuesta ante eventos catastróficos, y cambios en las necesidades de equipamiento, entre otras.

<sup>4</sup> El Estado de México, en su conjunto, aunque muestra un incremento de la población total en el periodo (ha pasado de 9,815,795 hab en 1990 a 15,175,862 en 2010), también tiene tasas de crecimiento poblacional decrecientes: en 1990 era de 2.95; en 2000 de 1.19; y en 2010 de 1.40.

En cuanto a la actividad económica, es previsible que en el corto plazo se tenga la mayor proporción de población activa. Sin embargo, el envejecimiento poblacional puede traer consigo una menor generación de riqueza, mayores niveles de dependencia económica, e incluso, ejercer presión sobre los sistemas de pensiones.

La figura 6.4 muestra con claridad cómo el grupo de edad con mayor tendencia al crecimiento es el de la población de 60 años y más, mientras que la proporción de niños (menores de 15 años) disminuye. Por su parte, el sector de la población en edad activa tiende por ahora, a permanecer estable.

Figura 6.4 Población por grupos de edad



Fuente: Elaboración propia con datos de los XI, XII y XIII Censos de Población y Vivienda y de los I y II Conteos de Población y Vivienda.

De la información arriba presentada se desprende que la población en situación de dependencia (niños menores de 15 años y adultos mayores de 60), se ha mantenido estable debido al incremento de adultos mayores y el decremento de niños. Así, mientras que en 1990 estos dos grupos representaban el 37.93% de la población, en los siguientes reportes censales se mantuvo en un rango cercano al 36%.

Como ocurre en otras temáticas, estas tendencias no son similares en todo el municipio. Naucalpan es un área de contrastes y los retos que enfrenta el territorio no están uniformemente distribuidos. En el caso del crecimiento poblacional, hay zonas en las que la población decreció a lo largo de la década 2000-2010. En otras regiones se observa un comportamiento contrario ya que su población aumentó en el mismo periodo.

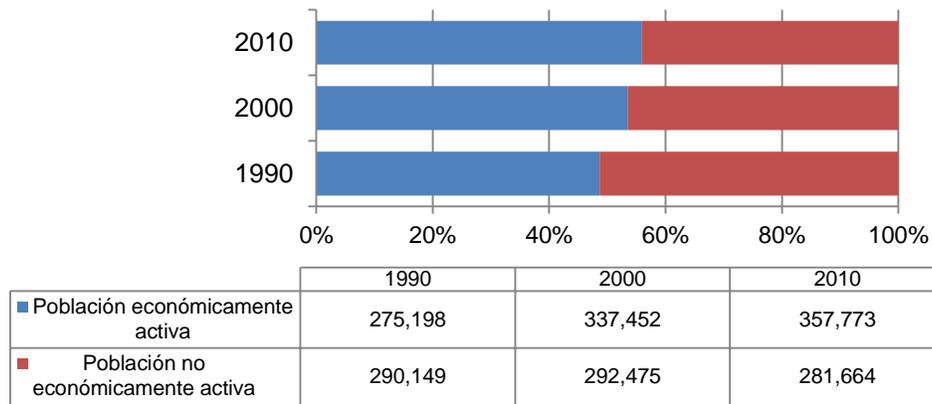
En el área urbana las AGEB<sup>5</sup> que han ganado población se encuentran principalmente al poniente, en zonas de reciente creación y donde la presión a la urbanización es mayor. En cambio, las AGEB más cercanas a los límites con el Distrito Federal, que son las de mayor antigüedad, han perdido

<sup>5</sup> AGEB: Área Geoestadística Básica. La definición establecida por el INEGI señala que una AGEB urbana es aquella que se encuentra en localidades de 2,500 habitantes o más, o en una cabecera municipal, agrupa de 25 a 50 manzanas perfectamente delimitadas por calles, avenidas o andadores, y cuyo uso de suelo es habitacional, industrial, de servicios o comercial.

población. Las consecuencias de este tipo de desarrollo pueden ser importantes en ambas áreas: Por una parte, la pérdida de población lleva a una subutilización de equipamientos (escuelas, por ejemplo) e infraestructura instalada, mientras que en las zonas de crecimiento poblacional se incrementa la demanda por servicios públicos. El patrón de aumento poblacional es coherente con la distribución de la población en el área urbana, y en algunos casos, denota incluso un riesgo de sobrepoblación en zonas ya densamente pobladas y con las mayores tasas de crecimiento (véase Mapa 9.1).

En las últimas dos décadas la población económicamente activa (PEA) de Naucalpan se ha incrementado en términos absolutos y relativos. En 1990 representaba el 35% de la población, en 2000 el 39% y para el año 2010 alcanzó el 43%.

Figura 6.5 Población por condición de actividad económica



Fuente: Elaboración propia con datos de los XI, XII y XIII Censos de Población y Vivienda.

Las mujeres han incrementado su participación en la actividad económica, pues pasaron de representar el 29% de la PEA en 1992, al 37% en 2010. Estas cifras son superiores a las del Estado de México y del país en su conjunto ya que en 2010 las mujeres representaban el 34.53% de la PEA y del promedio nacional, que es de 33.32%

En cuanto a la representación de las mujeres en la población no económicamente activa (PnEA), se observa que ésta se ha mantenido constante en un nivel de 72% durante el periodo mencionado. Así, aunque cada vez hay más mujeres que participan en la actividad económica, también están sobrerrepresentadas en la población que no trabaja o que busca trabajo. Esto es especialmente evidente en el grupo de personas que declaran dedicarse a labores del hogar.

Sin embargo, la desocupación de las mujeres es similar a la de los hombres, ya que en ambos casos, los porcentajes en ambos casos han evolucionado de manera similar:

Tabla 6.1 Proporción de la PEA desocupada

	1990	2000	2010
Porcentaje total de PEA desocupada	2%	2%	5%
hombres desocupados	3%	2%	5%
mujeres desocupadas	2%	1%	3%

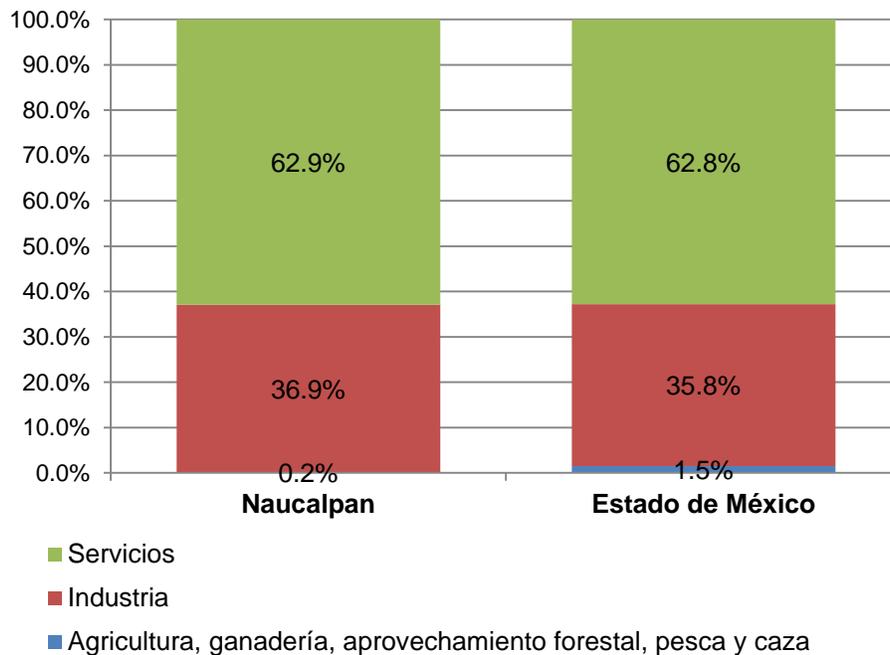
Fuente: Elaboración propia con datos de los XI, XII y XIII Censos de Población y Vivienda.

Las cifras de desocupación en el municipio son inferiores a las del Estado de México, que en 2010 fue de 7% (435,607 personas) y similares a la nacional, que fue de 5% ese año (2,458,701 personas en el país y 16,156 en el municipio).

### 6.1.2 Actividad Económica

Naucalpan es un municipio en donde la actividad secundaria y terciaria son preponderantes. La composición de los diferentes sectores productivos es similar a la del Estado de México, excepto que a nivel estatal la actividad primaria es ligeramente más importante que en el municipio.

Figura 6.6 Composición del PIB por gran sector (2011)

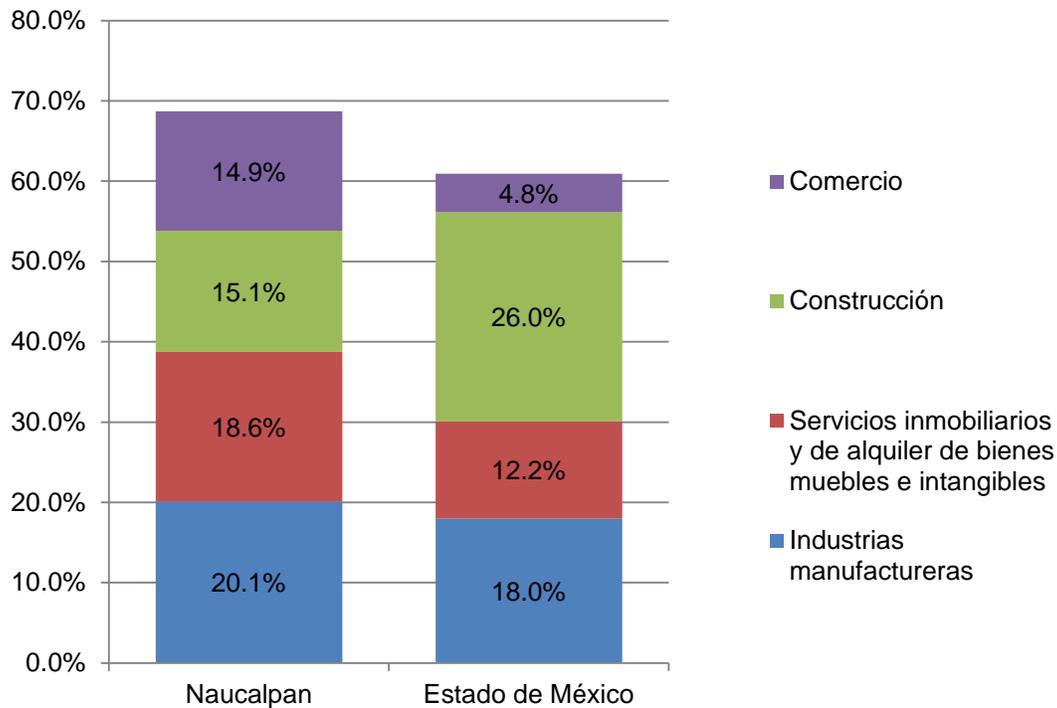


Fuente: Gobierno del Estado de México (2012). Producto Interno Bruto Municipal 2012, Gobierno del Estado de México.

La actividad de mayor importancia económica en el municipio es la industria manufacturera, misma que aportó 20% del PIB municipal en 2011. En segundo lugar se ubican los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles. Éstos aportan el 18.6% del PIB municipal. La industria de la construcción, por su parte, contribuye con 15.1% del PIB municipal. Finalmente, el comercio aporta 14.9% del PIB. En su conjunto, estas cuatro actividades contribuyen con el 68.7% del PIB total de Naucalpan.

Como se puede observar en la Figura 6.7, la industria manufacturera del municipio tiene una importancia similar a la de nivel estatal. No ocurre así con otras actividades. La construcción, por ejemplo, es una actividad de menor importancia relativa en el municipio que en el Estado de México, mientras que el comercio y los servicios inmobiliarios y de alquiler tienen mayor importancia en Naucalpan que a nivel estatal.

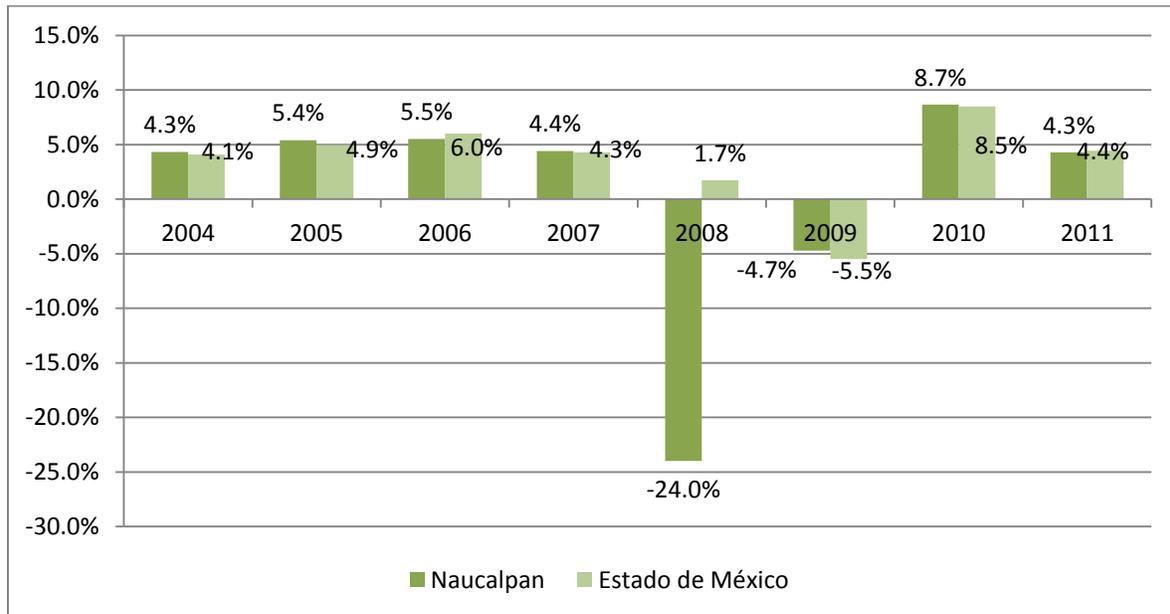
Figura 6.7 Participación en el PIB de los principales sectores (2011)



Fuente: Gobierno del Estado de México (2012). Producto Interno Bruto Municipal 2012, Gobierno del Estado de México.

En el periodo 2004-2011 el PIB de Naucalpan tuvo una tasa de crecimiento promedio de 0.5%, en tanto que en el resto del Estado de México este indicador ascendió a 3.6%. Cabe señalar que en 2008 el PIB de Naucalpan sufrió una contracción muy significativa que alcanzó el 24%. En contraste, a nivel estatal la tasa de crecimiento fue de 1.7%. Si no se considera el dato de ese año en particular, la tasa de crecimiento promedio de Naucalpan es de 4% y de 3.8% en todo el Estado de México. En la Figura 6.8 se presenta la evolución del PIB para el periodo señalado.

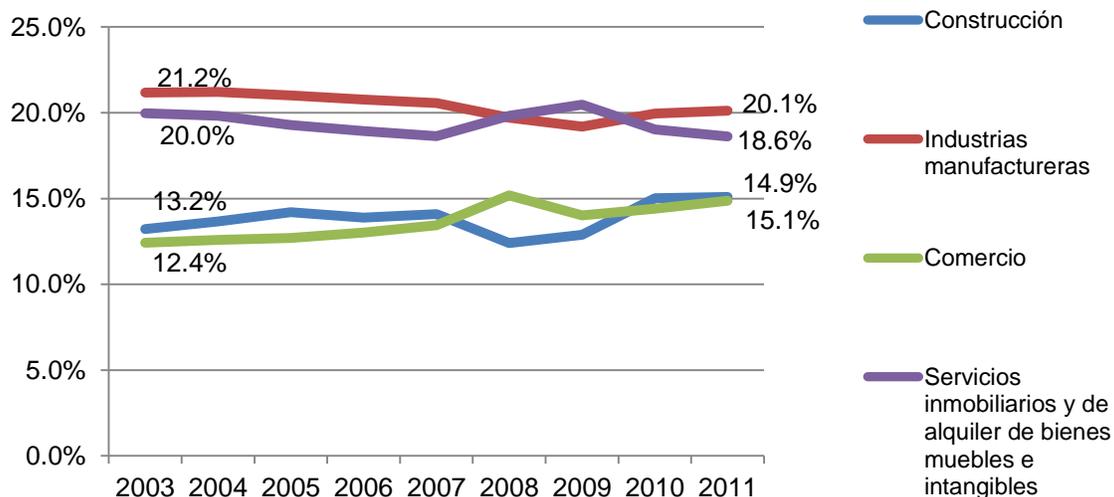
Figura 6.8 Tasa de crecimiento del PIB (2004-2011)



Fuente: Gobierno del Estado de México (2012). Producto Interno Bruto Municipal 2012, Gobierno del Estado de México.

La contribución de los principales sectores de actividad económica en Naucalpan se mantuvo prácticamente sin cambio en el periodo 2004-2011. Se observa una ligera disminución en la aportación de la industria manufacturera y la de servicios inmobiliarios, así como un ligero incremento en el comercio y la construcción. No obstante, prácticamente se mantiene la misma composición del PIB de estos sectores.

Figura 6.9 Participación en el PIB de principales sectores económicos (2004-2011)



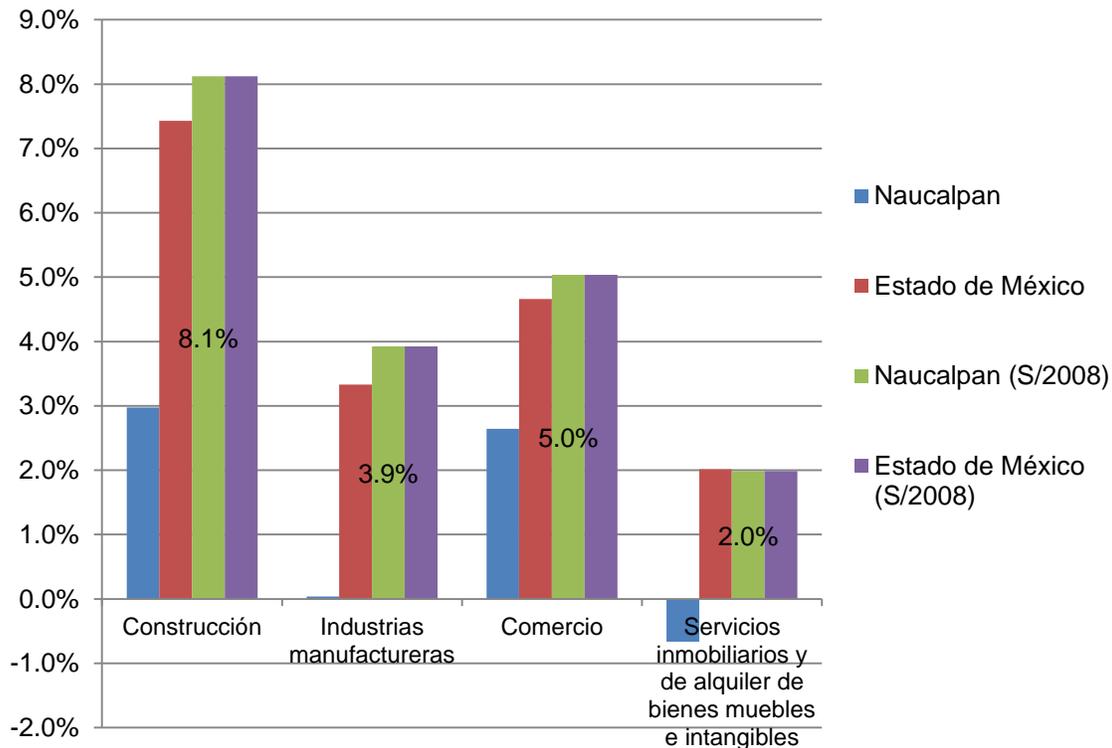
Fuente: Gobierno del Estado de México (2012). Producto Interno Bruto Municipal 2012, Gobierno del Estado de México.

Finalmente, cuando se consideran las tasas de crecimiento por sector de actividad económica, los principales sectores han tenido las siguientes tasas promedio de crecimiento: 0% en la industria manufacturera, 3% en la construcción, 2.6% en el comercio y de -0.7% en los servicios inmobiliarios.

A

nivel estatal se observa un mayor crecimiento promedio de estos sectores. Sin embargo, si no se considera el 2008 por ser un año atípico, se observa que la tasa de crecimiento promedio de estos sectores es prácticamente idéntica entre Naucalpan y el Estado de (ver figura 6.10).

Figura 6.10 Tasa de crecimiento promedio de los principales sectores económicos (2004-2011)



Fuente: Gobierno del Estado de México (2012). Producto Interno Bruto Municipal 2012, Gobierno del Estado de México.

Con base en la información económica presentada hasta el momento se podría pensar que las emisiones contaminantes de la actividad industrial en Naucalpan permanecieron prácticamente constantes en el periodo analizado, sino es que habrían registrado una ligera disminución. La actividad del municipio parece estar transitando hacia una terciarización de la economía, pues el comercio y la construcción se están incrementando al tiempo que la importancia de la industria manufacturera ha disminuido ligeramente.

### 6.1.3. Pobreza y marginación urbana

La identificación de la población más desfavorecida en un municipio es relevante para un estudio como este pues se trata de la población que tendrá menos resiliencia. Esto implica que cuenta con menores elementos para reaccionar, adaptarse y protegerse cuando ocurre un evento catastrófico. El análisis de las distintas variables socio-económicas de una localidad permite detectar los grupos de población que la conforman y las características que les hacen más vulnerables frente al cambio climático. Sin duda alguna, la condición de pobreza se encuentra en la primera línea de las variables a considerar.

En México se utilizan varias metodologías para la caracterización de la pobreza. Entre las más

comunmente empleadas están los indicadores de pobreza del CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social) y el Índice de Marginación de CONAPO (Consejo Nacional de Población). La observación de los datos que ambas fuentes registran para Naucalpan permite distinguir la relevancia y las características del fenómeno de pobreza en la demarcación.

Los indicadores de pobreza de CONEVAL<sup>6</sup> 2010 para Naucalpan, señalan que el 27.7% de la población vive en pobreza moderada y el 4.3% en situación de pobreza extrema. Pero de acuerdo a la metodología y definición de pobreza del CONEVAL,<sup>7</sup> ésta no sería la única población en riesgo, pues también existen grupos que son vulnerables por tener carencias sociales, o por tener bajos ingresos. En esta definición extendida de la pobreza, se encuentra otro 45% de la población. Tan sólo el 22.9% sería no pobre y no vulnerable.

La Tabla 6.2 es un extracto de los indicadores municipales, en donde se destaca la cantidad de población que tiene alguna carencia social, lo cual ya le califica como población en situación de vulnerabilidad.

En términos generales el municipio tiene mejores indicadores que los del total de la población nacional o incluso del Estado de México (a excepción del acceso a servicios de salud y a la alimentación). Los indicadores de carencias sociales en Naucalpan apuntan a que la carencia más común es la falta de acceso a la seguridad social, seguido del acceso a los servicios de salud. La eliminación de estas carencias permitiría que la población no pobre del municipio (78%) fuera menos vulnerable por carencias sociales y por lo tanto, más resiliente ante los desafíos del cambio climático.

---

6 En consulta libre en el sitio: <http://www.coneval.gob.mx>

7 La metodología de CONEVAL es multidimensional. Utiliza 8 dimensiones entre las que se incluye el ingreso, pero éste no es el único indicador de pobreza. Las otras 7 dimensiones son: rezago educativo, acceso a la salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a servicios básicos en la vivienda, acceso a la alimentación, cohesión social. El número de carencias en estos rubros se considera una falta de acceso a derechos sociales y un factor de empobrecimiento de la población.

Este enfoque multidimensional que trasciende las consideraciones de ingreso permite establecer el criterio siguiente: una persona se encontrará en situación de pobreza cuando tenga al menos una carencia social y un ingreso menor al costo de las necesidades básicas, mientras que una persona se encontrará en situación de pobreza extrema cuando presente tres o más carencias sociales y su ingreso sea menor al valor de la canasta alimentaria.

**Tabla 6.2 Población y número promedio de carencias sociales en los indicadores de pobreza, 2010**

INDICADORES	PORCENTAJE	NÚMERO DE PERSONAS	NÚMERO PROMEDIO DE CARENCIAS
<b>POBREZA</b>			
Población en situación de pobreza	32.0	264,041	2.5
Población en situación de pobreza moderada	27.7	228,790	2.4
Población en situación de pobreza extrema	4.3	35,251	3.7
Población vulnerable por carencias sociales	40.1	330,987	1.9
Población vulnerable por ingresos	4.9	40,685	0.0
Población no pobre y no vulnerable	22.9	189,068	0.0
<b>PRIVACIÓN SOCIAL</b>			
Población con al menos una carencia social	72.1	595,028	2.2
Población con al menos tres carencias sociales	24.4	201,135	3.6
<b>INDICADORES DE CARENCIA SOCIAL</b>			
Rezago educativo	18.2	149,887	2.6
Acceso a los servicios de salud	37.5	309,379	2.8
Acceso a la seguridad social	51.1	421,510	2.5
Calidad y espacios de la vivienda	12.3	101,573	3.3
Acceso a los servicios básicos en la vivienda	10.6	87,615	3.1
Acceso a la alimentación	29.2	240,702	3.0
<b>BIENESTAR ECONÓMICO</b>			
Población con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	7.3	60,156	2.8
Población con ingreso inferior a la línea de bienestar	36.9	304,726	2.2

Fuente: CONEVAL, Medición de pobreza 2010 por municipio. Última consulta en julio de 2013.

**Tabla 6.3 Indicadores de carencia social**

	NAUCALPAN	EDO. DE MÉXICO	NACIONAL
Rezago educativo	18.2	18.5	20.6
Acceso a los servicios de salud	37.5	35.5	31.8
Acceso a la seguridad social	51.1	58.9	60.7
Calidad y espacios de la vivienda	12.3	12.9	15.2
Acceso a los servicios básicos en la vivienda	10.6	13.3	16.5
Acceso a la alimentación	29.2	31.6	24.9

Fuente: Extracto de datos de CONEVAL, Medición de pobreza 2010 por municipio.

Otra metodología para dimensionar el fenómeno de la pobreza es la que da como resultado el índice de marginación y que se calcula en México desde 1990. Actualmente, el índice se construye a partir

de 10 indicadores en cuatro dimensiones (educación, salud, vivienda, bienes)<sup>8</sup>. De esta manera se denotan las carencias de una población, más allá de tener un nivel bajo de ingresos.

Naucalpan posee uno de los menores niveles de marginación a nivel nacional y aunque el indicador ha decrecido muy ligeramente entre 2000 y 2010 (años comparables por considerar las mismas variables), su situación general es bastante buena en comparación con el resto del país.

**Tabla 6.4 Grado de marginación, dato municipal**

	2000	2005	2010
Índice de marginación	-1.73007	-1.6882	-1.6649
Grado de marginación(*)	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Lugar a nivel estatal	113	116	116
Lugar a nivel nacional	2369	2379	2379

Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal, consultado en <http://www.snim.rami.gob.mx>. El SNIM toma los datos de CONAPO. Última consulta: junio de 2013.

De igual manera, se encuentra entre los municipios con un mayor índice de desarrollo humano<sup>9</sup> en el país:

**Tabla 6.5 Índice de Desarrollo Humano, dato municipal**

	2000	2005
Índice de Desarrollo Humano	0.84	0.88
Grado de Desarrollo Humano	Alto	Alto
Posición a nivel nacional	41	64

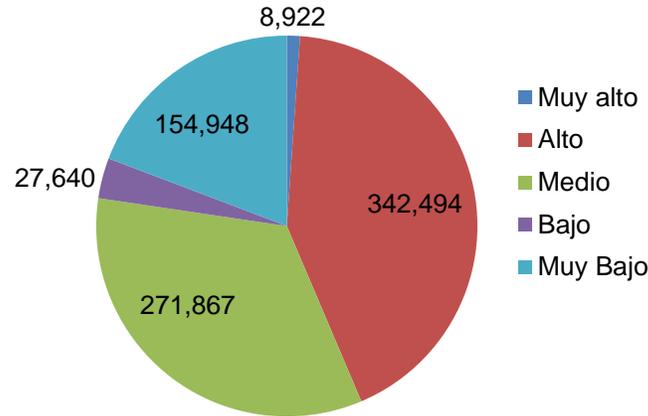
Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal, consultado en <http://www.snim.rami.gob.mx>. El SNIM toma los datos de CONAPO.

No obstante, el indicador municipal no refleja con toda precisión la situación de la población naucalpense, pues hay AGEBS con niveles de marginación alto y muy alto, que albergan al 43.6% de los habitantes del municipio. Por otra parte, sólo el 22.6% de la población se localiza en AGEBS con índices bajo o muy bajo.

8 Indicadores de educación: % de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela; % de población de 15 años o más sin educación básica completa. Indicadores de salud: % población sin derechohabencia a los servicios de salud; % hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años de edad. Indicadores de vivienda: % viviendas particulares habitadas (VPH) sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica; % VPH sin excusado con conexión de agua; % VPH sin agua entubada dentro de la vivienda; % VPH con piso de tierra; % VPH con algún nivel de hacinamiento. Indicador de bienes: % VPH sin refrigerador.

9 El Índice de Desarrollo Humano se calcula según la metodología del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, y combina indicadores de mortalidad infantil, alfabetismo, ingreso, salud y educación.

Figura 6.11 Índice de marginación urbana 2010, número de habitantes en AGEBS con distintos grados de marginación



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONAPO (2010) Índice de marginación urbana.

Así, la situación está lejos de ser uniforme en todo el municipio. En Naucalpan conviven poblaciones de alto nivel de ingresos y sin carencia de bienes y servicios, con poblaciones desfavorecidas que aún no tienen acceso a todos los servicios elementales. Gracias a que el índice de marginación urbana se construye únicamente con datos recabados en los censos de población, es posible conocer el índice de marginación por AGEB urbana. De esta manera se obtiene un panorama diferente al que muestran las cifras municipales.

La distinción del grado de marginación por AGEB urbana es relevante pues permite distinguir con mayor detalle las desigualdades que existen en el municipio. Como se observa, la marginación se concentra al surponiente y norponiente de la zona urbana. Estas son zonas densamente pobladas en las que la población sufre carencias no sólo en términos relativos respecto a la población más afortunada del municipio, sino de acuerdo a los parámetros nacionales. En consecuencia, se les puede comparar con otros municipios menos prósperos del país.

Entre 2005 y 2010, la mayoría de las AGEBS (65%) no cambiaron su situación de marginación, mientras que el 30% mejoró su condición y el 5% la empeoró; es decir, incrementó su posición en la escala de marginación.

#### 6.1.4. Características de la vivienda

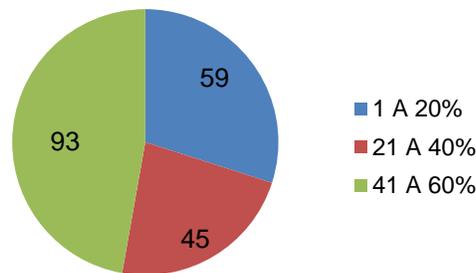
En Naucalpan se contabilizó en el 2010, un total de 237,954 viviendas. 219,310 de ellas estaban habitadas. El número total de viviendas particulares (no colectivas) es de 231,449; 212,805 de ellas están habitadas.

El acceso a servicios públicos es uno de los indicadores de pobreza que se mencionaron con anterioridad. De acuerdo con la información censal, alrededor del 10% de las viviendas del municipio carece de algún servicio básico (agua potable, drenaje, luz eléctrica) o son de calidad insuficiente (por ejemplo, el 0.98% de las viviendas particulares habitadas tienen piso de tierra). Así, en las zonas más marginadas, el porcentaje de viviendas sin agua entubada puede ser mayor al 40% mientras que las viviendas con piso de tierra pueden superar el 10%. Estas carencias, sin embargo, no se distribuyen uniformemente a lo largo del territorio, sino que se concentran en las zonas de mayor marginación y crecimiento poblacional. El acceso a servicios básicos en la vivienda se relaciona

directamente con las condiciones de sanidad que estos espacios ofrecen a sus habitantes. En un escenario de cambio climático donde los eventos climáticos extremos pueden acentuarse o producirse con mayor frecuencia, la carencia de agua potable y la incorrecta disposición de las aguas usadas, se vuelven factores de riesgo. Esto se debe a que facilitan el contagio de enfermedades entre los ocupantes de una vivienda dadas las malas condiciones de higiene. Asimismo, el estancamiento del agua favorece la reproducción de insectos transmisores de enfermedades.

Otro indicador de las condiciones de la vivienda es el hacinamiento. Esta es una de las variables que conforman el índice de marginación de CONAPO. Las cifras municipales muestran que el promedio de ocupantes por vivienda es de 3.82m, mientras que el promedio de ocupantes por cuarto es de 0.96 hab. De esta manera, se pueden considerar satisfactorios. No obstante, el promedio municipal no refleja que en prácticamente la mitad de las AGEB, las viviendas que tienen algún nivel de hacinamiento rebasan el 40%. Este indicador es relevante porque el hacinamiento puede contribuir a la mayor propagación de enfermedades ligadas a los eventos climáticos.

Figura 6.12 Número de AGEB por proporción de viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONAPO (2010).

Así, aunque los indicadores municipales sean buenos, la desagregación de los mismos por unidades territoriales permite identificar con mayor claridad las áreas en donde la población y sus espacios de vida son más vulnerables. Es en estos espacio en donde deben centrarse los esfuerzos de provisión de servicios y mejoramiento del entorno para incrementar la resiliencia de la población.

Otra forma de vulnerabilidad de la vivienda es la irregularidad de la tenencia de la tierra. La literatura sobre este tema plantea que las familias que ocupan una vivienda irregular son más proclives a no realizar obras de protección o mejora que podrían reducir su vulnerabilidad. Esto se debe fundamentalmente a que no tienen la certeza de poder ocupar la vivienda en el largo plazo. Igualmente, los predios en situación irregular pueden ser excluidos de la provisión de servicios por no estar registrados o por encontrarse fuera del alcance de los planes locales de infraestructura. Un predio o vivienda irregular plantea además problemas en la transmisión intergeneracional del patrimonio, de tal suerte que los individuos no pueden contar con su vivienda como un activo que les ayude a aliviar su condición de pobreza. También impide contratar un seguro o utilizarla como garantía en un crédito formal.

En Naucalpan se estima que existen 268 asentamientos irregulares<sup>10</sup>, en los cuales hay 14,912 viviendas que albergan a 8,978 familias. Esto representa una población aproximada de 41,912 habitantes. Se trata en su mayor parte aunque no exclusivamente, de asentamientos adyacentes a la

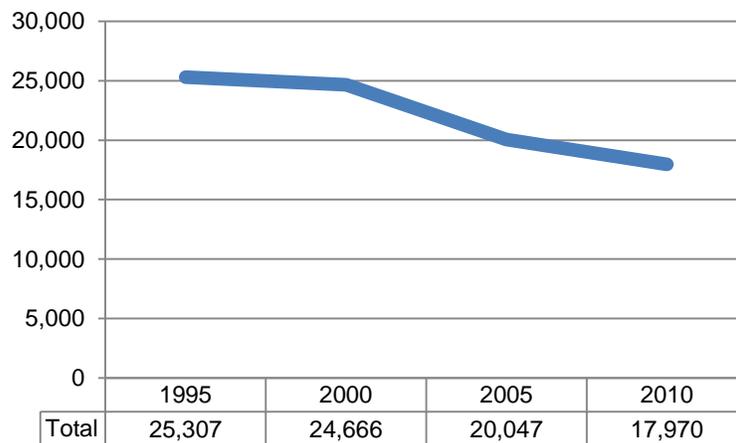
<sup>10</sup> Información del H. Ayuntamiento, 2013.

mancha urbana o fuera de ella, en las localidades rurales. Entre las múltiples dificultades que conlleva su regularización, está el tipo de régimen de tenencia de la tierra, pues se trata de áreas federales, estatales, ejidales, privadas, etc. y cada uno de estos regímenes requiere un tratamiento diferente. Adicionalmente, varios de estos asentamientos se ubican en zonas de riesgo. El Mapa 9.6 muestra la localización de los asentamientos irregulares, que pueden estar tanto en la zona urbana como en el área rural. En esta última, constituyen un elemento de vulnerabilidad del territorio natural, pues el establecimiento de un asentamiento incrementa el riesgo de que se expanda el área utilizada y de que en consecuencia, se pierdan áreas naturales.

### 6.1.5. Educación

Como ocurre en el resto del país, el analfabetismo en Naucalpan ha disminuido de manera constante en los últimos 15 años. Hoy en día, los indicadores de alfabetización del municipio son incluso superiores a los nacionales. Los datos censales muestran que el porcentaje de población analfabeta de 15 años y más ha pasado del 4.34% en 1995, al 2.98% en 2010.

Figura 6.13 Población analfabeta de 15 años y más



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Censo de Población y Vivienda 2010.

De la misma manera, el número de años promedio de estudios se ha incrementado:

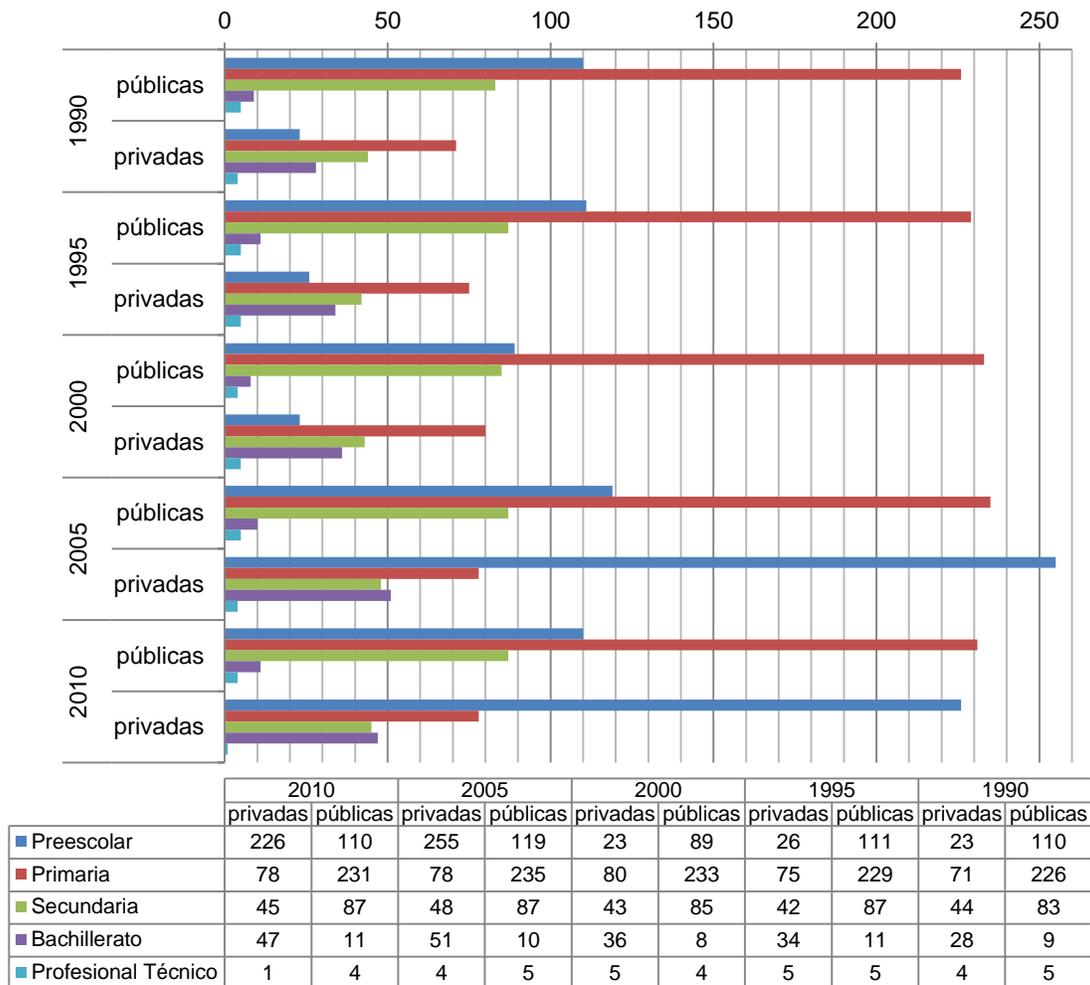
**Tabla 6.6 Grado de escolaridad promedio (número de años de escolaridad) de la población de 15 años y más**

	2000	2005	2010
	8.93	9.45	9.73

Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal, consultado en <http://www.snim.rami.gob.mx>. El SNIM toma los datos de los Censos de Población y Vivienda.

La demanda de servicios educativos parece haber sido satisfecha en el último par de décadas con el mismo número de instalaciones, pues con excepción del número de escuelas preescolares privadas, la cantidad de establecimientos se incrementó muy poco entre 1990 y 2010. De mantenerse la tendencia poblacional actual, no es de prever que se necesiten más instalaciones educativas en el mediano plazo, al menos para los niveles de preescolar, primaria y secundaria.

Figura 6.14 Número de instalaciones por nivel educativo, públicas y privadas



Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal, consultado en <http://www.snim.rami.gob.mx>. El SNIM toma los datos de: Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Planeación y Programación. Base de datos de Estadística Básica del Sistema Educativo Nacional. Última consulta: junio de 2013.

### 6.1.6. Salud

La baja derechohabiencia a servicios de salud es una de las carencias que más inciden en la población de Naucalpan. Esta característica no es exclusiva de la demarcación, pues el porcentaje de población con derechohabiencia a nivel nacional es de 64% y en el Estado de México de 58%. En el municipio, ha pasado de 51% en el año 2000 al 56% en 2010.

De la población derechohabiente, el 67% lo son del IMSS, el 7% de Pemex, defensa o marina, el 8% del seguro popular, el 7% de alguna institución privada, el 7% del ISSSTE, el 2% del ISSSTE estatal y el 4% de alguna otra institución. Los 63 establecimientos con que cuentan estas instituciones para brindar servicios de salud son los siguientes:

**Tabla 6.7 Número de establecimientos de salud, por institución**

<b>INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL</b>	
Unidad de Consulta Externa	4
Unidad de Hospitalización	1
Establecimiento de Asistencia Social	1
<b>SECRETARÍA DE LA DEFENSA NACIONAL</b>	
Unidad de Hospitalización	2
Unidad de Consulta Externa	1
<b>CRUZ ROJA MEXICANA</b>	
Unidad de Hospitalización	1
<b>ISSSTE</b>	
Unidad de Consulta Externa	1
<b>SECRETARÍA DE SALUD</b>	
Unidad de Consulta Externa	24
Unidad de Hospitalización	1
<b>SERVICIOS MÉDICOS ESTATALES</b>	
Unidad de Consulta Externa	3
<b>SERVICIOS MÉDICOS PRIVADOS</b>	
Unidad de Consulta Externa	10
Unidad de Hospitalización	9
<b>SISTEMA NACIONAL PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA FAMILIA</b>	
Establecimiento de Asistencia Social	4

Fuente: Reporte CLUES, Clave Única de Establecimientos de Salud, portal de la Secretaría de Salud, consultado en junio de 2013. <http://clues.salud.gob.mx/index.php>

De acuerdo con datos del INEGI, en 2010 había 1432 médicos en Naucalpan. Durante ese año cada médico dio en promedio 1252.8 consultas. Proporcionalmente, el municipio cuenta con menos unidades médicas por habitante que en el conjunto del Estado de México. Sin embargo, hay más médicos por habitante. El número de consultas por médico es de casi la mitad del promedio estatal (2186). Son múltiples las razones que puedan explicar esto, por lo que su identificación requeriría conocer el detalle de las prácticas de salud de la población, incluyendo por ejemplo, si se atienden en establecimientos de otra demarcación.

**Tabla 6.8 Principales indicadores del sector salud**

	<b>POBLACIÓN</b>	<b>UNIDADES MÉDICAS</b>	<b>PERSONAL MÉDICO</b>	<b>CAMAS CENSABLES</b>	<b>HABITANTES/ UNIDAD MÉDICA</b>	<b>HABITANTES/ PERSONAL MÉDICO</b>
Estado de México	15 175 862	1 786	18 037	7 526	8 497	841
Naucalpan	833 779	63	1 432	713	13 235	582

Fuente: 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](http://igecem.edomex.gob.mx)

Para la acción municipal y en relación a las capacidades de respuesta ante eventos climáticos extremos, es más relevante identificar la accesibilidad de los establecimientos de salud para determinar en qué grado hay poblaciones que podrían ser más vulnerables por falta de acceso a cuidados médicos.

Los establecimientos de salud contaban en 2010 con un total de 308 consultorios médicos, el 59% de ellos era de cirugía y el resto de otras especialidades. En el conjunto de los establecimientos, se cuenta con un total de 713 camas censables<sup>11</sup>. La situación de Naucalpan no es la idónea en lo que se refiere a estos indicadores, pues siendo el tercer municipio más poblado del Estado de México, ocupa el doceavo lugar en número de habitantes por unidad médica y la misma posición en número de habitantes por cama censal (contando sólo los municipios que tienen camas para hospitalización). Sin embargo, tiene la posición 97 en número de habitantes por personal médico. Esto denota carencias en el sector salud y no puede sino redundar en una baja capacidad de reacción ante eventos desastrosos.

**Tabla 6.9 Número de consultorios y camas censables en el municipio, por tipo de atención**

INSTITUCIÓN	TOTAL	CIRUGÍA	GINECOB- TETRICIA	MEDICINA INTERNA	PEDIATRÍA	TRAUMA- TOLOGÍA	OTROS
<b>CONSULTORIOS</b>							
	<b>308</b>	<b>184</b>	<b>52</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ISEM	43	38	5	0	0	0	0
SDIFEM	105	70	35	0	0	0	0
IMMS	99	53	8	1	3	2	2
ISSSTE	15	10	2	0	0	0	0
ISSEMyM	46	13	2	1	1	0	1
<b>CAMAS CENSABLES</b>							
	<b>713</b>	<b>139</b>	<b>102</b>	<b>129</b>	<b>96</b>	<b>186</b>	<b>61</b>
<b>ISEM</b>	150	35	53	29	27	0	6
IMSS	456	77	28	79	52	174	46
<b>ISSEMyM</b>	107	27	21	21	17	12	9

Fuente: 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](http://igecem.edomex.gob.mx)

Otro aspecto relacionado con la salud es la proporción de población que presenta alguna discapacidad. Estas personas no sólo enfrentan mayores obstáculos en el desarrollo de sus actividades cotidianas, sino que tienen menores capacidades para adaptarse a los efectos del cambio climático o para reaccionar en caso de un evento climatológico extremo.

Los datos disponibles al respecto y que por su composición son comparables, son los de los censos de 2000 y 2010. El censo del 2010 indica que en Naucalpan un 93.7% de la población no tenía ninguna condición de limitación en la actividad. De las personas con alguna limitación, más de la mitad (54%) reportaron una limitación para caminar o moverse. La proporción de población sin limitaciones es inferior a la del año 2000, cuando la población sin condición de discapacidad era de 95.2%.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> La cama censable es la instalada en el área de hospitalización, para el uso regular de pacientes internos. La cama no censable es la que se destina a atención transitoria o provisional, no para su hospitalización.

<sup>12</sup> Se ha considerado preferible reportar el número de personas sin discapacidad, pues las cifras de personas con discapacidad o limitación puede estar sobre-reportado ya que se registra cada una de las discapacidades y una misma persona puede presentar varias.

### 6.1.7. Algunos indicadores de capital social

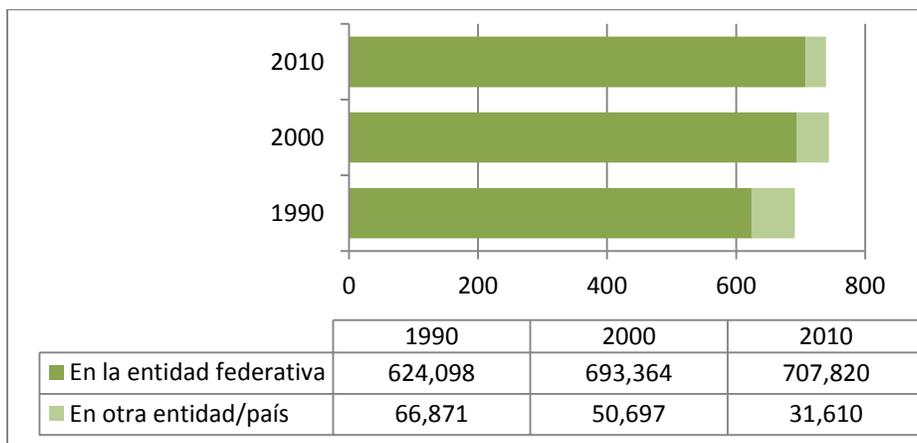
El capital social está conformado por las normas y redes que integran el capital no económico de los individuos y sociedades. Las metodologías para estimar el capital social en una población son variadas. En la literatura especializada no hay consenso sobre las variables que deben considerarse para su cálculo. Los expertos concuerdan sin embargo, en que el capital social permite la acción colectiva y la cooperación para alcanzar el bien común. Es por tanto fundamental para incrementar las capacidades de respuesta de una población ante eventos desastrosos que se caracterizan justamente por rebasar las capacidades individuales. Una población con un capital social alto sería menos vulnerable ante dichos eventos en tanto puede movilizar redes de apoyo colectivo.

Una estimación certera del capital social disponible en el municipio de Naucalpan requeriría de estudios profundos que rebasan el objeto e intereses de este programa. No obstante, se pueden considerar algunos datos que dan indicios de la cohesión y participación social en la demarcación. Estos rasgos son elementos relevantes de capital social. Al compararles con los valores estatales y nacionales, se puede al menos determinar si las condiciones locales son similares respecto a los que se tienen en otras escalas.

El primero de estos factores es la migración, asumiendo que la permanencia de población en un lugar favorece la cohesión social y la consolidación de redes familiares y vecinales. En congruencia con el hecho de que la población de Naucalpan tiende a la estabilización, la información censal confirma que la proporción de los habitantes que residen en el municipio ha residido en el mismo municipio o en el Estado de México en los últimos cinco años. Así, mientras que en 1990 el 10% de la población residente provenía de otra entidad o país, en 2000 el porcentaje se redujo a 6% y disminuyó aún más en 2010 hasta alcanzar el 3,8%. En sentido inverso, los residentes nacidos en la entidad, han incrementado su proporción, pasando de 45% en 1990, a 46.1% en 2000 y a 51.6% de la población total actual. Esto hace pensar que Naucalpan es una entidad que no está atrayendo población nueva.

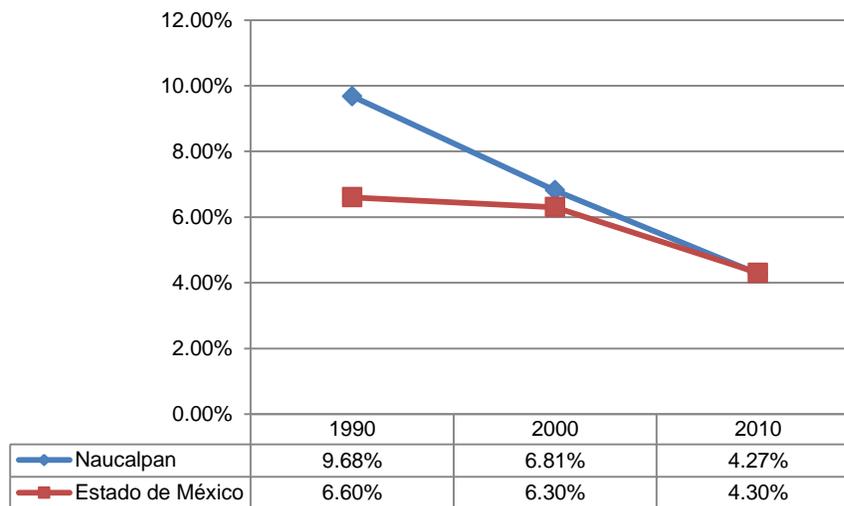
Tanto en el municipio como en el conjunto del Estado de México la proporción de residentes de migración reciente (que vivían en otra entidad o país 5 años antes), tiende a reducirse. En el municipio este efecto es más marcado por el contraste con la atracción de población que presentó hasta 1990. En el último censo, la tasa de población inmigrante es similar tanto en el municipio como en todo el estado.

**Figura 6.15 Población de 5 años y más que vivían en otra entidad o país 5 años antes**



Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal, consultado en <http://www.snim.rami.gob.mx>. Última consulta: junio de 2013.

Figura 6.16 Porcentaje de la población que vivía en otra entidad o país cinco años antes



Fuente: Elaboración propia con datos de los XI, XII y XIII Censos de Población y Vivienda.

Una segunda vía para explorar el capital social de una población tiene que ver con la capacidad organizativa de la sociedad. Al consultar el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas<sup>13</sup> se encontró que en el 2012 había registradas 20 organizaciones civiles (no religiosas, políticas, gremiales ni comerciales) en Naucalpan. Una parte de ellas (7) son asociaciones de colonos, pero también hay organizaciones caritativas, de ayuda a las mujeres y de educación.

Esta cifra significa que en Naucalpan hay 2.40 organizaciones por cada 100,000 habitantes. Esta tasa es similar a la estatal, que es de 2.73 (hay 414 organizaciones civiles en el estado). No obstante representa casi de la mitad del promedio nacional, que alcanza una tasa de 4.67.

Otro indicador del involucramiento de los individuos en las decisiones colectivas, es la tasa de participación ciudadana en las elecciones. Los datos del Instituto Electoral del Estado de México señalan por ejemplo, que en el proceso electoral para elegir autoridades locales de 2009, el 46.78% de las personas inscritas en la lista nominal de Naucalpan acudió a votar. Esta cifra resulta baja cuando se le compara con la cifra estatal de participación (52.28%). Naucalpan fue el quinto municipio del estado con menor participación en esa elección.<sup>14</sup>

Para terminar, cabe mencionar que dos distritos de Naucalpan (XXIX y XXX del Estado de México) registraron niveles de participación de apenas el 36.38 y 39.98% respectivamente en el proceso electoral de 2011 para elegir gobernador. Estas cifras contrastan con el porcentaje estatal total que fue del 46.15%.

### 6.1.8. Comentarios finales sobre el análisis socio-económico

La información analizada muestra que Naucalpan enfrenta retos demográficos. Ante un escenario de cambio climático, la composición de su población determinará las áreas prioritarias de atención en

<sup>13</sup> Consultable en el sitio del INEGI. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx>. Última consulta para este documento: julio de 2013.

<sup>14</sup> La mayor participación se dio en Ixtapan del Oro, donde alcanzó el 81.15%.

términos de salud y educación. Igualmente, la marcada desigualdad económica de la población, indica sin lugar a dudas las zonas de atención que deben privilegiarse; la población más desfavorecida debe contar con mayores elementos para aumentar su resiliencia.

En realidad, una buena parte de la vulnerabilidad ante el cambio climático está determinada por la capacidad de la población de acceder a satisfactores propios del desarrollo. En las colonias donde hay mayores carencias de servicios de agua y drenaje, es en donde la acción pública debe centrar sus esfuerzos tanto en lo que se refiere a materia climática, como en cualquier otro ámbito.

La situación de los sectores económicos naucalpenses, por su parte, está lejos de ser desfavorable. Contrariamente a algunas ideas comunes, la dinámica de la industria de Naucalpan no muestra signos graves de deterioro (PUEC-UNAM, 2006) y se ha especializado en manufacturas<sup>15</sup> que contribuyen al buen estado de la industria local. El municipio tiene una oportunidad para impulsar el desarrollo local con industrias más “limpias” durante el proceso de reestructuración de la industria hacia la manufactura especializada y los servicios financieros.

## **7. FUNDAMENTOS JURÍDICO – NORMATIVOS DEL PACMUNA**

### **CONGRUENCIA DEL PACMUNA CON OTROS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN**

Un instrumento de planeación es congruente con respecto de otros cuando contribuye a que los objetivos de dichos instrumentos se cumplan o bien cuando contiene estrategias y acciones que se fortalecen entre sí, que generan sinergias y no se contraponen ni resultan contradictorias.

Los instrumentos de política pública como los planes de acción climática municipal deben 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 estatal, regional o nacional). Es decir, tanto la escala como el sector son variables que determinan si un instrumento de planeación es congruente o no con otros programas gubernamentales. En el caso específico del PACMUNA, los objetivos y estrategias deben ser congruentes y apoyar planes como la Estrategia Nacional de Cambio Climático, 2013 – 2018, el Programa de Acción Climática del Distrito Federal o el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México de la cual el Municipio de Naucalpan forma parte. En este contexto, se hizo una revisión de varios instrumentos de planeación de diferentes sectores que se relacionan de alguna manera con el PACMUNA. En el capítulo 15 se establece si el PACMUNA contribuye o no al cumplimiento de cada uno de estos instrumentos de política pública. A continuación se retoman los instrumentos revisados en el capítulo 5 y se plantea la forma en la que el PACMUNA contribuye a su cumplimiento. También se especifica si se deriva de manera explícita de estrategias o acciones planteadas en alguno de ellos o si genera 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, (intermunicipales), los programas municipales e incluso de centros de población:

De carácter federal

---

<sup>15</sup> Naucalpan tiene un patrón de especialización que le da ventajas en ramas como los textiles, papel, pigmentos y pesticidas, maquinaria y equipo para comercio y servicios, equipo de telecomunicaciones, electrodomésticos y línea blanca, productos eléctricos y sistemas para transmisión de autos (PUEC-UNAM, 2006).

- Pacto por México
- Plan Nacional de Desarrollo, 2013–2018
- Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-40
- Programa Nacional de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano

#### De carácter regional

- Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2011-2020
- Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán - Texcoco
- Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México 2012

#### De carácter estatal

- Plan de Desarrollo del Estado de México, 2001–2017
- Plan de Desarrollo Urbano del Estado de México 2008
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México 2009
- Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012

#### De carácter municipal

- Programa de Desarrollo del Municipio, 2013–2015
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2006-2009
- Programa Parcial de Reconversión Industrial del Municipio de Naucalpan de Juárez 2006-2009
- Atlas de Peligros Naturales para el Municipio de Naucalpan de Juárez, elaborado en 2010

## 7.1 Instrumentos de carácter federal

### Pacto por México

Más que un instrumento de planeación, el Pacto por México es un acuerdo político suscrito el 2 de diciembre de 2012 por el presidente de la república, Enrique Peña Nieto y los presidentes de los partidos políticos más importantes del país. Se trata de un documento que contiene cinco acuerdos fundamentales desagregados en 95 compromisos concretos. Los acuerdos son grandes temas en los que las fuerzas políticas del país trabajarán de manera conjunta. Estos ejes son:

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

El eje 2.4. “*Desarrollo Sustentable*” reconoce al cambio climático como un reto global que debe ser enfrentado en México (ver recuadro)<sup>16</sup> Llama la atención que el tema y su reconocimiento como un

---

<sup>16</sup> <http://www.presidencia.gob.mx/wp-content/uploads/2012/12/Pacto-Por-México-TODOS-los-acuerdos.pdf>. Última consulta: 21 de octubre de 2013

reto global forman parte de los acuerdos para el crecimiento económico y la competitividad. En otras palabras, el Pacto por México reconoce un vínculo entre el desarrollo sustentable, el desarrollo económico y la competitividad. Esto implica que cualquier medida para combatir el cambio climático (tanto de mitigación como de adaptación) debería estar asociada, al desarrollo económico y la competitividad.

Dentro de este mismo eje, el Pacto por México enuncia compromisos específicos totalmente vinculados con el cambio climático, como los que se destacan en el recuadro. Por otra parte el eje 2.8 *“Transformar el campo en una actividad más productiva”* establece que:

“El cuidado de las aguas y los bosques requiere de la transformación de los esquemas de subsidios en las zonas de menor viabilidad agrícola, para reorientarlos al cuidado y recuperación de bosques y cuerpos de agua, fortaleciendo el esquema de pagos por servicios ambientales” (Compromiso 66).

EL PACMUNA es congruente con la mayoría de los acuerdos y compromisos del Pacto por México aludidos en el capítulo 5. En este sentido, destacan sus estrategias I y II que tienen que ver con mejores prácticas energéticas e incentivos para reducir el consumo de energía. También se puede mencionar la congruencia que existe entre el compromiso 49 del Pacto por México y las estrategias III y IV del PACMUNA que se refieren al manejo integral del área forestal y la recuperación de ríos urbanos que es congruente con el compromiso 66 del Pacto.

La Estrategia VII del PACMUNA sobre reducción de emisiones en el relleno sanitario de Naucalpan es coherente y contribuye con el cumplimiento del Compromiso 53 del Pacto sobre la mejora de la gestión de residuos, que determina la creación de un programa para aumentar la infraestructura para recolectar, separar, reciclar y aprovechar el potencial de los residuos en todo el país. El PACMUNA propone la modernización del equipamiento para la quema de metano y la creación de un centro de transferencia para privilegiar la separación de la basura. Ambas acciones, además de contribuir indirectamente con el aprovechamiento del potencial de los residuos en todo el país (en este caso, el potencial de quemar el biogas despedido), contribuye también con el propósito de recolectar, separar, recibir y aprovechar los residuos sólidos de todo el país

### **Plan Nacional de Desarrollo, 2013–2018**

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

*“Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.”*

*“Desarrollar las instituciones e instrumentos de política del Sistema Nacional de Cambio Climático.”*

*“Impulsar y realizar investigación científica y tecnológica, generar información y desarrollar sistemas de información para diseñar políticas ambientales y de mitigación y adaptación al cambio climático.”*

También lo incluye en diferentes las Estrategias y Líneas de Acción. Entre ellas, destaca la Estrategia 4.4.3. que contiene líneas de acción relevantes para el presente proyecto como las mencionadas en el recuadro. en particular dos líneas de acción a las cuáles, el PACMUNA da cumplimiento: asociadas a la política exterior mexicana, las enunciadas son las más relevantes y que mayor relación tienen con las Estrategias y Acciones formuladas en el PACMUNA y que acreditan su congruencia con el PND.

### **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 municipios pueden y deben llevar a cabo. A continuación algunos ejemplos:

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

“Los planes de desarrollo urbano integran sistemas de transporte sustentable para cubrir las necesidades de la población de forma limpia, eficiente y segura” ENACC. Visión a 20 años.

Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40.  
Presidencia de la República. 2013.

En el Capítulo 2.3. Contexto Nacional, y con fundamento en el Artículo 38 de la Ley General de Cambio Climático la ENACC ,

reconoce a los municipios 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 municipales en materia de cambio climático. El PACMUNA se encuentra alineado a la ENAC y atiende este principio de inclusión de los municipios 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) contiene los siguientes tópicos:

1. Contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes
2. Desarrollar políticas fiscales e instrumentos económicos y financieros con enfoque climático
3. Implementar una plataforma de investigación, innovación, desarrollo y adecuación de tecnologías climáticas y fortalecimiento de capacidades institucionales
4. Promover el desarrollo de una cultura climática
5. Instrumentar mecanismos de medición, reporte, verificación y monitoreo, y evaluación
6. Fortalecer la cooperación estratégica y el liderazgo.

Asimismo, la Estrategia señala tres ejes estratégicos en materia de adaptación y cinco de mitigación, que vale la pena enunciar, pues las estrategias y acciones planteadas en el PACMUNA son congruentes con todos y cada uno de ellos, que se muestran en la Tabla 1.

Algunas acciones del PACMUNA, si bien no están explícitamente vinculadas con los temas de adaptación y mitigación, su ejecución permite dar cumplimiento o cuando menos contribuir al cumplimiento tanto del PACMUNA, como de la ENACC, pero en asuntos en los que el municipio tiene plenas facultades, uno de los atributos que se busca del PACMUNA.

En lo que respecta a la adaptación al cambio climático, el Capítulo 6 de la ENACC reconoce la existencia de 1 mil 835 municipios en el país que se encuentran en riesgo de desastre. Esta cifra se obtuvo a través de un índice que construido con variables de peligros (inundaciones, deslaves, sequías agrícolas, disminución de rendimientos por temperatura, ondas de calor, y transmisión de enfermedades), exposición de infraestructura estratégica e índices de vulnerabilidad (social, de salud, agrícola y pecuaria). Vale la pena señalar que el Índice de Riesgo Urbano frente al Cambio Climático (IRUCC) fue construido precisamente tomando como indicadores, aquellos asociados a los peligros, la vulnerabilidad y la exposición, con la ventaja de incluir un análisis de las capacidades adaptativas. Es decir, además de guardar congruencia metodológica con la ENACC, el PACMUNA aporta un valor agregado que puede ser replicado en otros órdenes de gobierno que den cuenta de su capacidad de adaptarse al cambio climático.

**Tabla 7.1: Congruencia entre los ocho ejes estratégicos de la ENACC y las estrategias y acciones planteadas en el PACMUNA**

OCHO EJES ESTRATÉGICOS DE LOS PILARES DE LA POLÍTICA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO		ACCIONES PLANTEADAS EN EL PACMUNA QUE CONTRIBUYEN AL CUMPLIMIENTO DE LOS OCHO EJES ESTRATÉGICOS DE LA ENACC
Adaptación al Cambio Climático	A1. Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social ante los efectos del cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instaurar el Sistema Municipal de Protección Social</li> <li>• Proteger áreas forestales con Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos*</li> <li>• Contención de los asentamientos humanos irregulares*</li> <li>• Limpieza y desazolve de cauces</li> <li>• Restauración y conservación del suelo*</li> <li>• Promoción de actividades agrosilvopastoriles*</li> </ul>
	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	
Desarrollo Bajo en Emisiones / Mitigación	M1. Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia energética en alumbrado público</li> <li>• Promover la sustitución de electrodomésticos ineficientes</li> <li>• Incremento en el uso de calentadores solares de agua</li> </ul>
	M2. Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable	
	M3. Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Publicación de nuevas normas energéticas locales</li> <li>• Plan de movilidad ciclista y peatonal</li> <li>• Asegurar estándares ambientales y energéticos en proyectos de reconversión industrial</li> </ul>
	M4. Impulsar mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteger áreas forestales con Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos*</li> <li>• Promoción de actividades agrosilvopastoriles*</li> </ul>
	M5. Reducir emisiones de contaminantes climáticos de vida corta y propiciar co-beneficios de salud y bienestar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modernización del equipamiento del relleno sanitario para la quema de metano</li> <li>• Agilización de flujos de transporte</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con base en la Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-40. Presidencia de la República (2013).

\*Acciones del PACMUNA que contribuyen tanto en mitigación como en adaptación.

Los ocho ejes estratégicos se desglosan en líneas de acción que por su detalle y amplitud, no es pertinente citar aquí. Basta reconocer que todas las líneas de acción planteadas en el PACMUNA guardan congruencia, directa o indirecta, con las planteadas en la ENACC. Como ejemplo, vale la pena citar las líneas de acción A 3.1 y A 3.3 que señalan respectivamente “*Impulsar la gestión territorial integral para la reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático de ecosistemas, considerando el manejo y aprovechamiento sustentable, la protección, la conservación y la restauración con énfasis en regiones prioritarias y cuencas hidrográficas*” y “*Articular los distintos programas de fomento de actividades en un mismo territorio con la finalidad de estabilizar las fronteras agrícolas y urbana, como un medio para reducir la presión sobre los ecosistemas y asegurar su funcionalidad ecológica*”. Ambas líneas de acción fundamentan una de las estrategias más importantes del PACMUNA, a saber, la Estrategia III Manejo integral del área forestal, cuyas acciones comprenden la protección de áreas forestales con pago por servicios ambientales, la reforestación con especies nativas e introducción de plantaciones forestales comerciales, la contención de los asentamientos irregulares que presionan y modifican la frontera urbana y rural; y la promoción de actividades agropecuarias compatibles con el manejo sostenible del área rural.

Finalmente, vale la pena mencionar que la ENACC reconoce como uno de los componentes fundamentales del combate al cambio climático, a la investigación, desarrollo y la adopción de tecnologías. La educación ambiental en programas de educación básica y media es uno de dichos componentes. Asimismo, reconoce a la comunicación de conocimientos sobre cambio climático como un vehículo en la construcción de una cultura climática que le permita al ciudadano ejercer sus derechos, conocer sus obligaciones y tomar decisiones. Al respecto, el PACMUNA se suma a este reconocimiento al establecer a la Educación y Comunicación como uno de sus estrategias fundamentales y transversales al resto de las estrategias.

## 7.2. Instrumentos de carácter regional

### **Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2011-2020.**

En la construcción del Índice de Riesgo Urbano frente al Cambio Climático (IRUCC), el PACMUNA reconoce en la salud, uno de los componentes de la vulnerabilidad, junto con otros indicadores asociados a la marginación y la pobreza, la dependencia, desocupación y los peligros naturales. El Programa para Mejorar de la Calidad del Aire en la ZMVM 2011-2020 (PROAIRE), coordinado por la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM), actualmente Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME) considera a la salud como uno de los ejes estratégicos que justifican una serie de estrategias y acciones que plantea para mejorar la calidad del aire en la ZMVM. En ese sentido, la protección de la salud se constituye como un punto en común de ambos instrumentos de planeación.

*“...Si bien sus propuestas son sencillas y no plantea grandes transformaciones estructurales, por lo menos establece la necesidad futura de limitar el aumento del tráfico a través de la planificación integral para la ciudad y la región, planear un transporte integrado a la política de asentamientos humanos, desarrollar el concepto de “ciudad compacta” orientada hacia el uso intensivo de trenes...”*

Programa de Desarrollo Urbano y de Transporte de Berlín (*Stadtentwicklungsplan (STEP)-Verkehr*), como una de las experiencias exitosas reseñadas en el PROAIRE.

Si bien los enfoques cambian entre ambos instrumentos (el PROAIRE orientado a la mejora de la calidad del aire y el PACMUNA a crear estrategias y acciones de mitigación y adaptación al cambio climático), es evidente que las estrategias y acciones planteadas en éste, contribuyen y generan sinergias con algunas acciones de mejora de la calidad del aire.

El PROAIRE reconoce a Naucalpan, junto con los municipios de Atizapán de Zaragoza y Tlanepantla, como un atractor de viajes. Esto justifica el diseño de estrategias de gestión del tráfico. Para el diseño de tales estrategias es necesario contar con información del tráfico en tiempo real y agilizar los flujos de transporte.

Como lo muestra el Inventario de Emisiones de CEI del Estado de México, el sector transporte representa el 75% de las emisiones del sector energía y poco más del 50% de todo el inventario en la entidad. Por esta razón, resulta indispensable incidir en este sector si se quiere lograr una reducción significativa en el volumen de emisiones que genera. Este sector es facultad del gobierno del Estado de México por lo que la Secretaría de Transporte del Gobierno del Estado controla y regula los permisos y concesiones para la prestación de servicios de transporte de carga en general, de pasajeros y las licencias para servicio público de taxis.

Naucalpan no sólo es un municipio de destino, sino de paso para millones de vehículos que transitan cada año por los dos ejes que estructuran su territorio: la avenida Manuel Ávila Camacho (Periférico) y la Carretera Chamapa–La Venta. De lo anterior se desprende que las posibilidades que tiene el municipio para incidir en el sector son limitadas.

Así, el PACMUNA centra las estrategias en acciones que el municipio puede ejecutar en el marco de sus atribuciones, procurando generar sinergias con algunas de las Estrategias Planteadas en el PROAIRE (Ver Tabla 7.2)

Las siete acciones expuestas en la Tabla 7.2, de las 116 que integran las acciones del PROAIRE son las que mayor relación tienen con las que propone el PACMUNA. Sin embargo, hay otras acciones vinculadas con la eficiencia energética tanto en el sector transporte como en el sector residencial, así como con los procesos industriales y la necesidad de lograr un cambio tecnológico y un control más efectivo de las emisiones.

Por otro lado, cabe destacar también las estrategias que plantea el PROAIRE sobre el control de emisiones por un buen manejo de los usos de suelo (Política 21). En esta línea de acción, el PROAIRE alude a la posibilidad de reducir los volúmenes de emisiones por un manejo sustentable de usos de suelos agrícolas, forestales y del exlago de Texcoco. Menciona asimismo, la necesidad de prevenir incendios forestales como una medida tanto de conservación de los recursos naturales, como de mitigación de emisiones de contaminantes criterio. El PACMUNA, además de proponer acciones asociadas al manejo integral del área forestal y la recuperación de ríos urbanos, reconoce la existencia del Riesgo de Incendio Forestal y de Riesgo por Deforestación de la que se desprenden, precisamente, estas dos acciones que guardan congruencia con las ya expuestas del PROAIRE.

**Tabla 7.2. Acciones convergentes del PROAIRE y el PACMUNA**

ESTRATEGIA 4 DEL PROAIRE: MOVILIDAD Y REGULACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL PARQUE VEHICULAR	ACCIONES PLANTEADAS EN EL PACMUNA QUE CONTRIBUYEN AL CUMPLIMIENTO DE LA ESTRATEGIA 4 DEL PROAIRE
<p>Acción 31.1. Fortalecer los sistemas de paradas del transporte público.</p> <p>Acción 32.1. Diseñar, desarrollar y poner en operación una red que monitoree e informe en tiempo real sobre la situación de los principales flujos vehiculares en la ZMVM.</p> <p>Acción 35.1. Identifica, catalogar y analizar todo tipo de reductores y obstructores del flujo vehicular para proponer medidas y acciones que agilicen permanentemente la circulación de los vehículos en el sistema vial metropolitano.</p> <p>Acción 39.1. Promover el uso de la bicicleta como un medio de transporte en la ZMVM.</p>	<p>Información del Tráfico en tiempo real</p> <p>Agilización de flujos de transporte</p> <p>Plan de movilidad ciclista y peatonal</p>
<p>Acción 44.1. Actualizar el concepto de licencia ambiental para que incluya el total de las emisiones asociadas a la operación de todo tipo de establecimientos.</p>	<p>Proporcionar información sobre consumo de agua y electricidad</p>
<p>Acción 60.1. Desarrollar programas para aprovechar el biogas producido en los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.</p>	<p>Modernización del equipamiento para la quema de metano</p>
<p>Acción 67.1. Desarrollar programas de recuperación, restauración y conservación de áreas verdes urbanas en la ZMVM.</p>	<p>Limpieza de cauces</p> <p>Recuperación y manejo de ríos urbanos para hacer parques lineales</p>

Fuente: Elaboración propia con base en Comisión Ambiental Metropolitana (s/f) *Programa para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 2011 – 2020*. Gobierno del Estado de México, SEMARNAT, SSA, GDF. México.

En síntesis, el PACMUNA no sólo guarda congruencia con el PROAIRE, sino que las acciones que se plantean en él contribuyen al cumplimiento de las estrategias, medidas y acciones del PROAIRE.

Otro elemento del PROAIRE que merece especial atención es la importancia que otorga a la planeación del desarrollo urbano y el ordenamiento de los asentamientos humanos como componente estratégico en las medidas de mitigación asociadas al transporte y la movilidad. En esta línea de acción, reconoce la necesidad de incrementar cobertura de áreas verdes urbanas pues las identifica como un elemento que contribuye a disminuir la resuspensión de partículas, mitigar las ondas de calor y mejorar el paisaje urbano. La estrategia de recuperación y manejo de ríos urbanos para hacer parques lineales que plantea el PACMUNA está alineada con esta acción y el municipio tiene una oportunidad única al instrumentar esta acción por virtud de los enormes co-beneficios que generaría tanto en el espacio urbano, como en el contexto de la ZMVM por la integración ecosistémica de la calidad del aire, de la cuál el PROAIRE da cuenta.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> El PROAIRE desarrolla en su capítulo 6 un método para caracterizar el funcionamiento ecosistémico de la generación de emisiones contaminantes. Dicho método "...Explora la relación endógena entre la estructura urbana y el sistema de generación de contaminantes, introduce los índices de entropía urbana y de mezcla de usos del suelo, estima elasticidades espaciales que ayudan a entender el rol del desarrollo urbano en la emisión de contaminantes, presenta un modelo de simulación de emisiones contaminantes de los viajes en

## Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán - Texcoco

El Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán – Texcoco (PRVCT) deriva del Plan de Desarrollo del Estado de México 1999 – 2005. Este instrumento hace énfasis en la ocupación sustentable del territorio y la salvaguarda de los recursos naturales del Estado de México. , ameritan una revisión de sus contenidos y su congruencia con el PACMUNA. La región del Valle de Cuautitlán–Texcoco está conformada por los 35 municipios mexiquenses conurbados al área urbana del Distrito Federal (entre los que se encuentra Naucalpan), mas 24 municipios metropolitanos. Estas entidades en conjunto integran la Zona Metropolitana del Valle de México.

De acuerdo con el PRVCT, Naucalpan se ubica dentro de la Región V, que está integrada por los municipios de Atizapán de Zaragoza, Huixquilucan, Isidro Fabela, Jilotzingo, Nicolás Romero, Tlalnepantla y Naucalpan. El plan destaca la presión que ejercen los desarrollos inmobiliarios y que han derivado de la construcción de la autopista La Venta–Lechería. Esto ha puesto en riesgo las áreas forestales del municipio en las márgenes de dicha autopista y los *stocks* de carbono (el valor del carbono almacenado en los bosques los ecosistemas, en este caso, el área forestal). Esto se reconoce en el PACMUNA y de dicho reconocimiento se derivó la estrategia sobre el manejo integral del área forestal y la contención de asentamientos irregulares.

En el momento en que fue suscrito este Plan, Naucalpan junto con Tlalnepantla, Ecatepec y Cuautitlán, generaba cerca de dos terceras partes del valor agregado de la región, así como el 60% de la ocupación de la industria, comercio y servicios. Derivado de lo anterior, el Plan señala que los municipios metropolitanos que mayores viajes generan son Ecatepec, Naucalpan, Nezahualcóyotl y Tlalnepantla. Esta gran cantidad de viajes está asociada evidentemente no sólo con la generación de riqueza y empleos, sino con la emisión de CEI. En este sentido, el plan reconoce la necesidad de reconvertir la planta industrial de Naucalpan, Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla y Huixquilucan. Esta reconversión parece estar tomando forma en Naucalpan de dos formas. Por un lado, el desarrollo inmobiliario de El Toreo, parece conllevar una tendencia hacia la terciarización de la economía del municipio y el inicio de todo un cambio en su perfil económico. No obstante, persiste aún una planta industrial fuerte que que ha adoptado estándares notables de sustentabilidad. El discurso del municipio hace mención de una intención explícita de fomentar una reconversión industrial para transitar hacia un perfil de comercio y servicios. Sin embargo, el Programa Parcial de Reconversión Industrial 2006-2009 (analizado más abajo) no sólo niega esta tendencia, sino que confirma que el municipio tiene un perfil industrial. Incluso, propone la inversión para el mejoramiento de los parques industriales a fin de lograr una transición de industrias contaminantes hacia industrias de alta tecnología, mayor valor agregado y menos contaminantes.

*“...el crecimiento poblacional, la reducción de áreas de infiltración, el exceso de azolves provenientes de zonas altas deforestadas, el abuso en el consumo de agua, la antigüedad de las redes de drenaje, el cambio climático, la falta de mantenimiento y los efectos causados por sismos, hundimientos y erupciones volcánicas de cenizas comprometen seriamente su funcionamiento y ponen al descubierto un factor más de vulnerabilidad y sustentabilidad de la metrópoli.”*

Plan Regional de Desarrollo  
Urbano del Valle Cuautitlán – Texcoco.

Los datos del ultimo Censo Económico 2009 analizados en el Capítulo sobre el Diagnóstico Socioeconómico, no permiten pronunciarse por uno u otro escenario. Sin embargo, cualquiera que sea la tendencia, el PACMUNA plantea la necesidad de adoptar estándares ambientales y de consumo energético altos para asegurarse que las industrias actuales y futuras, así como desarrollos

inmobiliarios, observen dichos estándares a través de certificaciones reconocidas a nivel mundial y que se comentan más abajo en los instrumentos de carácter estatal.

En congruencia con el PACMUNA, Por otra parte, el PRVCT reconoce a Naucalpan como uno de los municipios que más residuos sólidos generan y de mayor exposición a riesgos por inundación. De hecho, Naucalpan, Huixquilucan, Atizapán de Zaragoza y Nicolás Romero son los únicos municipios expuestos todos los riesgos categorizados en el PRVCT.<sup>18</sup>

Respecto a los proyectos estratégicos que contiene, vale la pena enunciar algunos planteados para Naucalpan, uno de los cuáles entra en contradicción con una de las Estrategias del PACMUNA. El el PRVCT plantea la ampliación del área natural protegida Barranca de Santa Cruz, lo que facilitaría y generaría sinergias con la estrategia de manejo integral del área forestal planteada en el PACMUNA. Sin embargo, también plantea así como el entubamiento del Río los Remedios. Si bien esta última estrategia parece justificable en el corto plazo para evitar inundaciones, va en contra de ejemplos exitosos de recuperación y manejo de ríos urbanos y cuerpos de agua en las ciudades. Por ello, desde la perspectiva del cambio climático, el PACMUNA propone recuperar los ríos que atraviesan el área urbana a través de una participación de la sociedad civil y por medio de un diseño paisajístico que permita integrarlos al entorno urbano como parques lineales.

Finalmente, vale la pena destacar que la única alusión que hace al cambio climático se encuentra en el capítulo en el que se hace una caracterización del sistema de drenaje y alcantarillado del la región, y lo concibe como uno de los riesgos que amenaza a toda la estructura hidráulica y sanitaria de la zona.

Aunque a una escala distinta y con una perspectiva que se acota a la mitigación y adaptación al cambio climático, el PACMUNA identifica problemas comunes a los reseñados en el PRVCT y propone estrategias y acciones que son congruentes en su gran mayoría con dicho instrumento de planeación.

### **Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México 2012.**

A semejanza del PROAIRE coordinado por la entonces Comisión Ambiental Metropolitana (CAM), el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (POZMVM) es el instrumento de planeación metropolitana impulsado por la Comisión Metropolitana de Asentamientos Humanos (COMETAH). El POZMVM es el instrumento de planeación y ordenamiento territorial que tiene más puntos en común y guarda mayor congruencia con el PACMUNA que cualquier otro instrumento, como se verá más adelante.

Por la diversidad de temas que aborda y la escala de planeación de sus medidas, este programa desarrolla una perspectiva multidisciplinaria y transversal tanto en el diagnóstico como en sus estrategias y en sus líneas de acción. En su diagnóstico afirma es consistente con el que desarrolla el PACMUNA, en el sentido de demostrar que Naucalpan está en un proceso de estabilización, acaso de expulsión de población y que forma parte de las 10 unidades político-administrativas que concentran el 22% de la producción industrial (Comisión Metropolitana de Asentamientos Humanos, 2012: 21).

Es de llamar la atención que algunas de las líneas de acción planteadas en el Capítulo 6 del POZMVM son totalmente congruentes y están alineadas con el PROAIRE y con cualquier instrumento para mitigar y adaptarse al cambio climático. En materia de agua y medio ambiente, por ejemplo, plantea acciones orientadas a reducir la sobreexplotación de los acuíferos, la restauración integral de microcuencas, la recuperación de cauces y cuerpos de agua (parques hídricos y rescate de ríos). en línea con la Estrategia de recuperación de ríos urbanos que propone el PACMUNA así como proyectos de captación, almacenamiento y distribución de agua de lluvia, entre otras medidas.

---

<sup>18</sup> Sismicidad, estructuras volcánicas, fallas, fracturas, agrietamientos superficiales, zonas minadas y colapsos, hundimientos y asentamientos, deslizamientos y fallamientos en suelos y rocas y pérdida de la capa edáfica.

En cuanto a las áreas naturales protegidas, propone un programa de corredores verdes y parques ecológicos en los márgenes de ríos urbanos. totalmente en línea con la estrategia de recuperar ríos urbanos para el diseño de corredores ambientales y parques lineales. Señala incluso de manera explícita a Naucalpan como uno de los municipios en donde es deseable instrumentar una política de estas características complementada con acciones de pago por servicios ambientales. otra de las acciones planteadas también en el PACMUNA para conservar el área forestal. También propone la instrumentación del Programa Metropolitano de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático en el Valle de México.

En materia de aire, el POZMVM recomienda el diseño e instalación de una red de monitoreo para evaluar la distribución, composición y fuentes de emisiones contaminantes. En lo que respecta a los residuos sólidos, propone un proyecto metropolitano de manejo y disposición final de residuos sólidos que incluya el empleo de nuevas tecnologías; es decir, la captura, quema y en su caso aprovechamiento de metano. estrategia congruente con lo que propone el PACMUNA en la materia, para el caso del relleno sanitario de Naucalpan y del tiradero de Rincón Verde.

El POZMVM plantea estrategias y acciones a las que el PACMUNA se suma con estrategias y acciones muy similares que de ponerse en marcha, sin duda generarán sinergias y contribuirán al cumplimiento de ambos instrumentos de planeación, a pesar de corresponder a sectores *distintos*, es decir, el ordenamiento territorial para el caso del POZMVM y el cambio climático para el caso del PACMUNA. Este alineamiento de ambos instrumentos de planeación en sus estrategias y acciones demuestra y fundamenta una aproximación interdisciplinaria e intersectorial como imperativo en la puesta en marcha de dichas acciones y en la resolución conjunta de problemas comunes.

### 7.3. Instrumentos de carácter estatal

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

El Plan de Desarrollo del Estado de México 2011-2017 (PDEM) fue publicado en el Periódico Oficial del Estado el 13 de marzo de 2013. En él se reconoce al cambio climático como un asunto de interés estatal asociado a la disponibilidad del recurso hídrico y el abasto de agua, a las emisiones de CO<sub>2</sub>, al papel de las actividades económicas y el manejo de residuos sólidos. Los temas relacionados con la mitigación y la adaptación se desarrollan ampliamente en el capítulo Desarrollo Sustentable.

*“...se propone reforzar la política en materia ambiental en tres vertientes: (i) elaborar propuestas para el control de emisiones originadas por la actividad económica de la entidad, (ii) manejar de modo sustentable los residuos industriales y residenciales, e (iii) implementar una política ambiental con visión municipalista que reconozca la importancia de los gobiernos locales en esta materia.”*

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

En el apartado sobre Control de Emisiones, el PDEM reconoce que las acciones para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> requieren una respuesta global que debe iniciar a nivel local. lo que justifica la elaboración del PACMUNA y le da plena legitimidad a su instrumentación. Este capítulo establece una curva de los costos de abatimiento que evidencia 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 del PACMUNA están totalmente alineadas con las planteadas en el PDEM, correspondientes a la necesidad de lograr una mayor eficiencia energética en el sector público y privado a través de la introducción de tecnologías ahorradoras de insumos y más eficientes en su consumo, incluyendo el cambio de luminarias en el alumbrado público Vale la pena señalar que

uno de los proyectos anunciados por la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico es la reconversión industrial y productiva de la zona de parques industriales de Naucalpan, tomando como modelo el Distrito 22 de Barcelona. El proyecto detonador de esta zona es el desarrollo inmobiliario mixto “El Toreo”. Al respecto, el PACMUNA plantea como una de sus estrategias, llevar más a fondo esta reconversión, pero asegurándose que los nuevos desarrollos inmobiliarios, cuenten con uno de los sistemas de certificación ambientales más socorridos (LEED, LBC, GBCe, etc.)<sup>19</sup> además de sujetarse a un plan parcial que garantice un aporte de áreas verdes, ciclopistas y espacios públicos acordes con este tipo de reconversiones. Con ello, el PACMUNA, además de alinearse a la política de eficiencia energética planteada en el PDEM, contribuye con esta propuesta a la competitividad del municipio y del Estado de México.

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. , dos temas que son de hecho dos estrategias centrales en el PACMUNA.

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. . en congruencia con la propuesta planteada en el PACMUNA de abrir una “Casa de la Tierra” en Naucalpan.

Finalmente, llama la atención que la tala clandestina de bosques y la reforestación en zonas con mayor grado de erosión, son temas que se abordan en la agenda para impulsar el desarrollo sustentable desde el ámbito municipal. La alusión al manejo forestal, se hace en el capítulo sobre Control del Emisiones. Ahí hace referencia al porcentaje significativo que representan las emisiones que resultan del cambio de uso de suelo a nivel nacional (31%). Esto demuestra que a pesar de que no haya una estrategia o acción en el PDEM en este sentido, hay un interés legítimo de lograr un manejo sustentable de los recursos forestales. le da fundamento a la estrategia del PACMUNA sobre el manejo integral del área forestal a través de mecanismos como el Pago por Servicios Ambientales, reforestación con especies nativas, contención de asentamientos irregulares y promoción de actividades agropecuarias compatibles con el manejo sostenible del are rural. Además, el hecho de darle un enfoque desde el ámbito municipal a la lucha contra la tala clandestina, guarda congruencia con el diseño de instrumentos propios del ámbito municipal (como el PACMUNA) que coadyuven tanto con este enfoque municipalista, como con las política y estrategias planteadas desde instrumentos de carácter estatal, como lo es el PDEM, lo que además contribuye a generar sinergia en la atención de asuntos de interés común, en este caso, preservar las áreas forestales de Naucalpan, combatir la tala clandestina como paso previo a fraccionamientos y evitar la pérdida de bosques primarios y secundarios que aun conserva Naucalpan como uno de sus activos ambientales más importantes.

Las estrategias y acciones planteadas en el PACMUNA son congruentes, sinérgicos contribuyen a dar cumplimiento a los objetivos, estrategias y acciones del PDEM en materia de cambio climático, medio ambiente, competitividad y promoción de una cultura ambiental, son congruentes

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

El rasgo que más llama la atención del Programa de Desarrollo Urbano del Estado de México 2011 – 2017 (PDUEM) es que no hace ninguna referencia abierta al cambio climático. A pesar de esta carencia, al plantear un proceso de planeación racional del desarrollo urbano del estado, propone la elaboración de diagnósticos, políticas y estrategias que mitigan y permiten una mejor adaptación al cambio climático.

---

<sup>19</sup> El significado de cada una de estas siglas en inglés son los siguientes: LEED: *Leadership in Energy and Environmental Design*; LBC: *Living Building Challenge*; GBCe: *Green Building Concil* España. Para conocer estos y otros sistemas de certificación sobre la sustentabilidad en edificaciones, se sugiere consultar a De buen, Odón (2010).

El primer tema en este programa que está asociado al cambio climático es el de la vulnerabilidad urbana a riesgos. En este sentido, reconoce a Naucalpan como uno de los municipios de la ZMVM con mayor superficie susceptible de inundación (1,023,700 m<sup>2</sup>) y una población potencialmente afectada de 9,595 personas.<sup>20</sup> Menciona también otros riesgos a los que Naucalpan y otros

*“Los objetivos de ordenamiento territorial establecidos en el artículo 5.2 del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, tienen como finalidad mejorar el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural de la entidad, mediante...la vinculación armónica entre la ciudad y el campo, para garantizar un desarrollo urbano sustentable que, a la vez de satisfacer el crecimiento urbano, proteja las tierras agropecuarias y forestales, y distribuya equitativamente los beneficios y cargas del proceso de urbanización”*

municipios mexiquenses del poniente del Estado de México están expuestos. Entre ellos se pueden contar el deslizamiento de laderas, las fallas geológicas y los riesgos tecnológicos por la presencia de industrias que manejan sustancias tóxicas.

El diagnóstico del PDUEM reconoce a Naucalpan como uno de los primeros municipios en tener un proceso de conurbación con la Ciudad de México. Este proceso inició durante la década de los 50 y se consolidó a lo largo de los siguientes veinte años.

El capítulo Problemática Ambiental del PDUEM revisa las emisiones de CEI, otro tema asociado al cambio climático. Dicho capítulo contiene una sección dedicada a la contaminación del aire. Ahí reconoce que el 98% de las emisiones de monóxido de carbono y el 80% de las de óxidos de nitrógeno provienen de las fuentes móviles; es decir, de los vehículos automotores. diagnóstico consistente con el Inventario de CEI del PACMUNA, que da cuenta precisamente que es el transporte automotor, el responsable del 57% del total de emisiones del municipio y del 70% del sector energético. En cuanto a las fuentes de contaminación del sector industrial, de la contaminación del agua, la sobreexplotación de los recursos hídricos, los procesos de deforestación y erosión, así como de las alteraciones derivadas de una disposición inadecuada de desechos sólidos se hacen diagnósticos similares.

A pesar de que el PDUEM no puntualiza el papel o la responsabilidad de municipios en particular por ser un instrumento de carácter estatal, todos los temas señalados son componentes de una problemática ambiental que el PACMUNA identifica para el caso de Naucalpan y propone estrategias y acciones que contribuyen a su solución.

El Sistema Urbano Estatal reconoce a Naucalpan como un municipio cuya población se mantiene estable hasta el 2020 (el año de proyección utilizado en ese programa). lo que es congruente con el diagnóstico elaborado en el presente instrumento También se le considera como un municipio estructurador de nivel regional (sin que se explique qué significado tiene esta categoría), sujeto a una política de consolidación. Tampoco explica los alcances del concepto “consolidación”. Sin embargo, en contraste con las otras dos políticas que se identifican como de impulso y control, supone que Naucalpan debe consolidar su estructura urbana y sus activos físicos y naturales, aprovechándolos aún cuando su población no crezca. De hecho, el último Censo de Población y Vivienda hace referencia precisamente a esta estabilización (e incluso expulsión) de la población naucalpense.

Esta política de consolidación abre una ventana de oportunidad muy importante para mejorar lo que ya existe (tanto activos fijos como naturales) a través de estrategias y acciones dirigidas a este fin. que el mismo PACMUNA plantea: un manejo integral del área forestal, altamente presionada por proyectos de desarrollo inmobiliario, pero que no se justifican si atendemos la demanda previsible de vivienda ante un escenario de estabilización de la población, y un potencial de reconversión productiva e industrial para alojar nuevos desarrollos intraurbanos a través de un proceso de reciclaje

<sup>20</sup> Sólo como referencia, el municipio mexiquense de la ZMVM que más expuesto está es el de Ecatepec, con una superficie susceptible a inundaciones de 4,232,500 m<sup>2</sup> y una población potencialmente afectada de 73,577 habitantes. Nezahualcóyotl destaca también a tener cifras de más de 3 millones de m<sup>2</sup> expuestos a riesgo de inundación y una población de 56,890 habitantes. El municipio con los datos más bajos es el de Coacalco, con 104,200 m<sup>2</sup> y una población de 290 habitantes en riesgo. (Gobierno del Estado de México, 2008)

selectivo de las zonas industriales, siguiendo naturalmente, estándares de eficiencia energética y ambientales y el diseño de desarrollos inmobiliarios mixtos en el que se incluyan áreas verdes y dos componentes fundamentales de la movilidad que por la escala de planeación (siendo optimistas) no se perciben en el PDUEM: ciclistas y zonas peatonales. Todas estas acciones las propone el PAMCUNA y son congruentes con la política de consolidación de Naucalpan planteada en el PDUEM.

### **Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México 2009**

Por la escala de planeación de un ordenamiento ecológico estatal y la metodología definida en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, no es posible identificar de manera explícita, estrategias y acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en este programa. que acrediten la congruencia del PACMUNA con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POEEM). Sin embargo, es posible, sí se pueden identificar algunas políticas y criterios ecológicos cuyo cumplimiento contribuye a la mitigación y la adaptación.

El POEEM fue publicado en la Gaceta del Gobierno el 4 de junio de 1999, siendo uno de los primeros a nivel nacional en proponerse. Siete años después, en diciembre de 2006, se publicó un acuerdo mediante el cuál se actualiza el Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio que conserva seis cuerpos de agua y ochenta y cuatro áreas naturales protegidas como zonas de atención prioritaria.

La política de conservación asentada en la versión 2006 señalaba que “...*cuando las condiciones de la unidad ambiental se mantienen en equilibrio, la estrategia de desarrollo sustentable será condicionada a la preservación, mantenimiento y el mejoramiento de su función ecológica relevante que garantice la permanencia, continuidad, reproducción y mantenimiento de los recursos. En tal situación, se permitirán actividades productivas de acuerdo a la factibilidad ambiental con restricciones moderadas que aseguren su preservación sin promover el cambio de uso de suelo*”<sup>21</sup>. A lo largo del los siguientes tres años (y seguramente desde el primer decreto que data de 1999), los cambios de uso de suelo por actividades que no fueron reguladas, la degradación del suelo y de muchos de los sistemas ecológicos, llevaron al Gobierno del Estado de México a modificar dicha política.

El 27 de mayo de 2009 se publicó un acuerdo por el que se modifica la política de conservación establecida en el Programa de Ordenamiento Ecológico vigente en ese momento, a fin de que “...*en aquellas regiones en las cuales los ecosistemas se encuentren significativamente alterados por el cambio de uso de suelo derivado de actividades humanas o factores naturales, se permitirá, con restricciones, la instalación de infraestructura agrícola, pecuaria, hidroagrológica, abastecimiento urbano o turística que garantice el beneficio ambiental y social de la región, previo cumplimiento del procedimiento de evaluación ambiental*”.<sup>22</sup>

Este decreto implica por un lado, que el POEEM vigente es el de 2009. También abre la posibilidad de introducir infraestructura y ejercer cierto tipo de actividades compatibles con la conservación de recursos naturales que se encuentran amenazados dada su alteración por la actividad humana. El decreto invita a pensar que el gobierno del estado reconoció que no fue posible seguir los criterios ecológicos planteados por las distintas unidades ambientales. En consecuencia, y dada la degradación del suelo y de las zonas forestales fue necesario “flexibilizar” los criterios de ocupación e inducción de usos de suelo. De esta manera se permite a la población ejercer cierto tipo de actividad agropecuaria, ecoturística al mismo tiempo que se introduce infraestructura primaria a fin de permitir otras formas de subsistencia para la población. Lo anterior se deduce al contrastar las políticas ambientales planteadas en el modelo de usos de suelo del municipio en 2006, con los usos de suelo actuales. Al realizar esta comparación se hace evidente la enorme degradación del suelo y de la cubierta forestal que desde entonces se observa en únicamente dos de las unidades ecológicas que aparecen en el POEEM de 2006, pero que abarcan toda el área no urbana del municipio:

<sup>21</sup> Gobierno del Estado de México. (2006) *Gaceta del Gobierno*. 19 de diciembre de 2006

<sup>22</sup> Gobierno del Estado de México. (2009) *Gaceta del Gobierno*. 27 de mayo de 2009.

- **Unidad Ecológica 13.4.2.023.183 y Clave de la Unidad An-5-183**, con uso predominante de área natural protegida, fragilidad ambiental máxima y política de protección. De esta manera se trata de asegurar la permanencia de sus ecosistemas nativos. Se ubica en el extremo poniente del municipio, en donde se encuentra la mayor concentración y densidad forestal, y en consecuencia, los mayores stocks de carbono. Esta zona, lamentablemente, está sujeta a un intenso proceso de degradación y de riesgo tanto de ocupación por asentamientos humanos, como de cambio de uso de suelo de forestal a agrícola pues forma parte del Parque Estatal Otomí – Mexica.
- **Unidad Ecológica 13.4.1.063.131 y Clave de Unidad Fo-4-131**, con uso predominante forestal, fragilidad ambiental alta y política de conservación. Corresponde a un área de transición entre el medio urbano (en donde el ordenamiento ecológico no incide) y la unidad ecológica anterior. La atraviesa la carretera Chamapa–Lechería y es la zona sujeta a mayor presión de cambio de uso de suelo de forestal (lo poco que queda) a pastizales y/o a asentamientos humanos. Es la unidad ecológica que tiene mayor riesgo de incendios forestales.

En lo que respecta al área urbana, existen dos unidades ecológicas enclavadas en el tejido urbano: el Parque Naucalli y el Bosque de Los Remedios. El contraste que se percibe entre lo que se delimitó como unidad ecológica y lo que existe hoy en día, da cuenta de un proceso de pérdida de superficie en beneficio de asentamientos humanos. Lo anterior es particularmente evidente en el caso del bosque de Los Remedios. Finalmente, vale la pena señalar algunas unidades ecológicas que se encuentran en la transición entre la zona urbana y no urbana, al oriente de la autopistas Chamapa–Lechería. Desde 2006 cuando se actualizó el modelo de ordenamiento ecológico, se plantean políticas de restauración en estas unidades. Tales políticas de restauración están vigentes hoy en día por estar plasmadas en un decreto; sin embargo existe una gran necesidad de restaurar esas zonas.

A pesar de que el incumplimiento del POEEM es incuestionable, las políticas tanto de protección, como de conservación y de restauración hacen evidente la necesidad de implementar una estrategia de manejo forestal. no sólo dan argumentos para llevar a cabo la estrategia del PACMUNA en materia de manejo forestal, sino que las acciones planteadas en ella son congruentes y sinérgicas con las políticas del POEEM: proteger las áreas forestales con pago por servicios ambientales, restauración de suelos, reforestación, contención de los asentamientos irregulares y promoción de actividades agropecuarias compatibles con el manejo sostenible del área rural (turismo, actividades agrosilvopastoriles y plantaciones forestales comerciales). Si bien el POEEM ofrece elementos para decidir en dónde se debe intervenir, su escala de planeación y la escala de las estrategias y acciones que promueve justifican la necesidad de realizar un programa de ordenamiento ecológico a nivel local.

## Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008 -2012

Como su nombre lo indica, el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008–2012 (PACCM) estuvo vigente hasta 2012. En este momento se está elaborando el programa de la actual administración del Distrito Federal. A pesar de lo anterior, se consideró necesario incluir a dicho programa dentro del presente análisis ya que Naucalpan de Juárez tiene una relación funcional muy estrecha con las delegaciones del norponiente del Distrito Federal, particularmente con Azcapotzalco. Por otra parte, es necesario reconocer que Naucalpan forma parte de la ZMVM y que las estrategias y acciones que plantee el PACCM, afectan directamente en la calidad del aire de Naucalpan, e incluso pueden llegar a incidir en otros sectores como el transporte de carga o el transporte de pasajeros. Así mismo, Naucalpan recibe mucho del tráfico que proviene del D.F. Las acciones de reforestación, manejo forestal sustentable, así como de recuperación y manejo de ríos urbanos que se desarrollen en el municipio, aportan servicios ambientales al área urbana de Naucalpan, así como a las delegaciones Azcapotzalco y Miguel Hidalgo.

Una revisión del PACCM, permite afirmar que no existe una visión metropolitana de la acción climática del Distrito Federal. Hay una

*“...parte del agua que se consume debe provenir de fuera de la urbe, lo que significa que los cambios en el clima en las cuencas del Cutzamala y otros ríos tendrán un efecto directo en la disponibilidad de agua de la ciudad.”*

*“...este programa promoverá el desarrollo de capacidades de adaptación, que permitan reducir la vulnerabilidad y moderar los daños posibles, previniendo los riesgos y aprovechando*

la acción climática del Distrito Federal. Hay una mención en este sentido que se refiere a acciones de adaptación. En efecto, dentro de las acciones de adaptación al cambio climático, se reconoce que existen riesgos y oportunidades ante escenarios de cambios en el clima, tanto de la Ciudad de México, como de las zonas aledañas. A lo largo del documento se deduce un reconocimiento de

la perspectiva metropolitana. No obstante, esta perspectiva no se desarrolla a lo largo del documento, aún cuando las veintiseis acciones planteadas para el Distrito Federal, sin duda alguna inciden en la calidad del aire de toda la ZMVM. Existe un reconocimiento explícito de la vulnerabilidad del Distrito Federal en cuanto a la disponibilidad de agua. Esto se hace evidente al señalar su dependencia del sistema Lerma-Cutzamala para el abastecimiento del líquido. También hace referencia a la necesidad de cuantificar dentro del inventario de emisiones de GEI, los 3.4 millones de barriles de petróleo necesarios para bombear el agua a lo largo de 127 km. y elevarla a una altura de 1,100 metros. (Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, 2008: 31). A no ser por estas alusiones al contexto metropolitano, el tema está prácticamente ausente en dicho instrumento de planeación.

En síntesis, más que congruencia con el PACCM, el PACMUNA tiene puntos en común en la medida en que las estrategias y acciones planteadas en este abarcan sectores comunes en el Distrito Federal, que van desde el reconocimiento que la planeación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial juega un papel central en mitigación y adaptación, hasta el planteamiento de acciones comunes con el PACMUNA en sectores como la energía, el transporte, la eficiencia energética en edificios y la industria, el incremento del área forestal, el manejo adecuado de residuos sólidos y acciones en materia de educación y comunicación.

## 7.4. Instrumentos de carácter municipal

### Plan de Desarrollo Municipal 2013 - 2015

El Plan de Desarrollo Municipal de Naucalpan de Juárez, 2013 – 2015 (PDM) es el documento base de planeación del municipio para los siguientes dos años. por lo que la congruencia que el PACMUNA guarde con él es fundamental para poner en práctica muchas de las estrategias y acciones planteadas en dicho documento, en particular, aquellas de corto plazo.

El PDM reconoce al medio ambiente y la sustentabilidad como uno de los ejes estratégicos de acción y de los valores y principios sobre los cuales se conducirá la administración municipal. Reconoce asimismo a los grupos vulnerables (niños, adultos mayores y discapacitados). También plantea como uno de los objetivos de la actual administración municipal, la *“Formación de capital social y humano que posibilite no sólo generar crecimiento económico, sino la distribución equitativa de los beneficios, protegiendo al medio ambiente en lugar de destruirlo, potenciando las capacidades de las personas en vez de marginarlas y ampliando sus opciones y oportunidades, permitiendo que participen directamente en las decisiones que afectan su vida.”* (Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez, 2013: 64).

Vale la pena la cita completa del párrafo, pues toca dos temas fundamentales planteados en el PACMUNA, a saber, la población vulnerable y naturalmente, el medio ambiente. En efecto, el PACMUNA reconoce ambos temas tanto en el diagnóstico socio-económico como en el Análisis de Riesgo y en el Inventario de emisiones de Compuestos de Efecto Invernadero.

El PDM reconoce también la necesidad de provisión del servicio de fosas sépticas, letrinas y drenajes rústicos en asentamientos ubicados en áreas no urbanizables con objeto de prevenir la contaminación del suelo y acuíferos. Reconoce que hace falta desarrollar programas de protección al medio ambiente que se centren en la conservación y recuperación de zonas naturales. Tales programas deben poner atención a sitios específicos como el Parque Nacional “Los Remedios, el Parque Ecológico Turístico y Recreativo Zempoala “La Bufa” (Parque Otomí – Mexico), el Parque Naucalli, el Parque Estatal Metropolitano, así como las cuencas de los ríos. Hace referencia a la participación de los industriales y la regulación de las descargas. Estos planteamientos se encuentran alineados y son respetados y suscritos por el PAMCUNA, como lo demuestran las estrategias manejo integral del área forestal.

En el capítulo 4, el PDM plantea tres pilares que sostienen la política de la gestión pública local a lo largo del trienio: un gobierno solidario, un municipio progresista y una sociedad protegida. El pilar 2 “Municipio Progresista” incluye a la conservación del medio ambiente como uno de los temas por atender. El PDM tiene como objetivo la promoción del desarrollo sustentable para preservar y conservar sus recursos naturales y sus servicios ambientales. De esta manera reconoce una serie de problemáticas. Entre ellas destacan la desigualdad social, el aumento en los actos delictivos, una fuerte presión sobre los recursos naturales, la persistencia de asentamientos irregulares sobre sus siete áreas naturales protegidas, su topografía accidentada y la consecuente dificultad para atender las contingencias ambientales e incendios forestales, el papel que desempeña como municipio “de paso” del tráfico del Distrito Federal y su incidencia en la emisión de partículas suspendidas PM10, el crecimiento de la mancha urbana, la falta de un programa de ordenamiento ecológico y la necesidad de elaborar programas que permitan atender toda esta problemática. En este último punto se refiere al Programa de Acción Climática mismo que queda establecido como una de las estrategias y líneas de acción. En ese sentido, es legítimo señalar que con la elaboración del PACMUNA, el municipio da cumplimiento a esta perspectiva y le da plena legalidad y vigencia al mismo.

Si bien la elaboración del PACMUNA da cumplimiento a una de las estrategias y líneas de acción del PDM, más relevante resulta la adopción de varias de éstas en las estrategias y acciones que comprende el PACMUNA. Ejemplo de ello es la contención de asentamientos irregulares como una medida para lograr un manejo integral del área forestal. Es notable la frecuencia con que el PDM menciona los asentamientos irregulares como un problema asociado a la dificultad en la dotación de servicios públicos, como factor de riesgo, como factor de presión en zonas forestales y en particular en ANPs y como un factor de incertidumbre jurídica en la propiedad del suelo y la vivienda. En este sentido, el PACMUNA no sólo está alienado a las estrategias y acciones formuladas en el PDM para hacer frente a este problema, sino que plantea la contención de asentamientos irregulares y la regularización de la tenencia de la tierra, para proteger las áreas forestales y las ANPs. Esto genera sinergias con el PMD.

Es importante mencionar también que dentro del tema Conservación del Medio Ambiente, el PDM plantea la realización de un programa de educación ambiental. lo que es congruente con la estrategia de educación para el cambio climático planteada en el PAMCUNA. Las acciones que derivan de esta estrategia (como abrir una Casa de la Tierra, fortalecer la educación ambiental no formal y hacer público el consumo de agua y electricidad en los hogares) nutren las acciones de educación y sensibilización ambiental planteadas en el PDM.

Sin duda el PDM da fundamento legal y una justificación plena para la elaboración y aplicación del PACMUNA. Ambos instrumentos de planeación se complementan y generan sinergias en el cumplimiento de sus respectivas estrategias y acciones.

*“Los programas de protección al medio ambiente, sustentan la operación de un plan de desarrollo sostenible, enfocándose en la conservación y recuperación de zonas naturales, focalizado en puntos específicos.”*

*“...Se implementan programas que inciden en la reducción de la emisión de compuestos de efecto invernadero, tales como el Programa de Acción Climática Municipal, así como la operación de herramientas de diagnóstico ambiental, que sustentan las decisiones en materia ambiental.”*

Plan de Desarrollo Municipal 2013-2015

### **Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2006-2009**

Uno de los propósitos a los que aspira el PACMUNA, es ofrecer al municipio una herramienta de planeación de mediano y largo plazo que le permita, en el ámbito de sus competencias, poner en marcha estrategias y medidas concretas y tangibles para desarrollarse como un municipio más sustentable, competitivo y resiliente frente al cambio climático. El sector en el que más puede incidir el municipio es precisamente en la administración y el control del desarrollo urbano, y en los usos del suelo. En este sentido, el desarrollo urbano es un sector en el que concurren ambos instrumentos de planeación. Es a través de la planeación del desarrollo municipal como se puede alcanzar un crecimiento urbano ordenado, seguro y sustentable frente al cambio climático.

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2006 – 2009<sup>23</sup> (PDU) tiene muchos puntos en común con el PACMUNA. Los instrumentos que propone movilizar para lograr un desarrollo urbano seguro, incluyente y sustentable, son aquellos que le permitirían dar cumplimiento a una de las estrategias en materia de mitigación y adaptación.

En su diagnóstico, el PDU identifica problemas derivados de emisiones que contaminan el agua, el aire y el suelo. Reconoce la dificultad que representa supervisar a las más de 1200 empresas asentadas en los cinco parques industriales del municipio, así como los residuos, descargas y emisiones que generan. Reconoce también, la presencia de vialidades regionales primarias y secundarias que atraviesan el municipio, así como la facilidad con que se saturan, acrecentando el problema de las emisiones de CEI.

En lo que se refiere al uso de suelo, el diagnóstico del PDU reporta un déficit de áreas verdes municipales que alcanza las 479.19 hectáreas. De esta manera está lejos de cumplir con la recomendación de la Organización Mundial de la Salud (que indica al menos 9 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante). Las principales áreas verdes no urbanizables del municipio (Bosque de los Remedios

<sup>23</sup> El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Naucalpan de Juárez 2006 – 2009 es el vigente y actualmente no se tiene conocimiento de que se esté elaborando una actualización, por lo que se tomó este como el que está conduciendo el desarrollo urbano del municipio y con el cuál el PACMUNA debe guardar congruencia.

y el Parque Naucalli) representan prácticamente un tercio de las áreas verdes disponibles totales; es decir, aportan 3.13 m<sup>2</sup> por habitante.

En materia de riesgos, el PDU da cuenta de los peligros a los que está expuesto el municipio por sus características topográficas y los asentamientos regulares e irregulares en zonas de riesgo. En este sentido, calculó en 2007, la existencia de más de 200 asentamientos irregulares en los que habitan más de 55 mil personas y que amenazan las zonas de preservación ecológica. La mayor parte de tales asentamientos se ubica en zonas de riesgo, no aptas para el desarrollo urbano (Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez, 2007: 24).

Otros componentes del diagnóstico que son congruentes con el desarrollado del PACMUNA y su diagnóstico son los referentes al transporte y movilidad. Otro elemento del diagnóstico relevante para este proyecto es el que se refiere al transporte y movilidad. Al respecto hace referencia a la complejidad del sistema de transporte urbano. Aún cuando cuenta con una cobertura total, reconoce la presencia de un parque vehicular excesivo y que se encuentra en mal estado. Las paradas y puntos de trasbordo no están bien definidos y hay una multiplicidad de rutas similares entre sí. Sin embargo, es relevante tener en cuenta que es al Gobierno del Estado de México a quien corresponde regular y/o modificar las condiciones de operación del sistema de transporte urbano. Todo este diagnóstico es totalmente congruente con el PACMUNA en el sentido de plantear el diseño de una estrategia tanto de la movilidad motorizada, como no motorizada (información de tráfico en tiempo real y agilización de flujos de transporte, un plan de movilidad peatonal y la construcción de ciclistas), en el entendido de que le corresponde al Gobierno del Estado de México, regular, y eventualmente, modificar las condiciones de operación del sistema de transporte urbano.

El diagnóstico del PDU se traduce en políticas que son congruentes con las estrategias planteadas por el PACMUNA, en particular las estrategias sobre el manejo integral del área forestal a través, entre otras cosas, de la contención de los asentamientos irregulares. En respuesta al diagnóstico de problemas y necesidades del municipio, el PDU establece las siguientes políticas:

- De ordenamiento urbano a través del control y consolidación del área urbana
- De incorporación y aprovechamiento del suelo al desarrollo urbano
- De preservación del área no urbanizable (Parque Estatal Otomí-Mexica)
- De regulación de la tenencia de la tierra y mejoramiento urbano de los asentamientos humanos irregulares
- De mejoramiento de los servicios públicos regionales para integrar las redes de servicios y equipamiento
- Control de la contaminación y preservación ecológica
- De prevención y atención de riesgos urbanos a través de la regulación de la ocupación del territorio, contención de asentamientos humanos irregulares en zonas de riesgo en todas sus modalidades.

*“Naucalpan esta permanentemente expuesto a situaciones de riesgo, debido a las condiciones físicas, topográficas y geológicas de su territorio; a las alteraciones irreversibles producidas al medio ambiente; a la incipiente organización urbano espacial; a la ocupación indebida de sitios no aptos; al inadecuado manejo y disposición de los desechos; a la obsolescencia y deterioro de las infraestructuras hidrosanitarias; a la falta de infraestructura pluvial y de saneamiento; a la insuficiencia de la infraestructura de energía eléctrica y vial, y a la exposición de las personas a situaciones de insalubridad; las cuales pueden provocar siniestros como deslaves, inundaciones, hundimientos, incendios y hasta epidemias, que de no prevenirse podrán resultar en desastres para la población.”*

Plan de Desarrollo Urbano de Naucalpan  
de Juárez 2006 – 2009.

- Desarrollo municipal y coordinación intergubernamental, reconociendo la transversalidad del desarrollo urbano y la necesidad de que intervengan otras áreas del Municipio y otros órdenes de gobierno en la instrumentación de las políticas del PDU.

El PDU establece además estrategias que son congruentes y sinérgicas con las establecidas en el PACMUNA y que se desglosan a continuación:

- *De ordenamiento urbano*, es decir, la dosificación del crecimiento urbano en función del tipo de área urbanizable programada (que cuenta con usos de suelo), urbanizable no programada (que a pesar de ser urbanizable, está aun sujeta a algún instrumento de planeación como un Plan Parcial, y ser predominantemente ejidal) y finalmente, el área no urbanizable (que coinciden con el suelo por arriba de la cota de 2800 msnm y corresponde al Parque Estatal Otomí – Mexica y varias zonas ejidales).
- *De estructura vial y sistema de transporte* (que plantea 21 soluciones viales). Aquí llama la atención que el PDU, a diferencia del PACMUNA, no plantea soluciones de movilidad amable, es decir, la peatonalización de algunas calles, la introducción de ciclistas, e incluso el reciclaje de algunos sectores habitacionales, comerciales e industriales para lograr crear un diseño urbano orientado al transporte (DOT). Sin embargo, de esta estrategia, vale la pena enunciar las recomendaciones que son congruentes con la estrategia de movilidad motorizada del PACMUNA. Entre ellas se encuentran las siguientes:
  - Establecer horarios nocturnos de carga y descarga en las áreas comerciales, de servicios e industria de mayor concentración, para evitar que esos movimientos coincidan con los horarios de mayor demanda.
  - Establecer en las vías primarias de mayor conflicto vehicular en coordinación con la Secretaría de Transportes del Gobierno del Estado de México, paradas autorizadas de rutas de transporte público con espaciamiento no menor a 300 metros entre 2 paradas consecutivas.
  - Fortalecer las capacidades técnicas y mejorar el equipamiento de las áreas de Desarrollo Urbano, Ingeniería de Tránsito y
  - Implementar programa de señalización vial y de transporte de tipo horizontal, vertical y logarítmica tanto preventiva como restrictiva.
  - Empezar programas masivos y permanentes de educación vial con instituciones escolares
- *Fomento y conservación ambiental y ecológica* que incluye la prohibición de industria contaminante en las áreas de nuevo crecimiento, la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales, la disposición final y aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos, y la regulación de actividades extractivas de acuerdo con la normatividad vigente.
- *Apoyo, estímulo y diversificación de la inversión y el desarrollo económico*, fundamentalmente buscando promover actividades como el ecoturismo, el desarrollo de infraestructura y servicios ambientales.
- *Vivienda, control y mejoramiento de los asentamientos humanos irregulares* a fin de mejorar las condiciones de habitabilidad y atender la demanda de suelo de los sectores de menores ingresos.
- *Prevención de desastres y protección civil*

A pesar de que tanto el diagnóstico, como las políticas y estrategias que se plantean en el PDU se emitieron hace ya algunos años, no sólo son vigentes en su mayoría, sino también congruentes con las estrategias y acciones planteadas en programas actuales de acción climática.

## 7.5. Otros instrumentos de planeación

Existen dos instrumentos de planeación que ameritan una mención especial en la medida en que no han sido publicados en el Gaceta del Estado, ni han sido suficientemente difundidos como parte del Sistema de Planeación del Municipio. Es el caso del Programa Parcial de Reconversión Industrial 2006-2009 y el Atlas de Peligros Naturales del Municipio.

*“Fomentar actividades industriales sustentables que incorporen en sus procesos productivos tecnologías limpias.”*

Plan Parcial de Reconversión de las Zonas Industriales 2006-2009. Objetivo en la edificación de un tecno-parque industrial.

El Plan reconoce que la planta industrial de Naucalpan se vio seriamente golpeada por la crisis de 1994, y desde entonces, los intentos por dar un nuevo impulso a la industria han sido erráticos y de corto plazo. Incluso reconoce que se ha optado por el cambio de uso de suelo de industrial a otro tipo de usos, afectando la vocación industrial histórica del municipio.<sup>24</sup>

El propósito del Plan es impulsar propuestas para el reciclamiento, reconversión y mejoramiento de los fraccionamientos industriales y formular una cartera de proyectos detonadores que den un nuevo auge al sector industrial del municipio a escala regional, nacional e internacional. Dentro de los proyectos detonadores que incluye, se pueden mencionar un centro de capacitación regional, un corporativo médico asociado a la industria farmacéutica, papelera y textil, la unidad poniente de la Universidad Autónoma Metropolitana (que perdió vigencia al abrirse la UAM Cuajimalpa), un centro logístico de abasto y distribución, y un centro de negocios.

Llama la atención la propuesta de construcción de un tecno-parque industrial. Sus objetivos serían estimular el flujo de conocimiento y tecnología entre universidades, instituciones de investigación, empresas y mercados; impulsar la creación y el crecimiento de empresas innovadoras mediante mecanismos de incubación, y fomentar actividades industriales sustentables que incorporen en sus procesos productivos tecnologías limpias y generen empleos verdes. Esta propuesta contempla el tipo de industrias en las que debería enfocarse la política industrial del municipio o en todo caso, la política de reconversión industrial. Sin embargo, es fundamental asegurar que durante este proceso, se adopten estándares ambientales en el uso de tecnologías ahorradoras de energía y agua; así como en el aprovechamiento y disposición final de re residuos sólidos de las plantas industriales. En cualquier caso, la propuesta guarda plena congruencia con la estrategia que plantea el PACMUNA en el sentido de asegurarse el cumplimiento de estándares ambientales en el proceso de reconversión industrial.

A pesar de tratarse de un plan de reconversión de las zonas industriales (y en consecuencia del sector industrial como tal), muchos de sus planteamientos siguen siendo vigentes y valdría la pena que el municipio lo retomara y actualizara como un instrumento para mejorar su competitividad y atraer industria más limpia, generar empleo verde en ramas industriales específicas y promover un entorno de innovación. Alternativamente podría contribuir para lograr en el mediano y largo plazo una reconversión del municipio hacia los sectores comercial y de servicios con el arranque del proyecto inmobiliario El Toreo (pues los datos sugieren que en el corto la vocación industrial de Naucalpan se conservará). Sin embargo, no se debe descartar la posibilidad de que los tres sectores (industrial, comercial y de servicios) coexistan en lo que hoy en día abarcan los seis parques industriales del municipio.

<sup>24</sup> Este diagnóstico es congruente con lo que declaró el Lic. Rafael Carmona Pardo, Presidente de la Comisión de Ecología de la Asociación de Industriales del Estado de México (AIEM), en el sentido de que cuando cierra una planta industrial en Naucalpan, difícilmente llega otra industria a sustituirla. Se interpreta que la planta que cierra definitivamente se convierte en un predio en desuso, o bien se convierte en bodega de la empresa en cuestión y traslada toda la planta productiva a otra localización que ofrezca ventajas comparativas y competitivas mejores. Entrevista realizada el martes 22 de octubre de 2013.

**El Atlas de Peligros Naturales para el Municipio de Naucalpan de Juárez** data de 2010 y tampoco fue publicado en ningún medio impreso o electrónico del municipio. El marco legal que se desarrolla en el atlas, enuncia todas las leyes y reglamentos de carácter federal, estatal y municipal que le dan sustento. Sin embargo, al no ser un documento de acceso público, ni estar publicado o aprobado por autoridad competente o estar inscrito en el RPP, sus alcances e impacto en términos de ocupación del territorio son limitados. Hasta donde se ha podido documentar, no se toma en cuenta para la emisión de permisos y licencias de construcción.

El atlas cubre una categoría amplia de peligros que fueron documentados y registrados cartográficamente. En él se reconoce que los efectos previsibles del cambio climático podrían agudizar fenómenos que afectan la infraestructura y las viviendas, tales como granizadas, lluvias atípicas, heladas, etc. Identifica dos tipos de peligros: los geológicos y los hidrometeorológicos. Dentro de los geológicos, da cuenta de riesgos que representan los sismos, la remoción en masa, los hundimientos, las fallas y las fracturas. Dentro de los hidrometeorológicos, el atlas reconoce amenazas como masas de aire y sistemas frontales, granizadas, heladas y nevadas, tormentas eléctricas, viento, lluvias e inundaciones.

La congruencia entre el Atlas de Peligros y el PACMUNA se da no sólo a un nivel instrumental, es decir, ambos son instrumentos de planeación cuyo propósito común es la toma de decisiones informada sobre una ocupación segura del territorio; sino que también se da también en la medida en que el Atlas de Peligros es un insumo fundamental para la construcción del Índice de Riesgo Urbano ante el Cambio Climático (IRUCC) desarrollado en el capítulo sobre Análisis de Riesgo.

Para reducir el peligro, el atlas centra la atención en acciones concretas de mitigación de riesgos en puntos específicos del área urbana y de las localidades que se encuentran en el área no urbana de Naucalpan. Estas acciones van desde la estabilización de taludes y la construcción de muros de contención, hasta la prohibición de rellenos sanitarios, la definición de un perímetro de contención urbana y la ampliación de la infraestructura pluvial. Llama la atención que una de las acciones propuestas es la prohibición de tala de árboles, en donde se reconoce el papel fundamental que tienen los bosques de Naucalpan para retener suelo, evitar la erosión y el azolve de cauces de ríos y cuerpos de agua que ponen en riesgo las zonas bajas del municipio.

## 8. INVENTARIO DE EMISIONES DE COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO

### 8.1. Introducción a los inventarios de emisiones

El aumento en la concentración de los compuestos de efecto invernadero (CEI) en la atmósfera dan origen al problema del calentamiento global, y con ello al cambio climático. La cuantificación de dichas emisiones permite a gobiernos, empresas y ciudadanía identificar las principales fuentes de emisión, para posteriormente definir las acciones que llevarán a su reducción.

Por lo anterior, un componente fundamental del Plan de Acción Climática Municipal de Naucalpan de Juárez (PACMUNA) es la elaboración de un inventario de CEI a nivel municipal. Dicho inventario contribuye a fortalecer los esfuerzos nacionales para cumplir con los compromisos adquiridos por México en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y que se refieren a la estimación y reporte de las emisiones, y a la captura en sumideros de los CEI no contemplados en el Protocolo de Montreal.

Vale la pena señalar que además de los gases de efecto invernadero (GEI), el PACMUNA incluye otras sustancias que afectan el clima y promueven el calentamiento. Estas sustancias se conocen como agentes de forzamiento climático de vida corta (Short-Lived Climate Pollutants o SLCP por sus siglas en inglés). Entre ellas, se encuentran el metano y el carbono negro (CN). De esta manera, el PACMUNA incluye tanto a los GEI como a los SLCP que en conjunto integran los *compuestos de efecto invernadero*. Esto adquiere relevancia en tanto existe evidencia científica que demuestra que un control rápido de las partículas de carbono negro y metano (ambos precursores de ozono troposférico) puede tener un impacto significativo en la salud y bienestar humanos. Por otra parte, la Ley General de Cambio Climático (LGCC) y la iniciativa de las Naciones Unidas suscrita por México para el control de Sustancias de Vida Corta de Efecto Invernadero son elementos que también se tomaron en cuenta para decidir incluir estos compuestos en el inventario.

Dicho lo anterior, el presente apartado del PACMUNA muestra los resultados del inventario municipal de CEI para el año base 2010<sup>25</sup>. Este inventario se elaboró de acuerdo con los lineamientos del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) en su versión 2006 (IPCC, 2006) y la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de invernadero del 2006 (en adelante “Orientación de las Buenas Prácticas IPCC, 2006”)<sup>26</sup>.

El inventario de emisiones de CEI informa sobre las emisiones de los principales gases, compuestos orgánicos volátiles y precursores de efecto invernadero: bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y carbono negro (CN). En algunos casos, también incluye los compuestos orgánicos volátiles (COV), que son generados por cuatro fuentes de emisión (categorías) según establecen las directrices del IPCC. Estas categorías son: energía; procesos industriales y uso de productos; agricultura, silvicultura y otros usos de suelo; y desechos.

<sup>25</sup> En algunos casos se utilizó información de otros años por falta de la misma para el año 2010 (ver Tabla 4).

<sup>26</sup> Estos Lineamientos están disponibles en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/> Última consulta: Julio de 2013.

**Tabla 8.1. Categorías y sub-categorías incluidas en los cálculos del Inventario CEI**

Categoría IPCC	Sub-categorías incluidas en el cálculo	Año base	Gases reportados	Material particulado
1 Energía	Actividades industriales, residenciales/institucionales y transporte	2010	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CN	CN
2 Procesos industriales y uso de productos, IPPU	Producción de vidrio y uso de productos no energéticos y solventes	2008	CO <sub>2</sub> , COV	-
3 Usos de la tierra, AFOLU	Tierras forestales y pastizales	2008	CO <sub>2</sub>	CN
4 Desechos	Disposición de residuos sólidos, y tratamiento y eliminación de aguas residuales	2010	CH <sub>4</sub>	-

Fuente: Elaboración propia con base en los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006).

A pesar de que todas las categorías y sub-categorías mencionadas están presentes en el municipio, no todas son aplicables a este inventario. Las razones por las que algunas sub-categorías no se estimaron, van desde falta de información acerca del sector, hasta la omisión de la categoría por su tamaño o proporción. Es decir, la categoría existe pero en una escala tan pequeña, que sus emisiones son despreciables considerando los órdenes de magnitud obtenidos. Por esta razón, los cálculos del Inventario de CEI de Naucalpan se realizaron con base en la existencia y disponibilidad de datos y la información de actividad de las categorías de emisión arriba mencionadas.

Dependiendo de la categoría y de la calidad de la información recopilada, el inventario incluye estimaciones de acuerdo al Nivel 1 o Nivel 2 de la metodología del IPCC (Tier 1, Tier 2 respectivamente; ver Anexo A). En los casos en los que fue posible realizar estimaciones de Nivel 2, los resultados obtenidos son más cercanos a la realidad. Esto se debe a que se utilizaron datos de Naucalpan o bien, a que fueron ajustados al contexto del municipio. Por el contrario, en las categorías en las que no se pudo utilizar un nivel mayor al 1, las estimaciones cuentan con un grado mayor de incertidumbre debido a que dentro de los parámetros utilizados se incluye información regional<sup>27</sup> tomada en los lineamientos del IPCC para las diferentes categorías y actividades.

Los sectores y actividades del municipio de Naucalpan, adaptados a las categorías del IPCC para este inventario se muestran en la Tabla 8.2.

<sup>27</sup> Los valores y datos predeterminados utilizados para una estimación de Nivel 1 pueden variar desde un nivel nacional hasta un nivel continental, es decir, pueden presentarse datos específicos para México o bien, si el IPCC no cuenta con información más detallada, se proporcionan datos para América Latina o Norteamérica.

**Tabla 8.2. Categorías y sub-categorías de fuentes de emisión presentes en Naucalpan**

<b>1 ENERGÍA</b>
1 A Actividades de quema de combustible
1 A 1 Industrias de la energía
1 A 2 Industrias manufactureras y de la construcción
1 A 3 Transporte
Incluye transporte terrestre (automóviles, camionetas y vehículos de carga ligera, vehículos de carga pesada, vehículos de pasajeros y motocicletas)
1 A 4 Otros sectores
Residencial, comercial y servicios
<b>2 PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS</b>
2 A Industria mineral
2 A 3 Producción de vidrio
2 D Productos no energéticos a partir de combustibles y uso de solventes
2 D 1 Uso de lubricantes
2 D 2 Uso de ceras de parafina
2 D 3 Uso de solventes
<b>3 AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE SUELO</b>
3 A Ganadería
3 B Uso de suelo
3 B 1 Tierras forestales
3 B 2 Tierras de cultivo
3 B 3 Pastizales
3 B 5 Asentamientos urbanos
3 C Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO <sub>2</sub> en la tierra
<b>4 DESECHOS</b>
4 A Eliminación de desechos sólidos
Incluye sitios gestionados y no gestionados
4 B Tratamiento biológico de los desechos sólidos
Referente a producción de abono orgánico y compostaje
4 D Tratamiento y eliminación de aguas residuales

Fuente: Elaboración Propia con base en los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006).

De acuerdo con los lineamientos del IPCC, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) deben reportarse en Gg (gigagramos, 1E6 kg). Sin embargo, para fines de este estudio se utilizaron las tCO<sub>2</sub>eq (toneladas de bióxido de carbono equivalente). Esto se hizo a fin de facilitar la comunicación del inventario a los actores clave y permitir una mayor comparabilidad con otros inventarios locales y nacionales.

Es importante mencionar que para realizar los cálculos en CO<sub>2</sub>eq de los diferentes gases emitidos, se utilizaron los potenciales de calentamiento global en un horizonte de tiempo a 100 años con las siguientes equivalencias: CH<sub>4</sub> = 25xCO<sub>2</sub>; NO<sub>2</sub> = 298xCO<sub>2</sub> (Houghton, Meira Filho, Callander, Harris, Kattenberg, & Maskell, 1995). En cuanto a los compuestos precursores de efecto invernadero como los compuestos orgánicos volátiles (COV) y el carbono negro (CN), el IPCC no menciona las unidades en que se deben reportar los resultados obtenidos. Para facilitar la comprensión del lector y su comparación con otras fuentes de COV, éstas se reportaron en toneladas (ton).

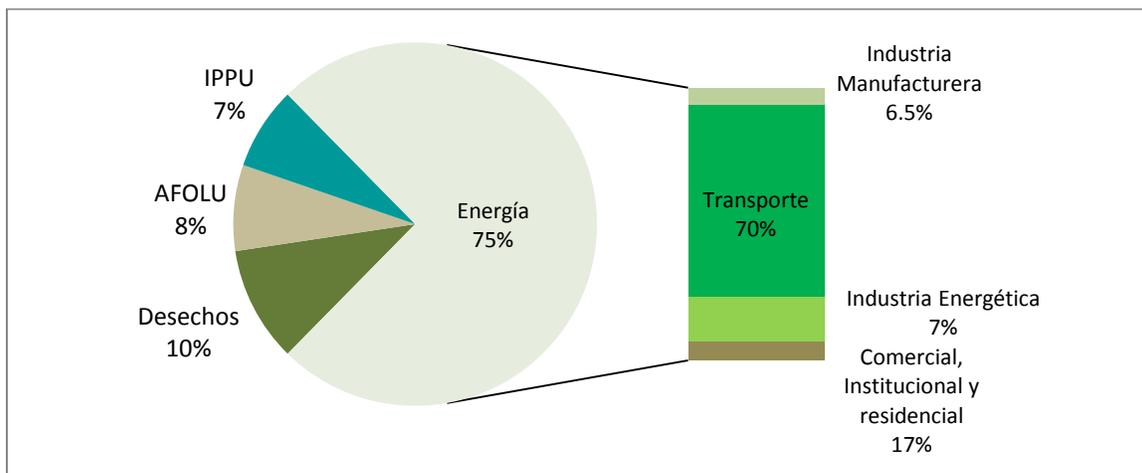
Fianlmente, este documento propone una serie de recomendaciones que permitirán al municipio utilizar niveles de estimación más altos (Nivel 2 y 3) para mejorar el cálculo en inventarios futuros al mejorar la colección y sistematización de información. Esto es particularmente relevante para las actividades de transporte, la industria de competencia municipal y la gestión del uso de suelo.

## 8.2. Emisiones de CEI en el municipio de Naucalpan según las categorías del IPCC

De acuerdo con los cálculos realizados en este inventario, las emisiones totales de tCO<sub>2</sub>eq en el municipio de Naucalpan para el 2012 fueron de 1.78 millones de toneladas. El sector que hace una mayor contribución corresponde a la categoría de energía que aporta el 74.7% de las emisiones totales. El sector transporte representa el 70.1% de la categoría de energía y el 52% de las emisiones totales. El segundo lugar lo ocupan las emisiones que resultan de la disposición de desechos y aguas residuales, con 10.3%. Lo sigue el uso y cambio de uso de suelo con el 7.7%. En esta última categoría se incluyen las emisiones netas por pérdidas de carbono en la biomasa. Finalmente, el sector de procesos industriales y uso de productos que aporta el 7.4% del total de emisiones.

La figura 8.1 ilustra la distribución por sector de las emisiones totales de gases de efecto invernadero del municipio. La Tabla 8.3 detalla el total de emisiones en CO<sub>2</sub>eq para cada categoría.

Figura 8.1. Distribución de emisiones totales de CEI (tCO<sub>2</sub>eq) por sector



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados presentados en la Tabla 8.3

**Tabla 8.3. Emisiones totales de CO<sub>2</sub>eq por sector y subsector**

Código IPCC por categoría	Nombre Categoría	CO <sub>2</sub> eq total (ton)
<b>1</b>	<b>ENERGÍA</b>	<b>1,333,351</b>
<b>1 A</b>	<b>Actividades de quema de combustible</b>	<b>1,333,351</b>
1 A 1	Industria de la energía	88,808
1 A 2	Industrias manufactureras y de la construcción	86,282
1 A 3	Transporte	935,278
1 A 4	Residencial y Comercial	222,984
<b>2</b>	<b>PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS</b>	<b>131,426</b>
<b>2 A</b>	<b>Industria Mineral</b>	<b>12,425</b>
2 A 3	Producción de vidrio	12,425
<b>2 D</b>	<b>Productos no energéticos a partir de combustibles y uso de solventes</b>	<b>119,001</b>
2 D 1	Uso de lubricantes	118,995
2 D 2	Uso de ceras de parafina	5
2 D 3	Uso de solventes	NA
<b>3</b>	<b>AFOLU</b>	<b>132,083</b>
<b>3 A</b>	<b>Ganadería</b>	<b>NE</b>
<b>3 B</b>	<b>Uso de Suelo</b>	<b>132,083</b>
3 B 1	Bosques	1,923
3 B 2	Cultivos	IE <sup>28</sup>
3 B 3	Pastizal	129,139
3 B 5	Asentamientos Urbanos	1,022
3 B 6	Otros Usos	NA
<b>3 C</b>	<b>Emisiones No-CO<sub>2</sub> Fuentes Agregadas</b>	<b>IE<sup>29</sup></b>
<b>3 D</b>	<b>Otras Actividades</b>	<b>NE</b>
<b>4</b>	<b>DESECHOS</b>	<b>183,005</b>
<b>4 A</b>	<b>Disposición de residuos sólidos</b>	<b>97,120</b>
4 A 1	Eliminación de desechos gestionados	44,860
4 A 2	Eliminación de desechos no gestionados	52,259
<b>4 B</b>	<b>Tratamiento biológico de los desechos sólidos</b>	<b>NE</b>
<b>4 C</b>	<b>Incineración e incineración abierta de desechos</b>	<b>NA</b>
4 C 1	Incineración de desechos	-
4 C 2	Incineración abierta de desechos	-
<b>4 D</b>	<b>Tratamiento y eliminación de aguas residuales</b>	<b>85,885</b>
4 D 1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	85,885
4 D 2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NE
<b>TOTAL DE EMISIONES DE COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO</b>		<b>1'784,305</b>

Fuente: Elaboración propia siguiendo los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006). Las fuentes de información se explican en el Apartado A del Anexo Metodológico.

NA = No aplica; NE = No estimado; IE = Incluida en otra categoría

<sup>28</sup> Las emisiones de GEI de cultivos se integraron a la sub-categoría 3B3 Pastizales.

<sup>29</sup> Las emisiones de GEI No-CO<sub>2</sub> están integradas en la sub-categoría 3B1 Bosques.

En los siguientes apartados se desglosan las emisiones de CEI para cada una de las 4 categorías y sus correspondientes subcategorías.

### 8.2.1 Energía (Categoría IPCC 1)

La categoría Energía engloba las siguientes sub-categorías: industria energética, industria manufacturera y de la construcción, transporte, y otros. En ésta última se incluyen los sectores residencial, comercial e institucional. El municipio de Naucalpan tiene una población de 833,779 habitantes (INEGI, 2010). Más del 97% de las personas que ahí habitan cuenta con vivienda y servicios públicos (IGECEM, 2011). El municipio tiene una gran actividad industrial; hay más de 2,000 establecimientos dedicados al procesamiento y manufactura de productos y materiales<sup>30</sup>. En lo que se refiere al transporte, el padrón vehicular de 2010 tenía registrados poco menos de 290,000 vehículos. Éstos son la fuente responsable de la mayor parte de las emisiones<sup>31</sup>.

El cálculo de las emisiones del sector energético se estimó con base en la metodología del IPCC Nivel 2. Se utilizaron datos específicos para combustibles nacionales<sup>32</sup> como valores calóricos netos (VCN) (SENER, 2012) y densidades (PEMEX), así como el combustible total consumido en Naucalpan con base en las ventas anuales por tipo de combustible y sub-categoría de fuente de emisión.

Durante el 2012, el sector Energía de Naucalpan emitió a la atmosfera un total de 1.3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>eq. El transporte es la actividad que representa la principal fuente de emisión dentro de este sector, ya que contribuye con aproximadamente el 70.1% de las emisiones anuales, y representa el 57% de las emisiones municipales globales. En segundo lugar se encuentra el consumo de combustible residencial y comercial (16.7%), seguido por la industria energética (6.7%), y por último, la industria manufacturera (6.3%).

Tabla 8.4. Emisiones totales por quema de combustible para cada sub-categoría en el sector de Energía

Sub-categoría		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CN <sup>33</sup>	
		(tCO <sub>2</sub> eq)			(ton)	
<b>1</b>	<b>Energía</b>	<b>1,296,184.7</b>	<b>6,637.7</b>	<b>30,528.1</b>	<b>96.6</b>	
1 A 1	Industria de la energía	88,725.3	33.2	49.0	0	
1 A 2	Industrias manufactureras y de la construcción	86,193.4	33.8	54.5	0	
1 A 3	Transporte	898,770.4	6,194.0	30,313.3	94	
Fuente:	1 A 4	Comercial y residencial	222,495.5	376.7	111.2	1.8

Elaboración propia siguiendo los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006). Las fuentes de información utilizadas se detallan en el Apartado A del Anexo Metodológico.

<sup>30</sup> Padrón de Empresas de la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico, Junio 2013.

<sup>31</sup> Padrón Vehicular de Naucalpan de Juárez, Dirección General de Medio Ambiente, Junio 2013.

<sup>32</sup> Se considera que las gasolinas Magna y Premium tienen las mismas propiedades fisicoquímicas, por lo que no se hace distinción en cuanto el uso de uno u otro tipo.

<sup>33</sup> El CN no se reporta en CO<sub>2</sub> eq ya que no se cuenta con un Potencial de Calentamiento Global concensado por la comunidad científica nacional e internacional y no puede compararse con los demás compuestos de efecto invernadero debido a la corta duración del CN en la atmósfera y su naturaleza particulada.

### 8.2.1.1 Industria energética, manufacturera y de la construcción, y otros sectores (Categorías IPCC 1A1, 1A2 y 1A4, respectivamente)

En este apartado se incluyen todas las emisiones de GEI y COV que se producen por la quema de combustibles fósiles necesaria para el funcionamiento de equipos, calderas, la cocción de alimentos, etc. Las emisiones de usos no energéticos, como el uso de combustibles dentro de procesos industriales se trata en el sector Procesos Industriales y Uso de Productos (IPCC, 2006).

Las sub-categorías de industria manufacturera que se muestran en la Tabla 8.5 son aquellas propuestas por el IPCC. Sin embargo, de acuerdo con las actividades del sector secundario en el municipio, éstas sub-categorías incluyen procesos específicos.

**Tabla 8.5. Emisiones de CEI por tipo de fuente fija**

Subsector		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CN
		(tCO <sub>2</sub> eq)			(ton)
<b>1 A 1</b>	<b>Industria de la energía</b>	<b>88,725</b>	<b>33</b>	<b>49</b>	<b>&lt;0</b>
1 A 1 a i	Generación de energía eléctrica	88,725	33	49	<0
<b>1 A 2</b>	<b>Industrias manufactureras y de la construcción</b>	<b>86,193</b>	<b>34</b>	<b>54</b>	<b>&lt;0</b>
1 A 2 a	Hierro y acero	4,776	2	3	<0
1 A 2 c	Química	10,317	5	11	<0
1 A 2 d	Papel y pulpa	23,556	9	13	<0
1 A 2 f	Minerales no metálicos	44,221	17	26.1	<0
1 A 2 g	Automotriz	326	<0	<0	<0
1 A 2 m	Industria no especificada	2,998	1.0	2	<0
<b>1 A 4</b>	<b>Otros sectores</b>	<b>222,496</b>	<b>377</b>	<b>111</b>	<b>1.1</b>
1 A 4 a	Comercial / Institucional	31,971	54	16	<0
1 A 4 b	Residencial	190,525	322	95	0.9

Fuente: Elaboración propia siguiendo los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006). Las fuentes de información se detallan en el Apartado A del Anexo Metodológico.

**Tabla 8.6. Sub-categorías para Industria Manufacturera e industrias municipales incluidas**

Sub-categoría según IPCC	Industrias manufactureras incluidas en las sub-categorías IPCC
1 A 2	Industrias manufactureras y de la construcción
1 A 2 a	Hierro y acero
1 A 2 c	Química
1 A 2 d	Papel y pulpa
1 A 2 f	Minerales no metálicos
1 A 2 g	Automotriz
1 A 2 m	Industria no especificada

Fuente: Elaboración propia siguiendo los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006). Las fuentes de información se detallan en el Apartado A del Anexo Metodológico.

Es importante señalar en esta subcategoría, que las emisiones por consumo eléctrico total se calcularon utilizando factores de emisión de consumo eléctrico y no de generación (SMA, Registro de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2010. Distrito Federal, 2010). Esta estimación se realizó fuera de las directrices del IPCC, por lo que estas emisiones no se contabilizan en el total. Sin embargo, se estiman de forma separada ya que representan un punto de partida importante para

proponer acciones de mitigación a nivel municipal. La categoría de servicios incluye el consumo eléctrico por alumbrado público y bombeo de agua potable y de aguas negras.

Partiendo de esta base, lo primero que se percibe es que, a pesar de que Naucalpan es un municipio con una actividad industrial alta, la mayor cantidad de emisiones de GEI de fuentes fijas proviene de las residencias y los comercios. Sin embargo, dada la escasez de información disponible para estos dos subsectores, se utilizaron los datos de consumos de combustible (gas LP y gas natural) basados en índices de consumo *per cápita* para el Distrito Federal, a fin de obtener una estimación razonable<sup>34</sup>.

Las emisiones del sector energético incluyen aquellas que resultan de la generación de energía eléctrica, específicamente la subestación Remedios. Dicha subestación tiene una capacidad efectiva instalada de 32MW (CFE, 2013). Por el momento no se cuenta con más información de la operación de la subestación por lo que los datos aún están sujetos a validación en inventarios futuros.

**Tabla 8.7. Emisiones por consumo de energía eléctrica por subsector**

Subsector	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
	(tCO <sub>2</sub> eq)		
Industrial	381,345	11	2
Comercial / Institucional	NE	NE	NE
Residencial	163,612	5	1
Servicios	17,844	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>562,801</b>	<b>16</b>	<b>3</b>

Fuente: Elaboración propia siguiendo los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006). Las fuentes de información se detallan en el Apartado A del Anexo Metodológico.  
NE = No estimado

### 8.2.1.2 Transporte (Categoría IPCC 1A3)

En lo que se refiere a la sub-categoría de transporte o fuentes móviles, es necesario aclarar que el municipio solamente cuenta con transporte de tipo terrestre. Esta subcategoría incluye: los vehículos automotores como automóviles, camiones y camionetas de carga menores a 3.5 toneladas, los camiones de carga mayores a 3.5 toneladas, los camiones de pasajeros y las motocicletas.

Para calcular las emisiones de CEI se utilizaron los datos de ventas de combustible en estaciones de abastecimiento (gasolineras) dentro del municipio. No se contempló el origen-destino, ni la distancia recorrida por vehículo. En consecuencia, se desconoce si solamente circulan dentro de Naucalpan o si son vehículos de paso. Las emisiones calculadas incluyen la quema de gasolinas (Magna y Premium) y diésel. Por otra parte, no se contó con información sobre las emisiones de gas LP en este sector, por lo que no forman parte del resultado que presenta este inventario de emisiones.

La distribución de consumo de combustible por tipo de vehículo empleada se basa en los datos de la Zona Metropolitana del Valle de México (SMA, Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 2010. Contaminantes Criterio, 2012). Lo anterior se hizo con el fin de obtener un resultado cercano a la realidad tecnológica del parque vehicular.

Dado que la información para el municipio de Naucalpan no se encuentra desagregada en las mismas categorías, fue necesario agruparlas como se muestra en la columna 2 de la Tabla 8.8.

<sup>34</sup> GDF (2010), Registro de Emisiones de Gases Efecto Invernadero.

**Tabla 8.8. Sub-categorías incluidas en el sector Transporte**

Categoría según IPCC		Categoría desagregada según la información obtenida para Naucalpan
1 A 3	Transporte	Transporte
1 A 3 b	Transporte terrestre	Transporte terrestre
1 A 3 b i	Automóviles	Automóviles
1 A 3 b ii	Camiones para servicio ligero	Camiones para pasajeros
1 A 3 b iii	Camiones para servicio pesado y autobuses	Camiones y camionetas de carga (ligeros y pesados)
1 A 3 b iv	Motocicletas	Motocicletas
1 A 3 b vi	Catalizadores a base de urea	Catalizadores a base de urea

Fuente: Elaboración propia siguiendo los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006). Las fuentes de información se detallan en el Apartado A del Anexo Metodológico.

Dentro de las emisiones generadas por fuentes móviles, los automóviles son el tipo de vehículo que contribuye en mayor proporción a la emisión de CEI para esta subcategoría e incluso para todo el inventario de Naucalpan. Por otro lado, el consumo de las gasolinas Magna y Premium representa la mayor cantidad de emisiones vehiculares, ya que su consumo es cerca de diez veces mayor al de diésel (ver Tablas 8.9 y 8.10).

**Tabla 8.9. Emisiones CEI por tipo de vehículo**

Tipo de vehículo	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CN <sup>35</sup>
	(tCO <sub>2</sub> eq)			(ton)
<b>1 A 3 Transporte</b>	<b>898,770</b>	<b>6,194</b>	<b>30,313</b>	<b>92</b>
Automóviles	710,970	5,378	25,418	71
Camiones para pasajeros	45,959	53	758	6
Camiones y camionetas de carga	123,430	624	3,481	13
Motocicletas	18,390	139	658	2
Catalizadores a base de urea	21	-	-	IE <sup>36</sup>

Fuente: Elaboración propia siguiendo los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006). Las fuentes de información se detallan en el Apartado A del Anexo Metodológico. IE = Incluido en otra categoría

**Tabla 8.10. Emisiones de CO<sub>2</sub> por tipo de vehículo y combustible**

Tipo de vehículo por combustible	Emisiones CO <sub>2</sub> (ton)	
	Gasolina	Diésel
Automóviles	709,661	1,309
Camiones para pasajeros	352	45,606
Camiones y camionetas de carga	75,344	48,086
Motocicletas	18,390	NA

Fuente: Elaboración propia siguiendo los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006). Las fuentes de información se detallan en el Apartado A del Anexo Metodológico  
NA = No aplica

<sup>35</sup> El CN no se reporta en CO<sub>2</sub> eq ya que no se cuenta con un Potencial de Calentamiento Global concensado por la comunidad científica nacional e internacional y no puede compararse con los demás compuestos de efecto invernadero debido a la corta duración del CN en la atmósfera y su naturaleza particulada

<sup>36</sup> Las emisiones de PM<sub>2.5</sub> y por tanto de CN generadas por catalizadores a base de urea están incluidas dentro en cada uno de los tipos de vehículos en la misma tabla.

### 8.2.2 Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) (Categoría IPCC 2)

Esta categoría incluye aquellas emisiones provenientes de procesos industriales y del uso de productos. En el municipio de Naucalpan existe un número considerable de industrias manufactureras y establecimientos que utilizan productos químicos en sus procesos. Tales industrias emiten GEI, compuestos orgánicos volátiles (COV) y otros precursores de ozono a la atmósfera, contribuyendo así al calentamiento global. En esta categoría se trata especialmente a aquellos procesos que utilizan productos o materias primas ricas en carbono, como son los carbonatos, solventes, lubricantes, pinturas, adhesivos, etc.

Las emisiones de GEI totales en esta categoría fueron de 131 mil toneladas de CO<sub>2</sub>eq. La Tabla 8.11 presenta el desglose de las emisiones de CO<sub>2</sub>eq y COV para cada subcategoría de procesos industriales y uso de productos generadas en el municipio de Naucalpan.

**Tabla 8.11. Emisiones por procesos industriales y uso de productos**

Sub-categoría		Emisiones	
		CO <sub>2</sub> (ton)	COV (ton)
<b>2</b>	<b>Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>131,426</b>	<b>21,368</b>
<b>2 A</b>	<b>Industria minera</b>	<b>12,425</b>	<b>NA</b>
2 A 3	Producción de vidrio	12,425	-
<b>2 D</b>	<b>Productos no energéticos a partir de combustibles y uso de solventes</b>	<b>119,001</b>	<b>21,368</b>
2 D 1	Uso de lubricantes	118,995	NA
2 D 2	Uso de ceras u parafinas	5	NA
2 D 3	Uso de solventes	NA	21,368
0601*	Aplicación de pinturas	-	2,111
0602*	Desengrasado, lavado en seco y electrónicos	-	14,856
0603*	Fabricación o procesamiento de productos químicos <sup>37</sup>	-	918
0604*	Otro uso de productos	-	9

Fuente: Elaboración propia siguiendo los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006). Las fuentes de información se detallan en el Apartado A del Anexo Metodológico.

\*Código de categoría según la metodología EMEP/CORINAIR (EEA, 2005).

El apartado Industria Minera solamente incluyó la producción de vidrio. Esto se debe a que aún cuando en el municipio existen otras industrias como las ladrilleras, no se cuenta con información suficiente sobre los insumos y producción para realizar un buen cálculo de sus emisiones. En el caso de las empresas productoras de vidrio incluidas, se estimó un valor de producción a partir de la naturaleza de las unidades producidas<sup>38</sup>.

Las emisiones calculadas en el apartado de productos no energéticos y uso de solventes se refieren a las emisiones que generan las industrias de competencia federal y estatal. De acuerdo con el padrón de establecimientos industriales de la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico, se sabe que existe un número considerable de industrias de competencia municipal. No obstante, no se dispone de información suficiente al respecto, por lo que no se incluyeron en el Inventario.

### 8.2.3 Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU) (Categoría IPCC 3)

<sup>37</sup> Incluye los procesos de fabricación de poliéster, PVC, espumas, hule, manufactura de pinturas, tintas, pegamentos, adhesivos y acabado en telas.

<sup>38</sup> Se investigó que la empresa produce envases de vidrio para vinos, perfumes, cosméticos y alimentos.

El sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés) incluye todas aquellas emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> en cualquier tipo de superficie (bosques, pastizales, humedales, tierras de cultivo, etc.) dentro de los límites de la zona geográfica de estudio. Abarca también sus transformaciones y tipos de uso de suelo, incluyendo la ganadería y los asentamientos humanos. El municipio de Naucalpan tiene una superficie aproximada total de 157.04 km<sup>2</sup>. (IGECEM, 2011). Cerca del 40.5% de su territorio son zonas no urbanizadas (INEGI, 2008) por lo que cuenta con grandes extensiones de tierra forestal y pastizales (Tabla 8.12). Además, la zona urbana cuenta áreas verdes de gran extensión como el parque Naucalli. Sin embargo, también existen zonas muy densamente pobladas en donde las áreas verdes son mínimas.

**Tabla 8.12 Tipos de uso de suelo en Naucalpan**

Uso de suelo	Porcentaje del total del territorio	Uso de suelo	Porcentaje del total del territorio
Agricultura de temporal	11%	Bosque de pino	1%
Bosque cultivado	1%	Cuerpos de agua	1%
Bosque de encino	14%	Pastizal inducido	25%
Bosque de oyamel	6%	Zona urbana	40.5%

Fuente: Elaboración propia con base en las Cartas de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI Serie II (desarrollada en la década de 1990) y Serie IV (desarrollada en el período 2007-2010).

La gestión, conservación y transformación de cualquier tipo de uso de suelo se traduce en emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y carbono orgánico al suelo. El carbono contenido en la biomasa puede ser liberado a la atmósfera de diferentes maneras como los incendios, la remoción de material orgánico (tala), procesos naturales, plagas u otros procesos. De esta manera se libera el carbono que contiene el área verde y se incrementan las emisiones de contaminantes por parte de este sector. En contraste, la tierra que permanece sin alteraciones representa un sumidero de carbono. Esto significa que absorbe carbono de la atmósfera.

Para fines del cálculo de emisiones del sector y considerando los lineamientos IPCC 2006, se confiere un signo negativo al valor calculado cuando se trata de absorciones de CO<sub>2</sub> (almacenamiento en biomasa) y un signo positivo cuando existe una liberación o emisión a la atmósfera. Para que una porción de tierra se considere “sin cambio de uso de suelo” (como ocurre cuando un bosque se mantiene como bosque) es necesario que haya permanecido con ese mismo uso de suelo durante al menos 20 años. Esto quiere decir que si una zona ha tenido algún cambio de uso de suelo en un período menor a 20 años, se considera como transformada.

En el inventario se calcularon dos variantes: la tierra que no presenta cambios de uso y tierra que se ha convertido a otro tipo de uso. De esta manera se tomaron las series 2 y 4 del INEGI que corresponden a los años 1993 y 2008, respectivamente. Si bien el lapso de estos años no corresponde a los 20 años recomendados por el IPCC, se concluyó que utilizar la serie 1 (1976) representaría un lapso demasiado grande por lo que las emisiones no serían tan representativas para el año base (que en este caso es 2008, por no contar con información del sector para el 2010).

Las emisiones netas totales de CEI en esta categoría fueron de aproximadamente 136 mil tCO<sub>2</sub>eq. Esto significa que en un balance total, las pérdidas del carbono contenido en biomasa fueron mayores a las absorciones en los diferentes tipos de suelo. Este resultado indica que las altas tasas de degradación de bosques y suelos (de un ecosistema rico en biomasa a uno de menor densidad), y de pérdida de biomasa debida al cambio de suelo a pastizales y/o asentamientos humanos, son mayores que la capacidad de absorción de aquellas tierras que no han sido alteradas.

La mayor parte de las absorciones dentro del municipio las realizan los bosques que permanecieron como bosques (58%). El 42% restante es absorbido por pastizales que permanecen como tales. Por

otra parte, las mayores emisiones de carbono a la atmósfera resultan de la degradación de los bosques que se han convertido en pastizales, así como de bosques primarios que se han degradado a bosques secundarios. La Tabla 8.13 presenta el desglose del balance neto de emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub>eq para cada sub-categoría del sector AFOLU.

Dado que la ganadería es una actividad que se practica a muy pequeña escala en el municipio, no se calculó la cantidad de gases emitidos por esa subcategoría. Es decir, no se considera que sus aportaciones sean significativas para el total de este sector.

El INEGI reporta que la agricultura de temporal cubre el 11% del territorio del municipio. No obstante, con base en entrevistas con actores clave del municipio y visitas de campo, se determinó que la producción agrícola no es significativa y es intermitente. Por esta razón, las emisiones provenientes de esta actividad se consideraron despreciables. Asimismo, de acuerdo con la información que resultó del análisis de imágenes satelitales del INEGI, el tipo de vegetación en las áreas agrícolas es muy similar a aquella de las áreas de pastizal. Considerando este hecho se decidió incluir a las zonas dedicadas a la agricultura en la categoría de pastizales.

Con la intención de realizar un cálculo más preciso de las emisiones, se tomaron en cuenta los cambios de uso de suelo dentro de un mismo tipo de suelo. Es decir, se consideraron aquellos cambios que se detectaron bajo el mismo tipo de ecosistema y que indican una degradación del suelo natural, así como una disminución en la densidad de vegetación. Un ejemplo de este caso sería el cambio de bosque primario de oyamel a bosque secundario de oyamel con vegetación arbórea. Lo mismo ocurre en el caso de los tipos de pastizal y tierra cultivada. En estas situaciones se tomaron en cuenta los cambios que existen entre ellos. Aunque en la Tabla 8.13, se hace una subdivisión en las categorías de bosque y pastizal para cambios de agricultura a bosque y agricultura a pastizal. Los cálculos se realizaron con la misma metodología que para el cambio de pastizal a bosque y pastizal inducido a pastizal. Esta subdivisión simplemente se hizo para seguir la categorización del análisis de datos del INEGI. (Véase el Apartado A, sección AFOLU del Anexo Metodológico).

En lo que respecta al cálculo de emisiones por carbono negro, se tienen datos de incendios que afectaron once hectáreas en 2008. Sin embargo, no se conoce exactamente en qué tipo de ecosistemas se dieron estos eventos, por lo que se asumió que fue en áreas cubiertas por bosque de encino y oyamel, que son las zonas de mayor captación de carbono. De esta manera se mantiene un cálculo de emisiones más conservador.

Finalmente, sobre los asentamientos urbanos que se mantienen como tales, se consideró que las áreas verdes dentro de dicho uso de suelo permanecen en equilibrio, ya que al no contar con información de la cantidad de materia orgánica que se remueve en talas, se asume que éstas equivalen a la cantidad de biomasa que se formó por la captación de carbono. En consecuencia, el balance global de biomasa en estas especies es cero.

**Tabla 8.13. Emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> del sector AFOLU**

Sub-categoría		CO <sub>2</sub>	CN
		(ton)	
<b>3</b>	<b>AFOLU</b>	<b>132,083</b>	<b>0.8</b> <sup>39</sup>
<b>3 A</b>	<b>Ganadería</b>	<b>NE</b>	<b>NA</b>
<b>3 B</b>	<b>Uso de Suelo</b>	<b>132,083</b>	<b>0.0038</b>
<b>3 B 1</b>	<b>Bosques</b>	<b>1,923</b>	<b>0.8</b>
3 B 1 a	Bosque permaneciendo como bosque	-13,559	0.8
3 B 1 b	Tierra convertida a bosque	15,486	
	Bosque primario a bosque secundario	36,355	
	Agricultura a bosque	-5,050	
	Pastizal a bosque	-15,823	
<b>3 B 2</b>	<b>Cultivos</b>	<b>IE</b> <sup>40</sup>	
3 B 2 a	Cultivos permaneciendo como cultivos	-	
3 B 2 b	Tierra convertida a cultivos	-	
<b>3 B 3</b>	<b>Pastizal</b>	<b>129,139</b>	
3 B 3 a	Pastizal permaneciendo como pastizal	- 6,644	
3 B 3 b	Tierra convertida a pastizal	135,781	
	Bosque a pastizal	135,854	NA
	Agricultura a pastizal	-44	
	Pastizal Inducido a pastizal	-20	
	Asentamientos Urbanos a Pastizal	-14	
3 B 5	Asentamiento Urbanos	1,022	
	Asentamientos urbanos		
3 B 5 a	Permaneciendo como asentamiento urbanos	NE	
<b>3 B 5 b</b>	<b>Tierra convertida a asentamientos urbanos</b>	<b>1,022</b>	
	Bosques a Asentamientos urbanos	824	
	Cultivos a asentamientos urbanos	5.3	
	Pastizal a asentamientos urbanos	193	
<b>3 B 6</b>	<b>Otros usos</b>	<b>NA</b>	
<b>3 C</b>	<b>Emisiones No-CO<sub>2</sub> fuentes agregadas</b>	<b>IE</b> <sup>41</sup>	<b>NA</b>
<b>3 D</b>	<b>Otras actividades</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>
<b>3 D 1</b>	<b>Productos maderables cosechados</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Fuente: Elaboración propia siguiendo los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006) y a partir de las Cartas de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI Serie II (desarrollada en la década de 1990) y Serie IV (desarrollada en el período 2007-2010).

FL = bosques; CL = tierras de cultivo; GL = pastizales; SL = asentamientos urbanos  
 NA = No aplica; NE = No estimado; IE = Incluida en otra categoría

<sup>39</sup> Procentaje de los incendios forestales

<sup>40</sup> Las emisiones de GEI de cultivos se integraron a la sub-categoría 3B3 Pastizales.

<sup>41</sup> Las emisiones de GEI No-CO<sub>2</sub> están integradas en la sub-categoría 3B1 Bosques.

## 8.2.4 Desechos (Categoría IPCC 4)

Las emisiones que provienen de la gestión de residuos sólidos municipales (RSM) y del tratamiento y descarga de aguas residuales ocupan el segundo lugar en importancia en la generación total de GEI de Naucalpan (11%). Dentro de esta categoría, las principales emisiones derivan de la disposición de residuos sólidos (53.1%); el resto proviene del tratamiento y descarga de aguas residuales (46.9%). Las emisiones de GEI totales inventariadas para esta categoría fueron de 183 mil toneladas CO<sub>2</sub>eq y corresponden principalmente a metano (CH<sub>4</sub>). Esto se debe a los procesos de descomposición de los desechos orgánicos presentes en los residuos sólidos y en las aguas residuales. Cabe mencionar para efectos de conversión, que una tonelada de metano equivale a 25 toneladas de CO<sub>2</sub>eq. A continuación se presenta el desglose de las emisiones de metano y CO<sub>2</sub>eq para cada sub-categoría de desechos.

**Tabla 8.13. Emisiones de GEI en el sector de Desechos**

Subsector		Emisiones CH <sub>4</sub> (tCO <sub>2</sub> eq)
<b>4</b>	<b>Desechos</b>	<b>183,004.9</b>
<b>4 A</b>	<b>Disposición de residuos sólidos</b>	<b>97,119.7</b>
4 A 1	Eliminación de desechos gestionados	44,860.2
4 A 2	Eliminación de desechos no gestionados	52,259.4
<b>4 B</b>	<b>Tratamiento biológico de los desechos sólidos</b>	<b>NE</b>
<b>4 C</b>	<b>Incineración e incineración abierta de desechos</b>	<b>NA</b>
<b>4 D</b>	<b>Tratamiento de aguas residuales</b>	<b>85,885.3</b>
4 D 1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	85,885.3
4 D 2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NE

Fuente: Elaboración propia siguiendo los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006). Las fuentes de información se detallan en el Apartado A del Anexo Metodológico.  
NE = No estimado, NA = No Aplica

### 8.2.4.1 Disposición de residuos sólidos (Categoría IPCC 4A)

Las emisiones de GEI atribuibles a la disposición de residuos sólidos fueron de 97 mil toneladas CO<sub>2</sub>eq. Aproximadamente la mitad de ellas provienen de la eliminación de desechos gestionados (es decir, depositados en rellenos sanitarios). El resto resulta de la eliminación de desechos no gestionados (depositados en sitios no controlados, como los tiraderos).

En el cálculo de las emisiones de metano generadas por RSM, se consideraron los residuos sólidos depositados en el relleno sanitario que se ubica en Santiago Tepatlaxco. Esta relleno inició su funcionamiento en 2006. Sin embargo, los lineamientos del IPCC recomiendan tomar en cuenta los desechos dispuestos 50 años antes del año base, o bien de un periodo anterior menor pero utilizando la mayor cantidad de información histórica disponible. Esto se debe a que los residuos sólidos tienen un periodo de descomposición que toma cierto tiempo ya que generalmente no se descomponen por completo en el año en que fueron depositados. El tiempo de vida media de un residuo (es decir, el periodo que tarda descomponerse) varía dependiendo de su naturaleza. Por esta razón, la producción de metano que conlleva su degradación puede llegar a durar varias décadas.

El tiradero Rincón Verde concentra los desechos que se generaron en en Naucalpan hasta su clausura en 2006. Se ha reportado que su profundidad alcanza los 100 metros<sup>42</sup> y que contiene alrededor de 4 millones de toneladas de residuos sólidos. Este tiradero que operó durante cerca de treinta años y se categoriza como sitio no gestionado de proceso anaerobio. Con base en esta la información, se calculó una cantidad de residuos depositados constante de 13 mil toneladas por año, desde 1976 hasta 2006.

Debido a que no se cuenta con mayor información acerca de este tiradero, se supuso una composición de los residuos igual a la que tenía el relleno en 2008<sup>43</sup> (ver Tabla 8.15). Dicha composición se consideró constante para años anteriores y posteriores de operación del relleno. Por otro lado, la clasificación de los residuos en el relleno no coincide con la clasificación de residuos propuesta por los lineamientos del IPCC. Esto llevó a que se analizaran los porcentajes de ambas fuentes y se agruparan según sus características. Finalmente, los datos para el porcentaje de materia húmeda y seca se calcularon con base en un promedio según los componentes incluidos en cada tipo de desecho.

A continuación se presenta la clasificación de los residuos sólidos del relleno sanitario de Naucalpan y su composición como porcentaje del total.

**Tabla 8.15 Clasificación de residuos sólidos del relleno sanitario y composición**

Tipo de desecho del relleno sanitario (2008)	Descripción (tipos de desecho incluidos y desagregados en IPCC)	Composición
Materia orgánica	Alimentos y desechos de jardines y parques	47.6%
Papel	Papel	7.0%
Cartón	Cartón	6.0%
Pañales	Pañales	10.7%
Otros mezclados	Madera y textiles	4.4%
Otros no degradables	Caucho/cuero, plásticos, metal, vidrio, otros	24.3%

Fuente: Elaboración propia siguiendo los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006). Los porcentajes de composición de la basura se obtuvieron a partir de entrevistas al personal de operación del relleno sanitario del municipio y de la Dirección General de Medio Ambiente del Municipio. 8 y 9 de Julio de 2013.

Es importante destacar que la disposición final de RSM en Naucalpan no está controlada al 100%. De acuerdo con datos publicados por el INECC, el promedio de generación de residuos sólidos por habitante para 2010 fue de 0.99 kg/hab/día (INE, 2012). Esto equivaldría a una generación total en el municipio de 825 ton/día lo cual no coincide con las cifras de desechos depositados en el relleno (entre 600 y 700 ton/día). Con base en visitas de campo y entrevistas realizadas, se calcula que aproximadamente entre el 20 y el 25%<sup>44</sup> de los residuos que se generan en Naucalpan se desechan clandestinamente en barrancas o tiraderos no gestionados, o bien se transporta en camiones privados para su disposición final fuera del municipio. Ésta es una actividad irregular que se practica principalmente en las zonas en las que la autoridad municipal no puede cubrir la demanda de la población, así como en asentamientos irregulares.

<sup>42</sup> Entrevista con personal de operación del relleno sanitario del municipio y la Dirección General de Medio Ambiente realizada el 8 de julio del 2013.

<sup>43</sup> Entrevista con personal de operación del relleno sanitario del municipio el martes 9 de julio de 2013.

<sup>44</sup> Estos valores se obtuvieron de multiplicar el número de camiones que operan clandestinamente por las toneladas que manejan por viaje, en un total promedio de 1.5 viajes/día, y comparando el valor obtenido con la diferencia de residuos generados per cápita y los residuos que se ingresan al relleno.

Por otro lado, es importante considerar que la composición de los residuos sólidos en el relleno sanitario no es la misma que al momento de la recolección. Esto se debe a las constantes actividades de pepena, aprovechamiento y separación de materiales para reciclaje que se hacen en el trayecto de la fuente generadora del desecho hasta el relleno. Por lo tanto, es muy probable que la composición en el sitio de recolección sea muy distinta a la que se reporta en la tabla anterior. No obstante, para fines de inventario esta discrepancia no afecta la estimación de GEI emitidos por los desechos, ya que en el cálculo sólo se toman en cuenta los residuos dispuestos en el sitio final.

De acuerdo con información datos recuperada sobre el relleno sanitario<sup>45</sup>, se sabe que por el momento no hay recuperación, quema o utilización de metano generado a partir de la descomposición anaeróbica de los residuos. Existen veintidos pozos de venteo (un promedio de tres a cuatro pozos por hectárea). Dichos pozos se construyen por cuestiones de seguridad con la finalidad de liberar el metano generado a la atmósfera y así reducir el riesgo de fuego o explosiones. Se sabe que en algún momento se realizaron actividades de quema de biogás en ese lugar, pero no se encontró información disponible al respecto.

Igualmente, se sabe que en el relleno sanitario existen instalaciones para realizar actividades de separación de residuos y composteo, y se cuenta con registros de los años en que estuvieron operando. Sin embargo, por razones políticas y administrativas, éstas no son actividades que se practiquen con frecuencia ni de manera constante. En consecuencia, dichas actividades no se incluyeron en el cálculo del inventario. Finalmente, la incineración de residuos está prohibida en el municipio, por lo que no se realiza. Existe la posibilidad de que ocurran pequeñas quemas clandestinas no monitoreadas, que no se consideran en este inventario.

#### **8.2.4.2 Tratamiento de aguas residuales (Categoría IPCC 4D)**

Naucalpan cuenta con tres plantas municipales de tratamiento de agua que operan con procesos biológicos aerobios (lodos activados). Estas son: Naucalli (con una capacidad instalada de 40L/s), San José (con 3L/s), y Granjas (con 50L/s). Adicionalmente, en el municipio hay más de cincuenta plantas de tratamiento que son operadas por el sector privado y que tienen diferentes tipos de tratamiento y capacidades<sup>46</sup>.

A pesar de contar con tres plantas de tratamiento municipales y varias de iniciativa privada, se calcula que sólo el 6% de las aguas residuales generadas reciben tratamiento antes de ser descargadas a los cuerpos receptores. Los ríos Chico de los Remedios y Hondo, junto con la red de alcantarillado, son los sistemas que transportan el agua desde el municipio para descargarlas en el vaso regulador El Cristo. Este cuerpo de agua actúa como un sistema de tratamiento ineficiente, y libera metano a la atmósfera. Tales emanaciones son reducidas y por lo tanto despreciables con respecto al total de GEI emitidos.

La información sobre el porcentaje de agua tratada y no tratada, se tomó en cuenta para obtener valores más conservadores del grado de utilización de las vías de desecho (cloaca, letrina, pozo séptico). También se analizaron las estadísticas sobre el porcentaje de la población que cuenta con sistema de drenaje (IGECEM, 2011). En este sentido se encontró que el 3.8% de la población total de Naucalpan carece de este servicio. De esta manera, se consideró que son estos habitantes quienes descargan sus aguas residuales en letrinas.

---

<sup>45</sup> Información obtenida en la entrevista realizada al personal de operación del relleno sanitario del municipio el día martes 9 de julio de 2013.

<sup>46</sup> De acuerdo con información obtenida de la entrevista con personal de OAPAS el viernes 5 de julio de 2013.

Otros supuestos dentro del modelo de cálculo tiene que ver con el dato de BOD igual a 360 mg/L10 que datan del 2013, y que se utilizó para el año base (2010). Se recomienda al municipio que en futuros inventarios GEI se realice el monitoreo y sistematización de esta información para reducir la incertidumbre.

Con base en todo lo anteriormente expuesto, se calculó que el total de emisiones de GEI por tratamiento de aguas residuales es cercano a los 86 mil tCO<sub>2</sub>eq.

### **8.2.5 Representación Cartográfica de las Emisiones de Fuentes Fijas en Naucalpan**

En esta sección se aborda el tema del inventario de emisiones de CEI pero desde una perspectiva espacial. Esto se logró aplicando los datos calculados de las emisiones del municipio para construir planos cartográficos representativos con los resultados de diferentes categorías sugeridas por el IPCC. Este ejercicio se realizó para:

- Energía: actividades de quema de combustible en industrias manufactureras, comercios y sector residencial
- Procesos industriales y uso de productos (IPPU): uso y fabricación de productos no energéticos a partir de combustibles y uso de solventes (lubricantes, ceras y parafinas)
- Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo (AFOLU): tierras forestales, de cultivo, pastizales y asentamientos humanos

Los diferentes mapas representan visualmente los polígonos y manzanas en donde se encuentran los focos o fuentes de emisión para cada sector. En el caso de la categoría AFOLU, también se muestran los principales reservorios y sumideros de carbono. Esta sección presenta una descripción detallada de las representaciones cartográficas. También analiza los puntos más sobresalientes de cada tipo de uso de suelo, ya que estos aspectos relevantes no pueden ser extraídos del Inventario de Emisiones. De esta manera, se constituyen en un instrumento adicional para la toma de decisiones.

Los mapas se construyeron con la finalidad de ofrecer una herramienta que ayude a establecer o priorizar algunas medidas de mitigación y conservación en las diferentes categorías. Es por esto que, además del análisis espacial para cada sección, se realizan propuestas de acciones de mitigación ligadas no sólo a la relevancia que tiene la categoría en el panorama global de emisiones del municipio, sino también al contexto económico, cultural y ecosistémico de Naucalpan.

#### **8.2.5.1 Energía**

Aún cuando el sector de transporte es la principal fuente de CEI en el municipio, en esta sección solamente se incluyen las actividades de quema de combustible en fuentes fijas. Esto se debe a que los vehículos son fuentes de combustión móviles, por lo que su representación cartográfica es compleja y requeriría de estudios de flujos vehiculares. Por otra parte, en las principales vías del municipio circulan muchos vehículos que no pertenecen a él (vehículos de paso). Por lo anterior, sólo se analizaron los mapas a las emisiones generadas por los sectores comercial y residencial.

El consumo de combustibles fósiles como el gas LP o el gas natural en establecimientos comerciales y el sector residencial es una fuente relevante de emisión de CEI. Por esta razón, las medidas que se adopten para disminuir su consumo o utilizar estos recursos de manera más eficiente, representan una contribución importante para la reducción de las emisiones contaminantes en el municipio.

Los establecimientos se distribuyeron en tres segmentos de acuerdo con su nivel de consumo (alto, medio y bajo). Se utilizó esta categorización general ya que no se tuvo acceso a datos reales de los consumos por tipo de negocio (ej. panaderías, tintorerías, restaurantes, etc.). De esta manera, se estableció un consumo promedio para los establecimientos como se indica en la Tabla 8.16).

**Tabla 8.16. Clasificación de comercios y establecimientos según su capacidad de consumo energético**

Consumo	Establecimientos	Porcentaje de consumo energético del total
Alto	Panaderías	60%
	Hospitales	
	Clubes deportivos	
	Hoteles	
	Restaurantes	
	Lavanderías y tintorerías	
Medio	Centros de atención médica (clínicas)	30%
	Centros comunitarios	
	Centros de acondicionamiento físico (gimnasios)	
	Salones y clínicas de belleza	
	Supermercados	
	Servicios veterinarios	
Bajo	Escuelas	10%
	Corporativos	
	Consultorios médicos	
	Guarderías	
	Baños públicos	
	Centros recreativos (boliches, billares)	
	Centros nocturnos (discotecas, bares, cantinas)	

Fuente: Elaboración propia siguiendo los Lineamientos para la Elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. IPCC (2006), así como la metodología para inventarios de emisiones EMEP/CORINAIR (EEA, 2005). Los porcentajes se obtuvieron con base en información del padrón de establecimientos industriales, comerciales y de servicios, provisto por la Dirección de Desarrollo y Fomento Económico de Naucalpan. Junio de 2013.

Dadas las condiciones anteriores, el total de emisiones del sector se repartió equitativamente entre los tipos de establecimientos incluidos en cada categoría de consumo y de acuerdo con los porcentajes descritos en la Tabla 8.16. En la representación cartográfica se observan, entonces, las áreas puntuales en donde se encuentran ubicados los establecimientos de consumo alto, medio y bajo. De aquí se desprende que en la parte sur del municipio se concentra la mayoría de los establecimientos de alto consumo. En una región localizada al este del municipio, se concentran los establecimientos de consumo medio. Finalmente, al norte se observa una menor densidad de comercios. Esto se debe a que se trata de una, zona principalmente residencial.

Es importante aclarar que los establecimientos incluidos dentro de los tres grupos no representan a todos los que hay en Naucalpan, ya que actualmente no se cuenta con un padrón completo y actualizado de los comercios existentes.

En este caso se utilizó un factor de emisión de 0.23 tCO<sub>2</sub>eq por habitante, sin tomar en cuenta el estrato económico al que pertenecen. Si bien las manzanas coloreadas en azul son aquellas que tienen un menor consumo energético. Esto no significa que el consumo real por persona sea bajo. Más bien se trata de manzanas con una densidad de población baja o en las que predominan los comercios y establecimientos que utilizan combustibles energéticos en baja proporción. Lo mismo ocurre con aquellas manzanas que muestran altas emisiones. Es probable que en estas zonas existan unidades habitacionales en donde la tasa de habitantes por kilómetro cuadrado es muy alta.

Así, con la localización espacial de las emisiones de CEI en el sector residencial, se pueden promover medidas de bajo consumo y prácticas de ahorro de combustibles que estén acotadas a zonas muy delimitadas. Como ejemplos de las acciones que se podrían instrumentar están el uso de calentadores solares o de calderas comunes de mayor eficiencia.

### **8.2.5.2 Procesos industriales y uso de productos (IPPU)**

El uso de productos químicos como los lubricantes (aceites y ceras), pinturas, aerosoles, etc., está asociado con la emisión de componentes orgánicos volátiles (COV) a la atmósfera. Estos compuestos son precursores de gases de efecto invernadero como el ozono. En este sentido destacan los aerosoles por ser un componente con un enorme potencial de mitigación en el corto plazo. Por este motivo se les incluyó en el inventario de CEI. El 7% de las emisiones de Naucalpan pertenecen a esta categoría. En consecuencia, la localización geográfica de los establecimientos en los que se realizan IPPU podría constituir un buen instrumento para ejercer acciones de mejora de la calidad del ambiente y en consecuencia, de la calidad de vida de sus habitantes y trabajadores.

En el Anexo Cartográfico se muestra el volumen de COV emitidos por establecimiento de acuerdo a la naturaleza de los productos utilizados o fabricados. Sin embargo, este mapa no es representativo ya que a pesar de que cada marcador simboliza el tipo de producto utilizado, no asigna la cantidad específica de emisiones generadas por establecimiento. Más bien, la cantidad total calculada en toneladas de COV procedentes de dichas actividades fue dividida en partes iguales entre todas aquellas empresas y comercios que utilizan o fabrican estos productos<sup>47</sup>. En el mapa se distinguen el poniente (zona industrial) y el suroriente del municipio como las principales zonas de fabricación y uso de este tipo de sustancias, ya que es ahí en donde se concentra la mayor parte de los parques industriales y comercios. En el norte predomina el uso de suelo residencial por lo que las emisiones de COV por este tipo de fuentes son menores.

En lo que se refiere al uso de productos en la zona residencial, el Mapa 7.4 del Anexo, muestra detalladamente la cantidad de COV emitidos por el uso de estos productos a nivel de manzana, en proporción a la densidad de población por casa habitación. Los cálculos se realizaron con un factor de emisión promedio de 2.55 COV/hab/año para el Distrito Federal (SEMARNAT-INE-WGA, 2005). No se tomó en cuenta el estrato económico al que pertenecen los habitantes<sup>48</sup>. Por esta razón, las zonas en donde se observa una mayor emisión de COV, no se quieren decir que haya un mayor consumo de productos químicos por persona, sino que la una densidad poblacional en un área determinada es mayor.

Esta representación es de gran utilidad ya que permite localizar puntualmente aquellas zonas residenciales y unidades habitacionales en donde existe una mayor concentración de uso de productos químicos. De esta forma hace posible tomar medidas de mitigación y consumo específicas por polígono y de acuerdo a las posibilidades económicas de las viviendas. Las campañas de concientización acerca del daño que causan estos productos tanto al ambiente como a la salud, son un ejemplo de las medidas que se podrían emplear para reducir el consumo de este tipo de sustancias y productos.

### **8.2.5.3 Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo (AFOLU)**

La situación del uso de suelo rural en Naucalpan es un tema de suma importancia. Esto se debe a que aún cuando el municipio cuenta con grandes extensiones boscosas y de pastizales que ocupan cerca del 60% del territorio, éstas zonas se encuentran seriamente amenazadas. Como se mencionó

<sup>47</sup> Este tratamiento de los datos de emisión repartidos de una forma uniforme para todas las empresas se realizó con fines de confidencialidad.

<sup>48</sup> El estrato económico no se toma en cuenta ya que, aún cuando las personas de estratos económicos más bajos sean propensas a adquirir productos químicos más baratos, que frecuentemente son más dañinos para la atmósfera, las personas de estratos económicos más altos pueden utilizar productos menos contaminantes pero probablemente los utilicen en mayor proporción/frecuencia. Por esta razón se utilizó un valor estándar por habitante.

anteriormente, más que ser un sumidero, esta categoría representa una fuente de emisión de CO<sub>2</sub>. Lo anterior resulta de los cambios de uso de suelo, la deforestación y la existencia de asentamientos humanos irregulares. Es fundamental contar con una representación espacial de los cambios de uso de suelo ya que de acuerdo con la situación específica de cada polígono y del tipo de uso de suelo, se aplicarán de forma más adecuada las medidas necesarias. En la definición de las acciones a tomar no sólo se debe considerar el área a tratar y sus alrededores, sino también actividades económicas y poblacionales cercanas.

Para el análisis de esta categoría se construyeron tres diferentes mapas que permiten realizar un análisis más profundo y detallado del uso de suelo. A fin de tener información suficiente para recomendar posibles acciones de mitigación y conservación de los recursos forestales del municipio, el análisis incluyó la identificación de zonas urbanas, forestales y comunidades existentes en áreas rurales del municipio; los diferentes usos de suelo por tipo de vegetación y características; y la cantidad de carbono almacenado por tipo de vegetación y su capacidad de almacenamiento..

En la parte urbana (al este del municipio) se puede apreciar una gran densidad de edificaciones, sobre todo en el centro de Naucalpan. Sin embargo también se observan áreas verdes a lo largo de esta zona, particularmente hacia el norte. Asimismo muestra que hay una gran densidad de población y comercios en la parte sureste del municipio (incluyendo el centro), mientras que el territorio localizado en el noreste (y que corresponde a Ciudad Satélite y Echegaray) es mucho más pequeño y presenta una menor densidad de edificaciones.

En la zona rural, al oeste del municipio, se observan grandes áreas boscosas clasificadas como *vegetación densa* y *vegetación no densa*, y sub clasificadas por especie o uso específico del suelo, como se describe en la Tabla 8.17:

Tabla 8.17. Clasificación de tipo de vegetación y uso de suelo

Clave	Descripción
BA	Bosque de oyamel
BA/VSA	Bosque de oyamel con vegetación secundaria arbórea
BA/VSa	Bosque de oyamel con vegetación secundaria arbustiva
BC	Bosque cultivado
BP	Bosque de pino
BP/VSA	Bosque de pino con vegetación secundaria arbórea
BP/VSa	Bosque de pino con vegetación secundaria arbustiva
BQ	Bosque de encino
BQ/VSA	Bosque de encino con vegetación secundaria arbórea
BQ/VSa	Bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva
E-PI	Pastizal inducido
IAPF	Agro-silvicultura inducida
TA	Agricultura de temporal anual
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente
PI	Pastizal inducido
ZU	Zona urbana

Fuente: Clasificación con base en las Cartas de Uso de Suelo y Vegetación Serie II (1990) y VI (2010). INEGI

Se pueden observar grandes áreas de bosque primario y secundario, así como áreas con suelo degradado y con otros usos como los pastizales y la agricultura. En el mapa también se puede apreciar que las áreas no boscosas se encuentran asociadas con la presencia de comunidades

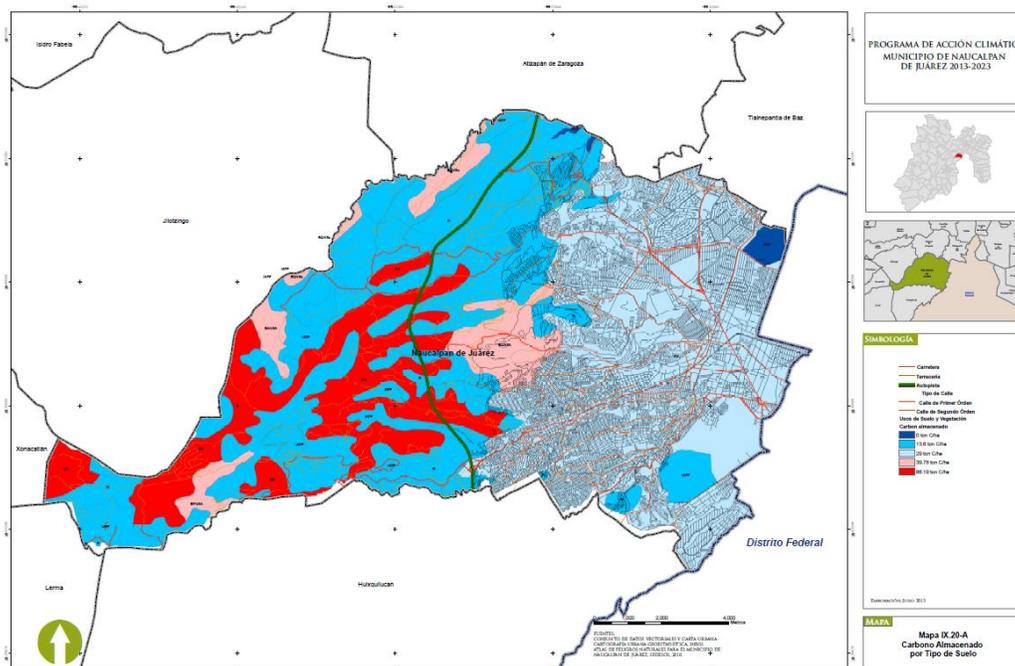
rurales, carreteras y caminos que conectan estas zonas con el centro de Naucalpan o con los municipios colindantes. El tamaño de las comunidades en la zona rural varía, pero algunas pueden llegar a tener hasta 2,500 habitantes. Estos asentamientos son por lo general de origen irregular, y representan una seria amenaza para los bosques cercanos ya que no existen reglamentos ni estrategias sustentables de expansión. Esto quiere decir que su crecimiento se da de forma desmedida y no planificada. Lo anterior puede tener consecuencias graves en términos de la regularización forzosa del uso de suelo, la falta de servicios públicos, la contaminación por falta de servicios de recolección de desechos y problemas viales por falta de caminos adecuados.

### Carbono almacenado por tipo de suelo

A través de los años, los bosques y otros tipos de vegetación de la zona han capturado carbono para su crecimiento, depositándolo en sus raíces, troncos y follaje, o transfiriéndolo al suelo mismo. Este carbono se encuentra, de alguna forma, “atrapado” en estos sistemas y su liberación puede darse a través de perturbaciones como tala, incendios y degradación del suelo entre otras.

La valoración de la cantidad de carbono almacenado se lleva a cabo principalmente en las zonas rurales y depende de la densidad y el tipo de vegetación existente. Las figuras 8.2 y 8.3 de los Mapas muestran diferentes áreas delimitadas por tipo de suelo. Ambos mapas deben utilizarse de manera conjunta, ya que el primero muestra las toneladas de carbono almacenado por hectárea y tipo de suelo que se calcularon para la sección AFLOU del inventario de emisiones. El segundo es una fotografía satelital del municipio en donde se aprecia con mayor detalle la localización de las zonas de vegetación primaria, secundaria y otros usos de suelo (Tabla 8.17). De esta manera se abre la posibilidad de corroborar la clasificación del uso de suelo en una imagen real de la vegetación.

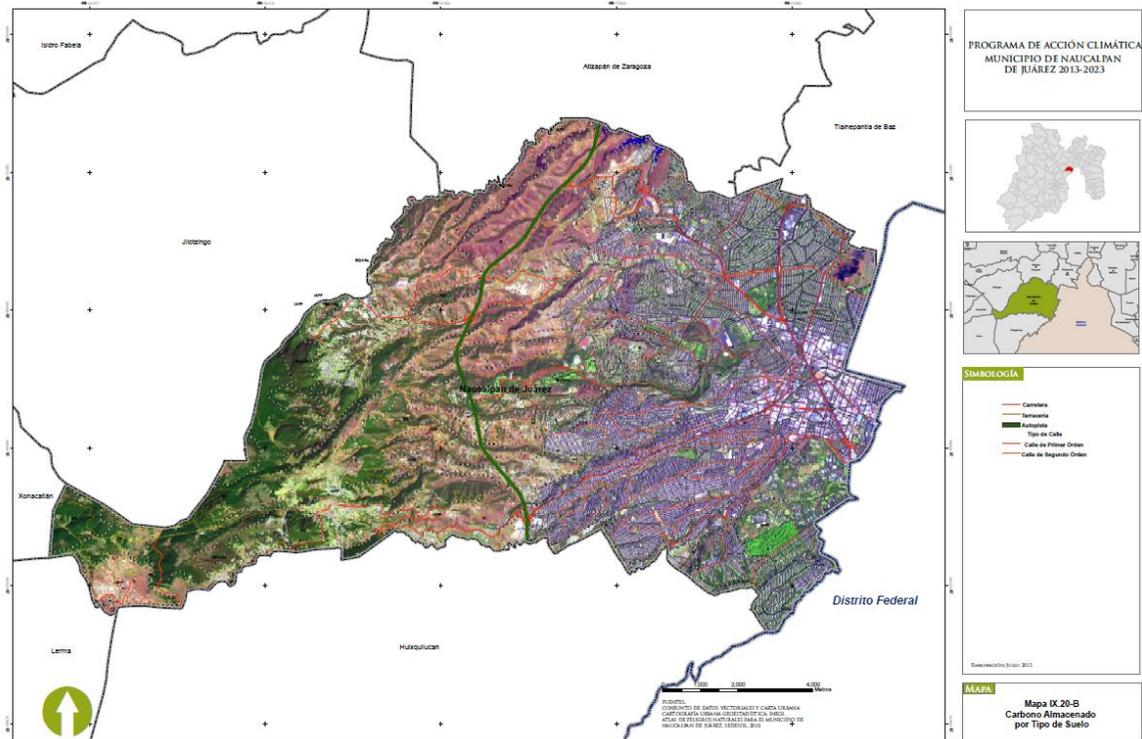
Figura 8.2 Carbono almacenado en Naucalpan por hectárea



Al comparar ambos mapas (8.2 y 8.3), se pueden detectar diferencias entre el tipo de suelo en algunas áreas. Esto se debe a que el primer mapa utiliza datos obtenidos a través de un algoritmo de análisis de imágenes satelitales que determina los diferentes tipos de suelo. Este método tiene

asociado un error de clasificación. También, es necesario mencionar que el segundo mapa (8.3) muestra una fotografía satelital obtenida en 2010, mientras que el primer mapa utiliza datos del 2008. Es probable que algunas diferencias de uso de suelo estén relacionadas con esta diferencia de dos años.

Figura 8.3 Carbono almacenado en Naucalpan por tipo de uso de suelo



Para poder gestionar y mantener los acervos de carbono, es necesario identificar los diversos tipos de suelo por polígono y la cantidad promedio de carbono almacenado en cada uno de ellos. El Mapa 8.3 muestra la cantidad promedio de carbono almacenado para las zonas de pastizal inducido (PI) y agro-silvicultura inducida (IAPF), así como para los bosques primarios (BA, BQ) y los bosques secundarios (BA/VSA, BQ/VSA, BQ/VSa, BP/VSA). En la Tabla 8.17 se incluyen algunos tipos de vegetación además de los señalados en el mapa. Sin embargo, el algoritmo de análisis empleado en estas representaciones cartográficas no es tan fino como para delimitar de manera mucho más precisa los tipos de vegetación. Es por esta razón que se utilizan rangos de carbono almacenado en los tipos de suelo graficados.

El análisis de los resultados obtenidos muestra que las zonas de bosque primario tienen una mayor cantidad de carbono capturado. Esto se debe a que hay una mayor densidad de especies leñosas como el pino, el encino y el oyamel. Las zonas en color rosa indican un menor contenido de carbono almacenado, que sugiere que se trata de áreas con bosque secundario en donde la densidad de copa es menor que la de los bosques primarios. Por último, las zonas de color azul son las que contienen la menor cantidad de carbono almacenado. En este caso se trata de pastizales y zonas agrícolas en donde no existe materia leñosa y el poco carbono que contienen es de origen mineral.

La conservación de los ecosistemas boscosos primarios constituye una de las principales medidas de mitigación recomendadas. Esto se puede lograr con acciones como la prohibición del cambio de uso de suelo y de la deforestación, la promoción de la reforestación y de la recuperación de bosques, o

bien, la introducción de mecanismos como el pago por servicios ambientales que beneficien a la comunidad naucalpense, a los municipios colindantes y al Distrito Federal.

En el caso de las áreas de bosque secundario, se recomienda fortalecer su conectividad con bosques primarios y evitar la degradación, de los bosques secundarios y primarios adyacentes. Esto se puede lograr mediante la prohibición de la deforestación, el impulso a la silvicultura sostenible y la prohibición al desarrollo urbano dentro de este tipo de polígonos.

En zonas con tipo de suelo degradado o no boscoso (pastizales) que están rodeadas por bosques primarios o secundarios, se recomienda la integración y conectividad del bosque. Finalmente, en las áreas no boscosas en donde se realicen actividades agropecuarias o existan asentamientos humanos, se sugiere la promoción de actividades de agro-silvicultura sostenible y la regulación estricta del crecimiento de los poblados dentro de los polígonos involucrados.

Sin embargo, para implementar este tipo de medidas eficazmente se debe realizar un análisis mucho más detallado de la situación de cada polígono. Este análisis debe intentar en la mayor medida posible:

- 1) Conservar el carbono almacenado con base en una estrategia que incluya el manejo adecuado de los pastizales, ya que el carbono almacenado en el suelo tiene gran importancia.
- 2) Reducir la degradación de los suelos y la vegetación.

Por lo pronto, en las secciones Proyecciones de mitigación y Estrategias y Medidas del PACMUNA se recomiendan acciones para polígonos específicos que buscan lograr un manejo integral de las áreas forestales. Esto se puede lograr ya sea protegiendo las áreas forestales a través del pago por servicios ambientales hidrológicos o con acciones de restauración de suelos (Acciones M. 4.1. y M.4.2. respectivamente. Véase el capítulo 12. Estrategias y Acciones de Mitigación, Adaptación, y Educación y Comunicación).

### **Capacidad de absorción de carbono por tipo de suelo**

La capacidad que tienen los diferentes tipos de vegetación para capturar carbono está ligada al tipo de especie de que se trate y a su capacidad de crecimiento. Los bosques primarios, por ejemplo, son grandes sumideros de carbono. Sin embargo es importante tener en cuenta que las especies que los conforman tienen un ciclo de vida y no podrán capturar carbono para siempre.

Las áreas de pastizales y las zonas destinadas a agro-silvicultura tienen el menor potencial de captura debido a la naturaleza de la vegetación que las conforma (especies no leñosas). En segundo lugar se encuentran las áreas de bosque primario a pesar de ser las de concentran más vegetación. Esto se debe a factores como la edad de los bosques, que limitan la captura adicional de carbono. Por último, las áreas que mayor potencial tienen para capturar carbono son los bosques secundarios. La razón de ello es que estos bosques son jóvenes y tienen un mayor potencial de crecimiento.

A partir de este análisis, se puede decir que los bosques secundarios representan grandes sumideros de carbono para años futuros. Por esta razón se sugiere que las acciones tomadas en estos ecosistemas se centren en la restauración y la reforestación de los bosques degradados a fin de que se puedan transformar en bosques secundarios. Otra medida recomendable es la conservación de los bosques primarios. Lo anterior no sólo tiene que ver con su gran contenido de carbono almacenado, sino porque también tienen un potencial considerable para la absorción de CO<sub>2</sub>. En este tipo de suelo se deben llevar a cabo acciones de monitoreo de la vegetación, ya que se recomienda iniciar acciones de reforestación en la medida en la que detecten pérdidas por causas naturales. De

esta manera se podrá mantener la densidad de copa del bosque. Respecto a las zonas de pastizal, se sugiere realizar una reforestación gradual para evitar la erosión del suelo y la pérdida de bosque colindante. Finalmente, en las regiones en donde se localice alguna actividad agrícola, se aconseja



introducir prácticas de aprovechamiento sustentables que permitan a las comunidades continuar con estas prácticas y utilizar los recursos de manera adecuada.

Las acciones para mejorar la gestión del uso del suelo son medulares para la mitigación del efecto invernadero a nivel regional. También son indispensables para la conservación de la biodiversidad, la captación de agua y el uso adecuado de los recursos naturales. Si bien la implementación de acciones en este segmento tiene un carácter político, los beneficios que ofrecen se pueden observar tanto a corto como a largo plazo, por lo que se considera que muy importante incluirlas en un plan de acción climática.

## 9. PROYECCIONES DE EMISIONES DE COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO HACIA EL 2015 Y 2023

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de los cálculos realizados para proyectar las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente a los años 2015 y 2023 en el municipio de Naucalpan. Dado que la proyección de emisiones se obtiene a partir de la suposición de comportamientos y cambios en las tendencias de crecimiento sectorial, resulta complejo e inexacto tomar en cuenta solamente una posible conducta por sector, Esto se debe a que las variaciones a mediano y largo plazo resultan de una serie de factores que se entrelazan y que en conjunto provocan cambios con consecuencias multisectoriales. Los cambios en un sector pueden tener efectos sobre otros. Por otra parte, dichos cambios están pensados bajo circunstancias diversas difíciles de anticipar con un grado de certeza elevado. Dados los factores mencionados y con la intención de realizar aproximaciones futuras más cercanas a la realidad, se establecieron escenarios bajo los cuales se hacen suposiciones en conjunto. A continuación se describen tales escenarios.

### **Expansión Industrial (Escenario 1)**

Este escenario asume que el gobierno municipal tiene una política activa para detonar el crecimiento industrial. Considera que si bien el desarrollo industrial de Naucalpan, generaría empleos en el municipio, no promovería la repoblación del territorio. De esta manera se mantendría la tendencia actual de decrecimiento poblacional.

El cálculo del crecimiento industrial se basó en la proyección de crecimiento económico nacional para el 2013 publicada por el Banco de México el 7 de agosto del 2013 y que varía entre el 2 al 3%. Este incremento se correlacionó para cada subsector industrial del municipio con base en datos históricos del Centro de Estudios y Finanzas Públicas (CEFP). Por otro lado, el decrecimiento poblacional se calculó a una tasa constante de -2.9%, fundamentada en el análisis realizado en el Capítulo 6 del presente documento (Diagnóstico Socioeconómico).

### **Repoblamiento o Redensificación poblacional (Escenario 2)**

Bajo este escenario se asume que el gobierno municipal logrará un repoblamiento del municipio ya sea por motivos distintos a la estabilización de su actividad industrial, o bien a través de acciones específicas de redensificación poblacional que resulten de una modificación a los instrumentos de planeación urbana (incremento de densidades e intensidades de uso, sobre todo en la zona residencial, y promoción de vivienda vertical, en apego a la nueva política federal de vivienda).

El crecimiento poblacional se estimó con base en una tasa de 1.0% anual según estimaciones de la CONAPO. El decrecimiento en la industria de Naucalpan se calculó combinando las tasas de desindustrialización por subsector del Programa Parcial de Reconversión de Zonas Industriales 2006-2009 (PUEC-UNAM, 2010), con la proyección de crecimiento de cada subsector en función de la proyección de crecimiento económico nacional para el 2013 publicada por el Banco de México.

## 9.1. Metodología

La proyección de emisiones para cada sector del inventario CEI se realizó identificando las tasas económicas y poblacionales que impactan en cada uno de los cuatro sectores que se han descrito a lo largo de este documento.

En los sectores de Energía y Procesos Industriales se consideraron tasas de crecimiento económico por subsector, así como las tasas de desindustrialización de Naucalpan. El sector de transporte cuenta con dinámicas de crecimiento propias por lo que se proyectó su crecimiento al 5% anual con base en información histórica del INEGI sobre los vehículos registrados en el Distrito Federal hasta el 2011.

El análisis numérico de proyección utilizó la siguiente ecuación) que arroja tendencias lineales:

$$E_{proy} = E_{base} * \left( 1 + \frac{\% per}{100} \right)^y$$

donde  $E_{proy}$  son las emisiones proyectadas para un año o período;  $E_{base}$  son las emisiones del año base; % per es la tasa de crecimiento promedio del período; y  $y$  el número de años entre el año base y el año proyectado. (SEMARNAT-INE-WGA, 2005).

Para el escenario E2 del sector industrial, se utilizó esta misma ecuación pero modificada como se describe en el Anexo B, sección Energía.

Para proyectar las emisiones de CEI por el consumo de energía en el sector residencial se utilizó la tasa de crecimiento o decrecimiento poblacional dependiendo del escenario. El sector comercial considera un crecimiento constante de 2.6% para todos los escenarios.

Las proyecciones del sector IPPU siguieron la metodología descrita para Energía, pero con tasas de crecimiento particulares.

El sector AFOLU también presenta una tendencia lineal. Sin embargo no se utilizaron tasas de deforestación o cambio de uso de suelo como tales. Más bien la proyección se realizó con base en las emisiones del año base (ver Anexo B, sección AFOLU). Es importante destacar que la proyección de emisiones de AFOLU es constante para los dos escenarios.

Para el sector de Desechos se utilizó la tasa de crecimiento poblacional aplicada a los datos de entrada de los modelos del IPCC que se emplearon para el inventario (ver Anexo B, sección Desechos).

### 9.1.1 Escenario 1: Expansión Industrial (E1)

#### 9.1.1.1. Energía

Para poder proyectar las emisiones en este sector, se consideraron diversas fuentes de información a fin de dar a cada subsector la mayor certidumbre posible. Esto se logró mediante la adopción de indicadores que describieran cada categoría de mejor manera.

Bajo el escenario de Expansión Industrial, todas las emisiones de la industria se proyectaron utilizando una tasa de crecimiento esperado de 2.5% para el 2013 (Banxico, 2013). Dicha tasa se ponderó con el crecimiento de cada subsector industrial en función de la correlación entre el crecimiento nacional y el crecimiento sectorial históricos (CEFP, 2006). A continuación se presentan las tasas de crecimiento calculadas.

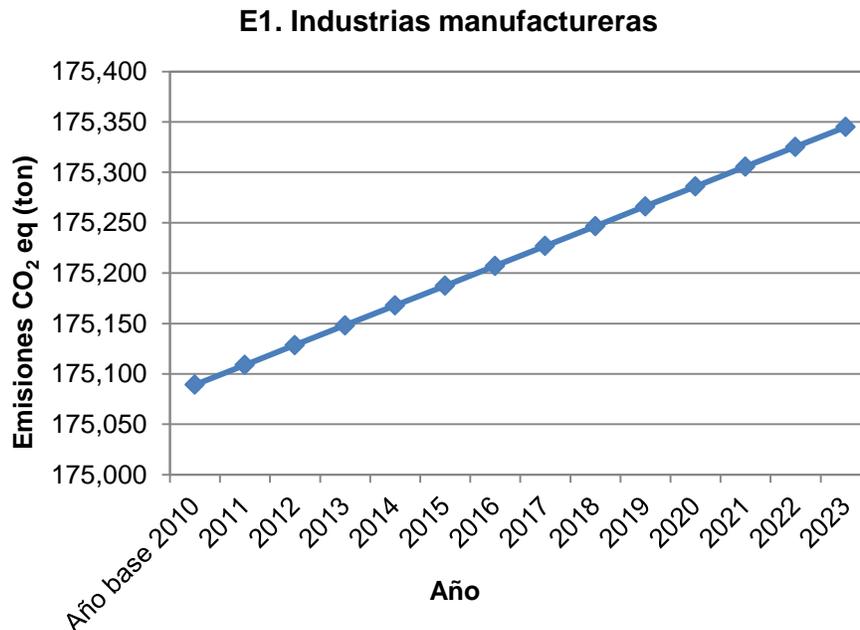
**Tabla 9.1. Tasas de crecimiento del sector industrial**

Subsector Industrial	Crecimiento esperado
Hierro y acero	3.1%
Química	0.1%
Papel y pulpa	4.2%
Minerales no metálicos	1.6%
Automotriz	7.3%
Industria no especificada	3.3%

Fuente: Elaboración propia con base en CEFP 2012, modificado

La siguiente gráfica muestra el total de las emisiones por parte del sector industrial, incluyendo las emisiones atribuibles a la industria de generación eléctrica.

**Figura 9.4 Proyección de emisiones por parte del sector industrial (E1)**



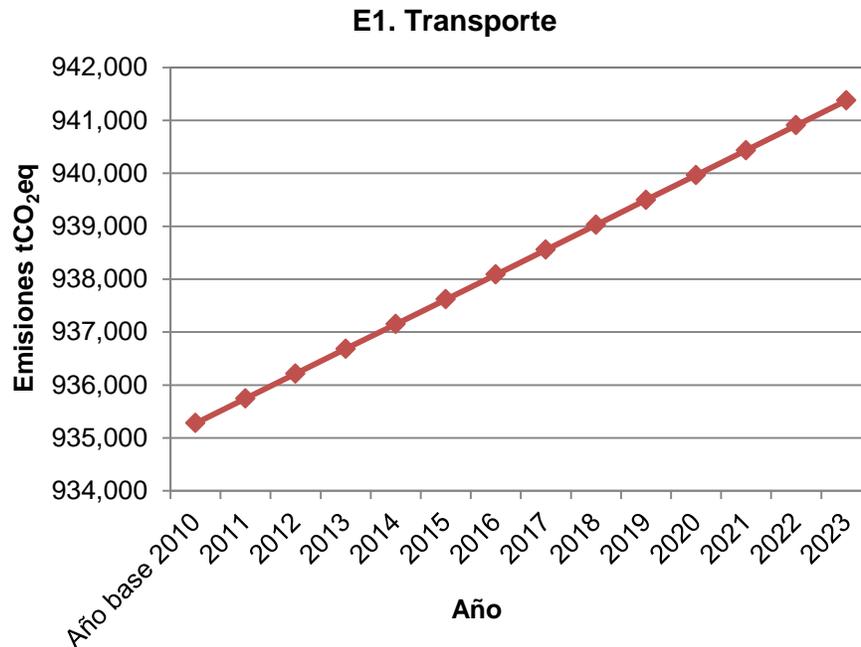
Fuente: Elaboración propia con base en el Padrón de establecimientos industriales, comerciales y de servicios, provisto por la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico de Naucalpan. Junio de 2013

Es importante mencionar que para la industria de generación eléctrica no se considera crecimiento alguno, ya que el volumen de energía producido está determinado por la capacidad instalada en la subestación, y no por la demanda municipal. Por esta razón su contribución de GEI es de poco menos de 89 mil tCO<sub>2</sub>eq para todos los años.

En el caso del transporte se calculó la tasa de crecimiento promediando las tasas de crecimiento de los vehículos con motor registrados en circulación en el Distrito Federal del 2009 al 2011 (INEGI, 2012). Se sabe que esta tasa no solamente depende del crecimiento del sector; también se ve

afectada por el crecimiento (o decrecimiento) poblacional dentro del municipio. Sin embargo, esta última variación no se consideró en las proyecciones de este subsector.

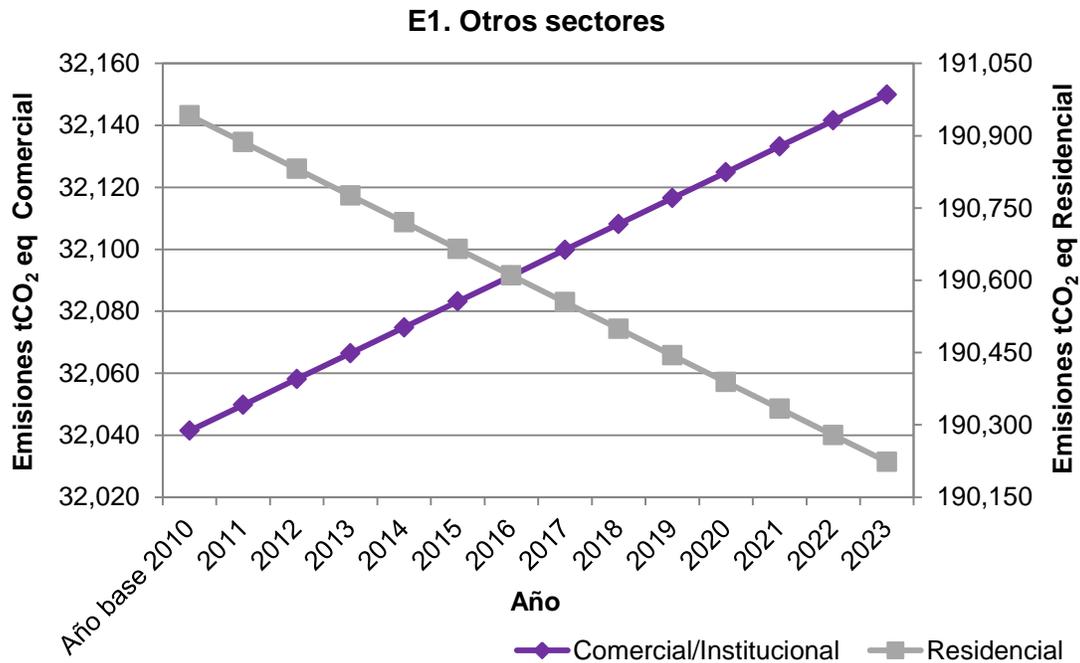
**Figura 9.5 Proyección de emisiones por parte del sector transporte (E1)**



Fuente: Cálculos propios con base en el consumo de gasolina y diesel en Naucalpan. Información histórica proporcionada en junio de 2013 por la Dirección General de Medio Ambiente del Municipio.

Por último, los sectores comercial/institucional y residencial muestran tendencias opuestas. Mientras que de acuerdo con los datos que se presentan en el análisis socioeconómico, el sector comercial mantiene un crecimiento constante del 2.6%, la población tiende a disminuir a una tasa del -2.9% anual (CONAPO). En consecuencia, los consumos de combustible en el subsector también disminuyen.

**Figura 9.6 Proyección de emisiones por parte del sector comercial e institucional (E1)**



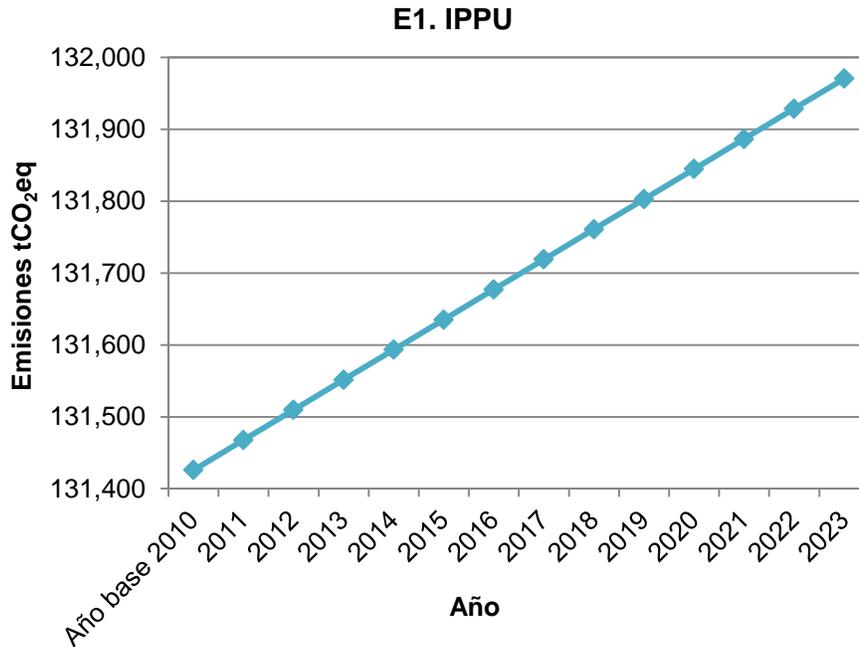
Fuente: Elaboración propia con información estimada a partir de datos de consumo del Distrito Federal

Como se observa en la figura anterior, a pesar de que bajo este escenario, la población del municipio se reduce con el tiempo, el cambio anual en el volumen de emisiones es muy pequeño. Este comportamiento se repite en el sector comercial.

### 9.1.1.2. Procesos industriales y uso de otros productos (IPPU)

Para este sector se asumieron tasas de crecimiento iguales y constantes a la tasa nacional estimada para la industria en el 2013 (2.5%). La contribución total a las emisiones de esta categoría incluye principalmente las de la industria vidriera. Esta última aporta el 90.5% de las emisiones de este sector. El uso de productos no energéticos como lubricantes, aceites y ceras aporta el 9.5% restante.

**Figura 9.7 Proyección de emisiones de la categoría de procesos industriales (E1)**



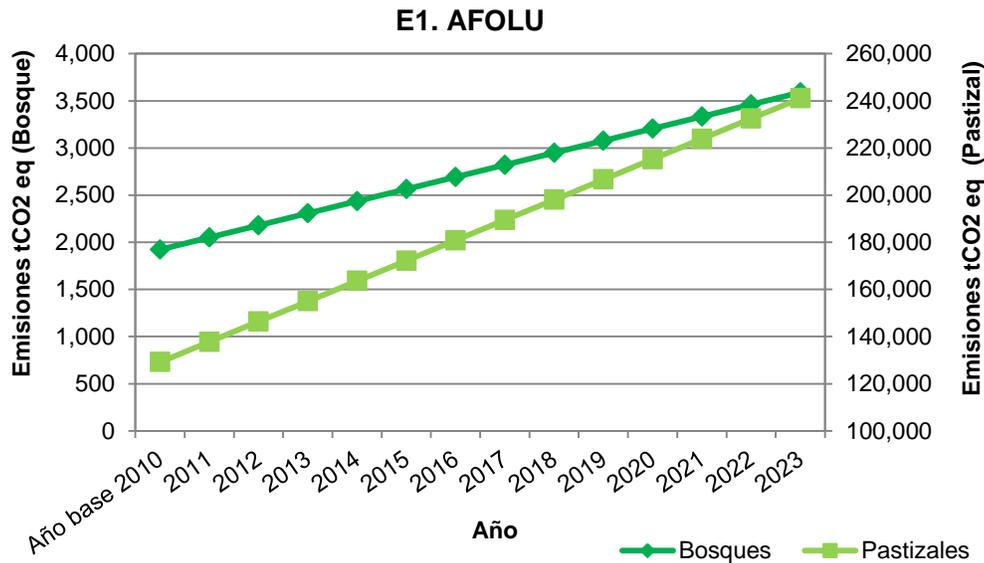
Fuente: Elaboración propia con base en el Padrón de establecimientos industriales, comerciales y de servicios, provisto por la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico de Naucalpan. Junio de 2013

### **9.1.1.3 Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU)**

De la información obtenida del inventario de CEI para este sector, se obtienen resultados que, aún cuando se reportan como emisiones o absorciones netas en el año base, ocurren a lo largo del tiempo. Esto quiere decir que se dieron en el periodo entre los años 1993 y 2008 (correspondientes a los datos del INEGI que se utilizaron para hacer los cálculos). Por lo tanto, para proyectar la contribución de este sector a la emisión de CEI en el municipio en años futuros, se supuso una tasa de cambio de uso de suelo igual a la del período de estudio.

Para calcular esta tasa de cambio, se requiere de información muy específica que incluye el tipo de uso de suelo antes y después del cambio para cada subcategoría (ver Tabla B del Anexo A). Lamentablemente, dicha información no está disponible. Por lo tanto, se tomaron las emisiones correspondientes para cada cambio de uso y se supuso que son iguales para cada año, durante los 15 años que abarca el lapso entre una y otra serie de datos (1993 y 2008). Con esto se obtuvo una emisión promedio por año, la cual se proyectó constante hasta el año 2023.

**Figura 9.8 Proyección de emisiones derivadas de los cambios de uso de suelo (E1)**

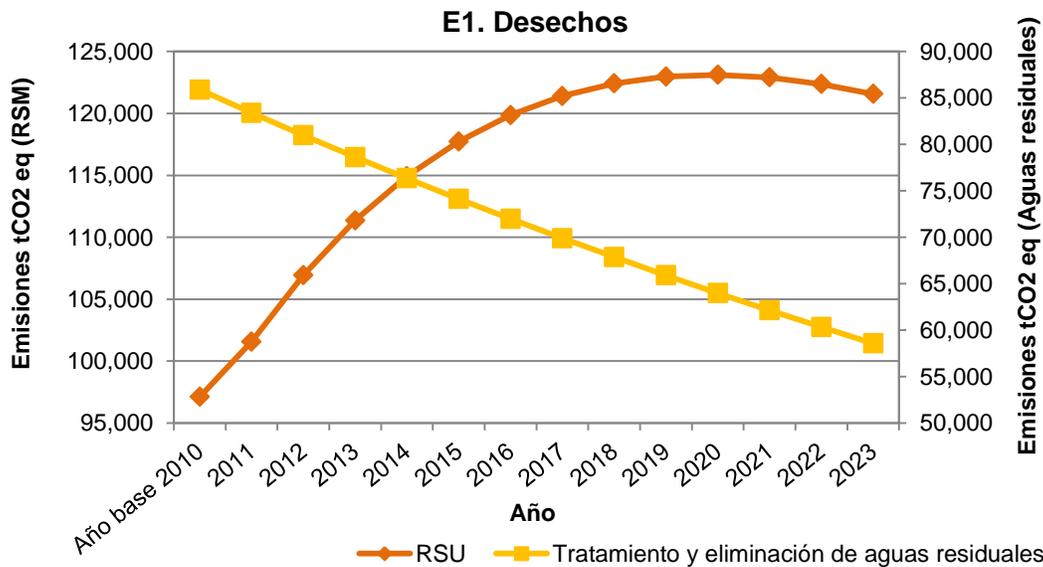


Fuente: Elaboración propia con base en las Cartas Uso de Suelo y Vegetación del INEGI Series II (1990) y IV (2007 – 2010)

#### 9.1.1.4 Desechos

Las variaciones en las emisiones del sector Desechos están determinadas principalmente por la tasa de crecimiento anual de la población. La información analizada en el apartado de Análisis Socioeconómico de este documento, muestra una tendencia negativa en el crecimiento poblacional que equivale al -2.9% anual .

**Figura 9.9 Proyección de emisiones derivadas los desechos (E1)**



Fuente: Cálculos propios. Para los residuos sólidos urbanos, se calcularon las proyecciones a partir del tonelaje y composición de la basura obtenidos en entrevista con el personal de la empresa encargada y las aguas residuales a partir de datos proporcionados por OAPAS. Junio de 2013.

Las emisiones provenientes de residuos sólidos incluyen tanto aquellas generadas en el relleno sanitario, como los gases que se continúan produciendo en el tiradero Rincón Verde. Para proyectar las emisiones que produce el relleno sanitario, se utilizó el modelo de generación de metano en sitios de disposición controlados del IPCC. En este modelo se supuso un tonelaje de entrada al relleno igual al 97.1% del promedio de los años 2007 a 2010. El tonelaje se recalculó para cada año subsecuente, tomando el año anterior como base. Además, se tomaron en cuenta las emisiones del tiradero Rincón Verde ya que aún cuando no hay nuevos aportes de materia orgánica en el sitio, se sigue emitiendo biogás (aunque cada vez en menor proporción). Se calcula que en el año 2015 este sitio aportará aproximadamente el 26.8% de las emisiones de metano por parte de RSM, mientras que para el año 2023 solamente contribuirá con el 11.7%.

Es importante destacar que si bien la producción de residuos sólidos dentro del municipio pudiera disminuir debido al decremento poblacional, se tiene conocimiento de que el gobierno municipal está considerando recibir residuos sólidos urbanos provenientes de otros municipios. Esto impactaría la tendencia decreciente.

La proyección de las emisiones que se generan a partir del tratamiento y eliminación de aguas residuales presenta un comportamiento lineal. Se constuyó a partir del modelo de cálculo para emisiones provenientes de esta fuente. Este modelo depende directamente de la población que decrece a una tasa del -2.9%.

## 9.1.2 Escenario 2: Repoblamiento / Re-Densificación Poblacional (E2)

### 9.1.2.1. Energía

En el caso de la industria manufacturera, este escenario asume un decremento en el número de unidades industriales dentro del municipio. Esto se debería a su cambio del perfil económico (incremento de comercios y servicios) y la consecuente desindustrialización del sector económico. Esta situación se podría dar como consecuencia de factores macroeconómicos como la migración del sector manufacturero hacia nuevos mercados para minimizar costos de transporte, logística y mano de obra o bien por el surgimiento de nuevos centros manufactureros en la frontera norte de México y en el Bajío. También se podría deber a factores microeconómicos como el aumento del tráfico local que dificulte el transporte de mercancías.

Este escenario también asume que la industria que permanece en el municipio crece a tasas promedio nacionales según el subsector del que se trate (ver Escenario 1). Consecuentemente, se utilizó una regresión exponencial múltiple con la cual se integran dos tasas de cambio. La primera tasa corresponde a un crecimiento económico para cada subsector industrial en Naucalpan a un ritmo igual a la media nacional. La segunda tasa que se aplicó tiene que ver con la desindustrialización mencionada y contempla diferentes tasas dependiendo del subsector industrial particular (PUEC-UNAM, 2010). La Tabla 9.2 muestra las tasas de desindustrialización por subsector.

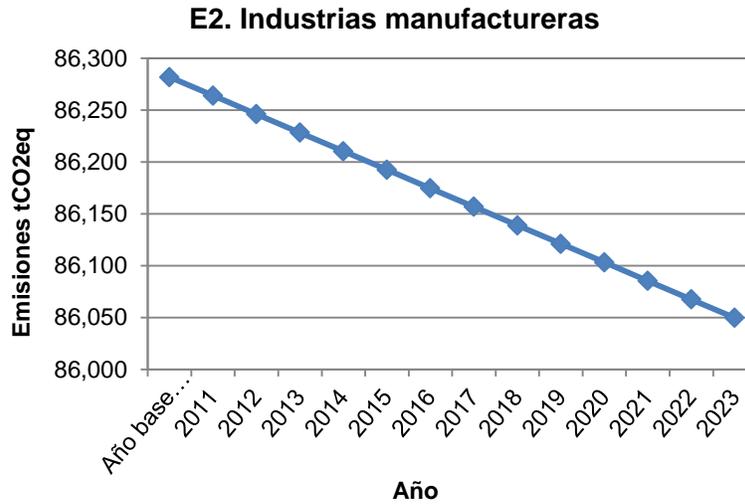
**Tabla 9.2. Tasas de desindustrialización por subsector**

Industria	Tasa de desindustrialización anual
Hierro y acero	-5.5%
Electrónicos	-3.8%
Químicos	-3.6%
Metales (excepto maquinaria)	-5.6%
Plásticos	-3.6%
Textil	-4.4%

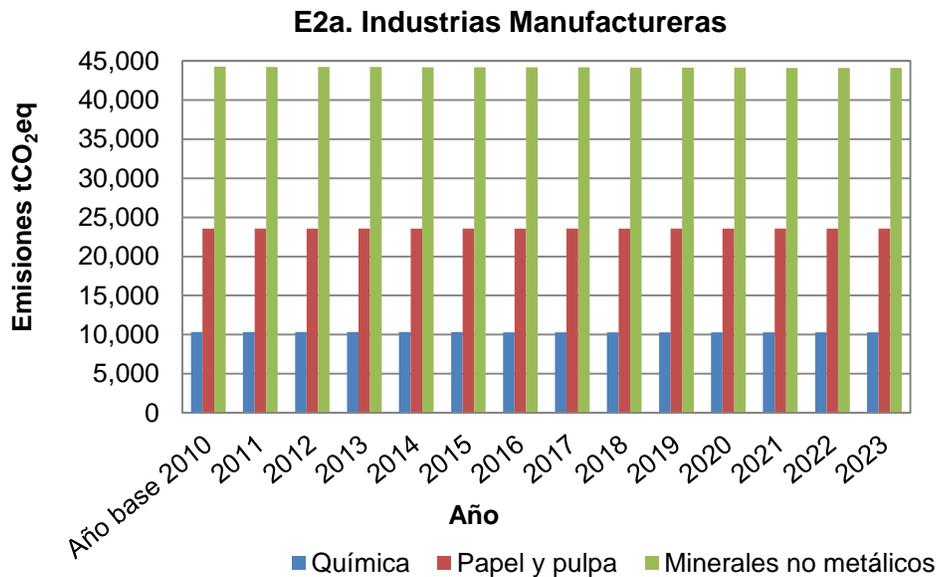
Fuente: Tomado de PUEC-UNAM, 2010

En el caso de las industrias no especificadas en este estudio (como el papel y pulpa, los minerales no metálicos incluyendo el vidrio, y el tratamiento de residuos peligrosos) se utilizó el promedio de las tasas enlistadas; es decir una tasa de -4.4% anual.

**Figura 9.10 Proyección de emisiones del sector manufacturero (E2)**

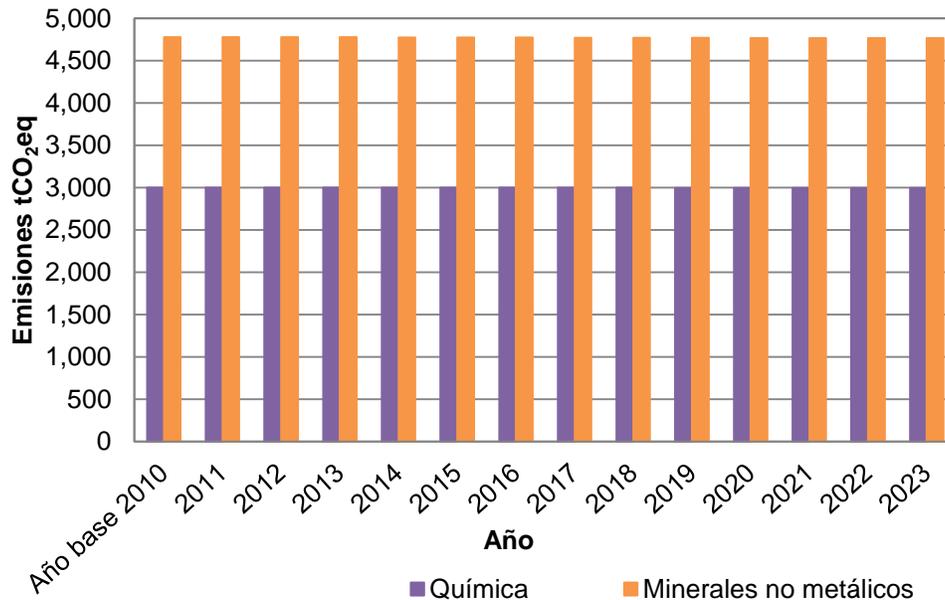


Fuente: Elaboración propia con base en el Padrón de establecimientos industriales, comerciales y de servicios, provisto por la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico de Naucalpan. Junio de 2013



Fuente: Elaboración propia con base en el Padrón de establecimientos industriales, comerciales y de servicios, provisto por la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico de Naucalpan. Junio de 2013

## E2b. Industria manufacturera



Fuente: Elaboración propia con base en el Padrón de establecimientos industriales, comerciales y de servicios, provisto por la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico de Naucalpan. Junio de 2013

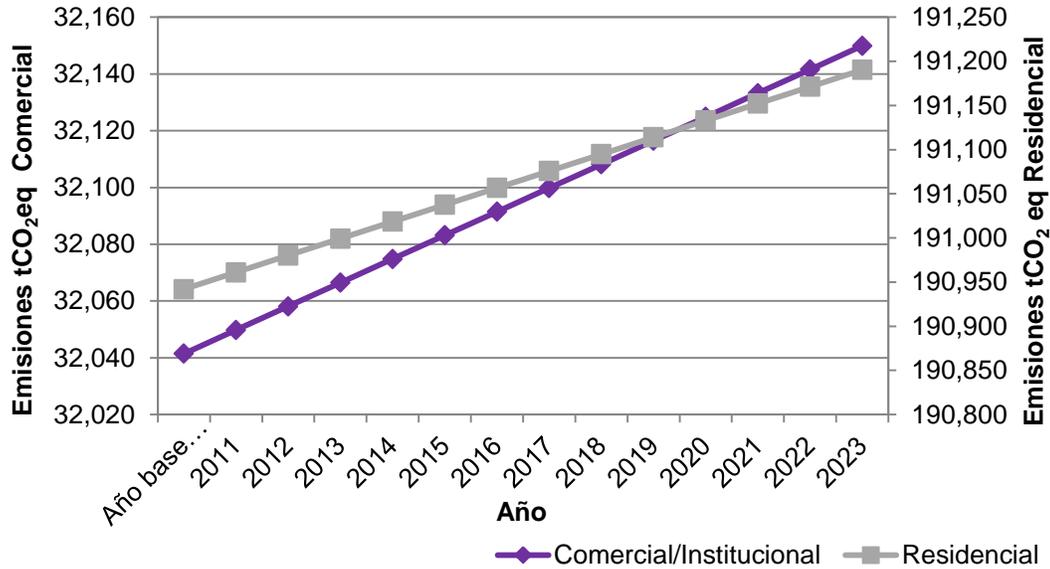
Como se aprecia en las tres gráficas anteriores, las variaciones de un año a otro son muy pequeñas para cada año de proyección y cada tipo de industria. Esto se debe a la combinación de las tasas de crecimiento y decrecimiento en una ecuación exponencial.

Por otro lado, bajo el escenario 2 (E2), el sector del transporte se comporta de la misma manera que bajo el E1. Esto es, asume que los autos en circulación aumentan independientemente del crecimiento poblacional.

Finalmente, bajo este escenario el sector residencial considera una tasa de crecimiento poblacional anual de 1.0% (CONAPO). En la proyección se observa un incremento de cerca de 1,000 tCO<sub>2</sub>eq por año con respecto a E1. Para el sector comercial se tiene la misma tendencia que en el E1, ya que la tasa utilizada de 2.6% se mantiene y no se realizan suposiciones adicionales.

**Figura 9.11 Proyección de emisiones del sector residencial y comercial (E2)**

### E1. Otros sectores

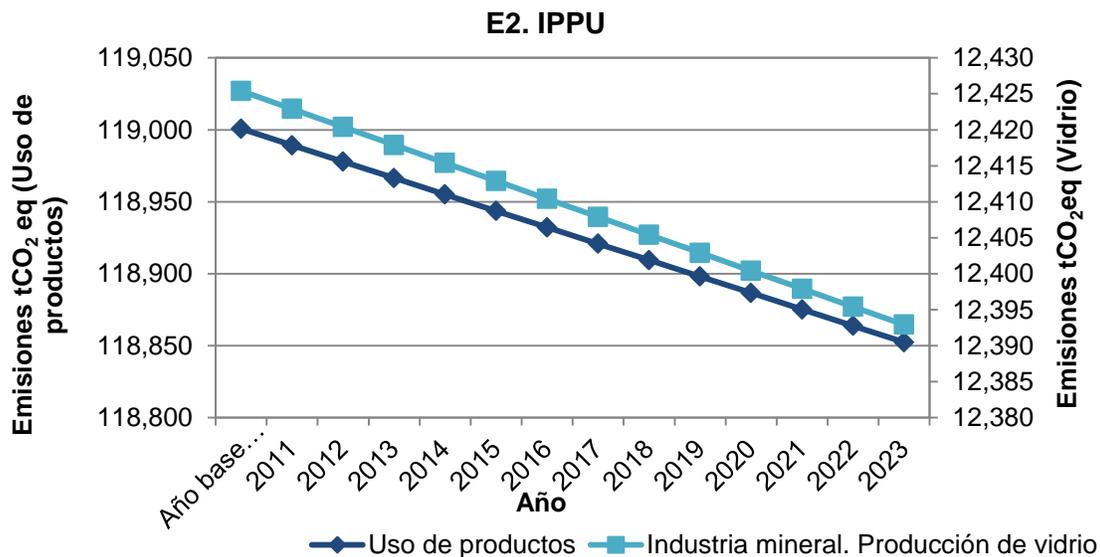


Fuente: Elaboración propia con base en el Padrón de establecimientos industriales, comerciales y de servicios, provisto por la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico de Naucalpan, Junio de 2013 y con base en proyecciones de CONAPO 2010 – 2050 consultables en <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>.

#### 9.1.2.2. Procesos industriales y uso de otros productos (IPPU)

Al igual que en el sector industrial, en el cálculo de las proyecciones de este sector se utilizaron tasas combinadas de crecimiento y decrecimiento.

Figura 9.12 Proyección de emisiones de la categoría de procesos industriales (E2)



Fuente: Elaboración propia con base en el Padrón de establecimientos industriales, comerciales y de servicios, provisto por la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico de Naucalpan

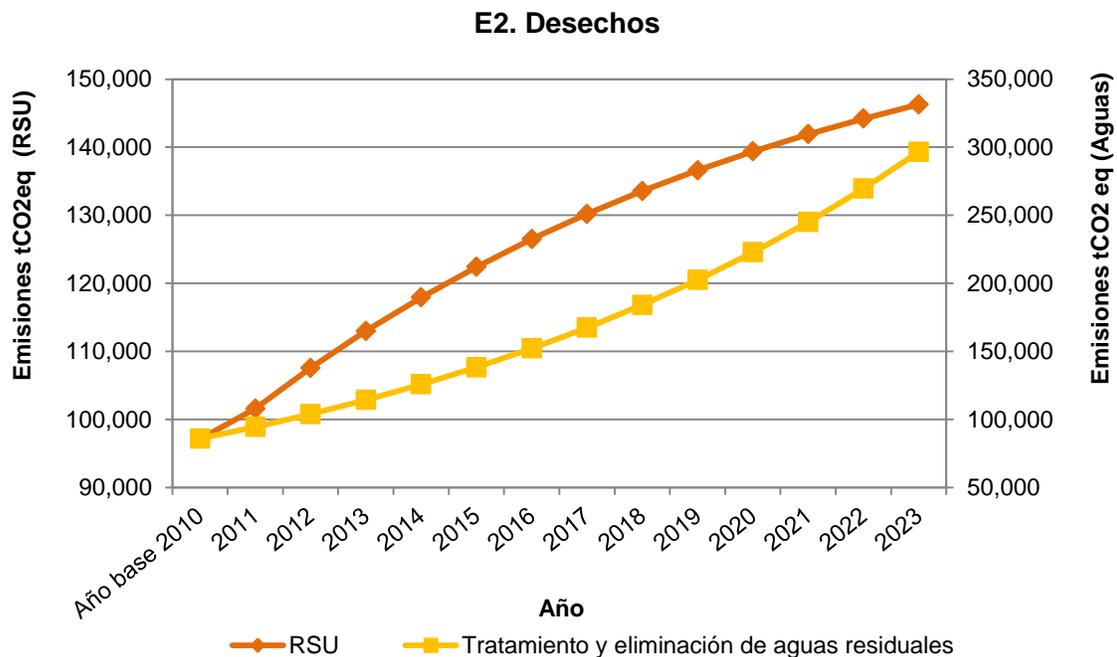
#### 9.1.2.3 Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU)

Las proyecciones bajo el E2 corresponden a los mismos valores que para E1, ya que las tasas de crecimiento y decrecimiento de pastizales y bosques son las mismas.

#### 9.1.2.4. Desechos

Las emisiones de este sector bajo los supuestos del E2 arrojan resultados mayores a los obtenidos en E1. Esto se debe a que en este caso, la población crece en un 1.0% anual, y en consecuencia, se genera mayor cantidad de RSU y de aguas residuales. Cabe destacar que las emisiones por parte del tiradero Rincón Verde son las mismas que bajo E1 porque se considera que este es un sitio cerrado bajo cualquier escenario. Sin embargo, la cantidad de metano generado por el relleno sanitario es mayor comparada con el E1.

Figura 9.13 Proyección de emisiones de la categoría de desechos (E2)



Fuente: Cálculos propios. Para los residuos sólidos urbanos, se calcularon las proyecciones a partir del tonelaje y composición de la basura obtenidos en entrevista con el personal de la empresa encargada y las aguas residuales a partir de datos proporcionados por OAPAS. Junio de 2013

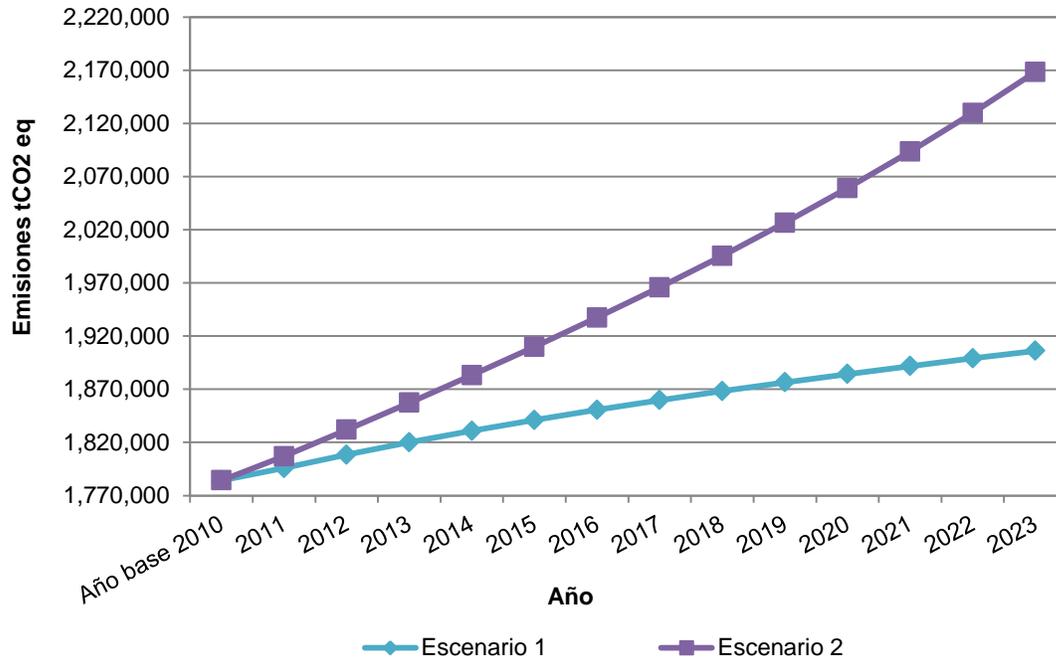
## 9.2. Análisis de resultados

La evolución de las emisiones de CEI en el tiempo no es necesariamente lineal. Esto es consecuencia de la complejidad de los factores de influencia que determinan los volúmenes emitidos. Entre ellos se incluyen los cambios tecnológicos, los estilos de vida que determinan los patrones de consumo, las decisiones del sector privado (comercial e industrial) que resulten en un incremento de su capacidad instalada, o bien en el cese de actividades en el municipio como resultado de la reubicación de plantas hacia otras localidades. Las emisiones de CEI por cambios de uso de suelo dependen en parte de los procesos irregulares de urbanización presentes en el municipio. Éstos

obedecen a decisiones particulares de los dueños de la tierra, y de la actuación del gobierno municipal en cuanto a la regularización de predios.

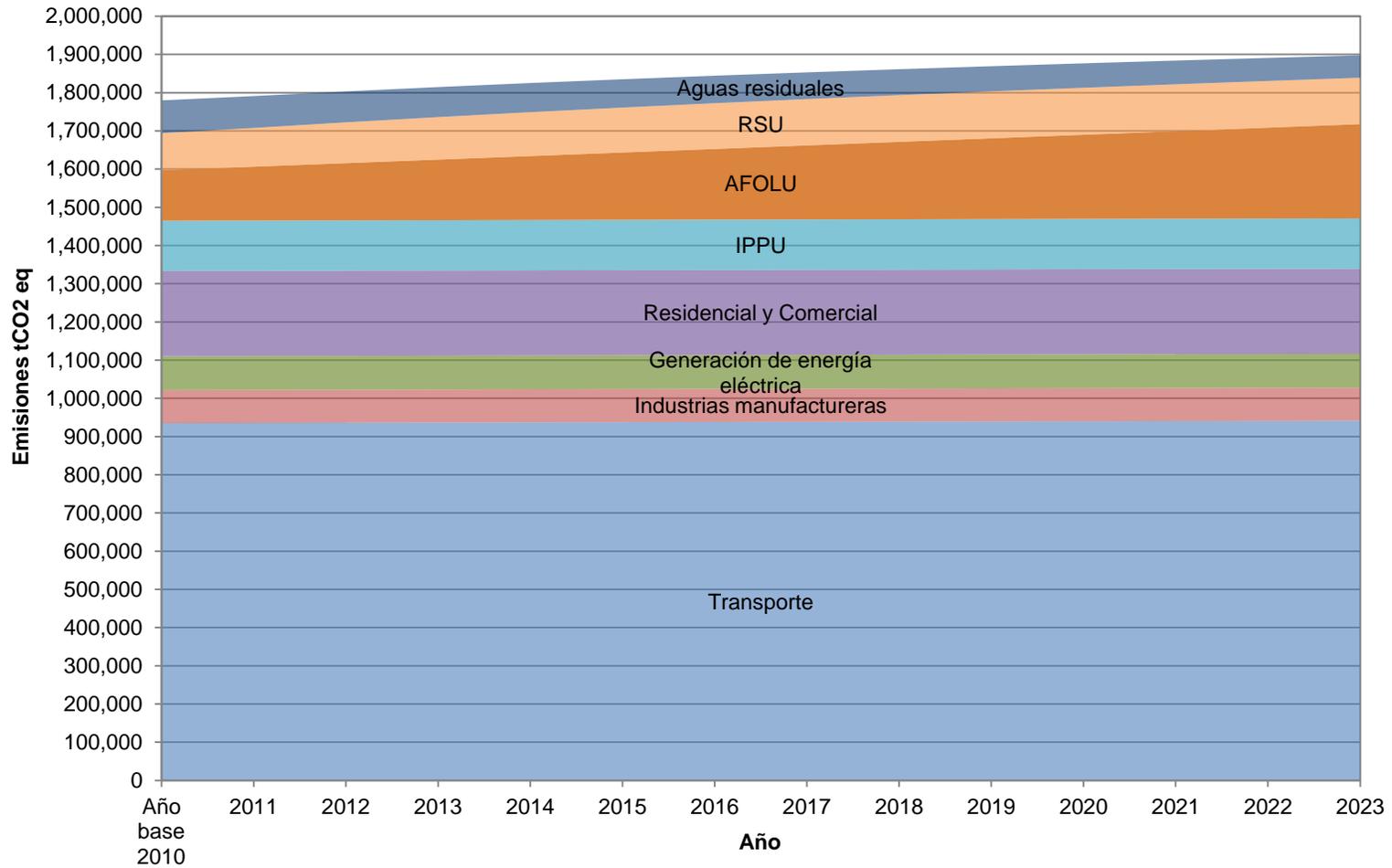
Dada la diversidad en la interpretación del análisis y en las estimaciones sobre industrialización y crecimiento poblacional en el municipio, se propusieron dos diferentes escenarios bajo los cuales las emisiones entre sectores varían en menor o mayor medida. Las siguientes nueve gráficas muestran la tendencia general en emisiones a lo largo de los próximos años, así como la contribución total por categoría para cada escenario.

**Figura 9.14 Comparación de escenarios de proyección de emisiones 2015-2023**



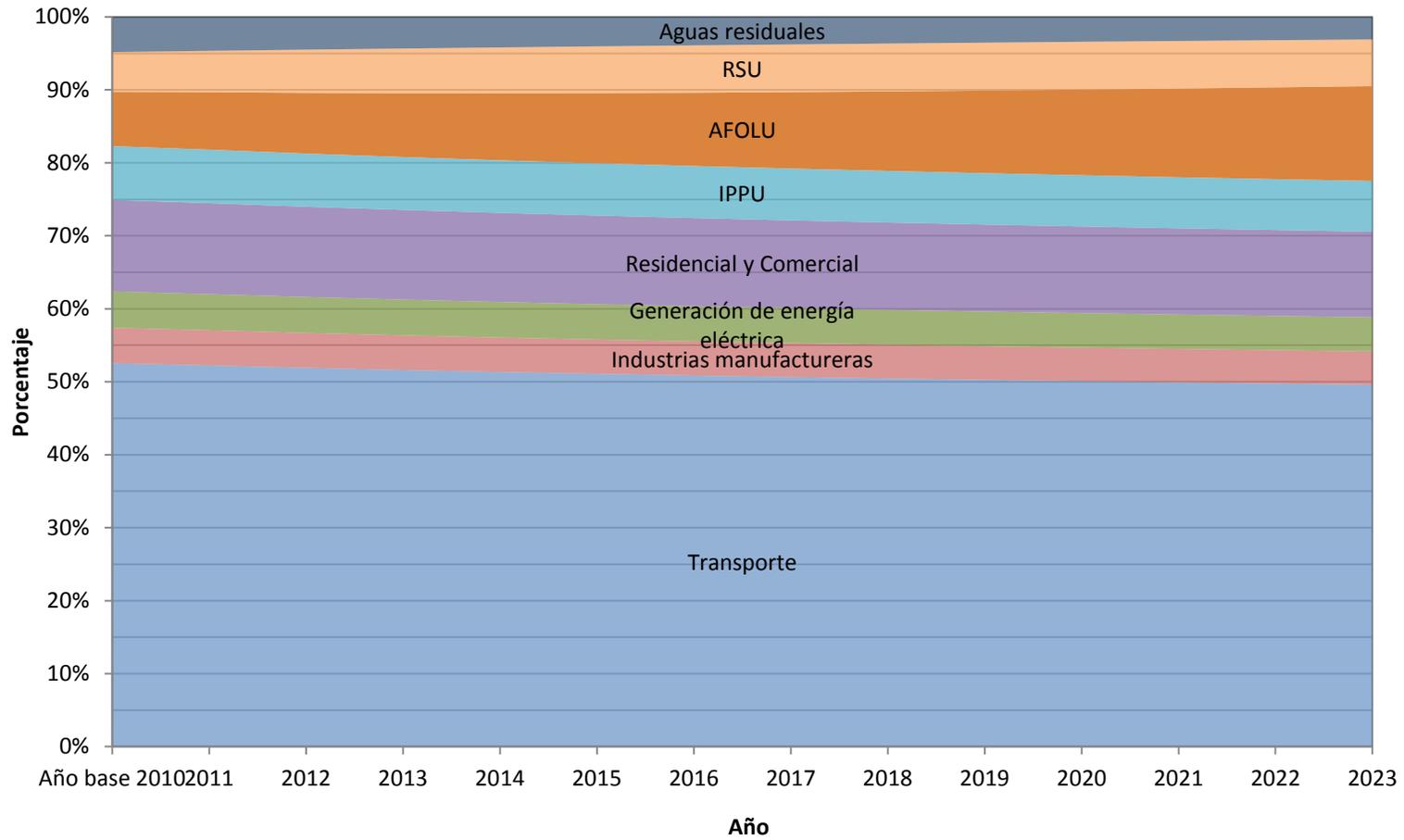
Fuente: Elaboración propia con base en datos consolidados de los dos escenarios E1 y E2 y los cuatro sectores: Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos, Desechos y Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo.

Figura 9.15 Emisiones totales por subsector para el Escenario 1



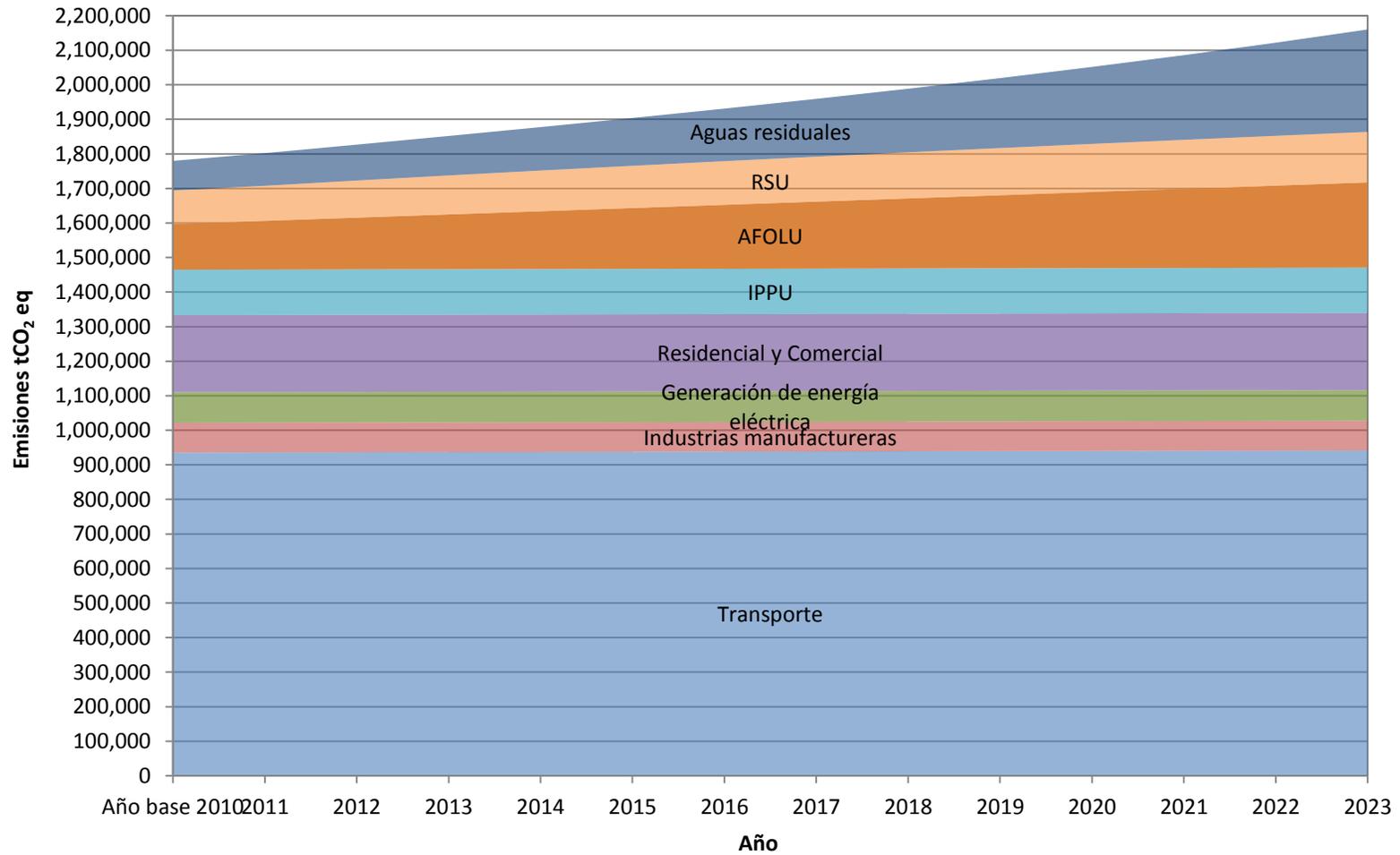
Fuente: Elaboración propia con base en datos consolidados de los dos escenarios E1 y E2 y los cuatro sectores: Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos, Desechos y Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo

Figura 9.16 Contribución por subcategoría al total de emisiones para el Escenario 1



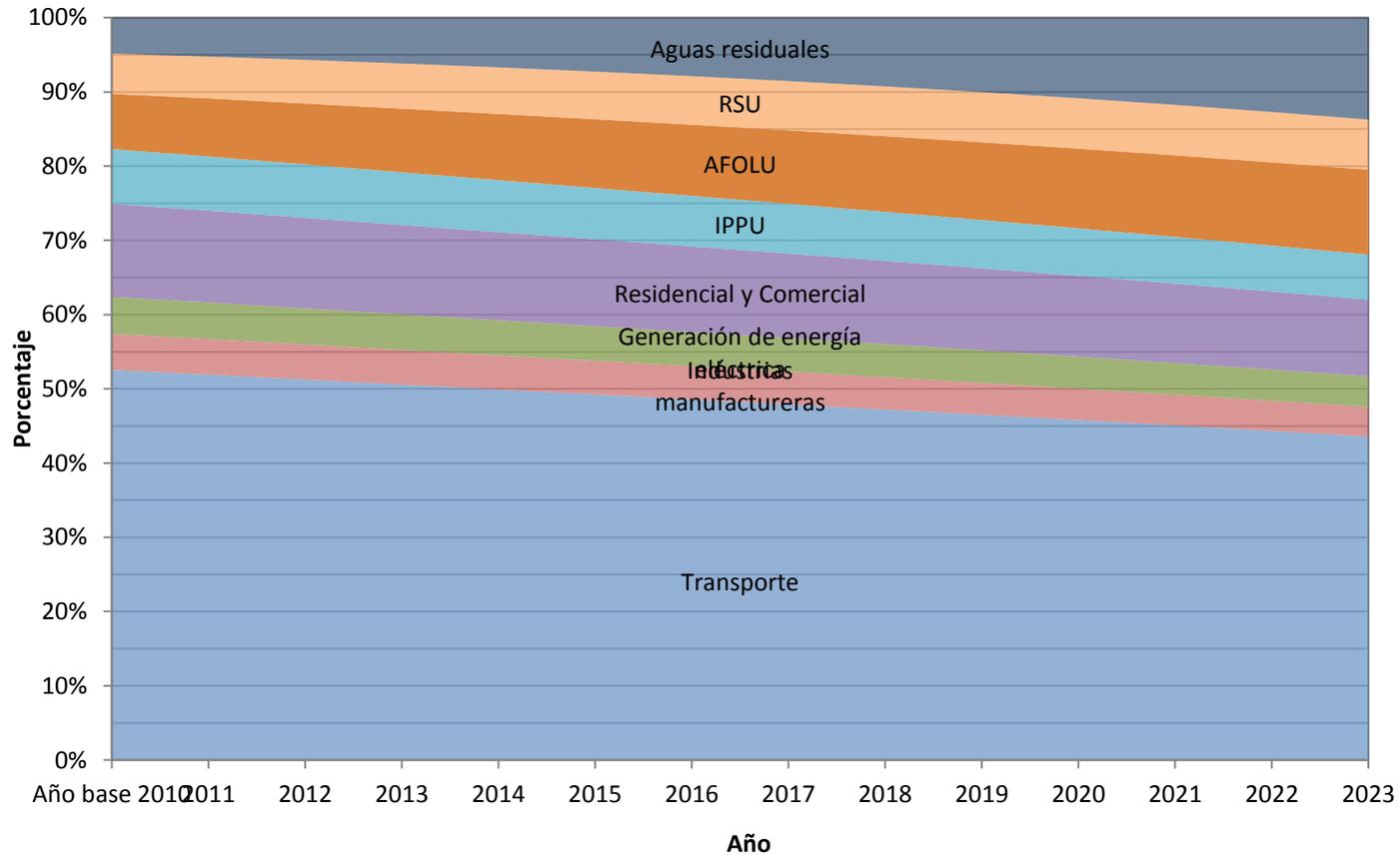
Fuente: Elaboración propia con base en datos consolidados de los dos escenarios E1 y E2 y los cuatro sectores: Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos, Desechos y Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo

Figura 9.17 Emisiones totales por subsector para el Escenario 2



Fuente: Elaboración propia con base en datos consolidados de los dos escenarios E1 y E2 y los cuatro sectores: Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos, Desechos y Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo

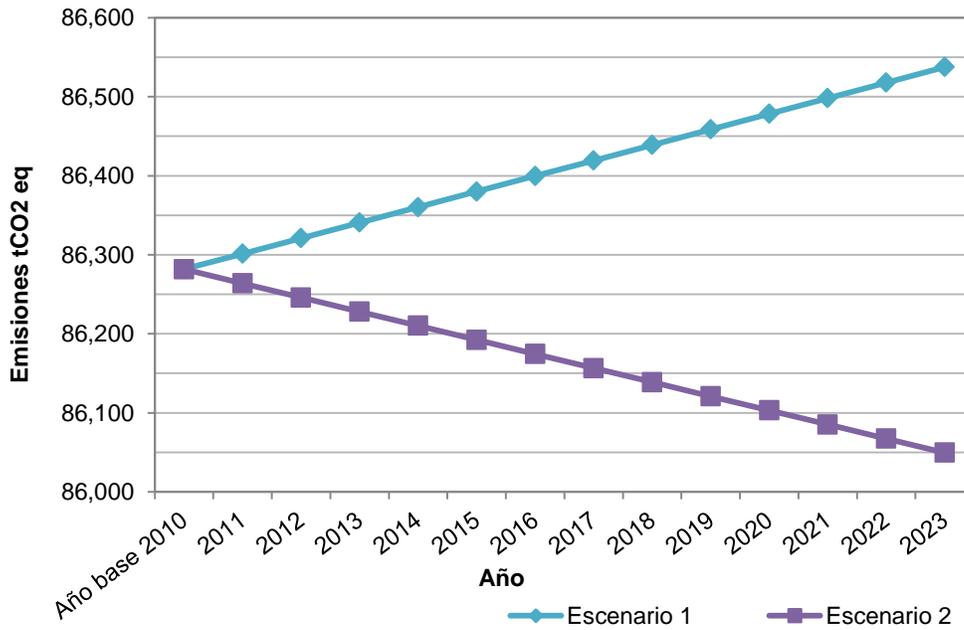
Figura 9.18 Contribución por subcategoría al total de emisiones para el Escenario 2



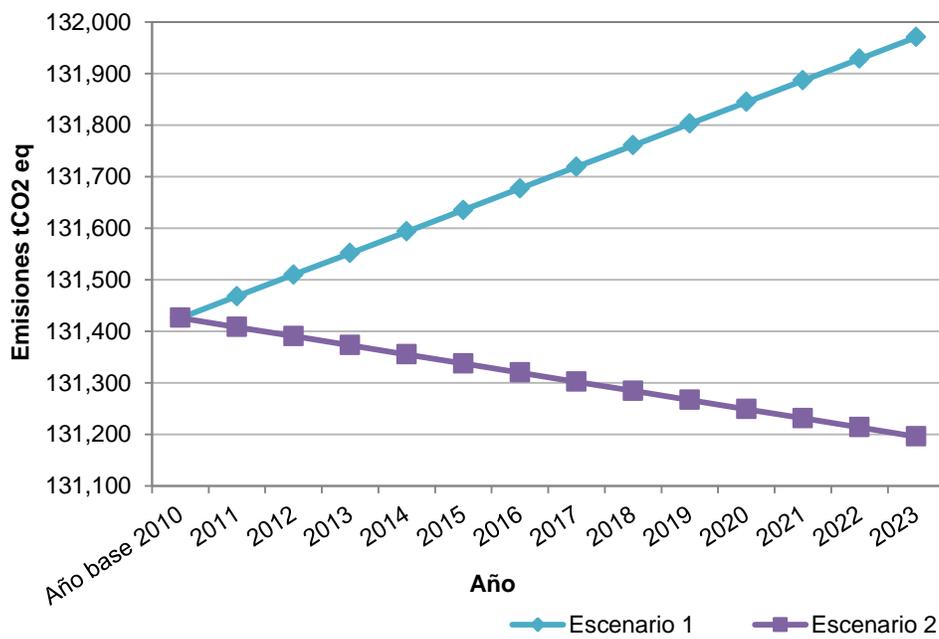
Fuente: Elaboración propia con base en datos consolidados de los dos escenarios E1 y E2 y los cuatro sectores: Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos, Desechos y Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo

Figura 9.14 Comparación de escenarios de proyección de emisiones 2015-2023 a) Proyecciones de la Industria Manufacturera; b) Proyecciones del sector IPPU; c) Proyecciones del sector Residencial; d) Proyecciones del sector Desechos

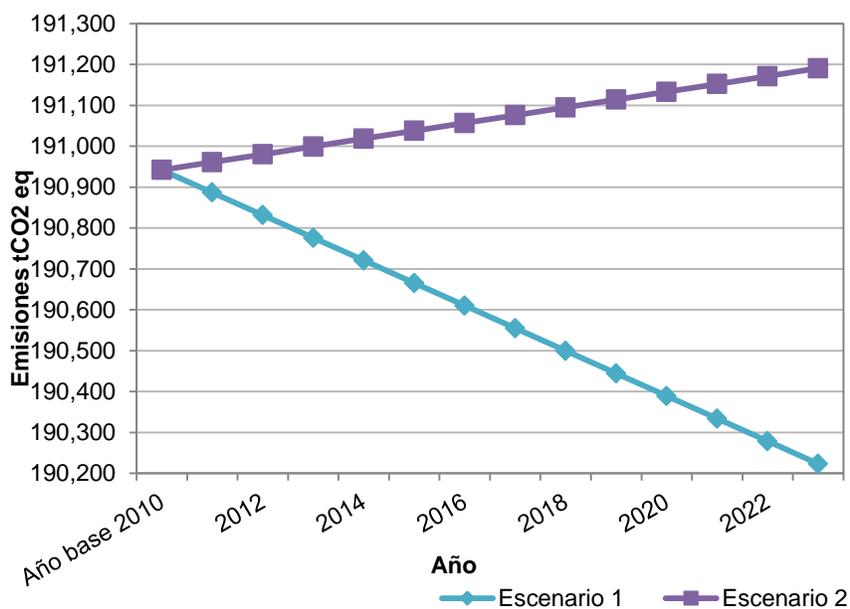
a)



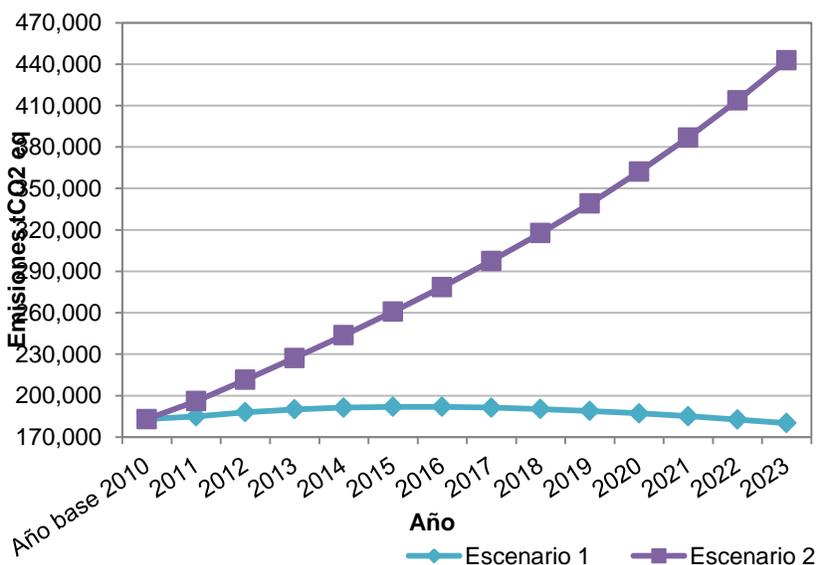
b)



c)



d)



Las proyecciones hasta aquí presentadas permiten identificar las tendencias para cada una de las categorías del inventario bajo ciertos supuestos (escenarios). De esta manera ofrecen información valiosa para la toma de decisiones.

Es importante destacar que, si bien se observan tendencias que resultarán en la reducción de emisiones de GEI en sectores como la de la industria y la generación de desechos, también existen otros sectores como el transporte y el cambio de uso de suelo, en los que se espera un incremento en las emisiones. Estos sectores se deben considerar en el diseño de las estrategias de mitigación del municipio, tanto por su tendencia de



crecimiento como por la magnitud de las emisiones actuales. En este sentido se recomienda prestar atención especial al transporte.

## 10 POSIBLES IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN NAUCALPAN

La definición de los impactos que ocurrirán en un área geográfica debido a cambios en los patrones climáticos, requiere de la construcción de escenarios a través de modelos climáticos. Es fundamental que tales modelos estén provistos de información precisa, confiable y de largo plazo sobre el clima en una zona o región. En México hay diversos organismos científicos donde se trabaja en la modelación del clima. Entre ellos se encuentran el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Coordinados por el INECC, la red de expertos de estas instituciones ha evaluado los resultados de los modelos globales de circulación en que se basan las proyecciones nacionales y regionales.

Es necesario advertir, sin embargo, que por el momento no existen proyecciones puntuales para Naucalpan o a escala municipal. Las modelaciones hechas por estas instituciones son de nivel nacional, por lo que se toman con ciertas reservas para hacer análisis e interpretaciones específicas sobre el caso de Naucalpan. Es de esperar que en los años venideros las proyecciones climáticas se difundan y precisen cada vez más, de tal suerte que en México se llegue a contar con escenarios a nivel de cuenca o microrregiones. Por ahora, se han construido escenarios que dividen el país en cuatro zonas (véase el sistema de consulta de la página: <http://escenarios.inecc.gob.mx>). También se han realizado escenarios para el Valle de México.

Estos últimos son los que permiten tener una mejor idea de lo que el cambio climático puede implicar para Naucalpan. De acuerdo con los escenarios considerados para el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México<sup>49</sup>, en la zona de Naucalpan se prevé que haya incremento de la temperatura media anual, que la precipitación diaria disminuya aunque se presenten más lluvias intensas, y que se incremente la frecuencia y duración de las ondas de calor (León Diez, 2007).

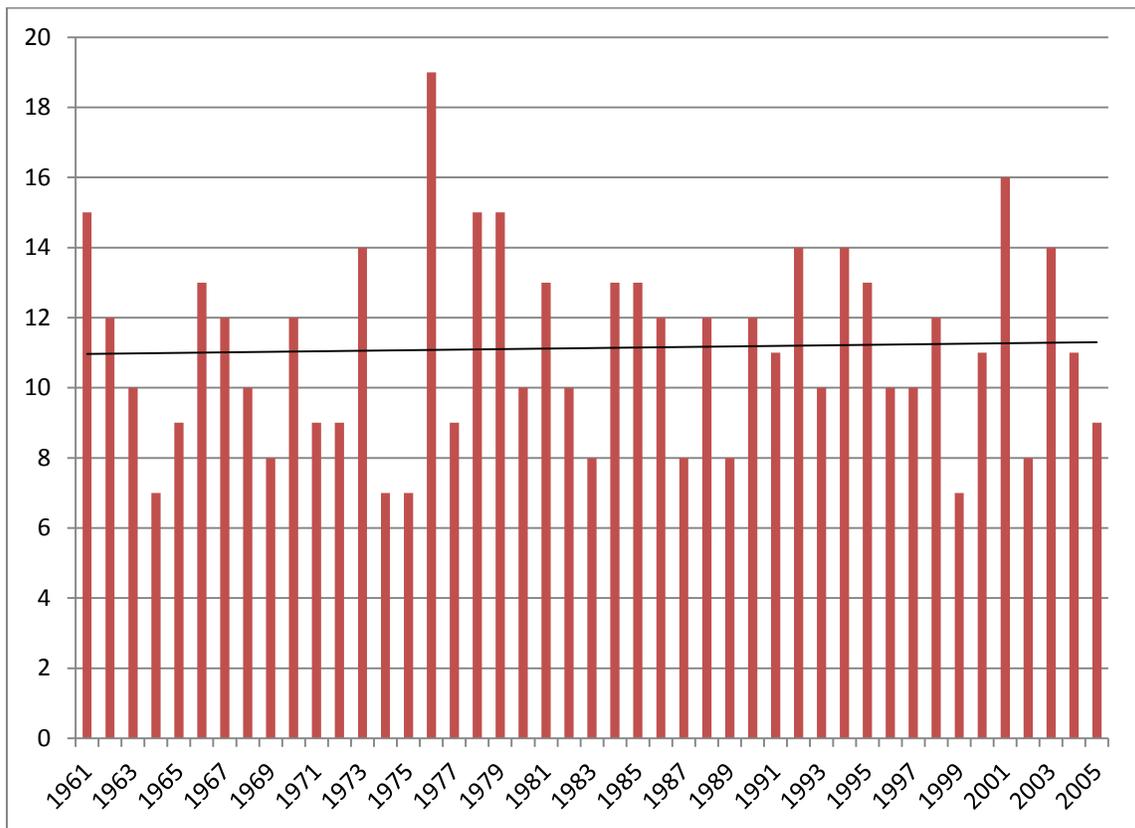
Algunos datos climatológicos de Naucalpan permiten vislumbrar estas tendencias. En las gráficas siguientes se resumen los datos de precipitación y temperatura registrados en una estación meteorológica del municipio.<sup>50</sup> Se observa, por ejemplo, que la ocurrencia de lluvias intensas (precipitación superior a 20 mm en un día) se ha incrementado ligeramente entre 1961 y 2005, tal como lo muestra la Figura 9.17. El periodo mostrado es corto en términos de patrones climáticos, pero coincidente con los registros más antiguos que se tienen en la zona del Valle de México, que son los de la estación Tacubaya y que abarcan desde 1890 a la fecha.

---

<sup>49</sup> En un escenario de emisiones intermedias.

<sup>50</sup> El Servicio Meteorológico Nacional tiene registros de cinco estaciones en el territorio de Naucalpan, tres de ellas en operación actualmente. Para la información presentada aquí se han tomado los datos de la estación Molino Blanco (estación 15059) que es la estación con datos más antiguos en la base consultable en línea: desde 1916 hasta 2010.

Figura 10.18. Número de días con precipitación superior a 20 mm, 1961-2005



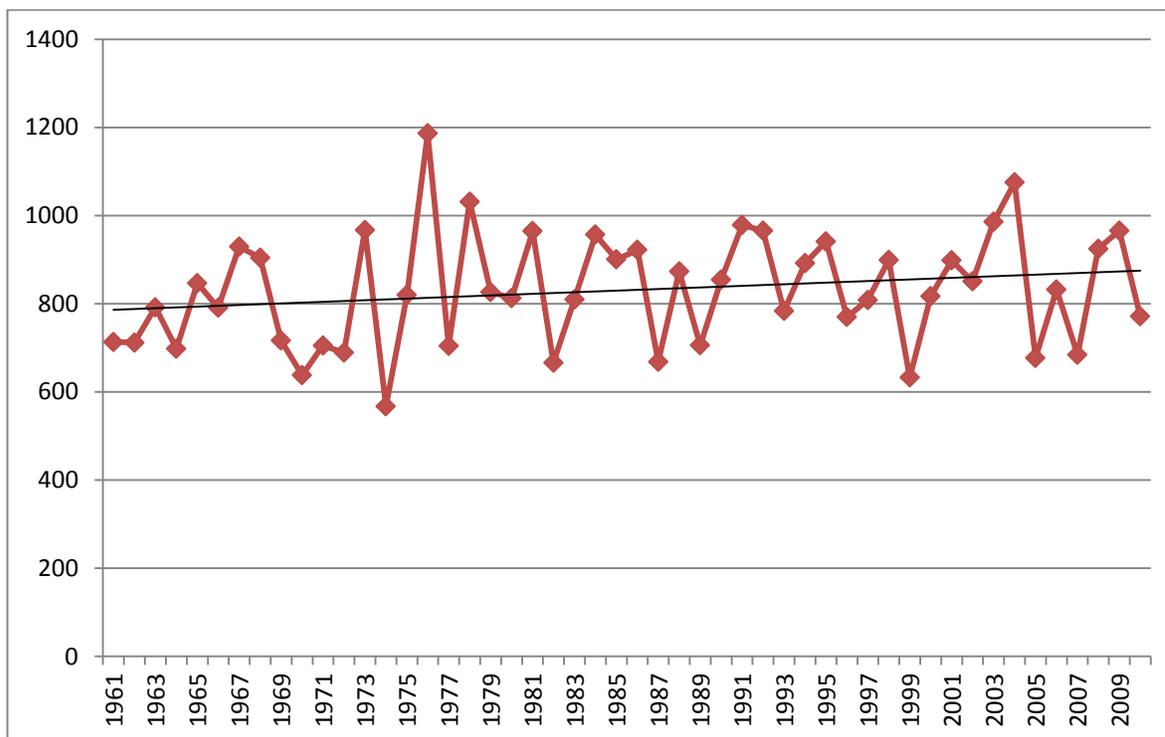
Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de la Base de Datos Climatológica (a julio de 2012), del Servicio Meteorológico Nacional, para la estación 15059 Molino Blanco, sita en el Municipio de Naucalpan, coordenadas 19.4775 de latitud norte, -99.2208 de longitud y 2,265 msnm.

La implicación de esta tendencia, es que puede presentarse un ligero incremento del número de lluvias intensas, las cuales pueden generar inundaciones repentinas o incluso deslaves en zonas vulnerables a estos peligros.

La precipitación acumulada anual, por su parte, también parece ir en ligero aumento como ocurre en la Ciudad de México; no obstante y como se ha mencionado, los escenarios de cambio climático para la región prevén que haya una disminución en los años por venir.<sup>51</sup>

<sup>51</sup> Es necesario reconocer que la precipitación anual acumulada no necesariamente sirve para ver el peligro de inundaciones por lluvias como se muestra en la figura IX.18. Es decir, puede haber una inundación en un año seco derivado de un episodio aislado de lluvia intensa, por lo que los promedios anuales pueden restar importancia a este evento a tal punto que lo hace perder relevancia.

Figura 10.19. Precipitación acumulada anual, en mm, 1961-2010



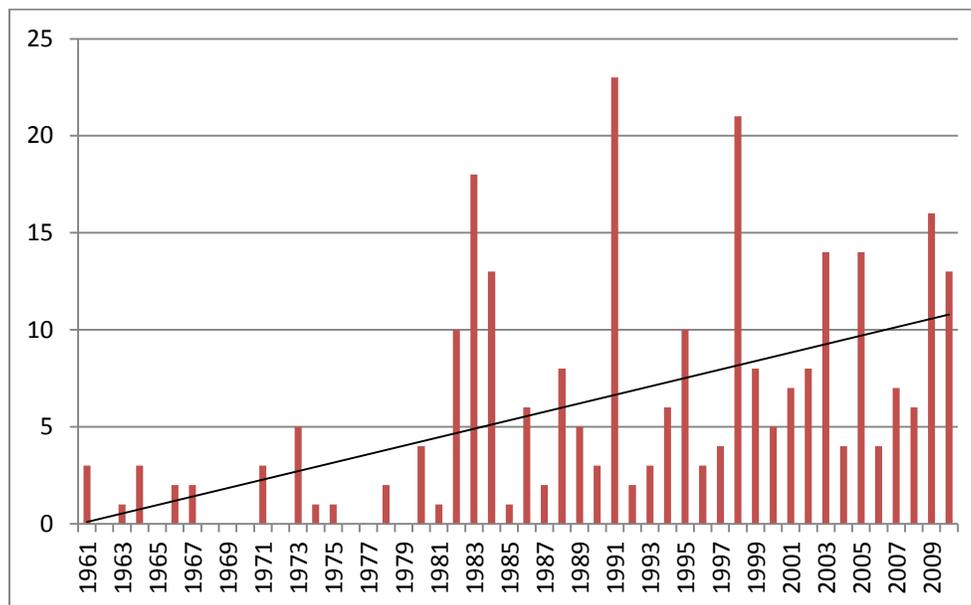
Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de la Base de Datos Climatológica (a julio de 2012), del Servicio Meteorológico Nacional, para la estación 15059 Molino Blanco, sita en el Municipio de Naucalpan, coordenadas 19.4775 de latitud norte, -99.2208 de longitud y 2,265 msnm.

En el comportamiento de la temperatura máxima en cambio, sí se observa una tendencia marcada en el periodo 1961-2010. La Figura 10.19 muestra un incremento notable en la ocurrencia de ondas de calor.<sup>52</sup> En dicha figura se han graficado los episodios de tres días consecutivos en que la temperatura máxima ha rebasado los 30°C. Aunque el periodo reportado sigue siendo corto para afirmar que se trata de una tendencia inequívoca (además de que la duración de tres o más días de calor pertenece al ámbito del tiempo meteorológico y no al ámbito del clima), es claro que este tipo de fenómenos se está presentando con mayor frecuencia. Esto coincide con las predicciones de los escenarios de cambio climático que prevén un recrudecimiento (mayor duración) y una mayor frecuencia de ondas de calor. También es relevante si se considera que la temperatura media anual de Naucalpan fluctúa entre los 12°C y 18°C; entre los -3°C y 18°C en el mes

<sup>52</sup> Hoy en día, no hay consensos sobre lo que se entiende por “onda de calor” y depende de múltiples factores. Si bien para Canadá, Estados Unidos y Europa 30°C puede considerarse una onda de calor, para México ese dato puede no serlo pues la mayor parte de su superficie cotidianamente supera esa temperatura. En el caso de Naucalpan, puede haber una proporción importante de personas a las que tal temperatura sólo afecte algunas preferencias de confort. Sin embargo es probable que no cause más molestias relevantes como las que esa temperatura tendría en otros países mas boreales. Sin embargo la Figura 9.19 ilustra claramente una tendencia al alza de las temperaturas registradas en la estación 15059 Molino Blanco del Servicio Meteorológico Nacional. En los análisis e índices de CENAPRED se considera que existe una onda de calor cuando se supera un umbral de temperatura durante tres días continuos (definición citada también en la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Véase: México, Gobierno de la República, 2013).

más frío (enero) y entre los 6.5°C y los 22°C en el mes más caluroso (abril). (Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez, 2007)

Figura 10.19. Ondas de calor: episodios de tres días consecutivos en que la temperatura máxima rebasó los 30°C



Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de la Base de Datos Climatológica (a julio de 2012), del Servicio Meteorológico Nacional, para la estación 15059 Molino Blanco, sita en el Municipio de Naucalpan, coordenadas 19.4775 de latitud norte, -99.2208 de longitud y 2,265 msnm.

De aumentar tanto la frecuencia como la intensidad de las ondas de calor, los sistemas naturales y humanos a nivel local podrían verse afectados de diversas formas. Los ecosistemas podrían presentar cambios importantes en las especies que viven en las áreas naturales de Naucalpan y poner en riesgo su supervivencia. Bajo este escenario, es posible que las áreas boscosas del municipio estén sometidas a un mayor estrés hídrico; que los incendios en bosques y pastizales sean más frecuentes debido a la prolongación de las temporadas de calor; que ocurran más deslaves en las zonas donde el suelo es ya inestable, y que aumente su fragilidad por los cambios extremos en temperatura y humedad. La riqueza de los suelos (aún en los pastizales actuales) puede deteriorarse más rápidamente debido a que los fenómenos anteriores contribuyen a la erosión.

En lo que se refiere a los sistemas humanos, los impactos son múltiples en distintos sectores. En el sector de la salud, el cambio climático puede derivar en un incremento en las enfermedades diarreicas agudas y en las enfermedades respiratorias agudas<sup>53</sup>. Las morbilidades son consecuencia directa de las condiciones sanitarias y de temperatura prevalecientes en un sitio. Los niños y adultos mayores son especialmente sensibles a estas enfermedades. De aumentarse la necesidad de atención médica ante ellas, los

<sup>53</sup> La incidencia de enfermedades diarreicas agudas obedece también a la calidad de los servicios de agua potable y saneamiento, así como a los hábitos de limpieza de la población. Muchas zonas calidas y húmedas del país tienen menores riesgos de enfermedades diarreicas precisamente porque cuentan con un buen servicio de agua potable y saneamiento, mientras que otras templadas que no cuentan con tales servicios, presentan índices de morbilidad mayores.

sistemas de salud deberán enfrentar una demanda para la cual no parecen estar preparados.

Los bienes y la infraestructura expuestos a las vicisitudes del clima también se verán afectados. Un ejemplo claro de ello es el de la infraestructura hidráulica, pues tendrá que lidiar con una baja en el suministro de agua. Esta reducción se haría patente en caso de que el sistema Cutzamala siga presentando una baja recarga. Este sistema es el origen de gran parte del suministro de agua de Naucalpan<sup>54</sup>.

#### **10.4 Naucalpan: muy vulnerable ante sequías que afecten al sistema Cutzamala**

La complejidad del sistema hidráulico de la Zona Metropolitana del Valle de México, en donde se ubica Naucalpan, demanda un esfuerzo de colaborativo interinstitucional e intergubernamental ya que ante un escenario de escasez, se pueden desencadenar conflictos sociales y gubernamentales.

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2006-2009 (vigente) señala que el 97% de la superficie del territorio municipal, se ubica dentro de la Región Hidrológica Pánuco, Subcuenca Lagos Texcoco y Zumpango. Esta región pertenece a la cuenca Río Moctezuma. El 3% de la superficie municipal corresponde a la Región Hidrológica Lerma-Santiago.

Dicha cuenca comprende cuerpos de agua destinados al riego, principalmente las presas Huapango, Santa Clara, Danxhó y Thaxhimay, así como las presas Madín, Totolica y Zumpango destinadas al uso urbano e industrial. Abastece a la mayor parte de la industria y a la población del centro de México. Además de suministrar agua a Naucalpan, abastece a los municipios de Nezahualcóyotl, Ecatepec, Tlalnepantla de Baz, Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán, Tepotzotlán y Nicolás Romero.

La mayor parte de las masas de agua superficiales presentan cierto grado de contaminación que resulta de las descargas domésticas e industriales que se vierten en ellas con poco o nulo tratamiento. En lo que respecta a las aguas subterráneas, el principal volumen de recarga por precipitación pluvial se ubica en la zona de la Sierra de Los Remedios, al poniente del municipio. Esta región se considera de alta permeabilidad que permite la recarga del acuífero. Por ello es necesario preservarla.

El Plan de Desarrollo Urbano reconoce que el acuífero actualmente se encuentra en equilibrio. Ha quedado libre de contaminación gracias a su profundidad de aportación que ronda los 130.0 metros bajo el nivel del terreno (m.b.n.t.). Su nivel estático promedio se encuentra a 75.0 m.b.n.t. y el nivel dinámico promedio a 145.0 m.b.n.t. Asimismo, según decreto presidencial del 21 de julio de 1954, este acuífero se encuentra bajo veda de extracción rígida. El decreto recomienda no incrementar la explotación acuífera para ningún fin o uso, como medida de control de la sobreexplotación a que previamente fue sometido. Sin embargo, durante 2013, el municipio inició la perforación de nuevos pozos en Paseos del Bosque<sup>55</sup> e iniciará la perforación de otros cuatro pozos y la rehabilitación de dos más, en el marco del Programa Integral de Recuperación de Río Chico de Los

<sup>54</sup> Entrevista con personal de OAPAS, 21 de junio de 2013.

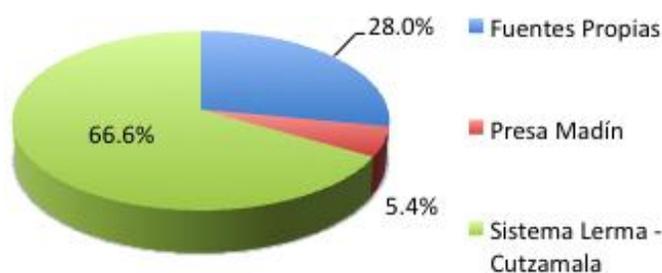
<sup>55</sup> Fuente: [http://www.naucalpan.gob.mx/inicio/noticia/3444#\\_Uq-4vJGq70Q](http://www.naucalpan.gob.mx/inicio/noticia/3444#_Uq-4vJGq70Q) . Última consulta 16 de diciembre de 2013.

Remedios. Lo anterior, no sólo con la anuencia, sino con el apoyo económico de la CONAGUA a través del Programa de Devolución de Derechos (PRODER) y de la Comisión de Aguas del Estado de México (CAEM).

La intención es razonable en la medida en que se busca disminuir la dependencia del sistema Cutzamala. En efecto, como ya se ha mencionado, la fuente más importante de agua del municipio es el sistema Lerma – Cutzamala que aporta el 66% del suministro. Naucalpan. Cuenta con 62 pozos, 52 tanques de almacenamiento y 33 plantas de rebombeo distribuidos en todo su territorio. Así se garantiza un suministro de 3 mil 150 lps en promedio a más del 90% de los hogares. No obstante, tiene una dependencia hídrica que lo hace muy vulnerable ante escenarios de cambio climático a los que está sujeto el sistema Cutzamala. (Véase figura 10.20).

En un informe sobre la caracterización y escenarios de la dinámica hídrica de la región de aporte del sistema Cutzamala, Bunge, Martínez y Ruiz-Bedolla (2012) presentan los resultados de un modelo que da cuenta de un estrés hídrico ante escenarios de cambio climático para México. Este se basa en el Modelo de Proyecciones Globales de Cambio Climático regionalizado para México (escenario 2 proyectado al año 2020). Aunque el informe no es concluyente sobre si el cambio climático afectará al sistema Cutzamala, los autores señalan que “...De acuerdo con este modelo de simulación hídrica de las subcuencas del sistema Cutzamala, el volumen de agua que este puede aportar al Valle de México se encuentra comprometido por las actividades económicas propias de la región de aporte.” (Bunge, Martínez y Ruiz-Bedolla, 2012). Reconocen además la necesidad de realizar estudios sobre el análisis de variabilidad pluviométrica en las subcuencas que alimentan al sistema, sobre la dinámica hídrica subterránea y su relación con el impulso al crecimiento de la población y la agricultura de riego y el tipo de propiedad de los bosques.

Figura 10.20. Fuentes de abastecimiento de agua potable de Naucalpan de Juárez



Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2009. H. Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez.

Otro estudio sobre la vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de México en el contexto de cambio climático (Escolero, Martínez, Kralish y Perevochtchikova, 2009), señala entre de los factores de vulnerabilidad del sistema, el crecimiento de la demanda de agua, el aumento de la degradación en las áreas de

captación y la reducción de la calidad del agua y de la recarga. Todos estos factores pueden intensificarse ante los escenarios de cambio climático evaluados en dicho estudio. Los autores concluyen que *“el hecho de que el sistema Cutzamala como fuente externa de agua superficial presenta la vulnerabilidad más alta, apunta a la necesidad de un cambio de paradigma en la planeación de futuras fuentes”*. También afirman que *“los escenarios climáticos evaluados indican una reducción significativa en la futura disponibilidad de agua”*.

En ese sentido, Naucalpan enfrenta un reto muy grande: la necesidad de mejorar el suministro de agua potable de fuentes propias. Esto se plantea básicamente a través de la rehabilitación o perforación de pozos (que ya se está haciendo), un manejo integral de los ríos, arroyos, canales y cuerpos de agua que permitan la infiltración al acuífero, el mantenimiento adecuado de la infraestructura hidráulica, y la supresión de fugas. Cabe señalar que ni en el Organismo de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OAPAS) ni en los documentos consultados se encontró información precisa sobre el volumen de agua que se pierde en las fugas. Sin embargo, tanto el OAPAS como el Plan de Desarrollo Urbano reconocen que es necesario dar mantenimiento y sustituir de manera selectiva, la red de agua potable más antigua (aunque no se señala la antigüedad de la misma).

La perforación de los nuevos pozos y la rehabilitación de algunos de ellos permitirá disminuir la dependencia que ahora se tiene del sistema Cutzamala. Esta acción beneficia a aproximadamente 11 mil habitantes de la zona Vista del Valle, que abarca las colonias Paseos del Bosque, San Juan Totoltepec, Pedregal de Echeagaray y Jalpa la Huerta. Estas colonias suelen verse afectadas por recortes en el suministro del sistema Cutzamala. Sin embargo, es fundamental realizar un monitoreo permanente del acuífero para no resolver un problema de dependencia hídrica de corto plazo que genere un problema de desabasto en el largo plazo.

Otro reto importante para Naucalpan es el sistema de gobernanza hídrica en el que se encuentra inmerso el municipio. En el sistema hidráulico de Naucalpan además del municipio intervienen la Comisión Nacional del Agua y la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento. Las relaciones intergubernamentales necesarias para la gestión hídrica en Naucalpan, demandan una cooperación interinstitucional y a nivel de cuenca pues los recursos hídricos presentes en el territorio municipal atraviesan distintas demarcaciones y son actualmente administrados por una variedad de organismos. Un avance positivo en este sentido es la instalación de la Comisión de la Cuenca de la Presa Madín, integrada por autoridades municipales de Naucalpan, Atizapán y Jilotzingo, además de vecinos y asociaciones civiles.<sup>56</sup>

Finalmente, es relevante mencionar que si bien está documentado que uno de los impactos globales del cambio climático es la seguridad alimentaria que deriva de sequías intensas o inundaciones, Naucalpan no parece estar expuesto a este riesgo. Esto se debe a que se trata de un municipio urbano inmerso en el contexto de la Zona Metropolitana del Valle de México con presencia de mercados y centros de abasto. De esta manera, tiene garantizado hasta cierto punto el suministro de alimentos. Sin embargo, lo que sí puede afectar el abasto del municipio es la pérdida de cultivos por sequías e inundaciones en otras partes del país cuyo destino de comercialización sea precisamente Naucalpan. Esto

---

<sup>56</sup> <http://www.naucalpan.gob.mx/inicio/noticia/1231#.Uqidx5Gq70Q>. Última consulta: 11 de diciembre de 2013

repercutiría provocando un incremento en los precios de los alimentos y afectaría principalmente a la población en condiciones de pobreza.

La población pobre suele ocupar las zonas menos favorables del territorio y por tanto está más expuesta a los peligros naturales. En el futuro, esta población puede llegar a tener menor acceso a agua potable o a servicios básicos. Esto aumentaría el riesgo que representan las enfermedades ligadas al clima. Además, no cuenta con los recursos económicos necesarios para enfrentar eventos desastrosos.

En las siguientes secciones se revisan los distintos aspectos de la población de Naucalpan que dan pie a una desigual distribución de la vulnerabilidad ante el cambio climático. Es importante subrayar aquí que en el territorio municipal se enfrentan riesgos ligados al clima así como vulnerabilidades en el sistema socio-económico que llevan a una distribución distinta de los riesgos ante el cambio climático.

## 10.5. Peligros naturales relacionados con el cambio climático en el territorio de Naucalpan

El Atlas de Peligros Naturales para el Municipio de Naucalpan de Juárez (2010) identifica todos los riesgos de origen natural que se pueden suscitar en el territorio naucalpense. En este programa se retoman los diagnósticos del Atlas para aquellos peligros que podrían agudizarse como consecuencia del cambio climático<sup>57</sup>. A continuación se resaltan algunos de los aspectos relevantes que es necesario considerar cuando se piensa en una estrategia de acción climática.

Es importante señalar que el territorio de Naucalpan tiene una exposición a peligros naturales mucho menor que otras zonas del país. Esto lo constata el hecho de que nunca se haya emitido una declaratoria de desastre o de emergencia para el municipio.<sup>58</sup> Lo anterior no significa que el municipio esté exento de peligros, pues sí se han presentado eventos extraordinarios. Afortunadamente, su magnitud no ha rebasado las capacidades municipales para atenderlos.

El Sistema de Inventario de Efectos de Desastres, del proyecto DesInventar.org<sup>59</sup>, registra los eventos ocurridos en Naucalpan que han sido reportados en diarios de circulación

---

<sup>57</sup> Se excluyen aquí los peligros geológicos tales como sismos, fallas o fracturas cuyo origen no está vinculado a factores climáticos.

<sup>58</sup> La Declaratoria de Desastre Natural la emite el Gobierno Federal cuando un municipio o Estado es afectado por un fenómeno natural de magnitud tal que sus capacidades se ven rebasadas. La publicación de la declaratoria en el Diario Oficial de la Federación implica la atribución de recursos del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) para atender el desastre y contribuir a la reconstrucción.

El CENAPRED tiene en su página electrónica un sistema de consulta en línea de las Declaratorias de Desastre y Emergencia emitidas en el país entre los años 2000 y 2011. En todo el periodo, no hay registros de que se haya publicado declaratoria alguna para Naucalpan.

<sup>59</sup> La página del inventario [www.desinventar.org](http://www.desinventar.org), es manejada por la Corporación OSSO (una organización no gubernamental para la prevención de desastres) y forma parte de un proyecto por el conocimiento de los desastres en América Latina, impulsado por LA RED (Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina) y UNISDR (Oficina de Naciones Unidas para la Reducción de los Desastres). DesInventar es una base de datos hemerográfica que no tiene validez científica que permita construir indicadores sobre si la frecuencia o intensidad de un fenómeno climático extremo se ha incrementado en el municipio. Se usa simplemente para fines informativos y para

nacional (en este caso, La Jornada, Excelsior y El Universal). Al consultar esta base de datos para identificar los incidentes ligados a peligros de origen natural, se obtienen 78 registros entre 1970 y 2011. Estos eventos incluyen: granizadas (4), inundaciones (58), tempestades (5), lluvias (3), incendios forestales (3), heladas (3), ola de calor (1) onda de frío (1). Aún cuando las inundaciones reportadas en los periódicos no han sido eventos que hayan ameritado la emisión de una declaratoria de desastre natural, en la mayor parte de los casos sí provocaron daños materiales severos por la entrada de agua en comercios y viviendas, así como afectaciones viales. En unos cuantos casos más, representaron un daño inmediato a la salud pues se trató de inundaciones ocasionadas por el desbordamiento de canales de aguas negras.

La precipitación en el municipio no es particularmente alta (de 600 mm anuales en promedio en la parte baja, hasta 1300 mm anuales en el poniente). De hecho, se encuentra en un rango intermedio entre las zonas más lluviosas del sureste y las más secas del altiplano y norte del país. Sin embargo, su topografía determina trayectorias de escurrimientos que van de las zonas altas hacia las partes de menor elevación, que son justamente las áreas en donde se ha desarrollado la zona urbana. De esta manera, la población y los bienes quedan expuestos a las inundaciones cuando ocurren precipitaciones abundantes.

Los escurrimientos naturales del territorio del municipio conducen el agua a ocho ríos: Río Hondo, Arroyo el Sordo, Río Verde, Río Chico de los Remedios, San Mateo, San Joaquín, Los Cuartos y Río Totolinga. Hay también ocho canales y nueve presas. Actualmente, los ríos están encauzados en la zona urbana; de hecho se han convertido en canales que presentan altos niveles de contaminación pues reciben descargas de aguas negras y arrastran cantidades importantes de basura. Los ríos Hondo y Verde, que son los de mayor caudal, representan un riesgo importante pues como se mencionó, en el pasado ya se han desbordado al conjugarse un incremento en el volumen de flujo tras una precipitación abundante, con el hecho de que el agua no pueda circular con mayor rapidez al ser obstaculizada por la basura.

Por otro lado, el sistema de presas del municipio está deteriorado. Incluso, se han documentado descargas clandestinas de cascajo y basura en algunas de ellas como ocurre en El Colorado y La Colorada. Estos materiales azolvan y entorpecen el buen funcionamiento de las presas y ha motivado la interposición de una denuncia popular ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

---

ilustrar que Naucalpan está expuesto a peligros que pueden llegar a perturbar la infraestructura física, social, los servicios y la vida cotidiana en general de los ciudadanos que ahí radican. Esta información de ninguna manera sustituye aquella que se podría obtener del CENAPRED. Sin embargo, la ausencia de declaratorias de desastre en Naucalpan motivó a presentar cuando menos, los registros de esta página electrónica que consigna eventos extremos hasta 2011.

Figura 10.21. Río Hondo: los bordes del río ayudan a dirigir el flujo. Sin embargo éste se ha convertido en un canal a cielo abierto para llevar aguas negras al Vaso de Cristo



©Centro Mario Molina

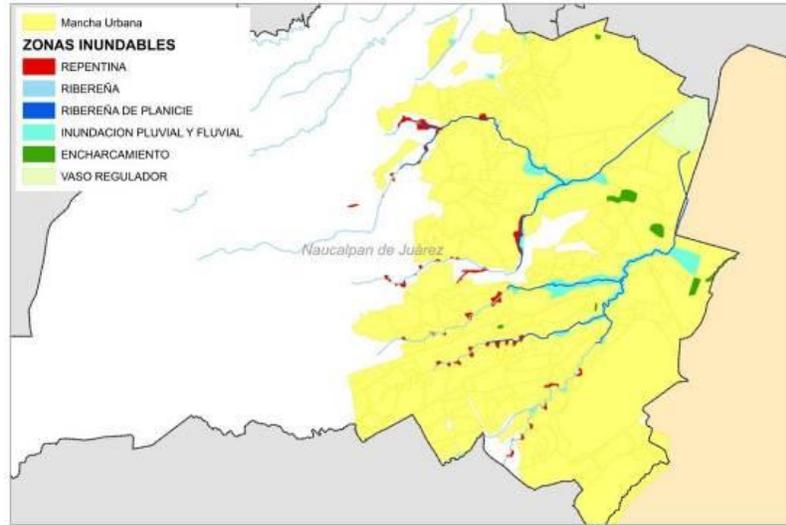
Figura 10.22. Río Hondo: acumulación de basura y material de arrastre en un meandro del río retrasando el flujo e incrementando el riesgo de desbordamiento



© Centro Mario Molina.

En el Atlas de Peligros Naturales se analizaron la topografía, características de los arroyos y ríos, tipos de suelo, ubicación de presas y elevaciones de bordos de los ríos, con el fin de estimar la peligrosidad de las inundaciones en el municipio. A partir de ahí, se estableció que existen cuatro tipos de inundaciones susceptibles de ocurrir en Naucalpan: repentinas, ribereñas, combinadas (pluvial y fluvial) y encharcamientos. (Véase Figura 10.23).

Figura 9.23. Zonas inundables por tipo



Fuente: Atlas de Peligros Naturales de Naucalpan de Juárez. SEDESOL. 2010

Las inundaciones repentinas se originan cuando se conjunta una precipitación extraordinaria con las deficiencias en el sistema de drenaje y la canalización del agua pluvial. Se presentan en zonas de pendientes pronunciadas y en los cauces de los ríos. Dado que en estos eventos fluye un volumen de agua extraordinario, arrastra consigo materiales orgánicos, lodo y piedras. Por esta razón, tales inundaciones tienen un alto poder destructivo.

Las inundaciones ribereñas equivalen al desbordamiento de los ríos o arroyos: cuando el cauce ya no es capaz de llevar más agua, se desborda sobre las zonas aledañas. En Naucalpan estos desbordamientos pueden ocurrir en las partes más bajas y planas del municipio. Ahí el agua se estanca ya sea por su gran volumen o porque el cauce está azolvado. Dado que las partes bajas son zonas intensamente urbanizadas, la población y bienes expuestos a este tipo de peligro son considerables.

Figura 10.24. El río Chico de los Remedios está totalmente inserto en el área urbana. Las viviendas aledañas están protegidas por un bordo que hasta el momento ha sido suficiente para contener el agua



© Centro Mario Molina.

La parte baja del municipio, en dirección al centro histórico y al oriente del territorio, es susceptible de inundarse o encharcarse por la combinación del desbordamientos de ríos y canales, con precipitaciones extraordinarias. De acuerdo a los reportes de la base DesInventar.org, estas inundaciones no han causado pérdidas humanas. No obstante, perturban seriamente la cotidianidad de los habitantes de la zona ya que entorpecen el tránsito (incluso del periférico) y han causado daños materiales pues el agua ha invadido comercios y viviendas. Es de preocupar que en caso de emergencia, las principales vías de salida del municipio sean las que mayor probabilidad tienen de estar bloqueadas por encharcamientos.

Como se ha mencionado, no todos los peligros referidos se verán acrecentados por el cambio climático. No obstante, sí existen algunos que pueden agravarse por cambios en los patrones hídricos y en las temperaturas. Los deslaves, deslizamientos o hundimientos de terreno son ejemplos de ello. En el caso de Naucalpan se pueden presentar procesos de remoción en masa como desprendimientos o caídas de materiales (rocas o suelos), vuelcos o desplomes (que implican la rotación de una masa de suelo) y procesos de remoción en masa sobre rellenos. Este último caso puede ocurrir en las barrancas del municipio que fueron rellenadas con escombros para construir sobre esa superficie inestable. Ya se han presentado desprendimientos en zonas habitadas del municipio, en los que se han desgajado rocas de gran tamaño que han rodando y caído sobre los muros de viviendas. Existen también algunas construcciones asentadas sobre suelos que corren riesgo de desprenderse. Estas zonas son una preocupación para la oficina de Protección Civil, que tiene un área dedicada a la vigilancia y atención de este tipo de fenómenos.

Figura 10.25. Peligro inminente de desprendimiento de roca. Colonia Mártires de Río Blanco



© Centro Mario Molina

Figura 10.26. Viviendas en riesgo por estar construidas sobre un talud y vivienda construida en la cavidad dejada por un desprendimiento. Colonia Mártires de Río Blanco



© Centro Mario Molina

Aún cuando los eventos de remoción se relacionan más con procesos geológicos que con el clima, es necesario considerarlos como uno de los peligros naturales que se pueden agudizar con el cambio climático. Esto se debe a que las corrientes superficiales tienden a erosionar e incrementar las pendientes de las laderas aumentando su inestabilidad (Municipio de Naucalpan de Juárez, 2010). En un escenario de incremento de lluvias torrenciales, la capacidad de erosión de los ríos y escurrimientos superficiales en el municipio puede ser mayor y desencadenar procesos de remoción de laderas.

El Atlas de Peligros Naturales clasifica las áreas susceptibles a procesos de remoción en masa en tres rangos: muy baja, cuando se tiene una pendiente menor a  $25^\circ$  e indica un terreno estable; media, en áreas con pendiente mayor a  $25^\circ$  y menor a  $35^\circ$  de inclinación ubicadas a menos de 500 metros de un río; alta, en terrenos con pendiente superior a  $45^\circ$ , o de  $25^\circ$  a  $45^\circ$  localizadas a menos de 500 metros de un río. En el documento se cartografían también las barrancas en donde la práctica del relleno ha modificado la geomorfología fluvial, acrecentando el riesgo que el terreno en forma natural tenía originalmente.

Como se puede observar en las figuras, los procesos de remoción en masa presentan una enorme dispersión y abarcan prácticamente toda el área rural que coincide con las zonas de topografía accidentada. Colonias como Huertas Secciones 1, 2 y 3 o Izcalli Chamapa, entre otras, que tuvieron un origen irregular y ahora se encuentran en condiciones de pobreza, están expuestas a este tipo de peligros. (Véanse Figuras 10.27 a 10.29)





Fuente: Atlas de Peligros Naturales de Naucalpan de Juárez. SEDESOL. 2010

Otro peligro natural del suelo en Naucalpan es el riesgo de hundimiento. En el caso específico del municipio, este fenómeno no se debe tanto a causas naturales, como a la existencia de túneles de los cuales se extrajo material hace tiempo y cuya extensión hoy se desconoce.<sup>60</sup> Los hundimientos de terreno constituyen un peligro tanto si son lentos y progresivos, como cuando ocurren de manera repentina. Se considera que el peligro de hundimiento se agudizará en un escenario de cambio climático dado que implica mayores movimientos del suelo por las sequías prolongadas y la caída de lluvias torrenciales que pueden hacer que los techos de las cavidades subterráneas se vuelvan más frágiles en un lapso corto.

Figura 10.30. Hundimiento repentino frente a una vivienda en la colonia Ampliación Minas Coyote. El personal de Protección Civil estimó que la cavidad tiene aproximadamente 10 metros de diámetro



© Centro Mario Molina

<sup>60</sup> Entrevista con personal de la Subdirección de Protección Civil, 11 de junio de 2013.

## 10.6. Persistencia de la irregularidad en la tenencia de la tierra y asentamientos expuestos a peligros

La Dirección General de Desarrollo Urbano de Naucalpan tiene identificados 268 asentamientos irregulares en los que se encuentran casi 15 mil viviendas. Estas viviendas albergan a 8 mil 978 familias que en conjunto conforman una población de alrededor de 42 mil habitantes (ver Tabla 10.4. y figura 10.17). Estos asentamientos se distribuyen en terrenos de todo tipo de régimen ejidal; es decir, en derechos de vía federales, en propiedad federal, estatal, municipal, privada y comunal. También se les encuentra en zonas de reserva ecológica y en zonas expuestas a riesgos. La Dirección General de Desarrollo Urbano calcula que estos asentamientos ocupan en conjunto una superficie de 200 hectáreas.

**Tabla 10.10. Asentamientos irregulares de acuerdo con el tipo de propiedad de asiento, características físicas y número de viviendas, hogares y habitantes**

Régimen de tenencia de la tierra	Asentamientos irregulares	Superficie	Superficie/ asentamiento irregular (%)	Total de asentamientos (viviendas)	Viviendas asentamiento irregular (%)	Número de hogares	Habitantes Calculados
		m <sup>2</sup>					
Federal	78	437,945.30	22.80%	2,709	21.20%	2,036	10,716
Ejidal	69	668,296.40	34.80%	3,779	29.50%	2,195	9,983
Estatal	38	249,146.80	13.00%	2,093	16.30%	1,408	6,520
Propiedad privada	53	443,367.90	23.10%	3,039	23.70%	2,352	9,854
Municipal	22	114,826.40	6.00%	1,092	8.50%	901	4,407
Propiedad comunal	2	5,162	0.30%	32	0.20%	32	136
Otro	6	4,048.20	0.20%	63	0.50%	54	296
<b>TOTAL</b>	<b>268</b>	<b>1,922,793.00</b>	<b>100%</b>	<b>12,807.00</b>	<b>0.999</b>	<b>8,978.00</b>	<b>41,912.00</b>

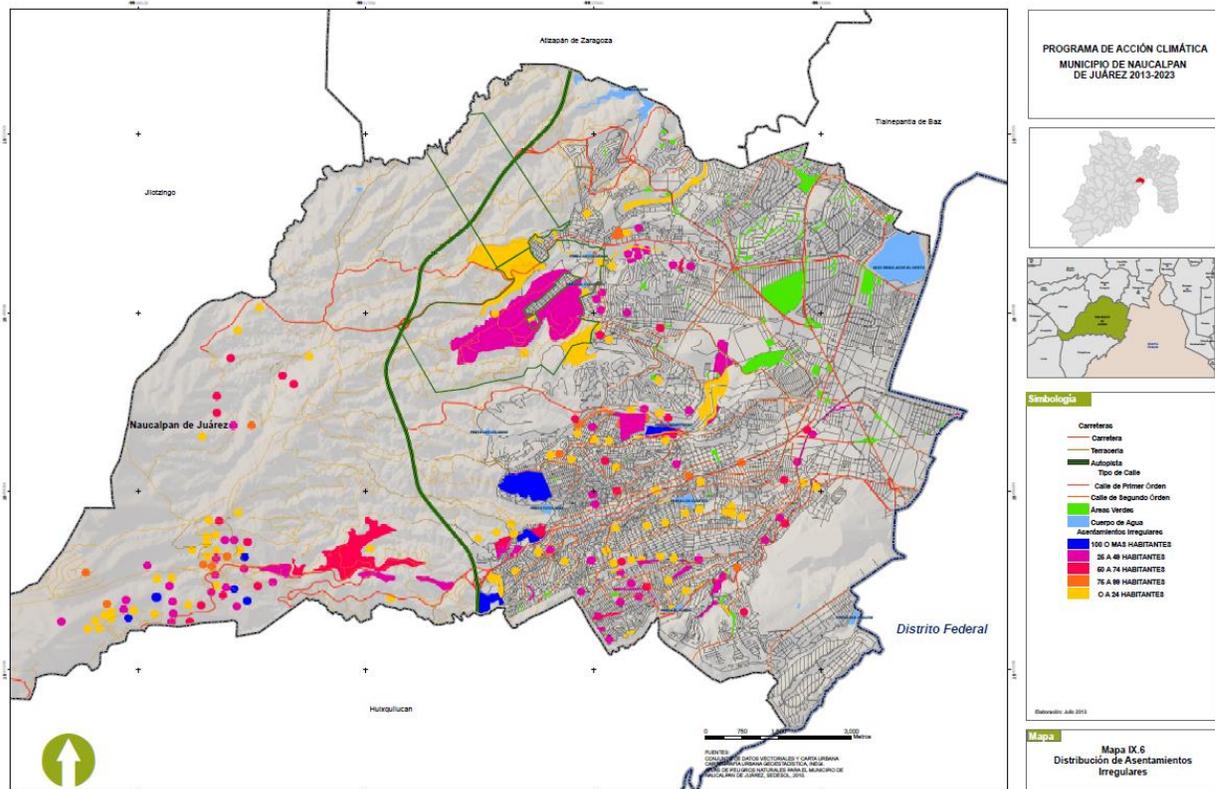
Fuente: Dirección General de Desarrollo Urbano. H. Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez. 2013.

La Dirección General de Desarrollo Urbano tiene identificada la constitución original de los núcleos agrarios. Muchos de ellos están ocupados por asentamientos irregulares. En el marco del Programa de Seguridad Patrimonial del Municipio (mismo que se describe con mayor profundidad en la Estrategia de Adaptación A.1.), esta dirección general ha realizado un diagnóstico de asentamientos irregulares en los núcleos agrarios de San Mateo Nopala, San Juan Totoltepec, San Esteban Huitzilacasco y San Rafael Chamapa. En cada caso, se identifica la superficie aproximada del asentamiento, el número de predios que hay en cada asentamiento irregular, su tamaño promedio y el destino en caso de una eventual reubicación, respetando los criterios señalados en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano.

El municipio de Naucalpan se ha puesto la meta de lograr el ingreso al catastro municipal de 8 mil predios en beneficio de 24 mil habitantes. Otro beneficio contemplado por el municipio es el ingreso que se obtendrá por las manifestaciones catastrales de dichos predios, el pago del predial y por el traslado de dominio. Se espera recaudar 20 millones de pesos con estas acciones.

Esta labor tendrá que continuarse y fortalecerse con acciones que aseguren que los territorios cuyas poblaciones estén sujetas a reubicación, no sean nuevamente ocupados por nuevos asentamientos irregulares, menos aún en el caso de ANPs o en zonas de riesgo.

Figura 10.31. Localización de asentamientos irregulares de tipo de área de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano



Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2006-2009

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2006–2009 reconoce que “...la mayor parte de estos asentamientos humanos irregulares están en zonas de riesgo, no aptas para la vida humana, o amenazan seriamente las zonas de preservación ecológica; lo mismo se localizan en zonas de restricción como derechos de vía de líneas eléctricas, líneas de ferrocarriles, ríos, vasos de presas, barrancas, áreas de donación, áreas de reserva ecológica y vías públicas; fuera del área urbana y en la periferia de los poblados rurales. La característica común de todos ellos es una extremada precariedad de las condiciones de vida y de seguridad, debido a la baja calidad de las construcciones, muchas veces provisionales, y la carencia de todo tipo de servicios” (Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez, 2007). Esta descripción contrasta con la percepción que se tiene de Naucalpan como un municipio rico con una base industrial sobresaliente y asiento de uno de los fraccionamientos residenciales que marcó una época de esplendor del mismo, es decir, Ciudad Satélite.

Si bien es cierto que Naucalpan es un municipio rico en comparación con el resto de los municipios del país, las cifras de carencias sociales que consigna el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) da cuenta de un rezago notable en algunas áreas. En efecto, el 27.7% de sus 833,779 habitantes vive en condiciones de pobreza moderada mientras que el 4.3% se encuentra en pobreza extrema. Esto quiere decir que casi un tercio de la población tiene algún grado de pobreza. En este sentido destaca el indicador de privación social en el que más del 72% de la población tiene alguna carencia social y más del 24% tiene al menos tres carencias sociales<sup>61</sup>

La irregularidad tanto en la ocupación como en la tenencia de la tierra es sólo un reflejo de las condiciones socioeconómicas del municipio. No obstante, tiene el agravante de que además de reproducir las condiciones de pobreza y marginación en que viven miles de hogares y acrecentar su exposición al riesgo, compromete los activos naturales del municipio. Dichos activos podrían aumentar la resiliencia del municipio frente al cambio climático. Por esta razón, es fundamental desarrollar una estrategia y acciones específicas que permitan contener la irregularidad, tanto desde el punto de vista territorial como jurídico. La instrumentación de una estrategia como ésta podría ser el detonador de múltiples cobeneficios sociales, económicos y ambientales.

Estos temas (la pobreza y su localización en el territorio, las condiciones socioambientales del municipio y los peligros naturales) se analizan integralmente en el siguiente apartado a fin de construir un Índice de Riesgo Urbano ante el Cambio Climático que permita al municipio identificar las zonas más expuestas al riesgo. De esta manera podrá intervenir en ellas por medio de estrategias y acciones específicas.

Las secciones siguientes retoman la información que se ha presentado hasta ahora sobre los peligros naturales en la entidad para empatar esta información con indicaciones sobre la vulnerabilidad de la población. De esta manera se puede identificar a la población en riesgo del municipio; es decir, aquella que por la existencia de un peligro natural en conjunción con carencias socio-espaciales, es más vulnerable ante los posibles impactos del cambio climático sobre el territorio de Naucalpan.

## 10.7. Construcción del Índice de Riesgo Urbano ante el Cambio Climático

Como se ha mencionado, el análisis de riesgo tiene como objetivo estimar la probabilidad de que un evento físico extremo impacte un sistema vulnerable. Metodológicamente, esto implica una distinción inicial entre el fenómeno físico que puede ocurrir y los sistemas susceptibles de ser afectados y por ende, vulnerables.

El PACMUNA se basa un proceso que lleva a la construcción de un Índice de Riesgo Urbano ante el Cambio Climático (IRUCC). Para hacerlo aplica la metodología propuesta por Centro Mario Molina para el análisis de riesgos (2012). La metodología busca

---

<sup>61</sup> Los indicadores que integran la carencia social son el ingreso *per capita*, el rezago educativo promedio en el hogar, el rezago en el acceso a los servicios de salud y seguridad social, la precariedad en la calidad y espacios de la vivienda, así como en el acceso a servicios urbanos básicos, un acceso limitado a la alimentación y un grado de cohesión social precario ya sea por la desigualdad económica, la diferencia en el ingreso y la polarización social. Véase: <http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Medición/Informacion-por-Municipio.aspx>. Última consulta: 11 de octubre de 2013

identificar las distintas áreas de vulnerabilidad de Naucalpan ante el cambio climático, para así ofrecer alternativas de acción pública sustentadas en un conocimiento cabal de la situación local. Se realizaron las adaptaciones necesarias a la metodología para construir un indicador a nivel de manzana, de tal forma que la ubicación geográfica de las zonas prioritarias a atender sea una herramienta útil para la toma de decisiones.

El Índice de Riesgo Urbano ante Cambio Climático se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{IRUCC} = \text{Peligro} * \text{Vulnerabilidad}$$

La vulnerabilidad es un concepto complejo que no se reduce a una sola característica de la población o el territorio. Es por ello que el segundo elemento de la ecuación se descompone en:

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Grado de exposición} * \text{Sensibilidad}^{62}$$

De lo expuesto se desprende que el primer paso en la construcción del IRUCC es calcular el peligro natural de la unidad territorial -la manzana en este caso- para después calcular la vulnerabilidad a partir del grado de exposición y de un índice de sensibilidad. La forma en que se construye el índice de sensibilidad se explica más adelante.

### 10.7.1. Peligros naturales a nivel manzana

La identificación de los peligros naturales y las zonas de riesgo se retomó del Atlas de Peligros Naturales de Naucalpan (Municipio de Naucalpan de Juárez, 2010). Los peligros consignados en el Atlas que pueden hacerse mayores bajo un escenario de cambio climático, son las inundaciones, los deslizamientos (en taludes o barrancas con material de relleno) y los vuelcos o caídas de roca.

Con base en el Atlas de Peligros del Municipio (SEDESOL, 2010) se identificaron las zonas afectadas por el peligro de inundación debido a cualquiera de las causas que se distinguen en el Atlas. Como se observa, las zonas inundables están estrechamente ligadas a la topografía de Naucalpan, pues los escurrimientos claramente bajan del poniente del municipio (que es la parte más alta y montañosa), hacia el oriente, en donde las pendientes son más suaves. Esta diferencia en la topografía es justamente lo que ha permitido la urbanización del oriente del territorio. Al mismo tiempo ha hecho de esta región, la más expuesta al peligro de inundación.

Como en toda zona altamente urbanizada, el peligro “natural” del territorio se ve acrecentado por las posibles deficiencias en la infraestructura de desalojo del agua que se ha construido en el sitio. Así, tener escurrimientos naturales no es en sí una sentencia de inundación (muchas ciudades en el mundo están construidas en deltas y no se inundan constantemente), pero ciertamente es un elemento de presión para los sistemas de

---

62 La metodología citada incluye un tercer elemento en el cálculo: las capacidades adaptativas. El término designa los elementos institucionales, programáticos y jurídico-normativos que inciden en el nivel de vulnerabilidad de la población. Como los elementos con que se construye el indicador (programas, reglamentos, leyes) existen a nivel municipal, estatal o nacional, no se consideran dentro de la fórmula para calcular el índice a nivel manzana. En cambio, son objeto de otro apartado dentro del análisis de la vulnerabilidad del municipio pues ciertamente son indicadores relevantes de la capacidad que tiene la administración local para prevenir y atender los impactos del cambio climático.

drenaje construidos por el hombre. En la zona urbana de Naucalpan, las vías naturales de escurrimiento se han modificado por la acción del hombre. De esta manera, hoy existe una red de plantas de rebombeo, cárcamos, tanques, etc. que contribuyen a dar fluidez al desagüe natural y a la descarga de residuos a lo largo de la entidad. Esta infraestructura es indispensable para dar salida a los otrora cauces naturales. Por ello, el municipio depende de su buen funcionamiento para evitar desbordamientos de los varios ríos y canales.

El peligro de inundación es un riesgo natural, pero que se ha mediado por la urbanización de la región. Por ejemplo, en el mapa se ve con claridad que la traza vial sigue en muchos casos el flujo de los ríos. Esto es normal pues es un elemento de factibilidad para la construcción. Sin embargo, el resultado es que las obras que se hicieron a lo largo de esas mismas vías se ubicaron desde su construcción, en zonas de peligro de inundación. Tal es el caso de las zonas que bordean los Ríos Hondo, Verde, Totolica y San Mateo, y en menor medida de las que se ubican al lado de canales que están mejor contenidos. También enfrentan peligro de encharcamiento, por su ubicación en la morfología natural del terreno, los parques industriales Naucalpan Sección Marte, Alce Blanco y Naucalpan, así como las colonias Jardines de San Mateo, Pueblo Santa Cruz Acatlán y Rincón del Bosque de Echeagaray.

Para el cálculo del peligro en el IRUCC, se tomó la capa de zonas inundables y se superpuso a la de la traza urbana. Se calculó entonces el porcentaje de área afectada por el peligro en cada manzana.

Respecto al peligro de procesos de remoción en masa, en el Anexo Cartográfico en un mapa se muestra que éste afecta principalmente el área rural del municipio. En el área urbana, el peligro está presente en las colonias ubicadas hacia el poniente. Esto se debe principalmente a que se trata de zonas en donde la topografía es mucho más accidentada. Por otra parte, la naturaleza del suelo en esta región la hace más proclive a los vuelcos y caídas de roca.

En ningún tipo de urbanización se recomienda la ocupación de zonas con pendientes pronunciadas. Sin embargo, en México se suelen invadir las laderas tanto por poblaciones de nivel socioeconómico alto, como por las de más bajos ingresos. Las primeras, buscan las posibilidades paisajísticas que un terreno accidentado ofrece, mientras que las segundas, ocupan laderas que por lo difícil de su ocupación no son atractivas para sectores con un poder adquisitivo superior. El peligro natural de origen puede ser similar en ambos casos. No obstante, las condiciones en que el terreno se estabiliza, la calidad de los materiales utilizados en las construcciones y en la infraestructura son factores que contribuyen a mitigar el peligro para unos o bien, a aumentarlo para otros.

De acuerdo con la oficina de Protección Civil de Naucalpan, estos peligros son especialmente relevantes pues requieren de una atención constante. Asimismo, la población está particularmente atenta a la posible caída de rocas o desprendimientos de terreno, que en muchas ocasiones son un peligro evidente a simple vista. Tal es el caso, de las colonias Mártires de Río Blanco, Minas El Coyote, Olímpica Radio, Loma Colorada I y II Sección, Pueblo San Lorenzo Totolica, La Cañada San Lorenzo y Cuartos, entre otras.

Al igual que ocurre en el caso del peligro de inundación, la cartografía del peligro de procesos de remoción en masa se ha superpuesto a la de la traza urbana para identificar

las manzanas afectadas. El porcentaje de su superficie se estimó y se le asignó ese valor a la manzana para el cálculo del índice.<sup>63</sup>

El valor de los peligros, expresado en términos del porcentaje de superficie afectada, se ingresó a la base de datos de manzanas del municipio.<sup>64</sup> De esta manera se obtuvo el primer valor del IRUCC.

### 10.7.2. Indicadores de vulnerabilidad

De acuerdo con la ecuación que permite operacionalizar el concepto, la vulnerabilidad se compone de varios elementos. El primero es el grado de exposición y el segundo, el índice de sensibilidad. A continuación se explican el procedimiento y las variables consideradas para cada uno de estos elementos.

#### 10.7.2.1. Grado de exposición

El grado de exposición es un sinónimo del tamaño de la población, pues si hay una población numerosa expuesta a un peligro, el grado de exposición en el índice es alto. Por otra parte, si la población es poco numerosa, se considera que éste es menor.

Para calcular el Grado de Exposición por manzana, se aplicó la fórmula:

$$\text{Grado de exposición} = \frac{P_i - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}}$$

donde:

$P_i$  es la población en la manzana  $i$

$P_{\min}$  es la población en la manzana menos poblada del municipio

$P_{\max}$  es la población en la manzana más poblada del municipio.

La fórmula para calcular el grado de exposición se aplicó a cada una de las 6 mil 659 manzanas que constituyen el área urbana del municipio. La manzana con menor población, excluyendo a las que tienen 0, tiene 1 habitante, mientras que la más poblada tiene 2 mil 711. Este dato se ingresó como la segunda variable del IRUCC, ver Anexo Cartográfico.

Este método destaca que en las diferentes secciones de la zona de Lomas Verdes al norte del municipio hay una población numerosa, pero su densidad es baja. Lo mismo ocurre al sur, en Lomas de Huizachal y al centro-poniente en Vista del Valle, Pedregal de Echegaray y Paseos del Bosque.

En contraste, las colonias del sur-poniente, tienen una población por manzana menos importante, pero con mayor densidad. La densidad de población no es en sí misma un

---

<sup>63</sup> En caso de que los dos peligros afectaran una misma manzana, se consideró el porcentaje mayor de afectación y ese fue el valor que se asignó a la manzana.

<sup>64</sup> El total de registros es de 6559 manzanas. Como base de la información se utiliza el Censo de Población y Vivienda 2010, a nivel de manzana, información descargable de la página del INEGI.

indicador de vulnerabilidad. Ocupar densamente el territorio es ambientalmente deseable, e incluso recomendado por los especialistas del cambio climático ya que favorece un uso más eficiente de la infraestructura y de los equipamientos. También facilita la conectividad y la provisión de servicios. Sin embargo, hay que considerar que cuando el acceso a los servicios públicos no está garantizado, tener una alta concentración de población puede ser un factor de vulnerabilidad importante. Esto se atribuye al riesgo latente que representa un peligro natural; en caso de emergencia, se suma la dificultad de atender a una población numerosa.

En este escenario, los peligros de inundación, de deslizamientos y de caídas de rocas se combinan en el sur-poniente de Naucalpan, que es una zona, con una presencia importante de población en el área. Así se distinguen claramente zonas prioritarias de acción para la adaptación al cambio climático.

Las colonias que se ubican a lo largo del periférico y al sur de las torres de Satélite merecen una mención aparte. Estas zonas tienen muy poca población por ser de uso industrial. Aún cuando se ven afectadas por el peligro de inundación, lo que está expuesto son más los bienes, que la población. Más al norte, en Ciudad Satélite y Echegaray, hay también poca población, pues se trata de zonas residenciales donde las viviendas son generalmente unifamiliares y ocupan superficies mayores. Esto hace que su densidad por manzana sea baja.

### **10.7.2.2. Sensibilidad**

La sensibilidad es un índice que abarca cuatro temas: pobreza, nivel educativo, acceso a servicios de salud, y dependencia.<sup>65</sup> Cada uno de ellos está a su vez conformado por un número limitado de variables, cuya descripción se hace en las siguientes secciones.

#### **Pobreza**

La pobreza se refiere a la privación de recursos materiales, sociales y de infraestructura. En este tema se conjugan dos elementos. El primero es una estratificación socioeconómica que considera el nivel económico y la marginación urbana de la población. El segundo se refiere a la dependencia económica.

Los estratos socio-económicos de la población naucalpense se obtienen mediante un índice que permite relacionar indicadores tanto de la dimensión urbana, como de la socioeconómica de la zona. La idea es hacer una distinción de las características socio-espaciales de la población, conjuntando variables extraídas del censo sobre características de la vivienda y de la población.<sup>66</sup> La información censal con la cual se

---

<sup>65</sup> La metodología original se planteó para un análisis a nivel municipal y por tanto, había un tema adicional que podía incluirse dada la disponibilidad de información: el "capital social". La relevancia del tema no es en absoluto desdeñable, pero para considerarlo en el nivel de análisis que se ha tomado aquí, se requeriría de estudios muy puntuales a nivel manzana o barrio para así poder asignar valores que hicieran operativo el concepto de capital social. Se ha excluido entonces esa variable de la fórmula del IRUCC para este programa.

<sup>66</sup> Variables de la dimensión urbana: % de viviendas particulares habitadas (VPH) que disponen de agua entubada; % de VPH que disponen de drenaje; % de VPH que disponen de los tres servicios básicos. Variables de la dimensión socioeconómica: % de VPH con dos dormitorios o más; % de VPH que disponen de escusado; % de VPH que disponen de refrigerador; % de VPH que disponen de automóvil; % de habitantes con acceso a servicios de salud; % de población de 15 años y más con educación post-básica; % de población de 15 años y más con al menos un grado de educación

construye el índice, se procesa mediante el método estadístico de componentes principales, para calcular un factor de ponderación (Fpi) de cada variable. Finalmente, se multiplica cada variable por el Fpi correspondiente y así se obtiene un valor final que es el índice que define los estratos socio-económicos.

De esta forma se aprecia que hay una clara zonificación de la pobreza en Naucalpan. En términos gruesos, se puede distinguir una amplia zona al norte del municipio donde la población posee un nivel socio-económico satisfactorio (e incluso por mucho superior a los promedios nacionales si se atiende a las cifras que se reportan para el agregado del municipio). Este mismo nivel socioeconómico se observa en una pequeña área al sur, en la zona de Tecamachalco. En cambio, al sur-poniente y al sur de Lomas Verdes (colonias Presa El Tejocote o Rincón Verde, por ejemplo) hay una marcada concentración de población desfavorecida.<sup>67</sup>

En términos de vulnerabilidad, ya se ha mencionado que la población en pobreza es más vulnerable ante el cambio climático que el resto. Cartografiar los estratos socio-económicos permite identificar las zonas del municipio en las cuales hay una mayor población con carencias no sólo individuales, sino también sociales (en términos de equipamiento e infraestructura). En este sentido, la vulnerabilidad ante el cambio climático es también un problema de desarrollo: la población con menor acceso a servicios y oportunidades de crecimiento económico es la más vulnerable ante eventos extremos y la menos resiliente.

Este rasgo de pobreza es mucho más fuerte que la desocupación, pues la tasa de desocupación (razón entre la población desocupada y la población ocupada) es más homogénea en el territorio. Aunque no se cuenta con información censal para todas las manzanas,<sup>68</sup> se puede observar que en Naucalpan la tasa de desocupación es baja (el promedio municipal es de 4.7% y el nacional de 5.1%) y que afecta sólo ligeramente más a las zonas pobres.

Ambos indicadores se utilizan para integrar un indicador de pobreza que nutre al IRUCC.

### Nivel educativo

En la literatura sobre cambio climático se suele asumir que una población con mayores niveles de educación está más preparada para recibir y asimilar información preventiva y por tanto, reaccionar de manera más adecuada y oportuna en caso de un evento climático extremo. El nivel educativo está estrechamente ligado a las habilidades de comunicación, alerta y reacción ante situaciones de estrés. A fin de contar con un indicador relevante, se tomaron dos variables relacionadas con el nivel educativo: el grado promedio de escolaridad y la tasa de analfabetismo (razón de la población analfabeta de 15 años y más, sobre la población total de 15 años y más).

---

media superior; % de población de 25 años y más con al menos un grado de universidad; %de VPH que disponen de computadora; % de VPH que disponen de internet.

<sup>67</sup> Las cinco colonias con el mayor valor en la estratificación, en orden decreciente, son: La Huerta Echegaray, Izcalli San Mateo, Jardines de Boulevares, Diligencias, Los Fresnos. Las cinco colonias con los valores más bajos son: Rancho Colorado, Tejocote, La Palma, Predio El Zapote, La Palma. Véase en Anexo el listado de las variables utilizadas en el IRUCC, por colonia.

<sup>68</sup> Hay que recordar que el INEGI no reporta los datos cuando en una manzana hay tan pocas observaciones que permitirían una identificación de los individuos u hogares reportados, por cuestiones de privacidad.

La tasa de analfabetismo en Naucalpan es bastante baja y rara vez rebasa el 5%. No obstante, en términos geográficos, se concentra claramente en las zonas de estratos socio-económicos inferiores. En cambio, el grado promedio de escolaridad es superior en las zonas de estratos altos. Indudablemente, el nivel educativo se incrementa conforme se tiene mayor bienestar económico y social, de suerte que la distribución de estas variables es muy similar a la de la estratificación socio-económica (ver Mapa 9.15 en anexo). Las colonias en donde el grado promedio de escolaridad es más alto, son: Alcanfores, Diligencias, Bugambilias, y Rincón de Echegaray, con 15 años en promedio. Las colonias con el indicador más bajo (excluyendo las zonas industriales), son Rancho Colorado, Santa María Nativitas, San Esteban y San Luis Tlatilco. En estas últimas, la escolaridad promedio es de 5 años.

### Salud<sup>69</sup>

Ya se ha mencionado anteriormente que el acceso a la derechohabencia de los sistemas institucionales de salud (IMSS, ISSSTE, etc.) es bajo en Naucalpan, pero similar a la media nacional. Sin embargo, los establecimientos de salud de menor orden tienen una mayor penetración en las zonas más pobres del municipio, permitiendo a la población de la zona acceder a ellos con relativa facilidad.

En el mapa se ha cartografiado el tiempo de desplazamiento a pie para acceder desde cada manzana, al establecimiento de salud más cercano. El tipo de establecimiento no está definido, pues se considera que ante un evento climático extremo como una onda de calor, lo urgente es acceder a una atención básica que aún los establecimientos más sencillos pueden ofrecer. Sólo en caso necesario, habrá un traslado a un hospital o centro de atención más especializado.<sup>70</sup>

Las áreas alrededor de cada establecimiento muestran, en minutos, el tiempo que una persona caminando a 4 km/h tardaría para llegar a un servicio de salud. Los valores obtenidos mediante un análisis espacial (mapa de isocronas), se tabularon e introdujeron en la base de datos del IRUCC con valores de entre 0 y 1 para tener la variable en el mismo formato que las demás. Así, más que una variable de salud, se trata de una variable de accesibilidad a establecimientos de salud que puede denotar la situación de vulnerabilidad.

A partir del mapa se puede destacar el que la población más pobre del municipio está mejor servida, pues el sur-poniente está casi totalmente cubierto por los parámetros definidos. En cambio, en algunas colonias de estratos más altos, no hay establecimientos de salud accesibles a pie. Esto hace suponer que para atenderse, estas personas tendrían forzosamente que tomar un auto o transporte público para llegar a un centro de salud. Aún cuando se pueda asumir que esa población tiene un auto en su hogar, el no poder llegar a un servicio médico por su propio pie representa una pérdida de autonomía. Como se verá más adelante, hay otras vulnerabilidades que enfrenta este mismo sector de la población.

---

<sup>69</sup> El tratamiento de este indicador es diferente a la metodología en que se basa el análisis. En ésta, se proponía contabilizar el número de doctores y unidades de atención a la salud por AGEB, pues el IRUCC se estimaba a nivel municipal con fines de comparación entre municipios. Como en este caso el análisis es intramunicipal, el indicador no tenía sentido pues no existe esa información desagregada a nivel manzana.

<sup>70</sup> Por otra parte, es importante mencionar que de acuerdo con estudios, las personas suelen acudir al servicio de salud por el que tienen cierta preferencia (o afiliación), aún cuando no sea el más cercano a su domicilio.

Finalmente, el mapa señala con claridad las zonas en que la acción pública debe procurar la provisión de servicios de salud.

## Dependencia

Los diferentes grupos de población no se encuentran en igualdad de condiciones ante los impactos del cambio climático. Los niños, los adultos mayores y las personas con alguna limitación a la actividad no necesariamente tienen la autonomía necesaria para enfrentar un evento climático extremo. Estas tres condiciones se integraron al cálculo del IRUCC considerando que la presencia de una proporción importante de algunos de estos sectores sociales requiere del diseño de intervenciones especialmente dirigidas a ellos para subsanar sus menores capacidades y elevar su resiliencia.

El primero, cartografía la tasa de infancia (población de 0 a 14 años respecto a la población total), (ver Anexo Cartográfico) el segundo la tasa de envejecimiento (población de 65 años y más respecto a la población total) y el tercero la tasa de población con discapacidad (población con alguna limitación a la actividad sobre el total de la población).<sup>71</sup> El mapeo de esta última condición muestra que se encuentra hasta cierto punto distribuida de manera similar en el territorio, pues en proporción con su población, hay pocas colonias que concentren más población con discapacidades que el resto.

En cambio, la cartografía de las tasas de infancia y envejecimiento muestra claramente una diferenciación territorial: las colonias con mayor proporción de niños son las de más reciente creación y las que presentan los niveles más altos de pobreza (sobresale en este sentido una gran área en cuyo perímetro se encuentran las colonias La Cañada, Benito Juárez, La Mancha I, Minas El Coyote, Minas el Tejocote, Las Chacona, Las Huertas y Lomas de San Agustín). En contrapartida y haciendo sentido con esta observación, las colonias en donde hay menos niños, son en las que habitan más adultos mayores. Este sector en algunos casos llega a representar más de la mitad de la población. Ciudad Satélite, Hacienda de Echeagaray, La Florida, Boulevares y Jardines de San Mateo son ejemplos claros de esta situación.

En ambos casos, hay una clara concentración de población que requiere del apoyo de sus familias y de los servicios sociales para atender no sólo los eventos extremos, sino muchas de sus actividades cotidianas. Como se observó anteriormente, la población de adultos mayores que se concentra al nororiente del municipio tiene una baja accesibilidad a servicios de salud. Esto los pone en especial riesgo pues se sabe que los adultos mayores son muy sensibles por ejemplo, a las ondas de calor pues se deshidratan rápidamente<sup>72</sup>. Lo mismo podría decirse de los niños muy pequeños que se concentran en el surponiente del municipio, pues requieren de atención constante para no sucumbir a los efectos de episodios prolongados de calor o a las enfermedades diarreicas y respiratorias asociadas al cambio climático.

---

<sup>71</sup> De la información censal se puede extraer la población con alguna condición de limitación en la actividad. En 2010, el total de personas con alguna limitación fue de 27,153 personas. En el 53% de los casos se trata de alguna limitación a moverse o caminar y el 27% a ver. El resto de las limitaciones reportadas incluyen escuchar, hablar o mental.

<sup>72</sup> La variable de tasa de adultos mayores no fue incluida en el cálculo del IRUCC puesto que los análisis previos (Análisis de Componentes Principales) arrojaron una baja significancia de la misma en el índice. Ello no descarta que exista una clara concentración de población mayor que por esta condición, es particularmente vulnerable ante el cambio climático.

En este sentido, hay una indicación para la acción pública para la provisión de servicios orientados a poblaciones específicas, no sólo durante eventos extremos, sino de manera cotidiana pues la resiliencia de estos grupos depende del estado en que se encuentran al momento en que ocurre el evento climático. Una muestra de ello se puede observar en el Mapa 9.16.b, en donde se señalan las estancias infantiles de Naucalpan que están afiliadas al Programa de Estancias Infantiles para Apoyar a Madres Trabajadoras, de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).<sup>73</sup>

En el municipio existen 20 estancias infantiles afiliadas al programa. Todas ellas se ubican en colonias de estrato socio-económico bajo. Sin embargo, el mapa muestra con claridad que no todas las colonias de dicho estrato cuentan con este servicio. Esto es particularmente evidente en las colonias del sur-poniente, que son también aquellas cuya tasa de infancia se encuentra entre las más altas (véase Mapa 9.17). Para reforzar el análisis, el Mapa 9.16.b es un mapa de isocronas que muestra la accesibilidad a las estancias infantiles desde cada una de las manzanas, calculando el tiempo de desplazamiento a pie. En este sentido, pensar que alguien que lleva uno o más niños pequeños, tiene que hacer un recorrido superior a los 10 minutos caminando equivale a no tener acceso al servicio. Dada la concentración de pobreza y de altas tasas de infancia, toda la zona al sur de Los Remedios, al norte del Campo Militar y hacia el poniente, necesitarían una cobertura total de este servicio a fin de poder alcanzarlos recorriendo trayectos menores a 10 minutos desde cualquier punto.

Las estancias infantiles ofrecen a los niños un ambiente de cuidado y atención. Ésto es bueno para ellos. Sin embargo, su principal función es facilitar que las mujeres puedan delegar por unas horas el cuidado de los niños en personas capacitadas para hacerlo y así tener la disponibilidad de tiempo que les permitiría acceder a mejores opciones laborales. Insertarse al mercado laboral en condiciones de mayor igualdad es un factor que permite el empoderamiento de las mujeres y una reducción en la vulnerabilidad de los hogares ya que les abre la posibilidad de mejorar sus ingresos. Ambas condiciones redundan en un incremento de la resiliencia.

Esta información es una muestra de los distintos factores que dan forma a una situación de vulnerabilidad. En el cálculo del IRUCC por manzana se consideran tres variables para detectar el tema de dependencia: tasa de infancia, tasa de envejecimiento y tasa de discapacidad. Dichas variables se integran con los resultados que se mencionan en la sección siguiente.

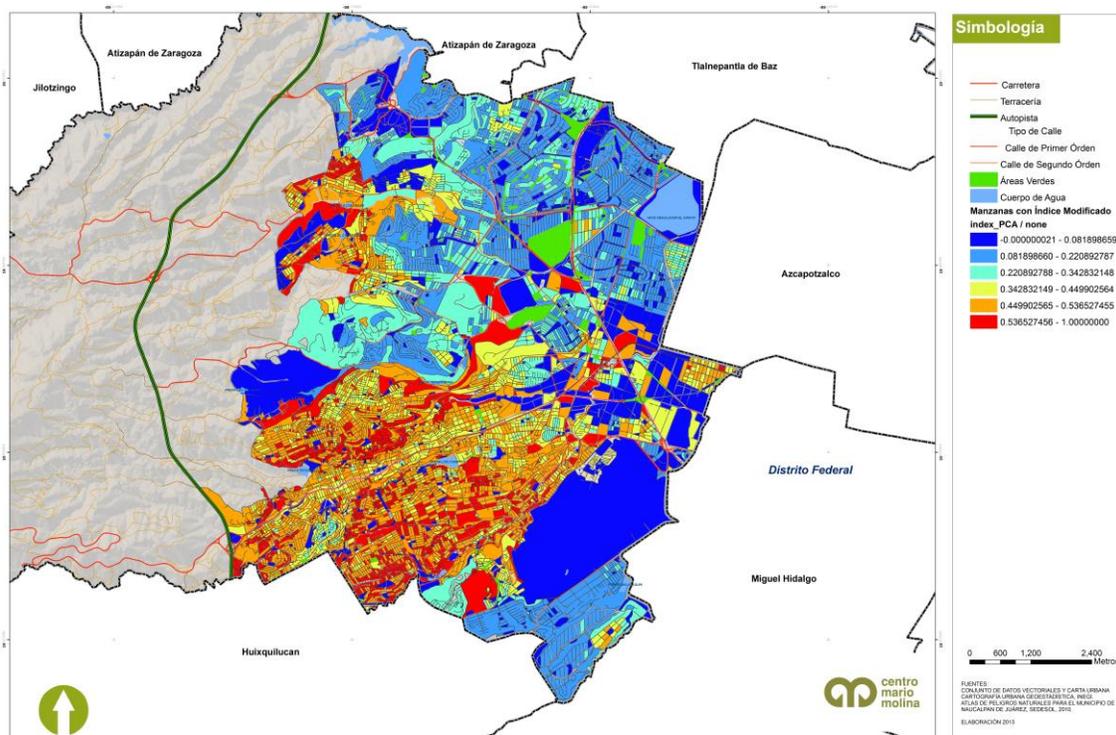
### **10.7.3. Integración de las variables de peligro y vulnerabilidad: el IRUCC por manzana**

Hasta aquí se han descrito las variables que se ingresaron en una base de datos para estimar el índice de riesgo ante el cambio climático por manzana en Naucalpan. Al partir de información censal y por las razones que se han expuesto, en algunos casos no existen los datos para asignar un valor a todas las manzanas.

---

<sup>73</sup> Las características del programa y sus reglas de operación se pueden consultar en: [http://www.sedesol.gob.mx/en/SEDESOL/Informacion\\_Programa\\_Estancias](http://www.sedesol.gob.mx/en/SEDESOL/Informacion_Programa_Estancias)

Figura 10.32 Índice de Riesgo Urbano frente al Cambio Climático (IRUCC)



Fuente: Elaboración propia

Cada manzana obtuvo un valor en el índice a partir de la utilización de la metodología de componentes principales ya descrita. Las variables que tuvieron la mayor relevancia en el índice (esto es, que explican mejor las diferencias) fueron: el grado de escolaridad y el índice de estratificación socioeconómica. Las que no tienen un valor explicativo luego del análisis de componentes principales son el desempleo y el porcentaje de adultos mayores. Estas últimas variables fueron desechadas para la construcción del IRUCC (ver el Anexo E).

Los resultados del tratamiento estadístico de la información comprueban que efectivamente, la vulnerabilidad es un concepto compuesto que trasciende la presencia de un peligro natural en el territorio. Las características de la población como las mencionadas, son igualmente importantes para determinar la capacidad que ésta tendrá para enfrentar los impactos del cambio climático. El IRUCC resulta ser también más alto en los casos en donde la presencia de estas variables es más importante.

Así, en la cartografía se puede observar que las zonas de peligro a lo largo de los cauces de ríos tienen un índice de medio a alto, como también lo tienen las zonas con fuerte peligro de deslizamientos de terreno. No obstante, en algunas colonias con menor presencia de peligros naturales, las condiciones de vulnerabilidad de la población hacen que el índice sea medio<sup>74</sup> respecto al resto del territorio del municipio.

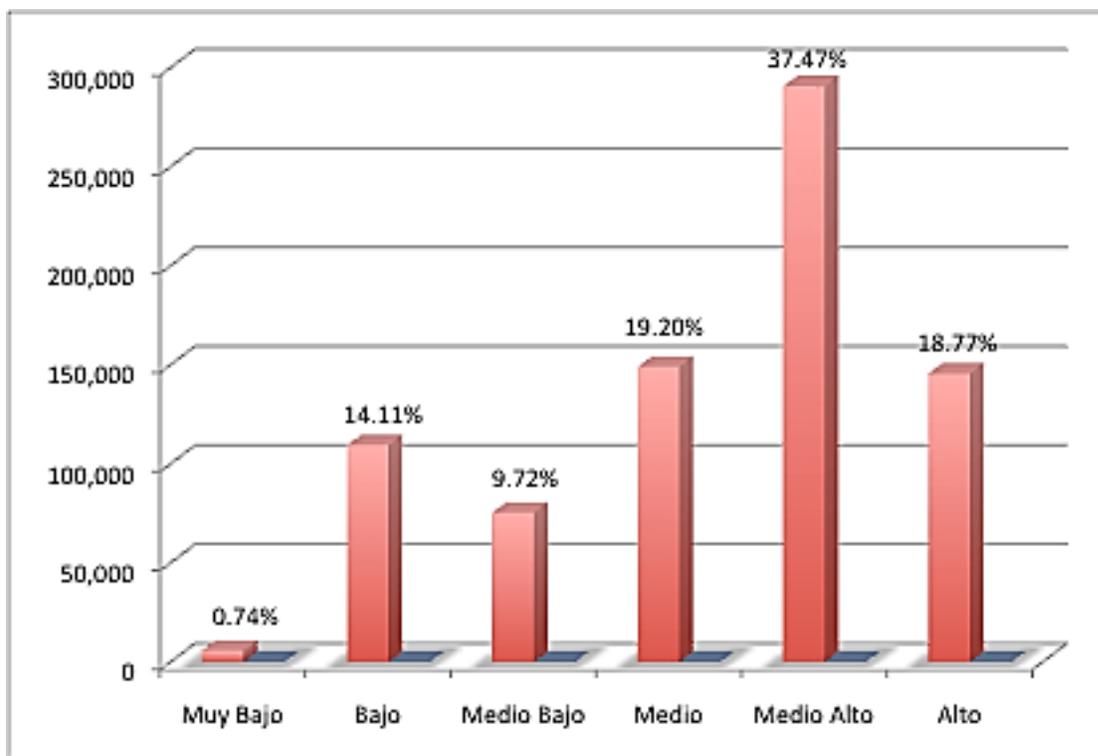
<sup>74</sup> Es necesario recordar que este ejercicio busca identificar las diferencias intramunicipales que permitan orientar la acción pública. Para comparar con otros municipios o entidades, habría que tener los distintos indicadores en las mismas escalas. Por ejemplo, para el CENAPRED, el índice de vulnerabilidad social de Naucalpan es "medio" (consultable en línea en la dirección

La ocupación de zonas de peligro, aún por poblaciones de estrato socio-económico alto, debiera ser cuidadosamente vigilada por la autoridad local. En varias de las colonias al norponiente de la mancha urbana el IRUCC es alto porque las condiciones naturales del sitio no son propicias para la urbanización. Aún si los terrenos se consolidan y refuerzan, la ocupación de laderas de pendiente pronunciada y de zonas de escurrimiento de ríos, implica una exposición a peligros que pueden incrementarse con el cambio climático.

En condiciones sociales muy distintas, los habitantes de las colonias Mártires de Río Blanco, La Punta, Minas San Martín o Minas El Coyote, entre otras, están también seriamente expuestos a peligros naturales, con el agravante de tener marcadas vulnerabilidades sociales.

En la figura 10.33 se contabiliza el número de personas que enfrentan cada uno de los rangos de riesgo (en una escala de muy bajo a alto, correspondiente a los seis rangos de la cartografía del IRUCC). Como se observa, al menos 585 mil 144 personas<sup>75</sup> están localizadas en zonas de riesgo medio a alto. Esta cifra no es para nada despreciable pues representa más del 75% de la población cuyo índice de riesgo se ha podido calcular.

Figura 10.33 Población total en cada uno de los rangos de riesgo del IRUCC



Fuente: Elaboración propia con base en el IRUCC por manzana y la población de acuerdo con los datos censales del INEGI 2010. A los rangos del IRUCC se les asignó una etiqueta de Muy Bajo, Bajo, Medio Bajo, Medio, Medio Alto o Alto.

[http://atl.cenapred.unam.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=63&Itemid=81](http://atl.cenapred.unam.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=81)), lo cual tiene un sentido en el contexto nacional, pero no permite distinguir las variaciones intramunicipales de la vulnerabilidad.

<sup>75</sup> Como se mencionó anteriormente, no se tienen datos certeros para todas las variables por los vacíos de información en la base de datos de INEGI. Esta cifra corresponde al cálculo de todas las manzanas donde se pudo calcular el IRUCC con precisión, que corresponden al 73% de la población municipal.

A través del IRUCC se advierte que Naucalpan tiene una amplia distribución del riesgo. Sirve también como instrumento para la acción si se consideran los distintos factores que dan lugar a niveles similares de riesgo en las colonias del municipio. Mientras que en algunas manzanas la intervención tendría que estar enmarcada en el ámbito de la protección civil (prevención del riesgo por disminución del peligro natural), en otras, las necesidades tienen que ver con la provisión de equipamientos de salud y educación. La intención de presentar el desarrollo de la construcción del índice fue precisamente, ofrecer la información que permite interpretar la situación local del riesgo ante cambio climático en Naucalpan.

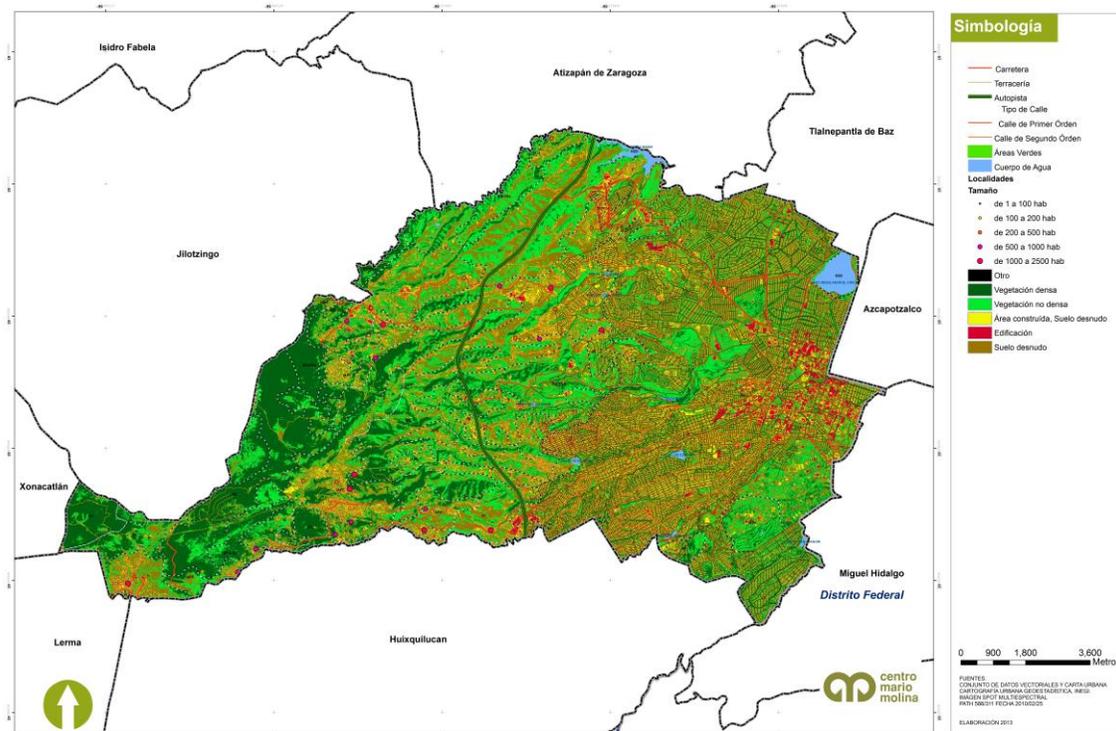
## 10.8. Riesgos del área rural ante el Cambio Climático

Otro peligro que puede agudizarse con el cambio climático es el de los incendios forestales. Lamentablemente, el Atlas de Peligros Naturales no consigna las áreas específicas en que este peligro es más relevante. Parte de la dificultad para definir el fenómeno se explica por la forma en que se obtiene y recopila la información sobre incendios. Los datos sobre número, duración o afectación por incendios forestales en México es responsabilidad de la Comisión Nacional Forestal y la información que se hace pública está agregada a nivel estatal. Sin embargo, y tal como se señaló antes, al ver el mapa de usos de suelo, es posible advertir que más de la mitad del territorio municipal es rural. Cuenta con algunos manchones de bosque primario y secundario, así como un área de pastizales y agricultura de temporal que acrecientan el riesgo de incendio forestal (ver figura 9.34).

Dado que un poco más de la mitad del territorio municipal no es urbano, se asume que el peligro está presente. En un escenario de cambio climático, con periodos de sequía más prolongados, se prevé que los incendios forestales serán más frecuentes. En el año 2011 por ejemplo, se presentaron 27 incendios en Naucalpan que afectaron 118 hectáreas (Gobierno del Estado de México, 2011). Ese año sin embargo parece haber sido atípico, pues fue un año de numerosos incendios en el que incluso, el Estado de México fue la entidad con mayor número de siniestros, aunque no el de mayor superficie afectada.

Las zonas rurales de Naucalpan tienen varios factores de susceptibilidad a los incendios. En primer lugar, el tipo de vegetación que las conforma, con grandes áreas de pastizal inducido y zonas de bosque de pino-encino y oyamel. Ambos tipos de vegetación tienen una alta probabilidad de ignición, aunque también una alta recuperabilidad (Centro Mario Molina, 2013). Por su tipo de clima (templado sub-húmedo), las zonas boscosas de Naucalpan también son propicias a la propagación de incendios, pues es justamente esos climas donde la concentración de biomasa puede ser mayor. Finalmente, hay que recordar que aunque el municipio no tenga una actividad que haga temer quemas agrícolas, la cercanía del bosque con las zonas habitadas incrementa la probabilidad de que una fogata o un fumador descuidado inicie un incendio.

Figura 10.34 Mapa de usos de suelo por el método de isoclosters



Fuente: Elaboración propia con base en imágenes SPOT. Para la elaboración de este mapa fue necesario procesar la imagen SPOT multispectral con un método de clasificación no supervisada, obteniéndose 32 clases o categorías que posteriormente fueron agregadas en las 6 clases finales que se muestran en la simbología.

### 10.8.1. Peligro de incendios forestales

Las formas de ocupación del territorio son factores determinantes del grado de riesgo con que se enfrentan los impactos del cambio climático. En la sección anterior se mencionaron algunos de los peligros naturales del territorio de Naucalpan. A continuación se profundizará en un par de riesgos que afectan específicamente el área rural del municipio; es decir, el área que no está cubierta por la mancha urbana. Estos son, en primer término, el riesgo de incendios forestales, que se ha estimado a partir de la metodología desarrollada por el Centro Mario Molina (2013). El segundo, es el riesgo de deforestación, que retoma los cálculos realizados por el Instituto Nacional de Ecología y del que se han extraído los datos para Naucalpan.

De acuerdo a la propuesta metodológica utilizada, la dinámica de los incendios tiene dos componentes fundamentales: la ignición y la propagación. La primera se refiere a las causales del fuego y las condiciones del combustible, mientras la segunda se relaciona con el comportamiento predecible del fuego. En cada componente hay un conjunto de variables que se pueden estimar para asignar valores de peligro a las diferentes zonas del territorio.

La primera variable del componente ignición es el tipo de vegetación, pues las distintas cubiertas vegetales tienen diferentes niveles de susceptibilidad a incendiarse al proporcionar combustible de distinta calidad. Así por ejemplo, algunos pastizales y mezquites tienen baja probabilidad de incendio, los bosques de oyamel o encino tienen

una probabilidad mayor, y la selva baja caducifolia tiene la mayor probabilidad.<sup>76</sup> En el Anexo Cartográfico se muestra un mapa con la probabilidad de incendio en función de los tipos de vegetación, a los cuales se les asignó un valor en una escala de 0 a 5 (siendo 0 el que tiene menor probabilidad de incendio y 5, el de mayor probabilidad). En orden decreciente, las zonas con un mayor valor son las de bosque de encino, seguidas por el bosque de oyamel, la agricultura de temporal y el pastizal inducido.

A continuación se calculó la variable “agente causal” que está conformada por dos rubros: los aspectos socioeconómicos y la infraestructura existente. El primero se refiere a la cercanía de asentamientos humanos, asumiendo que mientras más lejos se encuentre una localidad del área en análisis, menor será su influencia en la generación de incendios. El segundo permite incorporar la presencia de vialidades como un factor de riesgo, pues permite el acceso de personas a las zonas boscosas, incrementando la probabilidad de ocurrencia de incendios.

Para asignar un valor a los aspectos socioeconómicos, en este trabajo se consideró en primer lugar la población. En función de la distancia a la zona de análisis y del tamaño de la localidad, adquiere un valor entre 1 y 5. En el caso de Naucalpan, en el Anexo Cartográfico se muestra que las numerosas localidades insertas en la zona rural representan un alto riesgo de ignición, tanto por su tamaño como por su localización.

Por su parte, las zonas agrícolas son áreas de actividad humana. Por esta razón suelen coincidir en una mayor ocurrencia de incendios. De esta manera, se considera que la presencia de campos de cultivo o pastizales es un factor de riesgo de incendio para los bosques aledaños. A partir de la cartografía de usos del suelo, Los resultados de análisis cartográfico muestran con claridad que las zonas agrícolas y de pastizal de Naucalpan son contiguas a las zonas boscosas. Esto hace que el riesgo de ignición para éstas últimas sea bastante alto.

Para asignar un valor a la variable de vías de comunicación, éstas se clasificaron a partir de la distancia entre ellas y las zonas forestales. También se consideró el tipo de vía, siendo el valor mayor para veredas y brechas, y menor para carreteras. Cuando se aplicó la clasificación de caminos a Naucalpan, iniciando por los de menor valor, se cubrieron ciertas zonas del territorio. Sin embargo, en el área rural existe un gran número de veredas y caminos de terracería. En consecuencia, la capa de la categoría de mayor riesgo (valor 5) resultó cubrir prácticamente todo el territorio. Es por ello que los resultados muestran una cobertura casi total del área rural del riesgo mayor.

Una vez asignados los valores a todas las variables del componente ignición, se realizó una suma lineal ponderada que permitió asignar a cada una, la ponderación correspondiente a su importancia en el análisis general del riesgo. La ponderación es la siguiente:

---

<sup>76</sup> El listado de todos los tipos de vegetación en México ordenados por susceptibilidad a incendios forestales se encuentra en el documento citado: v. Centro Mario Molina, 2013.

$$CI = Po(0.125) + AA(0.2) + V(0.125) + STV(0.55)$$

Donde CI = componente ignición

Po= población

AA = actividad agrícola

V = vías de comunicación

STV = susceptibilidad por tipo de vegetación

En el Anexo Cartográfico se muestra un mapa con los resultados del componente ignición, se observa que especialmente en el área central de la zona rural, la conjunción de factores como la práctica de la agricultura y los asentamientos humanos, son esenciales en la determinación del riesgo de ignición. En otras zonas, por ejemplo hacia el norte y a ambos lados de la autopista, el riesgo es menor, pese a la existencia de localidades. Esto se debe principalmente a que se trata pastizales en donde no se practica la agricultura.

En un segundo momento se calculó el componente de propagación. Éste se define al asignar valores a variables que tienen que ver con la forma del terreno (pendiente y orientación) y con las condiciones climáticas del sitio (humedad, temperatura, precipitación).

La pendiente del terreno tiene una relación directa con la exposición al combustible pues mientras más pronunciada es la pendiente, mayor es el contacto de la flama con el combustible. En la metodología aplicada, se asignaron valores a las laderas del terreno natural. El área no urbana de Naucalpan tiene pendientes pronunciadas, por lo que casi toda la zona se ubica en los valores más altos de la escala.

Esta variable se conjuga con la de orientación de la ladera. Las laderas orientadas hacia el sur tienen mayor exposición a la radiación solar y son más secas y calientes que las que tienen orientación norte. En consecuencia, su probabilidad de incendio es mayor que las últimas. Otorga el valor de 5 a aquellas con orientación al sur, de 4 las de orientación sureste y suroeste, de 3 las orientadas al este y oeste, de 2 las de orientación noreste y noroeste, y finalmente de 1 a las de orientación norte.

A continuación se asignaron valores a las diferentes áreas en función de tres parámetros climáticos: la temperatura, la precipitación y la humedad ambiente. En el caso de la temperatura, se retomaron los valores de cobertura de Isotermas Medias Anuales de CONABIO y se reescalaron en valores de 1 a 5.

La precipitación también se clasificó en cinco grupos. Dado que la precipitación anual total en Naucalpan va de 600 a 1300mm, los valores de la zona van de 3 a 4 en la escala utilizada. Finalmente, la humedad ambiente también es una variable que se incorporó al modelo, considerando que la susceptibilidad a incendiarse puede ser mayor o menor dependiendo del tipo de clima. En el Anexo se observa que hay dos zonas en Naucalpan, que por tener climas de poca humedad, reciben valores de 4 y 5 en la clasificación de la variable.

Una vez más, las variables del componente ignición recibieron una ponderación según su importancia relativa. La siguiente ecuación muestra la suma de la que resulta el valor del componente:

$$CP=P(0.3)+O(0.1)+H(0.2)+T(0.3)+Pp(0.1)$$

Donde CP = Componente Propagación

P = pendiente

O = orientación de ladera

H = humedad

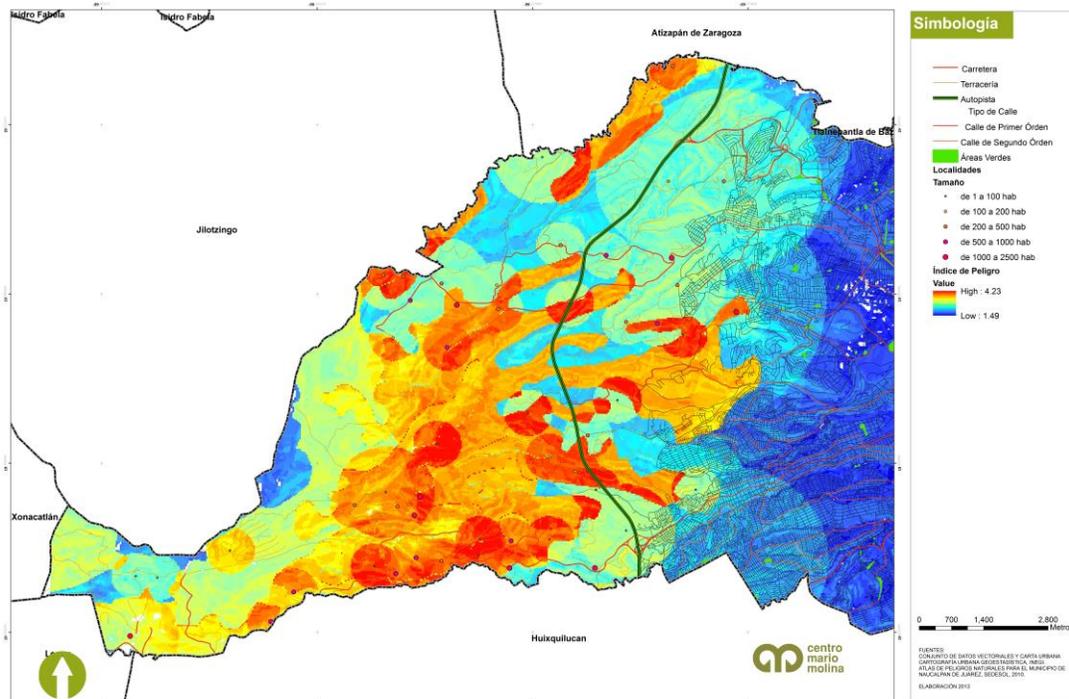
T = temperatura

Pp = precipitación

El resultado de esta ecuación permite distinguir la susceptibilidad que tienen las diferentes áreas a propagar los incendios una vez iniciados. Las zonas más cercanas al área urbana, por ser más secas y calientes, tienen un valor mayor en el componente de propagación que las zonas más altas del territorio.

Una vez calculados los dos componentes, se les asignó una ponderación. En el caso de la ignición, la ponderación fue de 0.6, mientras que la de propoagación se fijó en 0.4. Dicha asignación parte del principio de que el primero es más importante, pues si no se inicia un incendio, la propagación pierde relevancia.

Figura 10.35 Índice de peligro por incendios forestales (componente de ignición y componente de propagación)



El valor final del índice de peligro de incendios forestales se presenta en el Anexo Cartográfico. Los valores que adquiere van del 1 al 5 de acuerdo a la ponderación de los componentes ignición y propagación. El mapa señala las zonas de acción prioritaria para disminuir la probabilidad de incendios. En un escenario de cambio climático se prevé que este tipo de siniestros ocurran con más frecuencia, principalmente por un incremento de la temperatura media, una mayor duración de las ondas de calor y por el posible decremento

en la precipitación. Una adecuada intervención en las zonas no urbanas, sean forestales o pastizales, debería procurar un manejo del territorio que genere efectos benéficos tanto para la propia zona rural, como para el área urbana. Una zona rural sana es menos vulnerable ante incendios y otros riesgos. Además, otorga beneficios ambientales más amplios que impactan positivamente en la zona urbana, por ejemplo, disminuyendo la temperatura, aumentando la humedad, o reduciendo la pérdida de suelo y agua. Estos temas se abordan con mayor detalle en el capítulo sobre Estrategias y Acciones.

### 10.8.2. Peligro de deforestación

El Instituto Nacional de Ecología desarrolló hace algunos años un Índice de Presión Económica (Riesgo) de Deforestación. Este índice expresa la influencia de variables económicas sobre el cambio voluntario de usos del suelo: esto es, la deforestación de bosques y selvas para darles un uso agropecuario o urbano.<sup>77</sup> El índice, llamado IRDef, parte de un modelo económico de cambio de uso del suelo, que considera que si existen usos del suelo más rentables que el forestal, los propietarios de la tierra tienen un fuerte incentivo para deforestar. En el cálculo del índice se conjugan factores económicos como el mencionado, pero incluye también consideraciones sociales (marginación) y geográficas (por ejemplo, a mayor pendiente, menor susceptibilidad a la deforestación). Ya se han realizado los cálculos de este índice para todo el país. En consulta abierta en el sitio del INECC, se pueden descargar los resultados estatales.

En el caso del PACMUNA, se bajaron los datos y se les delimitó al municipio de Naucalpan. Aunque por la escala de la información original, la transposición al territorio municipal sólo permite un nivel muy grueso de definición, resulta interesante ver el comportamiento del índice en Naucalpan.

Hay zonas en donde la presión a la deforestación es muy alta y está indudablemente relacionada con la presencia de asentamientos humanos (comparar con el mapa 9.6, pues hay claras coincidencias al sur del territorio). Otras zonas con riesgo de deforestación importante son las áreas boscosas que se ubican al centro del municipio y que están insertas en áreas con procesos de erosión importantes.

En este sentido, la cartografía permite identificar zonas de acción prioritaria en las que se debe intervenir para evitar una mayor deforestación, en aras de la conservación de un ambiente más sano y resiliente ante los impactos del cambio climático.

## 10.9. Conclusiones del capítulo

El capítulo nueve ha mostrado que el municipio de Naucalpan de Juárez tiene una realidad contrastante. Por un lado, cuenta con una población de ingresos medios y altos que se concentra en el norte de la zona urbana. En este grupo se detecta la presencia importante de una población adulta y adulta mayor que se considera vulnerable ante los efectos del cambio climático. No obstante, carece de servicios de salud suficientemente cerca. Se trata de una población de estratos medio y medio alto que puede sufragar gastos que le permitan acceder a dichos servicios, ya sea a través de la adquisición de un vehículo o bien pagando directamente para consumir servicios de salud particulares en

---

<sup>77</sup> La Nota metodológica del índice, su modelo base y los resultados del mismo, son consultables en la página: [www.inecc.gob.mx/irdef](http://www.inecc.gob.mx/irdef)

sus hogares. Por otro lado, en el sector sur del municipio se tiene la predominancia de los estratos socioeconómicos más desfavorecidos y con densidades de población altas. A pesar de contar con servicios de salud que prácticamente tienen cobertura en todo el territorio que esta zona, persisten algunos polígonos en donde aparentemente no existe ningún tipo de servicio de salud accesible para la población.

Lo anterior adquiere relevancia al considerar que los registros de temperaturas revisados dan cuenta de un incremento constante en la frecuencia en que se superaron los 30°C durante tres días consecutivos. También se hizo evidente que a pesar de que los registros de lluvia sugieren un incremento pequeño pero constante de las precipitaciones, el hecho de que Naucalpan dependa del sistema Cutzamala en más del 66% para el suministro de agua potable demuestra una gran vulnerabilidad ante las vicisitudes de las condiciones climáticas que condicionan la disponibilidad de agua de las presas que integran dicho sistema.

Se vió asimismo, que a pesar de no tener una sola declaratoria de desastres por parte del FONDEN, Naucalpan está expuesto a una serie de peligros naturales que hasta ahora ha podido solventar. Inundaciones, procesos de remoción en masa, derrumbes, hundimientos, son entre otros, fenómenos ligados al clima y cuya intensidad y frecuencia pueden aumentar por causa del cambio climático. Dichos siniestros imponen condiciones demandantes a los cuerpos de protección civil. La persistencia del fenómeno de la irregularidad de los asentamientos humanos y la ocupación de zonas de riesgo de ANPs agudiza esta problemática y compromete los activos naturales de los que aún dispone el municipio.

Estas variables, puestas en el modelo del IRUCC permitieron identificar las manzanas con mayores índices de riesgo ante el cambio climático y auxiliarán al Municipio en cuanto a los territorios prioritarios para su intervención. Sin embargo, dicha actuación depende en buena medida de la capacidad de las instituciones locales para operar a tiempo, o en su defecto, para reaccionar ante amenazas de origen social y natural. Está sujeta asimismo, de la madurez y operatividad de su sistema instrumental y programático, así como de su sistema normativo. En otras palabras, de la capacidad adaptativa del municipio.

Originalmente, el IRUCC contemplaba un apartado específico sobre las capacidades adaptativas del municipio. Sin embargo, estaba diseñado para ser incorporado con una magnitud a nivel municipal para efectos de comparación con otros municipios. Por ello, no era metodológicamente pertinente incorporarlo dentro del IRUCC para Naucalpan, pues no hay ningún otro municipio con quién contrastar los resultados. Sin embargo, y dado que la capacidad adaptativa del municipio es una variable fundamental, se le ha dedicado un capítulo específico. En el siguiente sección se desarrolla este tema.

## 11. CAPACIDADES ADAPTATIVAS

Un componente reconocido de las capacidades adaptativas de los gobiernos locales es el grado de desarrollo tanto del marco jurídico como programático. También supone un desarrollo institucional que garantice la transversalidad y la intergubernamentalidad de la gestión pública local. En este contexto, el propósito del presente apartado es revisar la existencia de instrumentos de planeación (como programas de desarrollo urbano, atlas de riesgos, etc.), así como hacer una lectura analítica del marco jurídico–normativo e institucional que no sólo aseguren la coherencia de la gestión pública de Naucalpan. También deben establecer una base que induzca la adopción de prácticas gubernamentales diferentes a las convencionales que impliquen salirse del BAU. Esto significa sacar al municipio de una *zona de confort* y que las distintas direcciones generales tomen conciencia de que su operación está aportando un valor agregado en materia de adaptación y mitigación del cambio climático. En este apartado, el enfoque se centra en las capacidades de adaptación de Naucalpan.

Lograr que un gobierno local salga de su zona de confort en su operación cotidiana bajo el pretexto de la adaptación al cambio climático, no parece ser fácil. Hay muy pocas investigaciones que reconstruyen este proceso. Investigadores como Metz y Below (2009), dan cuenta de la persistencia de un escepticismo en el tema. En consecuencia, los gobiernos locales son cautelosos, incluso renuentes a invertir recursos para adoptar políticas explícitas de adaptación y mitigación del cambio climático. Los autores del estudio concluyen que los funcionarios locales buscan información práctica y concisa que les permita tomar una iniciativa, conocer un caso exitoso que haya sido implementado en un contexto local similar al suyo, un análisis costo–beneficio que demuestre los beneficios económicos para la localidad, y un mensaje suficientemente claro y persuasivo para que la sociedad local reconozca e identifique de manera clara y tangible los cobeneficios de adoptar una política de combate al cambio climático (Metz y Below, 2009).

Por otro lado, debe reconocerse que actualmente, no hay suficiente investigación que combine el conocimiento científico sobre cambio climático y sus efectos previsibles con la planeación urbana y el diseño de ciudades (Blakely, 2007 y Steffen, 2013). Sin embargo, existe un consenso en el sentido de que la forma en que se planean y crecen las ciudades es un elemento crítico para hacer frente a los efectos vinculados al cambio climático (como pueden ser fuertes vientos, lluvias extremas, sequías, ondas de calor, incendios forestales, elevación del nivel del mar, pérdida de costas y playas, etc).

En lo que se refiere a la planeación urbana, Blakely (2007) afirma que los esfuerzos de quienes han intentado vincular el desarrollo urbano y el cambio climático, no han sido suficientes pues sus resultados han sido una serie de guías o lineamientos sobre diseño urbano o cómo planificar comunidades seguras. No obstante, esto no anticipa los efectos previsibles del cambio climático.

En este mismo tenor, Geis (2000) señala que no parece ser muy útil centrar la atención en contar con edificaciones seguras (viviendas, oficinas, industrias, etc.), mientras no se cuente con una “comunidad segura” en dónde ubicar esas edificaciones, y mientras esta seguridad no contemple aspectos económicos, sociales e institucionales. En otras palabras, una ciudad segura frente al cambio climático dependerá no sólo de los aspectos físico-espaciales y de diseño de la ciudad. También depende de la capacidad económica, social e institucional tanto del sector social como del gobierno local para hacer frente a este fenómeno.

Dicho componente está asociado a la existencia de instrumentos de planeación (como atlas de riesgos, programas de protección civil, programas de desarrollo urbano, etc.). Sin embargo, en el caso de Naucalpan se propone diferenciar la existencia de dichos instrumentos de la evaluación de la capacidad institucional y la existencia de leyes y reglamentos que regulen o respalden la función pública o en su caso, los actos de autoridad del municipio ante fenómenos asociados al cambio climático.

Así, se proponen dos dimensiones fundamentales en la capacidad de adaptación. Por un lado, está una **dimensión programática**, es decir, la existencia de planes y programas municipales que contribuyen o inciden directamente en la mitigación de GEI y la adaptación al cambio climático. La segunda dimensión es la **jurídico-normativa**, que tiene que ver con la existencia de leyes y reglamentos cuyo cumplimiento puede ser determinante en la resiliencia y adaptación al cambio climático.

### 11.1. Capacidades Adaptativas en función de los instrumentos de planeación (dimensión programática)

Los **instrumentos de planeación** vinculados directa o indirectamente al cambio climático con los que el municipio mínimamente debe contar son: un plan municipal de desarrollo, un programa de desarrollo urbano municipal o de centro de población, un programa de ordenamiento ecológico y/o territorial, un atlas de riesgos y/o peligros naturales y un programa de desarrollo económico local<sup>78</sup>.

Como se mencionó en el capítulo 5, en el caso del municipio de Naucalpan de Juárez, se identificaron los siguientes instrumentos de planeación que tienen incidencia directa o indirecta en el cambio climático:

- **Plan Municipal de Desarrollo 2013 – 2015**, mismo que fue aprobado por cabildo el 19 de junio de 2013.
- **Atlas de Peligros Naturales para el Municipio de Naucalpan de Juárez, 2009 – 2012** (elaborado en 2010), que aun no ha sido entregado al municipio y por lo tanto, no tiene ninguna vigencia legal ni vínculos con el Programa de Desarrollo Urbano.
- **Programa Municipal de Desarrollo Urbano 2006 – 2009**, vigente, aprobado por el cabildo, publicado en el Periódico Oficial del Estado e inscrito en el registro público de la propiedad y el comercio.
- **Programa Parcial de Reconversión Industrial, 2006 – 2009**, elaborado en dicho trienio, pero que no fue aprobado por el cabildo, ni publicado en el Periódico Oficial del Estado.<sup>79</sup>

<sup>78</sup> Se incluyó un Programa de Desarrollo Económico Local en la medida en que las actividades económicas que induzca el municipio o los instrumentos económicos o fiscales señalados en él, pueden ser determinantes para incentivar o limitar la atracción de cierto tipo de actividades que pueden ser más o menos emisoras de GEI. Asimismo, el cambio climático implica vocaciones productivas declinantes y otras emergentes que el municipio, en el mejor de los casos, debería considerar como una estrategia de adaptación de las actividades económicas al cambio climático, en particular en las zonas no urbanas donde los atributos naturales son mucho más susceptibles de verse afectados por factores climáticos como las sequías extremas, lluvias atípicas, heladas extremas, etc.

<sup>79</sup> Luego de una revisión cuidadosa de este Programa, y toda vez que existe la figura el "Plan Parcial" en el Bando Municipal 2013, en el Reglamento de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano del Municipio de Naucalpan de Juárez, así como en el Código Administrativo del Estado de México; el mismo podría tener

A continuación se hace una revisión de sus características en función del análisis de su aportación a las capacidades adaptativas del municipio.

El **Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico del Estado de México** por su la escala a la que está hecho (1:250,000), no se puede considerar como un instrumento de planeación con una incidencia estrictamente municipal que permita a Naucalpan regular la ocupación del territorio o su actividad productiva orientada a mitigar GEI. El Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de México es un instrumento que induce cierto tipo de usos de suelo a través del establecimiento de criterios ecológicos de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Si bien el **Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2011 – 2020 (PROAIRE)** no es un programa con incidencia directa en Naucalpan que permita evaluar su capacidad adaptativa, sin duda contribuye con ella en la medida en que plantea una serie de estrategias y acciones que aun siendo de carácter metropolitano, aportan ideas y acciones que el municipio puede implementar. Vale la pena enunciar algunas de ellas:

- Ampliación y refuerzo de la protección a la salud
- Disminución estructura del consumo energético de la ZMVM
- Movilidad y regulación del consumo energético del parque vehicular
- Cambio tecnológico y control de emisiones
- Educación ambiental, cultura de la sustentabilidad y participación ciudadana
- Manejo de áreas verdes, reforestación y naturación urbana
- Fortalecimiento institucional e investigación científica

La **Actualización del Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (POZMVM)**, tampoco tiene incidencia directa sobre Naucalpan, sin embargo, resalta su papel estratégico dentro del conjunto de municipios metropolitanos por su aporte en población y riqueza. (SEDESOL, Gobierno del Estado de México, Gobierno de Hidalgo, GDF, 2012). Llama la atención del POZMVM que plantea la necesidad de elaborar el Programa Metropolitano de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático en el Valle de México.

Especial atención merece que el hecho de que el Reglamento Municipal de Protección Civil de Naucalpan de Juárez menciona un **Programa Municipal de Protección Civil** y el **Plan Municipal de Emergencias**. Hasta donde se pudo investigar, no existe ninguno de estos dos documentos, a pesar de que dicho reglamento señala que deberá constituirse un Consejo Municipal de Protección Civil, que precisamente tiene entre sus responsabilidades la aprobación del Programa Municipal de Protección Civil y del Plan Municipal de Emergencias. Dicho reglamento señala asimismo, que le corresponde a la Dirección General de Seguridad Ciudadana, Tránsito y Protección Civil (antes la Dirección General de Protección Civil), elaborar, instrumentar, operar, coordinar y difundir ampliamente el Programa Municipal de Protección Civil.

A pesar de que ambos instrumentos de planeación refieren al municipio como su objeto de escala de intervención y de regulación, las acciones que lleva a cabo el municipio están orientadas a la regulación de la actividad industrial, comercial y de servicios, en

---

plena vigencia legal y constituirse como un instrumento de regulación, fomento y en este caso, de reconversión de la zona industrial de Naucalpan y movilizar instrumentos y actos de autoridad por parte del Municipio.

particular en el reporte del manejo y almacenamiento de residuos sólidos y peligrosos, las condiciones generales del inmueble (existencia de extintores, sistemas de alarmas,

brigadas de emergencias, si se realizan o no simulacros, etc.); el estado de la construcción, las condiciones y características de las instalaciones hidráulicas y sanitarias y el número de empleados. Sin embargo, ni la protección civil ni las emergencias parecen ser concebidas como elementos de los que se deriven protocolos de prevención y atención que movilicen a las áreas fundamentales de la administración municipal ante un desastre, a pesar de que así se haga en lo cotidiano. No obstante, esto no sucede como resultado de un Plan o Programa, sino en cumplimiento al Reglamento de Protección Civil del Municipio y al Código Administrativo del Estado de México.

Existen otros estudios y documentos de diagnóstico identificados pero que no cuentan con una base jurídica como para ser considerados como instrumentos de planeación que permitan al municipio regular las emisiones, ocupar de manera segura y ordenada el territorio o ejecutar una planeación económica. Por esta razón no se les incluyó en el análisis de las capacidades adaptativas.<sup>80</sup>

A fin de obtener un valor de las capacidades adaptativas tomando como base los instrumentos de planeación local, se asignó una puntuación a cada uno de acuerdo con la Tabla 11.1. De esta manera, el valor máximo que puede alcanzar cada instrumento a través de la acumulación de puntos es 1. Su puntuación se determina en función del cumplimiento de cinco criterios (a cada uno de los cuáles se les asignó un valor de 0.2). Estos criterios son: 1) que exista el plan, 2) que sea de acceso público, 3) que tenga una antigüedad menor de 5 años, 4) que esté publicado en la Gaceta Oficial del Estado de México y 5) que esté inscrito en el Registro Público de la Propiedad (RPP), o aprobado por autoridad competente. Naturalmente, si no existe el plan o programa, simplemente no aporta puntos en ninguno de los cinco criterios. Así, la puntuación para el caso de Naucalpan, se obtiene sumando las puntuaciones obtenidas por los distintos planes o programas evaluados, teniendo una escala del 0 a 1.

**Tabla 11.1. Normalización de las capacidades adaptativas**

CUALIDAD DEL PLAN O PROGRAMA	PUNTUACIÓN
No existe el Plan	0
Existe Plan	0.2
Es de acceso público	0.2
Tiene una antigüedad menor a 5 años	0.2
Está publicado en la Gaceta Oficial del Estado	0.2
Está inscrito en el Registro Público de la Propiedad o aprobado por autoridad competente	0.2
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración propia

<sup>80</sup> Ejemplo de este tipo de estudios o diagnóstico son el Diagnóstico Ambiental de la Región V Naucalpan (s/f) y un estudio sobre las Fuentes de Emisión de Carbono Negro en el Estado de México (2010).

Los cinco criterios propuestos son los mínimos indispensables para asegurar la eficacia en la aplicación de cualquier instrumento de planeación. Es importante aclarar que no se califica la calidad en la aplicación o cumplimiento de los mismos, lo que constituye un punto crítico en las capacidades adaptativas. Sin embargo, evaluar el cumplimiento de cada uno de ellos rebasa por mucho los alcances del presente estudio, por lo que el

ejercicio se acotó al análisis del estado del plan o programa. En la Tabla 11.2 se presentan los resultados obtenidos del análisis de los programas, a la luz de los criterios anteriormente señalados.

Al tratarse de cinco programas o planes cuyo valor máximo es 1 y que definen la capacidad adaptativa del municipio, el valor acumulado máximo para calificar la capacidad adaptativa es de 5. Por esta razón, al final de la última columna, se dividió entre 5 (promedio) para obtener un valor entre 0 y 1, rango sobre el que se califican el resto de los instrumentos de planeación.

**Tabla: 11.2. Normalización<sup>81</sup> de las capacidades adaptativas en distintos planes o programas de Naucalpan de Juárez**

Cualidad del plan o programa	No existe el Plan	1	2	3	4	5	TOTAL
		Existe Plan	Es de acceso público	Tiene una antigüedad menor a 3 años	Está publicado en la Gaceta Oficial del Estado	Está inscrito en el Registro Público de la Propiedad o aprobado por autoridad competente	
1 Plan Municipal de Desarrollo 2013 – 2015	-	0.2	0	0.2	0.2	0.2	0.8
2 Programa Municipal de Desarrollo Urbano 2006 – 2009	-	0.2	0.2	0	0.2	0.2	0.8
3 Atlas de Peligros Naturales para el Municipio de Naucalpan de Juárez, 2009 – 2012	-	0.2	0	0.2	0	0	0.4
4 Programa Municipal de Protección Civil / Plan Municipal de Emergencias	0	0	0	0	0	0	0
5 Programa Parcial de Reversión Industrial, 2006 -	-	0.2	0	0	0	0	0.2

<sup>81</sup> En virtud de que se evalúan cinco instrumentos de planeación con base en cinco criterios, teniendo como valor máximo 1, se consideró que no era necesario llevar a cabo una normalización de los valores para obtener una escala del 0 al 1, por lo que la suma simple de los valores fue suficiente, no pudiendo pasar de 1 en caso de que se cumpliera con todos los requisitos.

2009							
Puntuación acumulada por Plan	-	0.8	0.2	0.4	0.4	0.4	0.44*

Fuente: Elaboración propia

\*Promedio tanto de la puntuación acumulada por Plan, como de los totales obtenidos de cada categoría del estado del plan o programa. Por lo anterior, este valor es la síntesis de la capacidad adaptativa del municipio.

El primer punto que vale la pena resaltar es que ningún plan o programa alcanza la puntuación de 1; es decir, ninguno cumple íntegramente con los cinco criterios propuestos. Si bien el **Plan Municipal de Desarrollo 2013 – 2015** llega a calificar con 0.8 sobre 1, aun no ha sido divulgado de modo tal que pueda ser conocido y consultado por el público en general. De hecho, al igual que el resto de los instrumentos de planeación, aún no ha sido colocado en ninguna liga de la página electrónica del municipio.

Si bien la planeación del desarrollo urbano es un ejercicio de mediano y largo plazo, el régimen de gobierno municipal y la duración del mandato nos exige calificar con cero al **Programa Municipal de Desarrollo Urbano 2006 – 2009** y a cualquier otro instrumento municipal que haya sido elaborado en años anteriores al periodo vigente del gobierno local. Sin embargo, y a diferencia del Atlas de Riesgo y del Programa Parcial de Reconversión Industrial, este programa sí fue aprobado por el cabildo y publicado en el Periódico Oficial del Estado. Por esta razón sigue estando vigente y en principio es el instrumento que permite regular la emisión de permisos y licencias de construcción y evitar asentamientos humanos en zonas de riesgo. Por otra parte, es accesible a través de la página electrónica de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del Estado de México.<sup>82</sup>

El **Atlas de Peligros Naturales para el Municipio de Naucalpan de Juárez, 2009 -2012**, además de que existe, tiene la virtud de haber sido elaborado en 2011, por lo su antigüedad es menor a tres años. De esta manera, podría fungir como insumo para la actualización del Programa de Desarrollo Urbano del presente trienio. Sin embargo, no es de acceso público, ni está publicado o aprobado por autoridad competente. Tampoco está inscrito en el RPP. Por esta razón, sus alcances e impacto en términos de ocupación del territorio son limitados. La calificación que obtuvo es de 0.6 sobre 1.

El **Programa Parcial de Reconversión Industrial 2006 – 2009** sólo cumple con el criterio de existencia, por lo que acumuló apenas 0.2 sobre 1.

Finalmente, y dada la inexistencia de un Programa Municipal de Protección Civil o de un Plan Municipal de Emergencias, ninguna de las dos figuras acumuló puntos.

A pesar de la no existencia de documentos de política pública local en materia de protección civil y de las omisiones en otros documentos, al hacer una lectura vertical de la tabla, se puede notar que el municipio de Naucalpan de Juárez cuenta con cuatro de cinco instrumentos de planeación que le permitirían hacer frente al cambio climático, tanto desde la perspectiva de mitigación, como de adaptación. La mayor limitación es el acceso público, en donde se alcanzó apenas 0.2 sobre 1 punto. El Programa de Desarrollo Urbano es el único fácilmente accesible para el ciudadano común y corriente (que cuente

<sup>82</sup> [http://seduv.edomexico.gob.mx/planes\\_municipales/naucalpan/DocNaucalpan.pdf](http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/naucalpan/DocNaucalpan.pdf). Última consulta: 12 de julio de 2013.

con conexión a la internet). Para consultar el resto de los planes y programas, es necesario hacer una solicitud a través de diversas vías como el portal de transparencia del municipio o solicitudes por medio de oficio. Los demás criterios (antigüedad, publicación en la Gaceta Oficial del Estado e inscripción en el RPP) se cumplen parcialmente en cada uno de los planes considerados. Cada uno de estos criterios obtuvo una calificación de 0.4 sobre 1.

En síntesis, el municipio de Naucalpan de Juárez obtuvo una capacidad adaptativa de 0.44 en una escala de 0 a 1. Los rubros que es necesario reforzar para mejorar esta capacidad tienen que ver con la elaboración del Programa Municipal de Protección Civil y el Plan Municipal de Emergencias, así como hacer un esfuerzo de difusión y comunicación del resto de los instrumentos de planeación analizados en este apartado.

## **11.2. Capacidades Adaptativas en función de las leyes y reglamentos (dimensión jurídico normativa)**

La existencia de una ley o reglamento no es necesariamente un indicador de la capacidad de adaptación del municipio. Su cumplimiento sí lo es. Sin embargo, medir el cumplimiento de la norma es complejo y objeto de un estudio independiente que rebasa el alcance del presente estudio. En consecuencia, el análisis de las capacidades adaptativas en su dimensión jurídico–normativa se acotó a la existencia o no de determinadas leyes o reglamentos. Así, Naucalpan de Juárez cuenta con las siguientes normas jurídicas en torno al tema en cuestión:

Reglamentos Municipales:

- Bando Municipal (1º de febrero de 2013)
- Reglamento de Mercados y Actividades de Abasto (15 de marzo de 1990)
- Reglamento Municipal de Protección Civil (13 de Julio de 2006)
- Reglamento de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano (21 de Abril de 2005)
- Reglamento del Servicio de Agua Potable, Alcantarillado y tratamiento de Aguas Residuales (20 de marzo de 2006)
- Reglamento General de Condominios de Naucalpan de Juárez (24 de febrero de 2005)

Leyes de carácter estatal asociadas a las capacidades adaptativas:

- Código Administrativo del Estado de México (13 de diciembre de 2001), cuya última modificación se realizó el 9 de mayo de 2013.
- Ley de Vivienda del Estado de México (1º de septiembre de 2011)
- Código para la Biodiversidad del Estado de México (3 de mayo de 2006)
- Ley de Aguas para el Estado de México y Municipios (22 de febrero de 2013)
- Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México (31 de diciembre de 1986)

En este punto es necesario señalar que los municipios no tienen facultades para emitir leyes, sino bandos y reglamentos municipales. Por esta razón, el análisis se centró en estas dos figuras. Sin embargo, como se aprecia en la lista de leyes estatales, una buena parte de la operación municipal y su propia capacidad de adaptación está determinada por la ley o la norma estatal. Esto es particularmente visible en el Estado de México, en donde no existen, por ejemplo, reglamentos de construcción municipales.

La regulación de la construcción deriva del Código Administrativo del Estado de México, en particular del Libro Décimo Octavo “De las Construcciones”, cuyo objetivo es “...regular las construcciones privadas que se realicen en el territorio estatal, con el fin de que satisfagan condiciones de seguridad, habitabilidad, calidad, higiene, funcionalidad, sustentabilidad e integración al contexto e imagen urbana”.

El Inciso IX del Artículo 18.6 de dicho libro señala como atribuciones del municipio la expedición de reglamentos y disposiciones administrativas que fueran necesarias para la ejecución y cumplimiento del objeto del libro (la construcción). A pesar de ello, el municipio de Naucalpan de Juárez no cuenta con un reglamento. Esto lo lleva a dejar como responsable en las licencias de construcción que emite, al perito responsable de la obra. Los criterios que deben cumplir las edificaciones no están definidas a detalle por la falta de un reglamento. En consecuencia, Naucalpan se basa en el Reglamento de Construcción del Distrito Federal, como norma supletoria de los requisitos que una edificación debe cumplir para otorgársele una licencia de construcción.<sup>83</sup> Esta circunstancia ilustra los límites que tiene el marco normativo del municipio en materia de construcción, mismos que buscan ser superados con otras normas jurídicas del Distrito Federal (en este caso, el Reglamento de Construcción) y del Estado de México (el Código Administrativo).

Aún cuando la Dirección General de Desarrollo Urbano emite licencias de construcción bajo los criterios del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y sus correspondientes normas técnicas, lo ideal sería que operara con un reglamento municipal propio y que no substituyera una responsabilidad que le es inherente en un perito responsable de obra. De esta manera, el municipio de Naucalpan tiene pendiente la tarea de emitir su propio reglamento de construcción. De hecho, así lo exige el Código Financiero del Estado de México que establece los lineamientos a nivel estatal y que son en consecuencia, de observancia para Naucalpan. Dicho código en su Libro Décimo Octavo “De las Construcciones” menciona los “requisitos generales vinculados con la seguridad, sustentabilidad, habitabilidad, calidad e higiene” que se pueden exigir a las construcciones. Todos estos lineamientos están asociados a la adaptación al cambio climático y en principio deben ser seguidos por quienes solicitan una licencia de construcción. Tales requisitos remiten a Normas Oficiales Mexicanas, pero sin aclarar cuáles.

A fin de sistematizar y lograr un análisis sencillo de las capacidades adaptativas que el marco reglamentario permite, se siguió un método similar al de las capacidades programáticas. En esta ocasión, se asignó un valor dentro de un rango de 0 a 100 puntos para calificar dicha capacidad. Este valor se determinó en función de las evaluaciones que recibió una serie de criterios que se considera debe cubrir un reglamento de construcción

---

<sup>83</sup> Entrevista con el Arq. Carlos Nieto de la Dirección General de Desarrollo Urbano del Municipio de Naucalpan de Juárez. 31 de julio de 2013.

u otro que supla su cumplimiento. Los criterios y sus valores se desglosan en la Tabla 11.3:

**Tabla 11.3. Criterios tomados en cuenta para valorar las capacidades adaptativas de Naucalpan en función del marco jurídico**

CUALIDAD DEL REGLAMENTO MUNICIPAL, CÓDIGO O LEY ESTATAL	PUNTUACIÓN
Inexistente o sin ninguna consideración climática o de adaptación	0
Considera explícitamente normas técnicas en atención a riesgos y peligros determinados o no en el Atlas de Riesgo municipal o estatal	25
Considera explícitamente normas técnicas en atención a su vez a Normas Oficiales Mexicanas (por ejemplo, el Código de Edificación de la Vivienda (CEV) elaborado por CONAVI o la Norma de Edificaciones Sustentable elaborada por la SEMARNAT, el CMM y otros expertos.)	50
Considera explícitamente el ahorro en agua y energía en un rango superior al 50% respecto a los insumos que ingresan al edificio.	De 50 a 100
Promueve y obliga a la construcción de edificaciones un ahorro del 100%, es decir, una autosuficiencia total de las redes de abastecimiento de agua y energía.	100

Fuente: Elaboración propia

No todas las Leyes o Reglamentos fueron considerados en este análisis. Su exclusión se atribuye a que no tienen como materia de regulación o fomento, temas vinculados con la adaptación o mitigación. Así, de la lista arriba desglosada, sólo se consideraron los siguientes seis reglamentos: 1) Reglamento de Construcción (inexistente), 2) Bando Municipal, 3) Reglamento Municipal de Protección Civil, 4) Reglamento de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano, 5) Reglamento del Servicio de Agua Potable, Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales y 6) Código Administrativo del Estado de México (única Ley de carácter estatal que regula la construcción en todo el estado). Por cada ley o reglamento que hubiera cubierto uno o más de estos criterios, se realizaron promedios y se normalizaron para situarlos a valores en una escala de 1 a 100. (Ver Tabla 11.4).

**Tabla 11.4.: Normalización de las capacidades adaptativas reglamentarias de Naucalpan de Juárez**

Calidad del reglamento o norma jurídica en función del cumplimiento de los criterios	Puntos asignados	Normas urídicas Municipales vinculadas al cambio climático					Normas Jurídicas Estatales vinculadas al cambio climático	TOTAL	TOTAL NORMALIZADO
		Reglamento de Construcción	Bando Municipal	Reglamento Municipal de Protección Civil	Reglamento de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano	Reglamento del Servicio de Agua Potable, Alcantarillado y tratamiento de Aguas Residuales	Código Administrativo del Estado de México		
Inexistente o sin ninguna consideración climática o de adaptación	0	0	-	-	-	-	-	0	0.0
Considera explícitamente normas técnicas en atención a riesgos y peligros del Atlas de Riesgos.	25	0	25	25	25	0	0	75	12.5
Considera explícitamente normas técnicas en atención a su vez a Normas Oficiales Mexicanas.	50	0	50	0	0	50	50	150	25
Considera explícitamente el ahorro en agua y energía en un rango superior al 50%.	50 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Promueve y obliga a la construcción de edificios 100% autosuficientes en agua y energía.	100	0	0	0	0	0	0	0	0.0
<b>CAPACIDAD ADAPTATIVA REGLAMENTARIA (Escala de 0 a 100)</b>									<b>37.5</b>

Fuente: Elaboración propia

El resultado que arroja el análisis da cuenta de una capacidad adaptativa limitada de tan sólo 37.5 sobre una escala de 100. Sin duda alguna, la falta de un reglamento de construcción que cubra con los criterios que se establecen en la Tabla 11.3 explica en parte esta limitación. También influye la ausencia de criterios exigibles en ahorro de agua y energía en más del 50% de los insumos que se requieren para una edificación nueva. Huelga decir que la autosuficiencia en agua y energía es la excepción, por lo que obtener un valor de 37.5 sobre 100 bajo estos criterios no es sorprendente.

La calificación final de las capacidades adaptativas de Naucalpan frente al cambio climático se obtuvo a partir del promedio de las dos dimensiones evaluadas; es decir, la dimensión programática (instrumentos de planeación) y la dimensión jurídico normativa (leyes y reglamentos). Para esta última, se normalizó el resultado a fin de dejarlo en una escala del 0 a 1 y poder obtener un promedio válido en esa misma escala. En este caso, el resultado es de 0.25 sobre 1.

El promedio se representa bajo la siguiente fórmula:

$$CAG = \frac{(C_{Air} + C_{Alr})}{2}$$

Donde:

CAG: Capacidad adaptativa global

CAip: Capacidad adaptativa en función de los instrumentos de planeación en una escala de 0 a 1

CAIr: Capacidad adaptativa en función de las leyes y reglamentos que consideran aspectos técnicos asociados a mitigación y adaptación en una escala de 0 a 1

En la aplicación de esta fórmula a las condiciones de Naucalpan, se sumó 0.44 que se obtuvo en la evaluación de las capacidades adaptativas de los instrumentos de planeación, al 0.375 de las capacidades adaptativas de las leyes y reglamentos. Este resultado se dividió entre dos. De esta manera se obtuvo que las Capacidades Adaptativas Globales para Naucalpan de Juárez son de 0.40 en una escala de 0 a 1.

Este valor se encuentra en el segundo tercio de la escala. Explica las limitaciones de las capacidades adaptativas del municipio desde el punto de vista de sus programas e instrumentos de planeación y de las leyes y reglamentos que norman tanto la construcción como la ocupación segura del territorio frente al cambio climático. Este indicador se podría mejorar sensiblemente si se instrumentaran las siguientes acciones:

- Divulgar y garantizar el acceso del público en general, a todos los instrumentos de planeación del municipio
- Actualizar el Programa Municipal de Desarrollo Urbano vigente, que data del trienio 2006–2009.
- Dar vigencia legal a todos los instrumentos de planeación, en particular al Atlas de Riesgo, a través de su inscripción en el RPP.
- Elaborar el Programa Municipal de Protección Civil y el Plan Municipal de Emergencias.

- Instrumentar el Programa Parcial de Reconversión Industrial, 2006 – 2009; o en su defecto, actualizarlo a la luz del Plan Municipal de Desarrollo 2013 – 2015.
- Elaborar el Reglamento de Construcción que no sólo enuncie el seguimiento de las Normas Oficiales Mexicanas “aplicables”. Dicho reglamento deberá emitir las normas técnicas necesarias, cuyos umbrales de consumo garanticen un ahorro tanto de agua como de energía.

Finalmente, vale la pena insistir en que este valor no representa el potencial del municipio para fortalecer su adaptación al cambio climático, debido a la diversidad de leyes y reglamentos que si bien son de carácter regulatorio, también pueden ser de fomento en la medida en que pueden inducir la adopción de tecnologías en las edificaciones que generen empleos verdes y nuevas cadenas productivas intramunicipales y con otros municipios o estados. Asimismo, el valor resultante no explica el cumplimiento o no de la norma o del instrumento de planeación. Únicamente manifiesta si el municipio cuenta con las bases elementales que contribuyen a que esté mejor preparado ante el cambio climático.

## 12. ESTRATEGIAS Y ACCIONES DE MITIGACIÓN, ADAPTACIÓN, EDUCACIÓN Y COMUNICACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

El Inventario de Emisiones de CEI municipales y sus proyecciones, siguiendo la metodología del IPCC permitió establecer que las emisiones totales del municipio (tomando como año base 2010), ascendieron a 1 millón 784 mil 300 tCO<sub>2</sub>eq. Destaca el sector de transporte por ser el mayor generador con una participación del 56% del total de emisiones. Además de profundizar en cada uno de los sectores que componen el inventario (Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos; Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo, y Desechos), se hizo un ejercicio de análisis espacial de las emisiones de fuentes fijas comerciales, residenciales e industriales. Dicho análisis permitió identificar territorialmente las zonas del área urbana más emisoras para las que es posible diseñar estrategias específicas a fin de contrarrestar sus efectos. Este mismo ejercicio se realizó para el caso de la zona no urbana. De esta manera fue posible identificar el carbono almacenado en función del tipo de uso de suelo (bosque primario, bosque secundario, pastizales, etc.) y la capacidad de absorción. Este ejercicio permitió destacar la enorme riqueza forestal de Naucalpan y la necesidad de diseñar una estrategia específica que le permita garantizar la integridad y la recuperación de sus bosques en suelos que hoy en día están degradados por varias circunstancias que se explicarán más adelante en el presente capítulo.

Con la información del inventario y utilizando tasas de crecimiento económico y demográfico de fuentes oficiales, fue posible proyectar las emisiones bajo dos escenarios: un escenario de estabilidad en la producción industrial y otro de redensificación poblacional. Con ello se proyectaron las emisiones totales y por sector en el corto, mediano y largo plazo, entendiendo este último como el año 2023.

El diagnóstico socioeconómico y el análisis de riesgos permiten dar cuenta de que Naucalpan es un municipio con ciertas fortalezas, pero con algunas debilidades que lo hacen vulnerables. Ejemplos de ellas son su dependencia del sistema Cutzamala para el abasto de agua potable, el hecho de tener una población adulta mayor importante, o niveles de pobreza elevados. En cuanto al área forestal, ésta se encuentra amenazada por el crecimiento urbano, la tala ilegal o por asentamientos humanos irregulares. Destaca también el riesgo constante de sufrir inundaciones o deslaves. El análisis de las capacidades adaptativas, permitió mostrar que, no obstante contar con diversas áreas y direcciones generales que en lo general atienden todos los asuntos que puedan ser de interés del municipio para hacer frente al cambio climático, la falta de aplicación de planes y programas o la inexistencia de normas y reglamentos muestran un municipio poco capaz o con fuertes limitaciones para adaptarse de la mejor manera posible al cambio climático.

Estos cuatro capítulos dan un diagnóstico general tanto del desempeño ambiental de Naucalpan en términos de sus emisiones, como de su desempeño social e institucional. A partir de este diagnóstico se construyeron las Estrategias y Acciones que se presentan a continuación. El PACMUNA está conformado por 11 estrategias y 27 acciones. Su aplicación integral permitiría a Naucalpan hacer frente al cambio climático de manera simultánea y desde todos los ángulos (adaptación, mitigación, educación y comunicación).

Dicho lo anterior, el presente capítulo tiene el objetivo de desarrollar cada una de las estrategias y profundizar en las acciones que propone este programa. Está dividido en tres partes: las estrategias y acciones de mitigación, las estrategias y acciones de adaptación y finalmente, las estrategias y acciones de educación y comunicación. Cada estrategia incluye una justificación y su objetivo. También se describen las acciones que la integran y se que incluyen las actividades que se recomienda realizar en cada una de ellas. La descripción de la estrategia y las actividades a realizar para cada acción, se fundamentan en los diferentes los datos y recomendaciones que se desprenden del Inventario de Emisiones de CEI, el diagnóstico socio-económico y del análisis de riesgo del

PACMUNA. Se esta manera se profundizan y precisan muchas de las recomendaciones vertidas durante las etapas anteriores del programa y se incorporan propuestas que surgieron durante el taller de consulta. Para cada acción se proponen fuentes de financiamiento potenciales para su instrumentación y que van desde los recursos propios y el acceso a programas del gobierno federal, hasta mecanismos de financiamiento estatales, nacionales e internacionales.

Finalmente, para cada estrategia o acción se presentan las áreas responsables de su implementación y sus posibles fuentes de financiamiento, dependiendo de la complejidad de la estrategia o acción.

## 12.1. Fichas por acción: Guía para el seguimiento y la evaluación de las acciones

En el Anexo de Estrategias y Medidas se pueden visualizar todos los componentes que integran una acción. Incluye también la estrategia de la que forma parte y el sector que atiende (energía, AFOLU, IPPU, desechos o el sector social cuando se trata de una medida de adaptación). Sin embargo de manera sintética, en este capítulo se presenta cada acción y se desarrolla cada una de las acciones contenidas en el PACMUNA de manera más detallada

Cada acción tiene un horizonte temporal de cumplimiento. Para efectos del PACMUNA y considerando la duración del mandato municipal, se ha establecido que un horizonte de corto plazo es de 1 a 3 años, uno de mediano plazo es de 4 a 6 años, y uno de largo plazo es de 7 o más años. Cada ficha contiene la siguiente información:

- Si es una medida de mitigación o de adaptación
- Descripción de la acción
- Si requiere un diagnóstico previo
- Responsables de la aplicación
- Relación con otros instrumentos
- Posibles fuentes de financiamiento
- Actividades para su implementación (paso a paso)
- Horizonte temporal de implementación y de obtención de resultados (corto, mediano o largo plazo)
- Metas (de mitigación o de adaptación, según sea el caso)
- Indicador de seguimiento (número de acciones por año o número de tCO<sub>2</sub>eq mitigadas al año, por ejemplo)

## 12.2. Mitigación y adaptación: dos enfoques coadyuvantes para resolver problemas comunes

A fin de facilitar la clasificación de las estrategias y sus respectivas acciones, muchos planes de acción climática distinguen las dos vertientes: aquellas que contribuyen a mitigar CEI (Mitigación) y aquellas que permiten adaptarse mejor al cambio climático (Adaptación). Esto se ha convertido ya en un convencionalismo en tales programas. Sin embargo, varias de las acciones que aquí se proponen son coadyuvantes en uno y otro ámbito; es decir, contribuyen tanto a mitigar como a adaptarse al cambio climático. Un ejemplo recurrente es la reforestación y el manejo forestal sustentable. Esta medida, además de mitigar gases de efecto invernadero, permite fortalecer las acciones de adaptación al cambio climático (al retener el suelo, evitar la erosión, el azolve de cauces de ríos y de la infraestructura urbana en las ciudades, con lo que se previenen inundaciones río abajo). Asimismo, está documentada la importancia de conservar las áreas forestales no sólo como una medida de

mitigación (como sumideros de carbono y retención del stock de carbono), sino como una medida de adaptación ya que reduce los efectos de las ondas de calor.

Lo mismo se puede decir de algunas de las estrategias del PACMUNA. Por ejemplo, la recuperación de ríos urbanos además de prever acciones como el desazolve para permitir una mayor capacidad de regulación del sistema hidráulico durante lluvias extremas, busca también restablecer los derechos de vía con proyectos de infraestructura verde como parques lineales y ciclopistas. Esto a su vez tiene un impacto en términos de mitigación al incrementar las áreas verdes en las zonas urbanas y facilitar la movilidad no motorizada.

La conectividad es un atributo que juega a favor de la población y la hace más resiliente al facilitarle el acceso a servicios de salud, educación y a fuentes de empleo. En caso de desastres, permite una evacuación más expedita. Lograrlo implica intervenciones puntuales en el espacio físico, que además de mejorar el entorno urbano, crea oportunidades de reforestación urbana. Asimismo, promover una mejor integración del tejido social, facilita la movilidad. Las propuestas que se presentan en esta estrategia buscan que la facilitación de la accesibilidad como estrategia de adaptación, se logre fundamentalmente con estrategias de movilidad no motorizada, lo que se enmarca en una estrategia de mitigación. En síntesis, el PACMUNA reconoce que algunas de las estrategias y acciones que se proponen inciden tanto en la mitigación como en la adaptación.

Sin embargo, y para efectos de tener una clasificación, sistematización e identificación expedita de las 11 Estrategias y las 27 Acciones, se ha tomado la decisión de conservar esta convención que distigue a las estrategias y acciones asociadas o que contribuyen fundamentalmente a la mitigación, con la letra "M", y a aquellas que contribuyen fundamentalmente a la adaptación, con la letra "A". Las propuestas de educación y comunicación, por su parte, se identificarán con las letras "EC". En el Anexo anteriormente mencionado se presenta una lista de las estrategias y cada una de sus acciones.

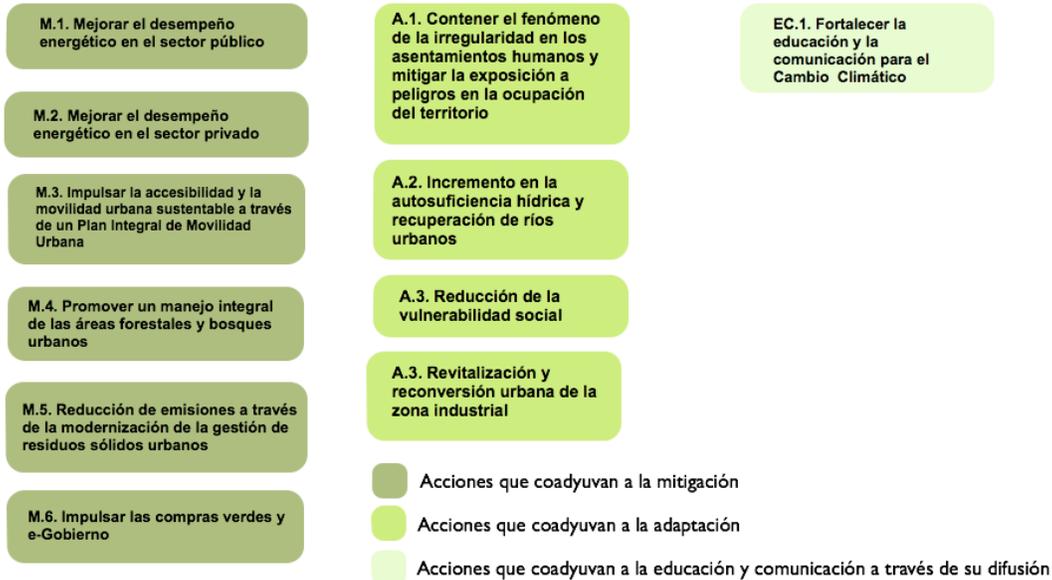
Ya se ha mencionado que en este documento no se desarrolla una estrategia general de financiamiento para el PACMUNA en su conjunto que contenga medidas específicas. Más bien las fuentes de financiamiento pertinentes para cada estrategia se señalan al describir la estrategia. Sin embargo es necesario subrayar la importancia de la gestión pública local, la coordinación transversal y vertical, y la vinculación entre el municipio y sus posibles fuentes de financiamiento. Este es un elemento crítico para seguir cada una de las estrategias que se plantean y ejecutar las acciones que se proponen. En ese sentido, la tesorería del municipio (como enlace financiero del mismo), debe desarrollar mecanismos que le permitan por un lado buscar recursos nacionales e internacionales, y por otro, asegurarse de fortalecer las finanzas locales para que el mismo municipio pueda autofinanciar muchas de las acciones que se plantean. También deberá promover el establecimiento de alianzas con socios estratégicos (sector privado, municipios vecinos, gobierno estatal y federal, etc.) para la instrumentación del programa.

La figura 12.1 ofrece un mapa con las 11 estrategias. Más adelante se desarrollan las 27 acciones. En la Tabla 12.2 que se presenta al final de este capítulo, se desglosan las 11 estrategias así como todas y cada una de las 27 acciones.

### Mitigación

### Adaptación

### Educación y Comunicación



Fuente: Elaboración propia

## 12.3. Estrategias y acciones de mitigación

### Estrategia M.1. Mejorar el desempeño energético en el sector público

#### **Justificación**

El sector energía es uno de los más relevantes en los inventarios de emisiones que siguen la metodología del IPCC. En el inventario del PACMUNA se encontró que de las 1,333,350.5 toneladas de CO<sub>2</sub>eq que el sector energía emite al año, el sector comercial/institucional/residencial genera el 17%; esto es, alrededor de 222,984 toneladas. La mayor parte de éstas se puede atribuir al sector residencial, pero al menos 32,042 son generadas por el consumo energético en comercios, edificios y espacios públicos.

#### **Objetivo**

Abatir las emisiones en las instalaciones que están directamente a cargo del municipio o sus organismos sectorizados (OAPAS, DIF, Delegaciones Municipales, etc.), así como en espacios de uso público cuya gestión y operación corresponden al ámbito municipal (como es el caso de parques y alumbrado público).

#### **Acción M.1.1. Diagnóstico y mejoramiento de la eficiencia energética en el alumbrado público**

La sustitución de luminarias para ahorro de energía en el alumbrado público se acogerá al Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal, auspiciado por SENER, CONUE, CFE y BANOBRAS. Por ello, las actividades específicas de esta acción de mitigación seguirán los

procedimientos señalados por el proyecto para poder acceder a los esquemas de financiamiento ofrecidos.

Este proceso inicia con la recuperación de información sobre la tecnología de las luminarias actuales (cantidad de luminarias de cada tipo) y gestionar ante CFE el censo de cargas de los sistemas de iluminación de alumbrado público, la información mensual de facturación y la expedición de una carta de no adeudo vigente del consumo de energía. El municipio se encargará de la integración del expediente para solicitar su ingreso al proyecto nacional y realizará las actividades señaladas en el mismo para la obtención del financiamiento o apoyo.

### **Actividades a realizar**

1. Elaboración de un inventario de luminarias en el territorio municipal
2. Integración del expediente para solicitar ingreso al Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal
3. Evaluación técnica y financiera del proyecto
4. Proceso de aprobación del financiamiento
5. Ejecución del proyecto en apego a la opinión técnica y las NOMs aplicables
6. Reporte de conclusión del proyecto
7. Seguimiento anual

### **Plazos, metas e indicadores de seguimiento**

ACCIÓN M.1.1. DIAGNÓSTICO Y MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALUMBRADO PÚBLICO	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	x		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	x		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Al 2015: 683 tCO <sub>2</sub> eq		Al 2023: 2,277 tCO <sub>2</sub> eq
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	No. de luminarias de LED instaladas / año		No. de luminarias de LED instaladas / año

### **Acción M.1.2. Diagnóstico energético de edificios públicos y cambio de prácticas energéticas**

Implica la realización de auditorías energéticas idealmente a todos los edificios e instalaciones cuya factura de electricidad sea pagada por el municipio, o en su caso, a una selección de edificios bajo dos criterios. El primero es la posible existencia algunos grandes consumidores en los que el ahorro puede ser mayor. El segundo son los edificios en donde laboran más personas y/o que reciban más público, para incrementar el impacto demostrativo de las campañas de información sobre las prácticas energéticas del municipio.

La auditoría identificará las áreas de oportunidad para reducir el consumo energético, como pueden ser la modificación de prácticas en uso de equipo, iluminación, horarios, etc. Además de realizar las adecuaciones físicas que sean necesarias para el ahorro de energía (como la sustitución de focos, de equipos, de electrodomésticos, etc.) se elaborarán manuales de mejores prácticas y se capacitará al personal en la adopción de prácticas ahorradoras de energía.

Esta acción se acompaña de una acción informativa, en la que el gobierno municipal hace pública su decisión de reducir el consumo de energía en todos sus inmuebles. El compromiso ante la población y entre los funcionarios, es un aliciente para mejorar su comportamiento energético. La acción informativa tiene un costo realmente bajo y su efecto demostrativo puede ser importante.

Los logros obtenidos con esta acción se comunican a la población en general por medio de su publicación mensual en el tablero de anuncios o en la recepción de cada edificio. Así se notifica el consumo de electricidad del periodo, comparado con el anterior y con la meta ideal. En la página electrónica del municipio y sus redes sociales se deben divulgar los logros globales y por dependencia.. Finalmente, el comportamiento energético por dependencia y su contribución a las metas de la administración en su conjunto se hace del conocimiento de los trabajadores de todas las áreas del municipio.

Vale la pena señalar que, tal como lo muestra la Tabla 12.1 es posible apreciar una reducción en el consumo de diciembre de 2012 a julio de 2013. Esto se debe a que hubo un cambio de luminarias de acuerdo con testimonio del personal de la Dirección General de Servicios Públicos. Sin embargo, de acuerdo con la misma dirección, también se ha disminuido la intensidad lumínica. Por esta razón la percepción pública de muchas calles y avenidas es que son oscuras e inseguras durante la noche. Es decir, el ahorro energético referido se puede atribuir a una baja en la calidad del servicio público y no a un ahorro efectivo y/o a un incremento en la eficiencia energética.

Si bien esto demuestra que el municipio ya ha tomado medidas similares a las que se proponen en el PACMUNA, es deseable que se continúe con este esfuerzo para disminuir progresivamente la el consumo energético del alumbrado público, pero sin disminuir la intensidad lumínica y en consecuencia, la calidad del servicio público y la percepción de seguridad de los habitantes del Naucalpan.

**Tabla 12.1. Inventario de Luminarias 2010 – 2012 y consumo registrado**

Delegación de la CFE	Luminarias			Consumo kilowatts	
	2010	2011	2012	dic-12	jul-13
Satélite	3,959	3,959	4,321	227,987	220,862
San Agustín	7,203	7,203	5,701	373,460	365,664
Molinito	3,668	3,668	4,520	281,472	272,676
Izcalli Chamapa	3,392	3,396	4,098	256,056	248,055
Lomas Verdes	3,353	3,624	3,712	210,046	203,482
Echegaray	2,881	2,881	3,221	186,973	181,130
Central	2,055	3,558	3,820	234,955	227,612
San Mateo	3,419	4,290	4,357	230,520	223,317
Avenidas principales	5,415	5,415	5,844	434,400	420,825
Tecamachalco	1,822	1,822	1,822	81,408	78,864
<b>TOTALES</b>	<b>37,167</b>	<b>39,816</b>	<b>41,416</b>	<b>2,517,277</b>	<b>2,442,487</b>

Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos. Naucalpan de Juárez. Estado de México.

### **Actividades a realizar**

1. Revisión y análisis de consumos energéticos
2. Auditoría energética de edificios de la administración municipal
3. Auditoría de prácticas energéticas actuales
4. Identificación de áreas de oportunidad en reducción del consumo

5. Definición de prácticas a cambiar
6. Establecimiento de metas por edificio o instalación
7. Elaborar manuales de mejores prácticas
8. Capacitación del personal
9. Difusión del proceso en redes sociales y paneles de avisos
10. Evaluación de resultados
11. Seguimiento anual

### **Plazos, metas e indicadores de seguimiento**

<b>ACCIÓN M.1.2. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE EDIFICIOS PÚBLICOS Y CAMBIO DE PRÁCTICAS ENERGÉTICAS</b>	<b>CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS</b>	<b>MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS</b>	<b>LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS</b>
<b>DE IMPLEMENTACIÓN</b>	x		
<b>DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS</b>		x	
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Al 2015: 30% de edificios e instalaciones municipales auditados		Al 2023: 100% de edificios e instalaciones municipales auditados
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	Edificios o instalaciones auditadas / año		
	Talleres de capacitación del personal / año		

Responsables de la estrategia y fuentes de financiamiento de la Estrategia M.1.

El cumplimiento de ambas Acciones (M.1.1. y M.1.2.) implica la adhesión de Naucalpan de Juárez al Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal.

El área responsable de la integración del expediente para la incorporación a dicho proyecto, así como su ejecución y el seguimiento, será la Dirección General de Servicios Públicos.

Como se ha mencionado, la acción M.1.1 se ejecutará en el marco del Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal, con miras a obtener financiamiento para la sustitución de luminarias. Al suscribir el proyecto, el municipio podrá recibir financiamiento a través de Banobras para llevar a cabo la sustitución en condiciones preferenciales.

Por otra parte, la acción M.1.2 puede realizarse con el apoyo técnico de la CONUEE, pues ésta ofrece apoyo para diseñar programas de gestión de edificios públicos. El FIDE, por su parte, tiene un programa de Educación para el Uso Racional y Ahorro de la Energía, cuyos servicios se pueden solicitar para la capacitación.

En ambos casos, la inversión es recuperable a mediano plazo por los ahorros en el consumo de electricidad.

### **Estrategia M.2. Mejorar el desempeño energético en el sector privado**

## Justificación

Como se mencionó anteriormente, el sector energía es uno de los más relevantes en los inventarios de emisiones que siguen la metodología del IPCC. De las 1,333,350 toneladas de CO<sub>2</sub>eq. que el sector energía emite al año, se pueden atribuir 190,942 ton/año de CO<sub>2</sub>eq al sector residencial y 32,042 al comercial/institucional. El consumo eléctrico del sector residencial asciende a los 244,562 MWhr al año generando 163 mil 611 toneladas de CO<sub>2</sub>eq.

## Objetivo

- Sustituir electrodomésticos ineficientes y e incrementar el uso de calentadores solares en viviendas y empresas que no tengan altos requerimientos de temperatura.

### **Acción M.2.1. Sustitución de electrodomésticos ineficientes**

La acción M.2.1. implica que el municipio actúe como promotor del Programa de Sustitución de Electrodomésticos Ineficientes. Para lograr que el programa tenga mayor éxito es indispensable que en colaboración con la SENER, defina metas realistas y dar seguimiento a los avances obtenidos en su implementación. Es igualmente importante no descuidar la comunicación de los resultados para alentar a más personas para afiliarse al programa.

De esta manera, la primera actividad es el contacto y establecimiento de una relación directa con los responsables del programa en SENER, asegurar un enlace permanente, para acordar conjuntamente la forma de operación. En seguida, el responsable en el municipio se debe asegurar de promocionar el programa, registrar periódicamente sus resultados y hacerlos del conocimiento público.

#### Actividades a realizar

1. Establecimiento de acuerdos y enlace con la SENER
2. Fijación de metas esperadas
3. Difusión del Programa de Sustitución de Electrodomésticos Ineficientes
4. Evaluación de resultados
5. Seguimiento anual de avances y publicación de los mismos

### **Plazos, metas e indicadores de seguimiento**

ACCIÓN M.2.1. SUSTITUCIÓN DE ELECTRODOMÉSTICOS INEFICIENTES	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	X		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
META	Al 2015: 15,890 tCO <sub>2</sub> eq (Refris)	Al 2023: 210,722 tCO <sub>2</sub> eq (Refris)	
	Al 2015: 11,370 tCO <sub>2</sub> eq (Focos)	Al 2023: 138,190 tCO <sub>2</sub> eq. (Focos)	
INDICADOR DE SEGUIMIENTO	No. de refrigeradores sustituidos / año		
	No. de hogares que cambiaron a focos ahorradores / año		

### **Acción M.2.2. Diagnóstico energético para el sector privado y cambio de prácticas energéticas**

La segunda acción en el ámbito del ahorro energético en el sector privado (M.2.2.) busca que las empresas y comercios establecidos en Naucalpan mejoren el desempeño ambiental de sus

instalaciones y edificios. Para ello, es necesario partir de un diagnóstico que en un primer momento se desarrolle a nivel general y posteriormente, a nivel individual. El diagnóstico se centrará en determinar los consumos actuales, tecnologías existentes, tipos de combustible utilizados, etc. A partir de este diagnóstico se pueden estimar los ahorros que podrían generarse en el uso de combustibles y por ende, en la emisión de CEI.

A fin de llevar a cabo esta acción, el municipio puede reunir una cartera de consultores especializados en temas de ahorro de energía, con quienes construirá una relación de confianza, para poder recomendarlos a los particulares que se adhieran a esta medida. Dado que actualmente no es obligatorio mejorar el desempeño energético de los comercios y empresas, se recomienda que la acción esté acompañada por un incentivo que el municipio pueda manejar (el predial sustentable, por ejemplo) y de un cuidadoso seguimiento de comunicación y acompañamiento para propiciar la participación voluntaria en este programa de diagnóstico.

La oficina responsable a nivel municipal del programa establecerá los criterios que deberán seguir las auditorías energéticas a edificios e instalaciones productivas. Lo anterior, con el fin de asegurar la consecución de los objetivos. Sin embargo, los contratos de servicios que se establezcan concernirán únicamente a la empresa asesora y a aquella que se someta al diagnóstico.

Todas las auditorías energéticas que se realicen tendrán como objetivo identificar áreas de oportunidad de ahorro de energía, mostrando siempre al contratante el ahorro financiero que ello implica para su negocio, pues el retorno de estas inversiones es de mediano y largo plazo<sup>84</sup>. El municipio designará a una persona responsable de fungir como enlace entre las partes involucradas, de dar seguimiento a los procesos de auditoría energética, y de consignar y publicitar los resultados para estimular a más empresas a adherirse a esta acción.

### **Actividades a realizar**

1. Definición de criterios, objetivos, población objetivo y metas de las auditorías energéticas
2. Constitución de una cartera de proveedores del servicio
3. Reuniones informativas, difusión de la acción entre empresarios
4. Proyecto piloto: realización de un número limitado de auditorías energéticas, seguimiento a cambios en prácticas y equipos, evaluación de resultados del proyecto piloto
5. Adecuaciones al proceso en caso de ser necesario
6. Proceso continuo de realización de auditorías energéticas
7. Difusión del proceso en redes sociales y paneles de avisos
8. Seguimiento anual, incluyendo evaluación de resultados

---

<sup>84</sup> Así lo señaló el sector industrial durante una visita a la Planta Industrial. Por esta razón coinciden en que vale la pena invertir en el cuidado del medio ambiente, pues también representa ahorro en las facturas de agua y luz, además de disminuir las toneladas de residuos sólidos generados. Entrevista realizada el 31 de octubre de 2013.

## Plazos, metas e indicadores de seguimiento

ACCIÓN M.2.2. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO PARA EL SECTOR PRIVADO Y CAMBIO DE PRÁCTICAS ENERGÉTICAS	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	X		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>Meta</b>	Al 2015: 10% de las unidades económicas auditadas	Al 2023: 100% de las unidades económicas auditadas	
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	No. de auditorías / año	No. de auditorías / año	

### Acción M.2.3. Incremento en el uso de calentadores solares de agua

La tercera acción de la estrategia M.2. busca incrementar sustantivamente el uso de calentadores de agua solares en los sectores comercial, industrial y residencial de Naucalpan. Si bien el papel de la administración municipal en esta acción puede ser similar al de la acción M.2.1, la efectividad de la medida podría ser mayor si se emitiera una normatividad local para que la utilización de estos equipos sea requisito en la obtención de permisos de operación y/o construcción.

La primera actividad es entonces, establecer la reglamentación que regirá la acción. En seguida, se precisará el potencial de instalación de estos calentadores de acuerdo al número de viviendas nuevas en construcción por año y al número de establecimientos comerciales y de servicios. En cuanto a las industrias, es necesario tener un diagnóstico más profundo para identificar los procesos que no requieren que de agua a altas temperaturas y que en consecuencia, pueden utilizar este sistema para calentarla.

Al igual que en la primera acción de la estrategia, el municipio será el promotor de los apoyos del Programa de Calentamiento Solar de Agua de CONUEE (SENER). En consecuencia, es necesario establecer de una relación directa con los responsables del programa en CONUEE, asegurar un enlace permanente y establecer conjuntamente su forma de operación. A continuación, el responsable en el municipio se encargará de la llevar a cabo la promoción del programa en la población, así como de hacer acopio de sus resultados y publicitarlos.

#### Actividades a realizar

1. Emisión de la normatividad correspondiente para requerir la instalación de calentadores solares de agua en vivienda, comercio e industrias
2. Establecimiento de acuerdos y enlace con la SENER
3. Fijación de metas esperadas
4. Difusión del Programa de Calentamiento Solar de Agua en establecimientos comerciales e industriales existentes
5. Evaluación de resultados
6. Seguimiento anual de avances y publicación de los mismos

### Plazos, metas e indicadores de seguimiento

ACCIÓN M.2.3. INCREMENTO EN EL USO DE CALENTADORES SOLARES DE AGUA	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	X		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Al 2015: 5,698 tCO <sub>2</sub> eq		Al 2023: 54,645 tCO <sub>2</sub> eq
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	Calentadores solares instalados / año		

Áreas responsables y fuentes de financiamiento de la Estrategia M.2.

La Estrategia M.2. *Mejorar el desempeño energético en el sector privado*, es totalmente congruente con la Estrategia Nacional de Energía. Su aplicación requiere que el municipio se adhiera al programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México (Procalsol) de la CONUEE.

En virtud de que las tres acciones que integran la estrategia son de carácter fundamentalmente voluntario, requieren de un componente adicional que incentive a las industrias, comercios y servicios, a adoptar este tipo de ecotecnologías. En ese sentido, se propone el diseño de un programa voluntario de certificación de empresas que adopten tecnologías ahorradoras, no sólo de energía, sino de agua y que en general tengan un desempeño ambientalmente responsable. Este programa sería el Sistema de Certificación “*Empresa Naucalpense Sustentable*” emitido por el municipio. La empresa podrá publicitar dicha certificación como parte de sus estrategias de marketing y acreditación como empresa social y ambientalmente responsable.

El Predial Sustentable es un incentivo para que las unidades económicas se adhieran a esta acción. A través de este sistema, se busca que las empresas industriales, comerciales y de servicios adopten prácticas ambientalmente responsables en sus predios (introducción de focos ahorradores, aislamiento térmico, dispositivos ahorradores de agua, manejo responsable de residuos y desechos, plantación de árboles en banquetas y camellones, etc.). De esta manera estarían en posibilidades de obtener un descuento en el impuesto predial.

En función de los resultados que arrojen las auditorías de arranque por cada empresa auditada, y de los resultados que vaya obteniendo a lo largo de los años, el Municipio podrá otorgar tanto un descuento en el predial, como un certificado “*Empresa Naucalpense Sustentable*”.

Las áreas responsables de la ejecución de estas estrategias serán la Dirección General de Medio Ambiente (para efectos de la promoción de las auditorías para el ahorro de energía eléctrica y la emisión del certificado “*Empresa Naucalpense Sustentable*”). La Tesorería, estará a cargo de la aplicación del predial sustentable y aplicación del descuento correspondiente.

Respecto a las fuentes de financiamiento potenciales, las actividades que el municipio debe realizar en el marco de la estrategia pueden incorporarse a sus funciones cotidianas, de modo que no hay gastos adicionales relevantes.

Para los actores del sector privado, los programas de Sustitución de Electrodomésticos Ineficientes, de Calentamiento Solar de Agua y los apoyos del FIDE para empresas, son una fuente de financiamiento directa de los equipos y acciones a implementar. Adicionalmente, todos los equipos y adecuaciones realizadas se amortizan con el ahorro en su facturación de energía.

## Estrategia M.3. Impulsar la accesibilidad y movilidad urbana sustentable a través de un Plan Integral de Movilidad Urbana

### **Justificación**

Tal como se comentó al principio de este capítulo, las emisiones atribuibles al transporte en el inventario de emisiones, representan el 75% del total de las emisiones del sector energía y el 57% de las emisiones del municipio. Ésta es un área crucial en la que se deben tomar acciones en materia de mitigación, pero que toca múltiples aristas (transporte, movilidad, planeación urbana, ingeniería de tránsito, recuperación de espacios ocupados por comercio ambulante, peatonalización, etc.). Además involucra tanto al municipio, como al gobierno del Estado de México y al gobierno federal. Por este motivo se profundiza en su justificación de esta estrategia en particular.

Los distintos tipos de vehículos terrestres que circulan en Naucalpan<sup>85</sup> incluyen automóviles particulares, camiones para pasajeros, camiones y camionetas de carga, motocicletas y catalizadores a base de urea. En conjunto emiten 935,277.7 toneladas de CO<sub>2</sub>eq al año,<sup>86</sup> siendo por mucho los automóviles los principales contribuyentes, ya que generan el 79% de las emisiones del transporte.

Aunque es factible mejorar el desempeño de los vehículos y combustibles para mitigar las emisiones, las acciones que conducirían a ello quedan fuera de las atribuciones del municipio. En cambio, éste sí tiene facultades para implementar medidas conducentes a reducir el consumo de combustibles en el transporte. Esto se puede lograr ya sea porque se incentive el uso de medios de transporte no motorizados (peatonal o ciclista) o bien, porque al realizar obras y agilizar los flujos de tráfico en el territorio, se reduce la congestión de las vías de comunicación y los vehículos permanecen menos tiempo encendidos. En consecuencia, se reducen su consumo de combustible y por tanto, sus emisiones a la atmósfera.

La movilidad sustentable busca incentivar nuevas prácticas de movilidad que generen beneficios individuales (en la salud por ejemplo, aunque también en los costos) y sociales (por reducción de emisiones ó menor pérdida de productividad debido al congestionamiento). Estos beneficios no se alcanzan con la aplicación de una única medida que resuelva todos los inconvenientes del transporte tradicional. Al contrario, es necesaria la articulación de varias acciones que en su conjunto, lleven a una mejoría del funcionamiento global de la movilidad.

En ese sentido, la estrategia M.3. se compone de dos acciones que contribuirán a la movilidad sustentable de los habitantes de Naucalpan. Por la precisión técnica requerida para implementar las acciones propuestas y el tiempo en que pueden ejecutarse, se considera necesaria la realización de un *Programa Municipal de Movilidad Sustentable (PIMU)* que permita coordinar y dar seguimiento a los proyectos puntuales que contemple.

Los ejes que deben desarrollarse en dicho programa y que corresponden a las acciones de la estrategia M.3, son la agilización de flujos de transporte y la implementación de un programa de movilidad ciclista y peatonal. Para definir con puntualidad las características, alcances y tiempos de implementación de cada una, será necesario realizar diagnósticos previos que permitan concretar los proyectos asociados.

La agilización de flujos de transporte (Acción M.3.1) requiere por ejemplo, analizar los flujos, aforos, conectividad y frecuencia de viajes en el territorio municipal, así como las conexiones de los flujos con el exterior del territorio de Naucalpan. Una vez que se conozca el estado de la movilidad motorizada

---

<sup>85</sup> Es necesario recordar que el cálculo de emisiones realizado en el inventario del PACMUNA, toma como dato base las ventas de combustible en el territorio municipal. De acuerdo con las cifras del INEGI, el total de vehículos registrados en Naucalpan ascendía en 2012, a 355,196 sin contar motocicletas. De ellos, 309,216 son automóviles. En el mismo año, se tiene registro de 2,154 camiones de pasajeros.

<sup>86</sup> El 96% de las cuales son de CO<sub>2</sub>, y el resto CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

tanto individual como masiva, el municipio planteará una organización distinta del tránsito, a través de acciones como la reorganización de rutas de transporte público, optimización del sentido de circulación de las arterias, el confinamiento de carriles para el transporte público, el rediseño y reorganización de paraderos, la regulación de horarios de circulación del transporte de mercancías y de recolección de residuos sólidos, la liberación de vialidades del comercio ambulante<sup>87</sup> y otros servicios públicos para evitar que el tráfico se entorpezca. También se encargará de la realización de adecuaciones técnicas en vialidades, señalización, trazo y geometría que se requieran.

Estas intervenciones son particularmente necesarias en las zonas donde confluyen el transporte público, el de mercancías y en donde hay una mayor población sin auto particular que debe trasladarse cotidianamente. Es el caso por ejemplo de Naucalpan Centro, en donde confluyen las Avenidas 16 de Septiembre, Juárez, la Vía Gustavo Baz y el Boulevard Manuel Ávila Camacho. Ahí se ubican numerosos establecimientos comerciales, de servicios y oficinas gubernamentales, de modo que la población que llega a la zona es abundante. En esta área se requiere realizar obras de readecuación y reordenamiento del tráfico para evitar la saturación de las vías. También es necesario evaluar y mejorar sus conexiones con la vialidad regional que representa el Boulevard Manuel Ávila Camacho.

Particular atención merece el reordenamiento del transporte público en la Avenida 1º de Mayo, pues por ella transitan las líneas que dan servicio a la zona sur-poniente del municipio. Si bien el otorgamiento de concesiones para el transporte público no es facultad de la autoridad municipal, ésta si puede intervenir en la orientación del flujo a través del ordenamiento urbano (en este caso en particular en coordinación con el Gobierno Estatal al tratarse de una vía de jurisdicción estatal). Se trata entonces de reubicar estratégicamente paraderos y paradas, distribuir el flujo en varias vías para evitar la saturación, revisar el trazo de conexiones e incorporaciones a vías primarias, dar mantenimiento a las calles, evitar el establecimiento de elementos que perturben el libre tránsito, e incluso aplicar estrictamente las normas de tránsito para evitar estacionamientos en doble fila o abordaje de taxis y microbuses fuera de zonas designadas para ello. Las acciones pueden y deben ser múltiples para desahogar el tráfico de las pocas arterias que colectan la mayor parte de los flujos y que convergen hacia el Periférico.

Otra zona que tiene que revisar la geometría de las vialidades es la que comprende las colonias industriales (La Perla, Alce Blanco, San Andrés Atoto, Industrial Naucalpan, Industrial Atoto, Industrial Tlatilco). Esto se recomienda pues el trazo actual no corresponde a las actividades que ahí se realizan. El transporte de carga requiere de un espacio específico para maniobrar y estacionarse, y las características constructivas de las vialidades deben ser adecuadas al esfuerzo que reciben. En las condiciones actuales, la falta de espacio para maniobrar y el deterioro de las vialidades hacen que el flujo del tráfico se entorpezca en el área y en todas las conexiones y vialidades adyacentes.

Las colonias del sur-poniente de la zona urbana merecen especial mención debido a que su movilidad motorizada debe ser atendida. En esta área se conjugan dos problemáticas particulares, en primer lugar, su muy accidentada topografía que no ha impedido el establecimiento de densos asentamientos humanos. La segunda es justamente la cantidad de población que ocupa el sitio. En este punto destaca la presencia de una población infantil importante siendo la zona con mayor crecimiento poblacional en el municipio. Así, las necesidades de transporte masivo para esta región son altas. Sin embargo, dada su topografía, actualmente es atendida por unidades pequeñas (microbuses) que dan un servicio errático y son difíciles de regular. Es necesario elaborar un diagnóstico para la introducción de un sistema de transporte masivo confiable y ordenado que circule

---

<sup>87</sup> De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2006-2009, en Naucalpan existen 89 tianguis o mercados sobre ruedas que agrupan a alrededor de 17 mil 187 comerciantes. El manejo de las mercancías y las actividades de carga y desgarga, así como la instalación de los comercios genera conflictos viales, por lo que esta acción no puede soslayar un tratamiento especial a esta actividad en la vía pública.

por las vías principales que corren de oriente a poniente (Carretera Naucalpan-Toluca, Avenida Minas Palacio, Avenida Centenario, Avenida Río Hondo, Avenida Naucalpan). En el sentido Norte-Sur, se deben prever las conexiones necesarias para que las personas accedan con facilidad a estas vías, así como ofrecer un transporte público de calidad. Ello requiere del estudio detallado de la topografía, las aberturas disponibles en la traza urbana y los desplazamientos actuales de la población. Con esta información se podrá estimar la relevancia de invertir en conexiones perpendiculares a las avenidas principales.

Es bien sabido que Naucalpan también tiene problemas de embotellamientos en otras áreas predominantemente habitacionales, como Lomas Verdes, Echegaray, San Mateo o Vista del Valle. Allí el problema deriva de la escasez de vialidades colectoras y de un intensivo uso del automóvil particular. Se deben estudiar diferentes alternativas para dar fluidez al tránsito vehicular en la zona, incluyendo la geometría de las vialidades, la definición de zonas de estacionamiento público, la aplicación de normas de tránsito y la provisión de transporte masivo eficiente.

Con objeto de disminuir los atascos vehiculares (que representan un incremento del tiempo en que permanecen encendidos los vehículos y por tanto, del tiempo que están generando emisiones), es necesario revisar y resolver los conflictos viales en los nodos identificados en el Plan de Desarrollo Urbano del municipio, principalmente:

- Intersección de la Vía Dr. Gustavo Baz y la Calzada San Agustín
- Calzada San Agustín en el entronque con la Calzada de las Armas
- Entronque de las Avenidas México, de los Mexicas, de los Remedios, Jardines de San Mateo y Calzada Jardines de San Mateo
- Avenida Gustavo Baz y Avenida 16 de Septiembre
- Avenida Gobernador Sánchez Colín y Calzada de la Naranja
- Avenida 16 de Septiembre y Avenida de las Torres
- Avenida San Esteban, Avenida Molinito y Canal del Tornillo
- Avenida Río Hondo y Camino Viejo a Huixquilucan
- Entronque de Camino Arenero con Avenida Maestro Emilio G. Baz

Dichos nodos se enlistan con objeto de priorizar las intervenciones. No obstante, se reconoce que no son los únicos puntos conflictivos en el municipio. Por otra parte, su atención no bastará para reducir los atascos, sino que deben considerarse en el marco de una intervención más amplia que mejore el flujo vehicular en el conjunto de las vías y no sólo en sus intersecciones.

De igual manera, la movilidad sustentable no se logra con la mejoría del tránsito vehicular, pues como se ha mencionado, es necesario diversificar las modalidades de desplazamientos en la zona. De ahí que la acción M.3.2. se enfoque en ofrecer modos de transporte de cero emisiones, tal como son las bicicletas.

Aunque la topografía de Naucalpan puede parecer poco propicia a este tipo de transporte, existen varias rutas que potencialmente pueden constituirse en corredores ciclistas para fomentar desplazamientos que contribuirían a reducir el uso de vehículos motorizados. Además, proporcionan beneficios a la salud individual y contribuyen a revitalizar los espacios urbanos. En el marco del PACMUNA se diseñarán ciclopistas que tengan un impacto paisajístico positivo en zonas que tienen potencial para ello. A reserva de la necesidad de realizar los diagnósticos para definir el trazo preciso de las ciclopistas, se identifica un potencial para establecerlas en:

- **El trazo de la vía férrea Huixquilucan – Naucalpan actualmente en desuso.** La ciclovía podría recorrer desde la Colonia Industrial Naucalpan, pasando por El Conde, Naucalpan Centro, San Luis Tlatilco, El Molinito, La Cañada, El Chamizal, Miramar y llegar hasta San José Río Hondo. Se trata de un trazo de alrededor de 7 km. que puede convertirse en un eje de comunicación y esparcimiento fundamental para esta zona. (Véase Figura 11.2.) En primer lugar, permitiría a la población de las colonias del poniente acceder al centro de Naucalpan e incluso a centros de trabajo en la zona industrial. Además, la recuperación del derecho de vía seguiría criterios paisajísticos que permitirían ofrecer espacios de esparcimiento que hoy son prácticamente inexistentes en esa línea. Los cobeneficios a la salud y a la sociabilidad serían adicionales a los de mitigación de emisiones por el uso de un medio de transporte sustentable.

Figura 12.2. Contrastes entre la vía férrea del Ferrocarril Huixquilucan – Naucalpan y Av. Ferrocarril en Polanco, Delegación Miguel Hidalgo.



Ferrocarril Huixquilucan – Naucalpan. © Centro Mario Molina



Polanco. Miguel Hidalgo. ©Centro Mario Molina

- **El margen del Río Chico de los Remedios** atravesando Echegaray, puede ir desde el Vaso de Cristo hasta Boulevares, a un costado del Parque Naucalli. Esta línea de ciclopista conectaría una zona habitacional con zonas deportivas y recreativas que aún estando físicamente próximas, en la actualidad están separadas por el Periférico por lo que las personas que desean ir de un punto a otro contribuyen al tráfico vehicular en esta arteria. La ciclopista tendría 3.5 Km. de longitud.

En complemento a la construcción de un sistema de ciclopistas que puede resultar caro y cuya ejecución requiere de tiempo y recursos, se considera factible implementar en el corto plazo un servicio de renta de bicicletas similar al de Ecobici en la Ciudad de México. Así, se obtendrían ingresos para asegurar el mantenimiento de la ciclopista. También se considera pertinente hacer un diagnóstico sobre la factibilidad de peatonalizar algunas calles del centro de Naucalpan y reordenar el comercio en la vía pública a fin de incorporar a miles de comerciantes ambulantes al comercio formal en una estrategia más amplia de movilidad no motorizada.

### Objetivos

- Agilizar el tránsito vehicular a través de intervenciones puntuales en los trazos, geometría, señalización y en su caso, la modificación de sentidos y cierre selectivo de calles para peatonalizar.

- Generar las condiciones propicias para que los ciudadanos que habitan en Naucalpan, opten por modalidades distintas al vehículo privado a través de un sistema de ciclovilidad, de corredores ciclistas, zonas peatonales y una reestructuración del transporte público.

### **Acción M.3.1. Elaborar un programa para la agilización del flujo del transporte público y privado.**

La primera acción que formará parte del PIMU, será la elaboración de un Programa de Agilización del Transporte a través de un análisis de flujos, aforos, conectividad y frecuencias de viajes, a fin de organizar el tránsito vehicular de manera distinta. Entre las alternativas potenciales para lograrlo están, por ejemplo:

- La reorganización de rutas de transporte público para evitar duplicidad
- La optimización del sentido de circulación de las arterias
- El confinamiento de carriles para transporte público
- El rediseño y reorganización de paraderos
- La regulación de horarios de circulación de transporte de mercancía, recolección de basura y otros servicios públicos para evitar entorpecer el tráfico en horas pico.

La aplicación de esta parte del programa requiere de una alta presencia de oficiales de tránsito para aplicar sanciones y asegurar la observación de las nuevas reglas.

La medida ayuda a reducir la emisión de GEI y los tiempos de traslado de los usuarios del transporte público.

Una de las acciones estructurales que pueden modificar radicalmente las condiciones del transporte urbano masivo, es la consolidación de las distintas rutas de transporte público que operan bajo la lógica de “hombres–camión” en una empresa mixta con participación del gobierno del Estado de México y del gobierno municipal.

#### **Actividades a realizar**

1. Elaboración de los términos de referencia para elaborar el Programa de Agilización del Flujo del Transporte Público y Privado
2. Publicación de la licitación o invitación restringida de acuerdo con la normatividad aplicable en el Estado de México y en el municipio de Naucalpan de Juárez
3. Publicación de resultados y contratación del consultor
4. Elaboración del plan para su publicación en el Periódico Oficial del Estado
5. Instrumentación del plan
6. Seguimiento y evaluación anual

### **Plazos, metas e indicadores de seguimiento**

<b>ACCIÓN M.3.1. ELABORAR UN PROGRAMA PARA LA AGILIZACIÓN DEL FLUJO DEL TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO.</b>	<b>CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS</b>	<b>MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS</b>	<b>LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS</b>
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS		X	
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Al 2015: Elaborar el PIMU		
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	NA		

### **Acción M.3.2. Diseñar e instrumentar un Programa de Movilidad Ciclista y Peatonal.**

La segunda acción es la elaboración de un Programa de Movilidad Ciclista y Peatonal, para facilitar y promover los desplazamientos no motorizados. Un programa con alcances mayores, puede también proveer de espacios de esparcimiento para la población como los parques lineales.

Un sistema de movilidad ciclista como ECOBICI parece ser una opción factible a corto plazo, relativamente barata, con varios co-beneficios en la salud pública y las emisiones. Además, está completamente dentro de las atribuciones del municipio. La construcción de las ciclopistas requiere de una inversión más importante. Pueden seguir el sentido actual de las vialidades principales que conectan con el centro del municipio, para que las personas se desplacen en bicicleta hacia los nodos de transporte público. Naturalmente, sería deseable que ambas acciones se instrumentaran de manera simultánea, junto con intervenciones puntuales que mejoraran el espacio público. Por otra parte, la instalación de cicloestaciones y el diseño de ciclopistas (como por ejemplo, a lo largo de la vía férrea hoy en desuso) puede incluir el mejoramiento de elementos paisajísticos que la conviertan en un parque lineal. Esto implica la identificación de asentamientos irregulares que están edificados en los derechos de vía y un programa de reubicación negociada y consensuada con los hogares que poseen predios en dichas márgenes, hacia zonas aptas, que les permita restituir sus condiciones previas a la reubicación. Lo anterior conlleva el diseño de un programa específico de reubicación como se describirá en la Acción A.1.1.

Respecto a la movilidad peatonal, existen amplias zonas del área municipal que actualmente no ofrecen condiciones adecuadas para realizar trayectos seguros y dignos a pie. La promoción de la movilidad peatonal es una condición relevante para la reducción de las emisiones (al reducir el uso de vehículos automotores) que además ayuda a mejorar la salud de las personas (adaptación) y propicia la convivencia social dentro de la demarcación. El Programa de Movilidad fomentará los desplazamientos peatonales al incluir:

- Mejorar banquetas en calidad y amplitud, eliminando obstáculos y haciendo rampas en esquinas. Las banquetas deben ser accesibles para adultos mayores y personas con capacidades diferentes y madres o padres de familia con carriolas.
- Definir corredores peatonales a nivel y elevados, que conecten en sentido perpendicular las circulaciones dominantes actuales.
- Definir con claridad y por su diseño, el respeto de cruces peatonales
- Tener una señalización adecuada y visible que transmita el mensaje de que “el peatón es rey” (es decir, tiene prioridad de paso).
- Asegurar acceso a nodos de transporte público, servicios barriales, áreas de esparcimiento y deporte y eventualmente, cicloparadores.

- Desarrollar una campaña de educación vial y respeto al peatón.

### Actividades a realizar

1. Elaboración de los términos de referencia para elaborar el Programa de Movilidad Ciclista y Peatonal
2. Publicación de la licitación o invitación restringida de acuerdo con la normatividad aplicable en el Estado de México y en el municipio de Naucalpan de Juárez
3. Publicación de resultados y contratación del consultor
4. Elaboración del programa para su publicación en el Periódico Oficial del Estado
5. Instrumentación del programa
6. Seguimiento y evaluación anual

### Plazos, metas e indicadores de seguimiento

ACCIÓN M.3.2. DISEÑAR E INSTRUMENTAR UN PROGRAMA DE MOVILIDAD CICLISTA Y PEATONAL.	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	X		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Al 2015: 18 tCO <sub>2</sub> eq.		Al 2023: 375 tCO <sub>2</sub> eq
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	No. de viajes sustituidos / año		

### Áreas responsables y fuentes de financiamiento de la Estrategia M.3.

Los alcances de esta estrategia, que culminarían con la integración de un Plan Integral de Movilidad Urbana, conllevan el involucramiento de distintas áreas del municipio pues implica desde la modificación y trazos de rutas y vialidades para efectos de agilizar el flujo vehicular, hasta la elaboración de un programa específico para determinar la factibilidad e impulso de la movilidad no motorizada. En ese sentido, las áreas que estarían involucradas en la instrumentación y seguimiento de esta estrategia serían la Dirección General de Desarrollo Urbano, la Dirección General de Obras Públicas y la Dirección General de Seguridad Ciudadana, Tránsito y Protección Civil.

En lo que se refiere a las fuentes de financiamiento potenciales para la realización de esta estrategia, existen los siguientes programas federales:

- Programa Hábitat de la SEDATU para el mejoramiento del entorno urbano.
- Programa de Rescate de Espacios Públicos de la SEDATU
- Ingresos propios que el municipio puede generar a través de la ampliación del sistema de parquímetros que ya opera en algunas de sus vialidades, así como la aplicación de “tarifas por congestión”.
- Programa de Vías Verdes de CONACULTA, coordinado por el Centro Nacional para la Preservación del Patrimonio Cultural Ferrocarrilero, en coordinación con el municipio de Huixquilucan.

### Estrategia M.4. Promover un manejo integral de las áreas forestales y bosques urbanos

## Justificación

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PDU) vigente elaborado en 2006, la participación del sector agropecuario de Naucalpan no era significativa en la economía del municipio desde aquella época. El Plan cita al INEGI, quien entonces afirmaba que en 1991 existía en el municipio un total de 1,915 unidades rurales de producción, de las cuales 1,617 tenían actividad agropecuaria o forestal y ocupaban una superficie aproximada de 2,146 hectáreas. Es decir, se trataba de pequeñas unidades de alrededor de 1.3 hectáreas en promedio.

Del total de unidades rurales entonces identificadas, el 90% contaba con superficie de labor, pero la mayor parte de ellas sólo tenía cultivos de temporal. De esta forma, el uso del riego y otras tecnologías era muy escaso. Ya desde entonces este sector tenía una participación insignificante como actividad generadora de empleo, contribuyendo apenas con el 0.7% de la población económicamente activa. El PIB que aportó este sector desde 2003 al 2011 se mantuvo muy por debajo del 1%. La circunstancia hasta aquí descrita ha dado pie a que se relegue a la producción agropecuaria como una actividad con potencial de desarrollo real para el futuro. Sin embargo, es indispensable desarrollar una estrategia de preservación y manejo integral de las áreas forestales ya que es ahí precisamente donde se encuentran los *stocks* de carbono más importantes del municipio y algunos manchones de bosques primarios y secundarios (microcorredores biológicos) tienen un enorme potencial que es necesario proteger.

La superficie rural del municipio corresponde al 65% de la superficie total. Ello implica la necesidad de aprovechar dichas áreas para incrementar su participación en el PIB. Esto se puede lograr a través de diferentes esquemas como el manejo forestal sustentable, agroforestería, sistemas de aprovechamiento silvopastoril, o el pago por servicios ambientales que representan una alternativa diferente a los pastizales o la agricultura de temporal que eventualmente lleva a la urbanización.

En efecto, la mayor parte de las tierras no urbanas que han permanecido improductivas, están pasando por un proceso de cambio de uso de suelo y de ocupación regular e irregular. Esto ha tenido como consecuencia una pérdida progresiva de áreas previamente ocupadas por pastizales y mucho antes por bosques. Se trata en síntesis, de revalorar las áreas no urbanas del municipio por los importantes servicios ambientales que proporcionan no sólo a Naucalpan, sino a los municipios colindantes y a la delegación Azcapotzalco en el D.F.

Por otro lado, Naucalpan cuenta con siete áreas naturales protegidas (ANPs)<sup>88</sup> inmersas en su tejido urbano. Estas tienen una superficie de 255 hectáreas y un aporte de área verde de 3.26 m<sup>2</sup>/hab, que está muy por debajo de la recomendación de la Organización Mundial de la Salud (mínimo 9 m<sup>2</sup>/hab). El caso del Bosque de los Remedios merece especial atención, pues de las 400 ha. que tenía cuando fue decretado en 1938, ha perdido 305 y tiene en su interior asentamientos irregulares que presionan fuertemente hacia un cambio de uso de suelo.

En este sentido, la Estrategia M.4 busca fortalecer las acciones de preservación de las ANPs, mantener y conservar las áreas verdes urbanas (camellones y arbolado urbano en general), así como los parques urbanos. Desde el punto de vista del cambio climático, las áreas verdes inmersas en las ciudades generan cobeneficios comprobados en salud, al mitigar los efectos de las ondas de calor, evitar el calentamiento de la superficie urbana, disminuir la temperatura media de la ciudad (en caso de una ausencia de parques) y absorber partículas suspendidas y carbono.

---

<sup>88</sup> 1) Parque Nacional Bosque de los Remedios, 2) Parque Estado de México Naucalli, 3) Centro Moctezuma, 4) Barranca Santa Cruz, 5) Barranca Arroyo Plan de la Sanja, 6) Barranca El Huizachal y recientemente 7) Parque Otomí – Mexica (Campestre San Francisco Chimalpa y Villa Alpina) decretada el 8 de enero de 2013.

## Objetivos

- Contener los procesos de cambio de uso de suelo del área forestal a través de un sistema de pago por servicios ambientales a propietarios y ejidatarios poseedores de terrenos forestales.
- Incrementar el área forestal del municipio a través de programas de reforestación y aforestación de zonas que hoy son pastizales.
- Promover actividades compatibles en parques urbanos y zonas forestales, que permitan a sus propietarios contar con un ingreso que desincentive el cambio de uso de suelo de rural a urbano.
- Asegurarse de que todas las ANPs cuenten con un plan de manejo.
- Introducir un sistema de monitoreo remoto que permita precisamente, monitorear las ANPs del municipio, contener los asentamientos humanos y asegurarse que no sean sujetas de invasiones y ocupaciones irregulares “hormiga”.

### **Acción M.4.1. Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales.**

Las áreas forestales del municipio deben conservarse, entre muchas otras razones, por los servicios ambientales que proveen: son sumideros de carbono, ayudan a mantener un microclima favorable, ayudan a la recarga de los acuíferos, retienen suelo y previenen desastres.

Para incentivar la conservación, los ejidatarios y particulares deben encontrar en ella una opción económica mejor que la desaparición del bosque. Existen testimonios de renuencia a reforestar por parte de muchos ejidatarios y pequeños propietarios precisamente porque ello les representa barreras para una eventual venta del terreno (legal o ilegal) a desarrolladores. Prefieren conservar sus tierras improductivas como pastizales, pues hay mayor facilidad para promover el cambio de uso de suelo de rural a urbano.<sup>89</sup>

En ese sentido, el *pago por servicios ambientales* puede y debe generar ingresos para la conservación a través de al menos dos esquemas:

- Buscar el ingreso de las zonas forestales a los programas de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos del Estado de México y/o federal
- Aplicar para ser beneficiario de fondos existentes, como los de la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua, conformada por la Fundación FEMSA, The Nature Conservancy, el Banco Interamericano de Desarrollo y el Global Environment Facility.

El municipio puede también desarrollar y liderar un proyecto de patrocinio por parte del sector industrial local para la conservación de las áreas forestales a través del pago de un derecho por servicios ambientales que se vea reflejado en su recibo de agua. Este derecho podría ser recaudado a través del OAPAS.

### **Actividades a realizar**

8. Identificación de todos los programas que otorguen pago por servicios ambientales (internacionales, federales y estatales), incluidos el Programa de PSA Hidrológicos del Estado de México y el Programa PSA de Fondos Concurrentes de CONAFOR.
9. Identificación de las áreas prioritarias y elegibles que cumplan con los criterios de los programas que otorguen financiamiento.
10. Identificación de los beneficiarios (ejidatarios o propietarios)
11. Integración de un padrón de beneficiarios potenciales
12. Recepción de los recursos y distribución entre los beneficiarios

---

<sup>89</sup> Testimonio del Presidente de la Comisión de Ecología de la Asociación de Industriales del Estado de México, A.C. Entrevistado el 31 de octubre de 2013.

### 13. Monitoreo, seguimiento y evaluación anual

#### ***Plazos, metas e indicadores de seguimiento***

ACCIÓN M.4.1. PROTECCIÓN DE ÁREAS FORESTALES CON RETRIBUCIÓN POR SERVICIOS AMBIENTALES.	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	x		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS			x
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Al 2015: 91 tCO <sub>2</sub> eq	Al 2023: 2,442 tCO <sub>2</sub> eq	
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	Ha. de bosque primario/conservadas (Conservación)	tCO <sub>2</sub> eq/año (Mitigación)	

#### **Acción M.4.2. Restauración y Conservación de Suelos**

La restauración es una acción que incluye varios tipos de intervenciones en el suelo, como la reforestación, los muros vivos, y las terrazas escalonadas, etc. El municipio tiene superficies que han sido deforestadas por cambios de uso de suelo o invasiones de asentamientos irregulares. Estas zonas aún se pueden recuperar mediante prácticas de restauración y conservación de suelo y agua.

En esta acción es importante buscar la asesoría inicial de la CONAFOR, el acceso a sus programas y el desarrollo de un plan que contemple la asistencia técnica y construcción de capacidades. De esta manera, en el mediano plazo se puede esperar la regeneración de suelos y bosques de forma tal que los dueños del área forestal puedan generar ingresos a través del pago por servicios ambientales descrito en la acción M.4.1.

#### **Actividades a realizar**

14. Identificación de los programas que otorguen financiamiento para la restauración de suelos y bosques (federales y estatales).
15. Identificación de las áreas prioritarias que cumplan con los criterios de los programas de financiamiento.
16. Identificación y negociación con los beneficiarios (ejidatarios o propietarios)
17. Integración del expediente
18. Capacitación y asistencia técnica para asegurar la implementación adecuada de las prácticas de restauración y conservación.
19. Acondicionamiento del terreno (o los terrenos) para recibir las especies seleccionadas
20. Recepción y plantación
21. Monitoreo, seguimiento y evaluación anual

#### ***Plazos, metas e indicadores de seguimiento***

ACCIÓN M.4.2. RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS.	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	x		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS			x
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	No estimado		
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	No. de ha. de suelo restaurado / año		

### **Acción M.4.3. Promoción de actividades agropecuarias, silvícolas (plantaciones forestales comerciales), turísticas y recreativas compatibles con el manejo sostenible del área rural.**

Como se mencionó previamente, la actividad agropecuaria es insignificante en el municipio y se corre el riesgo de que el territorio que hoy en día es de pastizal o agrícola de temporal, se abandone y eventualmente sea invadido por asentamientos irregulares. De esta manera se estaría reproduciendo el proceso de ocupación irregular que se dio en la zona sur del municipio. A fin de evitar que esto ocurra, se propone en primer término, rescatar los planteamientos del PDU 2006 – 2009 (vigente) en el sentido de impulsar actividades como el campismo y el deporte al aire libre (como equitación, ciclismo de montaña, atletismo y rappel). En congruencia con este planteamiento, se propone explorar el fomento a criaderos de truchas, que ya existen en algunas zonas como Santiago Tepatlaxco.

En las áreas donde la presión para deforestar es más fuerte, se propone la alternativa de reforestar con especies comerciales; esto es, establecer plantaciones forestales comerciales, en las que los habitantes del área rural encuentren una opción de ingreso. Por ejemplo, en otras zonas del Valle de México se ha visto que la plantación de pinos navideños puede proveer a los ejidatarios de una fuente de ingreso. El Plan Municipal de Desarrollo 2013–2015 plantea precisamente la factibilidad de introducir cultivos frutales y la producción de pinos para su venta en época navideña en pendientes moderadas.

Todo lo anterior implica por un lado, la *elaboración de un Programa de Desarrollo Ecoturístico* para identificar la problemática específica de este sector económico y el potencial de algunos ejidos o predios de propiedad privada para la edificación y/o en su caso mantenimiento de instalaciones rústicas para el hospedaje ecoturístico (con posadas, bungalós y albergues). Esto que requiere de la coordinación de la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico, la Dirección General de Turismo y la Dirección General de Desarrollo Urbano.

#### **Actividades a realizar para implementar plantaciones forestales comerciales**

1. Identificación de todos los programas que otorguen financiamiento para la introducción de plantaciones forestales comerciales (internacionales, federales y estatales)
2. Identificación de las áreas prioritarias con vocación forestal que cumplan con los criterios de los programas que otorguen financiamiento.
3. Selección de especies comerciales que se pueden producir con base en las características edafológicas del suelo, su viabilidad comercial en función de la demanda, así como su resistencia a eventos climáticos extremos y al cambio climático de largo plazo (como el aumento de temperaturas y disminución o incremento de la precipitación).
4. Desarrollo de un padrón de beneficiarios potenciales (ejidatarios o propietarios)
5. Integración del expediente
6. Capacitación y asistencia técnica para asegurar el manejo apropiado de las plantaciones forestales comerciales para asegurar la supervivencia de las especies de árboles y la rentabilidad del proyecto.
7. Acondicionamiento del terreno (o los terrenos) para recibir las especies seleccionadas
8. Recepción y plantación
9. Monitoreo, seguimiento y evaluación anual

#### **Actividades a realizar para implementar actividades de ecoturismo**

1. Elaboración de un Programa Sectorial Ecoturístico del municipio de Naucalpan de Juárez.

2. Elaboración de un inventario de predios y ejidos con uso ecoturístico y recreativo
3. Identificación de predios y lotes para el desarrollo de actividades ecoturísticas y recreativas
4. Capacitación y asistencia técnica por parte de la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico para el diseño de un modelo de negocios rentable.
5. Monitoreo, evaluación y en su caso modificación del Programa Sectorial Ecoturístico del Municipio de Naucalpan de Juárez.

### **Plazos, metas e indicadores de seguimiento**

ACCIÓN M.4.3. PROMOCIÓN DE ACTIVIDADES AGROPECUARIAS, SILVÍCOLAS (PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES), TURÍSTICAS Y RECREATIVAS COMPATIBLES CON EL MANEJO SOSTENIBLE DEL ÁREA RURAL.	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	x		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS			x
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Al 2015: 4,730 tCO <sub>2</sub> eq	Al 2023: 10,277 tCO <sub>2</sub> eq	
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	Has. Reforestadas / año (Reforestación y conservación de suelo)		tCO <sub>2</sub> eq / año

### **Acción M.4.4. Instalar un Sistema Telemático de Monitoreo de Áreas Naturales Protegidas**

Esta acción está alineada a acciones que ya están en marcha en la Dirección General de Medio Ambiente y tiene como propósito la instalación de un sistema de seis cámaras de circuito cerrado de televisión en las ANPs. Las cámaras deberán poder ser controladas desde un centro de monitoreo central. El centro de monitoreo tendrá la capacidad de controlar el movimiento de las cámaras, así como realizar acercamientos y alejamientos de tomas y escenarios. De igual manera, contará con un sistema de grabación continua las 24 horas del día de la totalidad de cámaras instaladas en los parques.

Debido a las dimensiones de los parques, cada una de las cámaras se ubicará en una posición estratégica que permita el aprovechamiento visual máximo de las áreas. Inicialmente se sugiere la instalación de siete cámaras distribuidas de la siguiente manera: Parque Nacional los Remedios (2), Cerro de Moctezuma (1) Parque Metropolitano (1), Parque Naucalli (1), Villa Alpina (1) y Campestre San Francisco Chimalpa (1). Adicionalmente, y considerando las dimensiones de los parques, la

señal de las cámaras deberá viajar vía inalámbrica mediante una red de microondas que se creará para cubrir las regiones necesarias de cobertura.

Con la instalación de este sistema, será posible monitorear las condiciones generales de las ANPs, vigilar recorridos y senderos, y fortalecer la seguridad pública dentro de ellas. También contribuirá a contener el fenómeno de la irregularidad y las invasiones "hormiga", así como a identificar aquellos asentamientos irregulares en ANPs que, en congruencia con la Estrategia A.1. sean susceptibles de ser reubicados en zonas que sean aptas para el desarrollo urbano. La contribución más importante del Sistema Telemático de Monitoreo es la identificación de brotes de incendios forestales ya que permitirá una acción más expedita y evitar su propagación.

### Actividades a realizar

1. Gestión de la solicitud ante el Gobierno del Estado y autoridades competentes para obtener los fondos para la adquisición del equipo
2. Licitación pública o invitación restringida a proveedores de equipo especializado para la instalación, manejo, operación y mantenimiento de equipo para monitorear las condiciones de las áreas naturales protegidas el municipio.
3. Recepción, revisión y dictamen del proceso de concurso y selección del proveedor ganador.
4. Instalación del Sistema de Monitoreo Remoto de áreas naturales protegidas
5. Capacitación al personal de la Dirección General de Medio Ambiente para la operación del equipo.

### Plazos, metas e indicadores de seguimiento

ACCIÓN M.4.4. INSTALAR UN SISTEMA TELEMÁTICO DE MONITOREO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	x		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	x		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Instalar un Sistema de Monitoreo Remoto de ANPs		
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	NA		

### **Acción M.4.5. Elaborar el Plan de Manejo de cada una de las áreas naturales protegidas y bosques urbanos.**

Esta acción está orientada a proteger y recuperar las siete ANPs de Naucalpan, a través de la elaboración o en su caso, la actualización y decreto de sus programas de manejo.

Se propone asimismo, *la creación de las brigadas ciudadanas "Pro Árbol"* cuyo propósito es el cuidado de las áreas arboladas y los parques y jardines del área urbana (camellones, glorietas, parques y jardines). Estarían integradas por jóvenes estudiantes con la posibilidad de realizar un *servicio social "Pro Árbol"*, previo convenio entre las instituciones académicas y el ayuntamiento. De esta manera se aprovecharía la presencia en la zona de varios planteles educativos de nivel medio superior y superior como la FES Acatlán (UNAM), el CCH Naucalpan (UNAM), la Escuela Superior de

Ingeniería y Arquitectura, unidad Tecamachalco del IPN, la Escuela Normal de Naucalpan, el Colegio de Bachilleres en Lomas Verdes, así como dos planteles del CONALEP.

### Actividades a realizar

1. Elaboración un diagnóstico del estatus jurídico y programático de las siete ANPs del municipio.
2. Redacción de términos de referencia para la elaboración de los programas de manejo de ANP en aquellas que no cuenten con este instrumento de planeación.

3. Licitación pública o invitación restringida a consultores especializados en la elaboración de planes de manejo de áreas naturales protegidas.
4. Contratación de consultores y elaboración o actualización de los planes de manejo.
5. Publicación en el periódico oficial del estado de los siete planes de manejo.

Simultáneamente a estas actividades, se proponen las siguientes:

6. Creación de las brigadas ciudadanas “ProÁrbol” para el cuidado de áreas arboladas urbanas.
7. Instauración del servicio social “ProÁrbol” en coordinación con los centros educativos de educación media superior y superior de la zona.

### **Plazos, metas e indicadores de seguimiento**

ACCIÓN M.4.5. ACTUALIZAR O EN SU CASO, ELABORAR EL PLAN DE MANEJO DE CADA UNA DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y BOSQUES URBANOS.	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	x		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	x		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Para 2015: 2 programas de manejo de ANP	Para 2023: 7 programas de ANPs elaborados, decretados y aplicados	
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	No. de planes de manejo de ANP		

Áreas responsables y posibles fuentes de financiamiento de la Estrategia M.4.

Las áreas responsables para la instrumentación de esta estrategia son las Direcciones Generales de Desarrollo y Fomento Económico para impulsar las actividades eco-turísticas y recreativas en los bosques y áreas naturales y culturales del municipio; la Dirección General de Medio Ambiente para la puesta en operación del sistema de monitoreo remoto de las ANPs, la actualización o elaboración de programas de manejo en las mismas y la prevención de asentamientos humanos irregulares, y la Dirección General de Desarrollo Urbano para el mismo propósito y para la ejecución de programas de reubicación de asentamientos irregulares en ANPs o en cualquier área ambientalmente sensible o expuesta a algún tipo de riesgo.

Respecto a las fuentes de financiamiento, es posible que a través del gobierno del Estado de México, se pueda acceder al Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos. A través de la

CONAFOR es posible tener acceso al Programa de Pago por Servicios Ambientales. Existe asimismo la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua.

Estrategia M.5. Reducción de emisiones a través de la modernización de la gestión de residuos sólidos urbanos

## **Justificación**

De acuerdo con el Inventario de Emisiones de CEI, las emisiones anuales provenientes de los residuos sólidos urbanos (gestionados y no gestionados) es de 183 mil toneladas de CO<sub>2</sub>eq. Dichas emisiones equivalen al 10% del total municipal. El relleno sanitario en Santiago Tepatlaxco, a pesar de tener veintidós pozos de venteo (de tres a cuatro pozos por hectárea), no opera adecuadamente. En consecuencia, el metano se escapa libremente a la atmósfera.

Por otro lado, el Plan de Desarrollo Municipal 2013–2015 ha identificado que uno de los problemas más acuciantes del manejo integral de los residuos sólidos es el aumento de tiraderos clandestinos y la poca cultura del reciclaje y separación de los desechos. A esta problemática se suman las largas colas que hacen los camiones recolectores para depositar los residuos sólidos en el relleno sanitario. De esta manera se justifica la construcción de una estación de transferencia en un predio adecuado para ello ubicado en un punto intermedio de la zona urbana o en el límite de ésta y el relleno sanitario del municipio en donde se realizará su disposición final. La estación de transferencia serviría además, como una planta de reciclaje de desechos sólidos, lo que permitiría generar ingresos por la venta de productos reciclables (PET, cartón, vidrio, metal, etc.), disminuir el tonelaje de residuos sólidos que llega al relleno, aprovechar las instalaciones de compostaje del relleno, e incrementar la vida útil del mismo.

Debe señalarse que hoy en día existe una actividad de “traspaleo” o “campaneo” que realiza una organización de 65 integrantes. Dicha organización cuenta con sus propios camiones y recolecta y comercializa la basura<sup>90</sup>. Es decir, se trata de un servicio paralelo que dificulta la operación adecuada del servicio de limpia pública. Por esta razón es necesario trabajar y generar acuerdos con dicha organización para regularizar el servicio. Esto se puede lograr ofreciendo a sus integrantes una opción productiva y estructurada que sea congruente tanto con la normatividad tanto ambiental como laboral.

Finalmente, respecto a la cultura de separación y reciclaje, existe una barrera contractual con la empresa operadora, quien tiene los derechos exclusivos de reciclar la basura al haber construido una planta recicladora dentro de las instalaciones del relleno sanitario. En este sentido, será necesario revisar y en su caso promover una modificación en el contrato para poder instrumentar el programa de separación de residuos y el reciclaje desde el origen que el municipio tiene planeado iniciar este año. Con esta iniciativa el municipio pretende separar los residuos orgánicos en biocolectores.

## **Objetivos**

- Modernizar las instalaciones de venteo en el relleno sanitario para reducir las emisiones de CEI
- Impulsar la cultura del reciclaje y ampliar la vida útil del relleno sanitario a través de la construcción de un centro de transferencia que contenga una planta de reciclaje.

### **Acción M.5.1. Construcción de un centro de transferencia para fortalecer la separación y eficientar la disposición final de los residuos del municipio.**

Para ejecutar esta acción, es indispensable localizar un predio adecuado para estos propósitos en un lugar intermedio, de acuerdo a un estudio que se haga *exprofeso* sobre la calidad y cobertura del servicio de recolección y disposición final de residuos sólidos.

## **Actividades a realizar**

---

<sup>90</sup> Entrevista realizada a personal de la Dirección General de Servicios Públicos, realizada el 21 de junio de 2013.

1. Preparación de las bases de licitación para la construcción de un centro de transferencia. Dichas bases podrán contener como parte de sus alcances, que el licitante consiga un predio adecuado y que lo adquiera o se asocie con el propietario. Sin embargo, el municipio también podrá adquirir el predio a través de la compra pactada con el propietario, o a través de expropiación por causa de utilidad pública. Acto seguido, podrá darlo en comodato a la empresa por el tiempo que dure el contrato para operar el centro de de transferencia.
2. Publicación de la licitación pública y recepción de las propuestas
3. Publicación de los resultados e inicio de los trabajos
4. Entrada en operación
5. Monitoreo anual de operación y generación de información del tonelaje de residuos sólidos clasificados, para futuros reportes e inventario de emisiones.

### **Plazos, metas e indicadores de seguimiento**

<b>ACCIÓN M.5.1. CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO DE TRANSFERENCIA PARA FORTALECER LA SEPARACIÓN Y EFICIENTAR LA DISPOSICIÓN FINAL</b>	<b>CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS</b>	<b>MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS</b>	<b>LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS</b>
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	X		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Construcción de un centro de transferencia de RSU		
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	NA		

### **Acción M.5.2. Modernización del equipamiento para la quema de metano en el relleno sanitario.**

La adecuada instalación y operación de quemadores de metano evitaría que este contaminante se siga escapando libremente a la atmósfera. La descomposición de desechos sólidos gestionados produce 44mil 860.2 tCO<sub>2</sub>eq al año, mientras que los no gestionados generan alrededor de 52 mil 259.4. Esto quiere decir que en Naucalpan se producen en total 97mil 120 toneladas de CO<sub>2</sub>eq. al año. Dado este volumen, su potencial de mitigación es importante.

Si bien el relleno sanitario no tiene una capacidad suficiente como para producir biogas que se pueda aprovechar para la generación de energía eléctrica, sí se podrían instalar más pozos de venteo y quemadores. Otra alternativa es que los veintidós pozos con que hoy cuenta el municipio operen al 100% de su capacidad.

### **Actividades a realizar**

1. Diagnóstico de los obstáculos que actualmente impiden al relleno sanitario cumplir con las condiciones contractuales de operación, en lo que concierne a los pozos de venteo.
2. Revisión de los obstáculos que impiden al municipio cumplir con sus compromisos establecidos en el contrato de concesión para la operación del relleno sanitario.
3. Establecimiento de nuevas bases de colaboración.
4. Revisión técnica y operativa de los veintidós pozos de venteo.
5. Dictamen sobre los requerimientos del equipo de los pozos de venteo para su correcta operación.
6. Adquisición de el equipo requerido, instalación, adecuación y puesta en operación de los pozos faltantes para el venteo adecuado del relleno.

7. Elaboración de reportes mensuales sobre el metano quemado y monitoreo anual para asegurar el buen funcionamiento del relleno.

### Plazos, metas e indicadores de seguimiento

ACCIÓN M.5.2. MODERNIZACIÓN DEL EQUIPAMIENTO PARA LA QUEMA DE METANO EN EL RELLENO SANITARIO	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	X		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Al 2015: 57,800 tCO <sub>2</sub> eq		Al 2023: 78,192 tCO <sub>2</sub> eq
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	tCO <sub>2</sub> eq / año		

Áreas responsables y posibles fuentes de financiamiento de la Estrategia M.5.

Para el cumplimiento de la Meta M.4.5 es necesario el trabajo conjunto entre la Dirección General de Medio Ambiente y la de Servicios Públicos. Esta última es quien tiene una interlocución directa con la empresa que opera el relleno sanitario para efectos tanto de la preparación de las nuevas condiciones contractuales para la separación, clasificación y disposición final de los desechos, como para la preparación de la licitación pública para la construcción de una estación de transferencia.

El gobierno municipal y el gobierno del Estado de México podrán buscar financiamiento a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio u otros mercados de carbono emergentes como el de California.

Por otro lado, el municipio tiene plenas facultades para el cobro de impuestos, derechos, productos, aprovechamientos, etc. En ese sentido, puede instrumentar el cobro del “*Derecho por los servicios de recolección y disposición final de residuos sólidos municipales*” y cargarlo a través del cobro del impuesto predial y desglosarlo en la boleta predial, o bien en la boleta de agua donde también se deberá desglosar.

### Estrategia M.6. Impulsar las compras “Verdes” y el e-Gobierno

#### **Justificación**

Si bien la Estrategia M.6 no es una medida estrictamente orientada a mitigar CEI, es importante en tanto que su implementación permitiría ahorrar miles de toneladas de papel al año. De esta manera

se puede acreditar indirectamente un número de árboles salvados de ser talados. El papel y cartón representan respectivamente el 7% y 6% de la composición total de los residuos sólidos urbanos que se llevan al relleno sanitario. Es decir, de las 600 a 700 toneladas que se depositan diariamente, entre 78 y 91 toneladas son de papel y cartón. En el caso del papel, las cifras alcanzan entre 42 y 49 toneladas diarias; es decir, entre 15 mil 300 y 17 mil 800 toneladas de papel al año. Este volumen equivale a la tala de más de 900 árboles. En ese sentido, hay plena justificación para reducir el volumen de papel requerido en la administración pública. Ésto se puede lograr a través del cambio de algunos procesos administrativos a modo de hacerlos menos demandantes de papel.

Por otro lado, se ha documentado ampliamente que el impacto o huella de carbono y ecológica se pueden reducir cuando se adquieren materiales y equipos con alguna certificación ambiental, desde papel reciclado, hasta focos ahorradores, equipos de oficina, bolsas biodegradables, etc.

### **Objetivo**

Disminuir la intensidad de insumos y de carbono en la operación cotidiana de la administración pública de Naucalpan y hacer públicos los ahorros en papel, agua y energía en redes sociales y en el portal del municipio.

### **Descripción**

La Estrategia M.6 está conformada por dos acciones. La primera consiste en la elaboración de un *Programa de ahorro de papel y de compras de insumos sustentables*. La segunda, implica simplificar los trámites y protocolos administrativos y de trabajo del municipio con objeto de disminuir la demanda en la impresión de papel y el uso de consumibles a través de la automatización de trámites y servicios en línea.

El compromiso por hacerlo y los resultados de ambas acciones están orientados a generar información sobre los ahorros en papel, agua y energía para hacerlos del conocimiento público. En consecuencia, esta acción es coadyuvante con la Estrategia EC.1 sobre Educación y Comunicación, que se desarrolla más adelante en este mismo capítulo.

### **Acción M.6.1. Elaborar un Programa de ahorro de papel y la compra de insumos sustentables**

Los insumos para operación de la administración municipal, incluyendo papelería, focos, vehículos, equipo de oficina, desechables, etc. serán productos que cuenten con alguna certificación ambiental, producto del reciclaje o biodegradables.

#### **Actividades a realizar**

1. Elaborar un diagnóstico sobre el consumo de papel por área y dirección general a fin de tener una línea base por cada una de ellas
2. Diseñar una campaña interna para el uso de papel reciclado.
3. Llevar un monitoreo del papel que se consume antes y después de la línea base por área o dirección general
4. Hacer un reporte público en el portal electrónico del municipio y difundirlo a través de las redes sociales (número de árboles salvados y agua ahorrada por dejar de consumir papel “nuevo”, por ejemplo)
5. Establecer un sistema de proveedores de materiales e insumos que cuenten con algún certificado de protección ambiental.

### Plazos, metas e indicadores de seguimiento

ACCIÓN M.6.1. ELABORAR UN PROGRAMA DE AHORRO DE PAPEL Y LA COMPRA DE INSUMOS SUSTENTABLES	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	X		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Al 2015: 15% del papel reciclado en oficinas municipales	Al 2023: 100% del papel reciclado en oficinas	
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	Tons de Papel / año		

### Acción M.6.2. Instrumentar un programa de simplificación administrativa para ahorro de papel a través de la automatización de trámites y servicios en línea (e-gobierno).

Uno de los métodos tanto de simplificación administrativa en la gestión pública, como de ahorro de papel, es la introducción del e-gobierno. El e-gobierno implica la habilitación de un portal en internet para la obtención de bienes y servicios (emisión de licencias, certificados, permisos, impresión de actas, etc.) por parte de la administración local. Un programa de estas características para Naucalpan tendría la ventaja de ahorrar en papel y en el traslado de los ciudadanos a llevar a cabo algún trámite ante alguna autoridad municipal. De esta manera se evitaría el derroche de papel y se estarían evitando las emisiones asociadas a dichos desplazamientos.

#### Actividades a realizar

1. Elaborar un diagnóstico de los procedimientos administrativos y/o manuales de operación de las distintas áreas del H. Ayuntamiento, para identificar oportunidades de ahorro de documentos y en consecuencia, de papel.
2. Desarrollar un diagnóstico de los procedimientos administrativos para identificar oportunidades de simplificación.

### Plazos, metas e indicadores de seguimiento

ACCIÓN M.6.2. INSTRUMENTAR UN PROGRAMA DE SIMPLIFICACIÓN ADMINISTRATIVA PARA AHORRO DE PAPEL A TRAVÉS DE LA AUTOMATIZACIÓN DE TRÁMITES Y SERVICIOS EN LÍNEA (E-GOBIERNO).	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	X		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Al 2015: 15% del papel reciclado en oficinas municipales	Al 2023: 100% del papel reciclado en oficinas	
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	Tons de papel consumidas / año		
	No. de trámites automatizados		

Áreas responsables y posibles fuentes de financiamiento de la Estrategia M.6

Esta acción es congruente con el eje de Buen Gobierno del Plan Municipal de Desarrollo 2013–2015 pues reconoce la necesidad de simplificar trámites y papeleo. Si bien el propósito de este eje estratégico es la simplificación administrativa como tal, da argumentos para aspirar a lograr un consumo de papel más razonable.

A pesar de ser una acción “modesta” en términos de mitigación y adaptación, puede tener un impacto importante en términos de la sensibilización, educación y comunicación. Las áreas que tendrían que intervenir para instrumentarla serían la Dirección General de Buen Gobierno, la Dirección General de Administración, la Tesorería Municipal y la Dirección General de Medio Ambiente.

En este caso no se requiere ninguna fuente de financiamiento externa al del municipio. Se trataría de una medida interna que el municipio adoptaría.

## **12.4. Estrategias y acciones de adaptación**

### **Estrategia A.1 Contener el fenómeno de la irregularidad en los asentamientos humanos y mitigar la exposición a peligros en la ocupación del territorio**

#### ***Justificación***

Como se mencionó en el Diagnóstico Socioeconómico, la Dirección General de Desarrollo Urbano de Naucalpan tiene identificados 268 asentamientos irregulares que albergan a 8,978 familias que habitan en casi 15 mil viviendas y cuya población asciende a alrededor de 42 mil habitantes. Estos asentamientos se distribuyen en terrenos con todo tipo de régimen de propiedad y abarcan alrededor de 200 hectáreas de superficie.

En ese sentido, y en congruencia con las estrategias establecidas en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano vigente, y con las políticas de la Dirección General de Medio Ambiente, la estrategia A1 está orientada a mitigar los riesgos de desastres en zonas que se encuentran ocupadas de manera irregular y que están expuestas a algún tipo de peligro, mismo que podría incrementarse ante escenarios de cambio climático. Busca, también dar certeza jurídica a miles de familias que hoy en día carecen de títulos de propiedad.

En efecto, una forma de vulnerabilidad social es la irregularidad en la tenencia de la tierra que es independiente de la condición de vulnerabilidad físico-espacial. En otras palabras, existen asentamientos irregulares en zonas de riesgo que es necesario reubicar y asentamientos irregulares ya consolidados que no están expuestos a ningún tipo de riesgo o peligro. Sin embargo, estos últimos, por su condición de irregularidad en la tenencia de la tierra, representan una vulnerabilidad sociojurídica para quienes que los habitan y cuyos costos económico, político y social de ser reubicados, no justifican una acción en este sentido. Por esta razón requieren una intervención distinta a la reubicación; es decir, la regularización.

La reubicación y/o la regularización requieren acceder a programas de los gobiernos federal y del Estado de México a fin de impulsarlos con recursos de los tres niveles de gobierno. En este sentido es importante contar con la intervención de las dependencias pertinentes para poder regularizar, o en su caso, adquirir suelo urbano apto para el desarrollo y poder reubicar. La participación del Instituto Mexiquense de la Vivienda Social (IMEVIS) es indispensable para la adquisición de suelo (de

preferencia intraurbano), y en su caso, se puede recurrir al apoyo financiero y técnico de la CONAVI y de la CORETT.<sup>91</sup>

Para garantizar que los asentamiento humanos no comprometan dichos servicios ambientales, es indispensable la liberalización de asentamientos humanos en ANPs, derechos de vía en los cauces de ríos, arroyos y presas, así como en la vía férrea del Ferrocarril Huixquilucan – Naucalpan. En ambos espacios (ANPs y otros derechos de vía) es fundamental ejercer este acto de autoridad por parte del municipio como condición necesaria para que se puedan instrumentar otras estrategias tanto de mitigación como de adaptación. Esta estrategia contribuirá a conservar los servicios ambientales que proporcionan la ANPs, como la retención de suelo, la recarga de acuíferos, la protección de ecosistemas, la captura de carbono y retención de partículas suspendidas, entre otros.

Asimismo, permitirá disminuir la vulnerabilidad social de aquellos hogares que adquieran certeza jurídica a través de un proceso de regularización. De esta manera podrán acceder a la propiedad y en consecuencia a otro tipo de activos y programas, como créditos, subsidios, apoyos ante desastres, etc. que tienen entre sus condiciones, que el beneficiario cuente con las escrituras de su vivienda.

El IMEVIS ha suscrito convenios de coordinación de acciones e instalación de Comités Municipales de Prevención y Control del Crecimiento Urbano, en el marco de su política de suelo. Con Naucalpan, se suscribió este convenio el 4 de marzo de 2013. Ahí se sientan las bases para que el municipio, además de echar a andar este comité, diseñe y opere su actual Programa de Seguridad Patrimonial a través de la Dirección General de Desarrollo Urbano.<sup>92</sup> Por medio de este programa, y con el municipio en su papel promotor y gestor, Naucalpan podrá acceder en primera instancia a los programas que ya opera el IMEVIS para la regularización de la tenencia de la tierra (vía escrituración notarial, vía inmatriculación administrativa para efectos registrales y vía juicio de usucapión<sup>93</sup>)

## **Objetivo**

Frenar la proliferación de asentamientos humanos irregulares en zonas expuestas a peligros, en derechos de vía o de alto valor ambiental como ANP, y dar certeza jurídica a los hogares que se encuentran en asentamientos irregulares consolidados pero sin estar asentados en alguna de las áreas señaladas.

## **Descripción**

La Estrategia A.1 está conformada por dos acciones: La primera (A.1.1) consiste en el diseño de un programa específico para evaluar la factibilidad de reubicar a aquellos asentamientos humanos expuestos a algún peligro inminente. (La Dirección General de Desarrollo Urbano posee información sobre aquellos asentamientos irregulares susceptibles de ser reubicados, así como de zonas que potencialmente pueden alojar dichos asentamientos.) La segunda acción (A.1.2) está orientada a dar certeza jurídica a los asentamientos irregulares que ya se encuentran totalmente consolidados y que no están expuestos a ningún tipo de riesgo. En este caso se trata de regularizar la posesión del suelo y la vivienda siempre y cuando no esté expuesta a riesgo.

<sup>91</sup> Cabe señalar que está en proceso de elaboración un decreto que transforma a la CORETT en el Instituto Nacional del Suelo, una instancia federal que se encargaría de crear las reservas territoriales para reubicar a las familias que habitan en predios irregulares y en zonas de alto riesgo. De acuerdo con declaraciones del Director General de la CORETT, el decreto entraría en vigor a inicios del 2014 e incluiría reservas territoriales que cuenten con servicios e infraestructura urbana. Para el cumplimiento de esta estrategia en particular, el interlocutor natural del municipio de Naucalpan sería dicho Instituto, además del IMEVIS.

<sup>92</sup> Véase [http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex\\_archivo/imevis\\_pdf\\_com.pdf](http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex_archivo/imevis_pdf_com.pdf). Última consulta: 15 de diciembre de 2013.

<sup>93</sup> El Juicio de Usucapión es un procedimiento jurisdiccional como medio para adquirir la propiedad de los bienes mediante la posesión de los mismos, durante el tiempo y con las condiciones establecidas en la ley. El IMEVIS se encarga de todas las gestiones del juicio, llevando a cabo las actuaciones necesarias durante el procedimiento judicial. Véase:

<http://portal2.edomex.gob.mx/imevis/proyectos/escrituracion/index.htm>. Última consulta: 15 de diciembre de 2013.

Ambas acciones están vinculadas pues si bien la A.1.2 centra la acción en la regularización jurídica, la A.1.1 se enfoca en la reubicación. No obstante este último proceso pasa por una regularización, una vez que el hogar haya sido reubicado en zonas aptas para el desarrollo urbano.

### **Acción A.1.1. Diseñar un Programa de Reubicación de Asentamientos Humanos expuestos a algún tipo de peligro natural o asentados en Áreas Naturales Protegidas**

La Dirección General de Desarrollo Urbano tendrá que elaborar (o en su caso actualizar) el inventario de asentamientos humanos irregulares e identificar zonas que sean susceptibles de recibir a aquellos hogares que sean objeto de este programa. Como se mencionó anteriormente, Naucalpan suscribió un Convenio de Coordinación de Acciones e Instalación de Comités Municipales de Prevención y Control del Crecimiento Urbano, en el marco de su política de suelo. Cabe señalar que ya existe una intención explícita del municipio para echar a andar un programa de estas características llamado "Programa de Seguridad Patrimonial"<sup>94</sup> El municipio deberá establecer una interlocución directa con los líderes de las colonias irregulares a ser reubicadas y comunicarle las ventajas de la reubicación tales como seguridad jurídica en la tenencia de la tierra, la seguridad patrimonial al no estar expuestos a zonas en peligro inminente, el fortalecimiento del patrimonio familiar, el acceso a créditos al contar con una garantía, etc.

#### **Actividades a realizar**

1. Convocar y establecer una agenda de trabajo y cargos con funciones específicas para el Comité de Control del Desarrollo Urbano y los Asentamientos Humanos. De esta manera la ciudadanía con el apoyo de la autoridad municipal, podrá monitorear el establecimiento de asentamientos irregulares y denunciarlo ante dichas autoridades.
2. Dar seguimiento al Programa de Seguridad Patrimonial en el marco de dicho convenio. Esto implica:
  - a. Dar seguimiento a las acciones de reubicación de los asentamientos irregulares en San Mateo Nopala, San Juan Totoltepec, San Esteban Huitzilacasco y San Rafael Chamapa, mismas que arrancaron al inicio de la presente administración municipal
  - b. Extender dichas acciones al resto de los asentamientos irregulares asentados específicamente en ANPs o de alto valor ambiental, o en zonas expuestas a algún peligro
3. Establecer una interlocución directa y constante con el IMEVIS y la CORETT (o el Instituto Nacional del Suelo que habrá de crearse) para obtener apoyo tanto financiero como técnico en la adquisición de suelo susceptible de ser habilitado con lotes con servicios en polígonos aptos para el desarrollo urbano, siempre en el marco del Programa de Desarrollo Urbano vigente.
4. Dar seguimiento anual a las acciones de reubicación e informar a la Dirección General de Medio Ambiente para que monitoree las áreas que hayan sido desalojadas en las ANPs a través del sistema de monitoreo remoto descrito en la Estrategia M.4 del PACMUNA, así como restituir sus condiciones naturales originales a través de programas como Proarbol, PSAH y programas de la CONAFOR.

---

<sup>94</sup> Personal de la Dirección General de Desarrollo Urbano facilitó una presentación en Power Point donde se explica en qué consiste este programa.

### **Plazos, metas e indicadores de seguimiento**

<b>ACCIÓN A.1.1. DISEÑAR UN PROGRAMA DE REUBICACIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS EXPUESTOS A ALGÚN TIPO DE PELIGRO NATURAL O ASENTADOS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS</b>	<b>CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS</b>	<b>MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS</b>	<b>LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS</b>
<b>DE IMPLEMENTACIÓN</b>	X		
<b>DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS</b>	X		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	NA		
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	No. de hogares en riesgo o en ANP reubicados		
	Ha. de ANPs recuperadas		

### **Acción A.1.2. Llevar a cabo un Programa de Regularización de la Tenencia de la Tierra de aquellos asentamientos consolidados de origen irregular no expuestos a ningún tipo de peligro natural.**

A diferencia de la acción anterior, ésta se centra en otorgar certeza jurídica a las miles de familias que no tienen escrituras de sus viviendas. La certeza jurídica se otorgará sólo a las familias que se encuentren en zonas libres de cualquier peligro. A aquellas que tengan que ser reubicadas, se les dará certeza jurídica en su nueva localización.

#### **Actividades a realizar:**

Las actividades a realizar serían básicamente las mismas que la Acción A.1.1, pues la regularización de la tenencia de la tierra es el complemento natural de cualquier acción de reubicación de asentamientos irregulares. Las actividades a desarrollar son las siguientes:

1. Convocar y establecer una agenda de trabajo y cargos con funciones específicas para el Comité de Control del Desarrollo Urbano y los Asentamientos Humanos. De esta manera la ciudadanía con el apoyo de la autoridad municipal, podrá monitorear el establecimiento de asentamientos irregulares y denunciarlo ante dichas autoridades.
2. Dar seguimiento al Programa de Seguridad Patrimonial en el marco de dicho convenio, lo que implica:
  - a. Dar seguimiento a las acciones de identificación, caracterización y diagnóstico de los asentamientos irregulares, tal como se hizo con los asentamientos en los ejidos de San Mateo Nopala, San Juan Totoltepec, San Esteban Huitzilacasco y San Rafael Chamapa.
  - b. Establecer contacto directo con los líderes de las colonias irregulares para ofrecer su adhesión al Programa de Seguridad Patrimonial.
3. Establecer una interlocución directa y constante con el IMEVIS y la CORETT (o el Instituto Nacional del Suelo que habrá de crearse) para obtener apoyo tanto financiero como técnico en la adquisición de suelo susceptible de ser habilitado con lotes con servicios en polígonos

4. aptos para el desarrollo urbano, siempre en el marco del Programa de Desarrollo Urbano vigente. Como se mencionó anteriormente el IMEVIS opera un programa de regularización a través de tres modalidades: vía escrituración notarial, vía inmatriculación administrativa para efectos registrales y en consecuencia, de cobro del impuesto predial y vía juicio de usucapión.
5. Dar seguimiento anual a las acciones de reubicación e informar a la Dirección General de Medio Ambiente para que monitoree las áreas que hayan sido desalojadas en las ANPs a través del sistema de monitoreo remoto establecido en la Estrategia M.4. del PACMUNA y restituir sus condiciones naturales originales a través de programas como Proarbol, PSAH y programas de la CONAFOR.

Vale la pena insistir en los cobeneficios que tiene la Estrategia A.1: por un lado desocupar zonas ambientalmente sensibles y estratégicas en términos de mitigación y adaptación. En efecto, reubicar un área ocupada de manera irregular en una zona forestal (piénsese en el Bosque de los Remedios), la vuelve susceptible de ser restituida a sus condiciones naturales originales y acrecentar el área forestal. Esto incrementa la capacidad de retención de suelo y de partículas suspendidas, incrementa la capacidad de captura de carbono y de infiltración a los acuíferos, protege la biodiversidad y regula la temperatura media de la superficie del municipio. Por otro lado, se evitan desastres en bienes, activos y personas cuando sobreviene algún fenómeno hidrometeorológico extremo asociado o no al cambio climático. Por otro lado, da certeza jurídica a hogares comúnmente en condiciones de pobreza y marginación, lo que incide de manera positiva en la resiliencia de este sector de la población vulnerable, incrementa la base gravable del municipio al incorporar a miles de predios a la base de contribuyentes. Así el municipio puede fortalecer sus finanzas locales y estar mejor preparado para sufragar políticas, estrategias y acciones en el ámbito de sus competencias.

### Plazos, metas e indicadores de seguimiento

ACCIÓN A.1.2. LLEVAR A CABO UN PROGRAMA DE REGULARIZACIÓN DE LA TENENCIA DE LA TIERRA DE AQUELLOS ASENTAMIENTOS CONSOLIDADOS DE ORIGEN IRREGULAR NO EXPUESTOS A NINGÚN TIPO DE PELIGRO NATURAL	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	x		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS		x	
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	NA		
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	No. de hogares regularizados / Censo de hogares irregulares		

#### Áreas responsables y posibles fuentes de financiamiento de la Estrategia A.1

El área responsable de esta estrategia sería fundamentalmente la Dirección General de Desarrollo Urbano, que tendría que promover las gestiones necesarias ante el IMEVIS y la CORETT para acceder a los programas tanto de regularización como de reubicación y a los recursos que ofrecen para ello. Otra fuente de financiamiento potencial es el Programa Reubicación de la Población en Zonas de Riesgo que opera la SEDATU, cuyas reglas de operación fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 29 de diciembre de 2013. Este programa ofrece apoyo para estudios y proyectos integrales de viabilidad y de costo-beneficio para la reubicación de la población en zonas de riesgo. Dicho apoyo alcanza hasta el 70% de \$800 mil pesos; es decir, \$560 mil pesos.

#### Estrategia A.2. Incremento en la autosuficiencia hídrica y recuperación de ríos urbanos

##### **Justificación**

Reconociendo la dependencia que tiene Naucalpan del sistema Cutzamala, se considera necesario continuar con las acciones de rehabilitación de pozos y en su caso la perforación de nuevos pozos. Se requiere también de medidas de identificación y supresión de fugas, a modo de lograr un manejo integral del agua y abatir el porcentaje de dependencia hídrica del municipio a la vez que se asegura que exista un equilibrio en la recarga.

El municipio de Naucalpan de Juárez es atravesado por ocho ríos y nueve canales que no sólo no son aprovechados como espacios de diseño urbano-ambiental, sino que funcionan como drenajes a cielo abierto tanto en áreas residenciales, como en zonas habitacionales populares e industriales. Los cauces de estos ríos y canales ya han provocado inundaciones particularmente en las áreas bajas del municipio durante episodios de lluvias extremas.

Algunos de estos ríos ameritan un manejo integral por cuenca, debido a que su nacimiento o afluentes, provienen del municipio de Huixquilucan y que desde su origen y a su paso por Naucalpan, reciben materiales, aguas negras, y basura que los azolvan y contaminan. El derecho de vía está invadido por asentamientos irregulares, algunos de ellos totalmente consolidados que se encuentran expuestos a riesgo de inundación. Mantener a los ríos de Naucalpan en estas condiciones es desaprovechar uno de los grandes activos que puede tener el municipio para lograr un manejo integral de la cuenca y así prevenir inundaciones, o bien para generar entornos urbanos agradables. En este contexto, vale la pena señalar que estos ríos forman parte de un sistema mayor formado por vasos reguladores y presas. Estas últimas pueden estar integradas a un plan de desazolve y recuperación de ríos y cuerpos de agua, que esté articulado con las acciones propias de la Estrategia M.4 sobre el manejo integral de las áreas forestales y bosques urbanos.

En síntesis, se trata de hacer concurrir distintas estrategias y acciones para disminuir la dependencia hídrica de Naucalpan y simultáneamente recuperar zonas forestales y barrancas a través de acciones de reforestación. También se pretende, lograr un manejo integral de los ríos del municipio a través de un plan maestro, e incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas de la entidad para verter en los cauces la menor cantidad posible de aguas residuales sin tratar. Finalmente, contempla intervenir los cauces y sus derechos de vía para liberarlos de asentamientos humanos irregulares y construir obra pública a través de un diseño urbano y paisajístico que incluya la introducción de parques lineales en las márgenes de ríos y barrancas, con el cobeneficio de prevenir riesgos de inundación.

Esta estrategia es particularmente deseable en las colonias del sur de Naucalpan que son atravesadas por los ríos Totolica, Cuartos, Verde y Hondo, y en donde no existen suficientes áreas verdes ni espacios recreativos por haber tenido un origen irregular. Además, estas colonias son las que presentan los mayores índices de pobreza y los mayores valores en el Índice de Riesgo Urbano frente al Cambio Climático como se reporta en el capítulo sobre el Análisis de Riesgo del PACMUNA.

Aún cuando la disminución en la dependencia hídrica del sistema Cutzamala ya está en marcha con la rehabilitación de pozos existentes, la perforación de nuevos pozos y la construcción de tanques de almacenamiento. El rescate de los ríos urbanos es una medida estructural, de largo plazo y de beneficio social que requiere tiempo y recursos económicos y políticos importantes. También necesita de una intensa participación social, en particular por las eventuales reubicaciones que se requerirán y por las intervenciones puntuales en propiedades en las márgenes del río.

### **Objetivo**

Disminuir la dependencia hídrica del municipio respecto al sistema Cutzamala y restituir las condiciones naturales de los ríos que atraviesan el área urbana de Naucalpan a través de un manejo integral por cuenca e intervenciones puntuales con acciones de rehabilitación y apertura de pozos, reforestación (en el marco de la Estrategia M.4) y obra pública para liberar las riveras de asentamientos irregulares y la instalación de áreas recreativas, ciclistas y parques lineales (en el marco de la Estrategia M.3)

### **Acción A.2.1 Fortalecer las actividades de rehabilitación de pozos, perforación selectiva de nuevos pozos, monitoreo y rehabilitación de infraestructura y construcción de tanques de almacenamiento**

Esta acción está totalmente orientada hacia una gestión del agua potable del municipio a fin de disminuir la dependencia hídrica del mismo con respecto al sistema Cutzamala. Tal como se mencionó anteriormente, acciones de este tipo ya están en marcha a través del Programa Integral de Recuperación de Río Chico de los Remedios, mismo que cuenta con el apoyo financiero tanto de la CONAGUA como de la CAEM.

Esta es una acción fundamentalmente de administración de la oferta. Sin embargo, debe reconocerse que para disminuir el consumo de agua es aún más importante lograr administrar la demanda. Por esta razón, es deseable contar con una estrategia tarifaria que penalice las conductas de despilfarro. También es fundamental conocer las condiciones de los medidores y en su caso, sustituirlos por nuevos o instarlos en donde no haya para garantizar que todos paguen por su consumo de agua.

### Actividades a realizar:

1. Continuar con la rehabilitación de pozos existentes y la perforación selectiva de nuevos pozos.
2. Construir tanques de almacenamiento particularmente en zonas en donde haya mayores rezagos en el suministro.
3. Establecer un programa de identificación y supresión de fugas.
4. Continuar con el Programa de Sustitución de Micromedidores de Radiofrecuencia, que tienen la ventaja de automatizar el pago (en prepago o postpago) y asegurar un cobro exacto por los metros cúbicos realmente consumidos.
5. Realizar un diagnóstico y revisión de la estructura tarifaria para asegurarse de que los cobros son justos en función del consumo y el nivel de ingreso de las familias.

### Plazos, metas e indicadores de seguimiento

ACCIÓN A.2.1. FORTALECER LAS ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN DE POZOS, PERFORACIÓN SELECTIVA DE NUEVOS POZOS, MONITOREO Y REHABILITACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	x		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	x		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Reducir del 66% al 50% la dependencia del sistema Cutzamala		
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	NA		

### Acción A.2.2. Fortalecimiento de las acciones de limpieza y desazolve de cauces de ríos

El Organismo de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OAPAS) del municipio de Naucalpan de Juárez ejecuta obras de desazolve y limpieza de cauces de ríos de manera constante<sup>95</sup>. Sin embargo, está documentado que el depósito clandestino de basura y cascajo en cauces de ríos y arroyos es una práctica frecuente. En consecuencia, tienen que ser monitoreados. Esto se observa particularmente en la zona de El Castillo, en San Francisco Chimalpa, al noroeste del municipio. En esa región hay actividades de explotación como banco de materiales. Por lo anterior, esta acción se plantea tanto para dar continuidad, como para ampliar la capacidad del municipio de monitorear las fuentes de azolve de los ríos, por basura y cascajo, y asegurar un flujo de agua adecuado particularmente en época de lluvias extremas. Estas últimas acciones están a cargo del OAPAS.

### Actividades a realizar

1. Continuar con el Programa Permanente de Desazolve, en particular en las zonas bajas del municipio que son las más susceptibles a inundaciones.
2. Diseñar y operar un programa de sensibilización y concientización en las colonias densamente pobladas que ocupan de manera regular e irregular los derechos de paso, para modificar conductas ciudadanas que afectan el flujo de los ríos y arroyos como arrojar basura a sus cauces.
3. Monitorear y supervisar de manera permanente las posibles fuentes de basura y cascajo.

### Plazos, metas e indicadores de seguimiento

<sup>95</sup> Así lo manifestó personal del OAPAS en entrevista realizada el 21 de junio de 2013. Véase además: <http://www.naucalpan.gob.mx/inicio/noticia/1624#.UoOTtZGg70Q>. Última consulta: 13 de noviembre de 2013.

Acción A.2.2. FORTALECIMIENTO DE LAS ACCIONES DE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DE CAUCES DE RÍOS	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS		X	
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	NA		
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	NA		

**Acción A.2.3. Elaboración del Plan Maestro para la recuperación de ríos urbanos y construcción de parques lineales**

A diferencia de la Acción A.2.2 que es de carácter táctico, esta acción es naturaleza estratégica y está pensada a corto, mediano y largo plazo. Implica la elaboración de un instrumento de política pública con estrategias y acciones al que hay que darle seguimiento.

El Plan Maestro representa un cambio profundo en la relación que ha guardado Naucalpan con los ríos y arroyos que atraviesan su territorio y con la forma de ordenar el desarrollo urbano de la ciudad. Implica un estudio a profundidad de todos y cada uno de los ríos y arroyos para lograr varios propósitos de manera simultánea. Por un lado, busca conocer el emplazamiento específico de cada cauce para evaluar la factibilidad técnica de abrir el derecho de vía y hacer uso de instrumentos como la expropiación por causa de utilidad pública. Esto implicaría contar con opciones de ocupación segura del territorio para las familias que serían reubicadas. También tiene como meta la reforestación vista como una acción complementaria de mejoramiento de las riveras u orillas de los ríos, particularmente de los más grandes como el Hondo o el Chico de los Remedios. Esto implicaría un análisis puntual y detallado a todo lo largo de los afluentes para conocer de manera precisa las opciones de intervención y obra pública que mejoren las condiciones ambientales, hídricas y de conducción del agua. Conlleva asimismo, la evaluación del uso de tecnologías para contener el agua a través de un sistema de represas pequeñas que generen entornos urbano-ambientales estimulantes y que fortalezcan los servicios ambientales que ya proveen pero que son poco aprovechados.

Un Plan Maestro de estas características es de hecho un instrumento que genera sinergias con otras estrategias y acciones, en particular con la acción anterior (A.1.1) y las acciones propias de la Estrategia M.4 sobre el manejo integral del área forestal.

### Actividades a realizar:

1. Elaboración de los términos de referencia para elaborar en Plan Maestro de Recuperación de Ríos y Arroyos del Municipio de Naucalpan de Juárez.
2. Publicación de una licitación pública
3. Recepción de las propuestas y dictaminación
4. Coordinación durante la elaboración del Plan Maestro y participación con vecinos y propietarios de las márgenes de los ríos.
5. Publicación del Plan Maestro
6. Ejecución de obra de saneamiento y rescate de ríos urbanos

Se propone que el Plan Maestro contemple entre otras, la ejecución de las siguientes acciones en la parte rural y urbana. Algunas de ellas se pueden realizar en el corto plazo.

1. En la parte rural:
  - a. Protección de laderas alledañas para evitar arrastre de suelo y tierra
  - b. Instalación selectiva de pequeñas represas para alentar el flujo y propiciar la absorción de agua en el sitio
2. En la parte urbana:
  - a. Instalar plantas de tratamiento particulares para evitar descargas contaminantes a los ríos
  - b. Incrementar la capacidad de las plantas de tratamiento actuales para identificar áreas de mejora<sup>96</sup>
  - c. Mejorar los bordes en donde existen, y construirlos en donde no los hay
  - d. Realizar el diseño paisajístico de las márgenes y puentes, para proveer espacios públicos de calidad en donde la población pueda encontrar esparcimiento y disfrutar del paisaje local.
  - e. Utilizar los derechos de vía para proveer espacios públicos

### Plazos, metas e indicadores de seguimiento

ACCIÓN A.2.3. ELABORACIÓN DEL PLAN MAESTRO PARA LA RECUPERACIÓN DE RÍOS URBANOS Y CONSTRUCCIÓN DE PARQUES LINEALES	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	x		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS		x	
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Elaboración de un Plan Maestro para la recuperación de ríos urbanos y construcción de parques lineales		
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	NA		

Áreas responsables y posibles fuentes de financiamiento de la Estrategia A.2

El área responsable de llevar a cabo esta acción sería el Organismo de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Naucalpan, en coordinación con la Dirección General de Medio Ambiente.

<sup>96</sup> Durante una presentación de los avances a Directores Generales y Regidores de Naucalpan llevada a cabo el 6 de noviembre, personal de OAPAS informó que a través del Programa Federal de Saneamiento de Aguas Residuales, será posible duplicar la capacidad de tratamiento de la Planta de Naucalli de 40 a 80 lps.

Las posibles fuentes de financiamiento son el Programa Federal de Saneamiento de Aguas Residuales (PROSANEAR) de la CONAGUA. A través del Fondo Metropolitano es posible acceder a recursos para la elaboración del plan hídrico, así como para las obras que posteriormente se vayan ejecutando. Se puede establecer un fideicomiso con recursos públicos y privados. De esta manera, el sector privado y los industriales podrán hacer aportaciones al patrimonio del fideicomiso. Su objetivo sería el rescate de los ríos de Naucalpan y hacer uso de su aportación como marketing de empresa social y ambientalmente responsable.

En el Plan Maestro es posible definir una cartera de proyectos de recuperación y rescate tanto de espacios públicos como de cauces de ríos. Para desarrollar estos proyectos se puede acceder a recursos del Programa de Rescate de Espacios Públicos (PREP), y del Programa de Prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos (PRAH); ambos de la SEDATU.

Finalmente, y en caso de que el municipio instrumente un cobro extraordinario por los derechos de vía según se plantea en la Acción M.4.1 (Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales), una porción de éstos se podría etiquetar para la ejecución de las acciones planteadas en el Plan Maestro.

### **Estrategia A.3. Reducción de la vulnerabilidad social**

#### ***Justificación***

El análisis de riesgo del PACMUNA da cuenta de que, de acuerdo con el índice de marginación de CONAPO, tres cuartas partes de la población de Naucalpan tienen algún grado de marginación. Es decir, más de 342 mil personas tienen algún grado de marginación y casi 9 mil tienen un grado muy alto de marginación. Las colonias con mayor pobreza y en consecuencia, mayor grado de vulnerabilidad se encuentran en el sur y surponiente del municipio. Entre estas se pueden mencionar las colonias La Chacón México 68, Loma Colorada 1ª Sección, El Corralito, Plan de Ayala 1ª Sección, Benito Juárez, Praderas de San Mateo, además de varios asentamientos irregulares en zonas de riesgo y en el ANP Bosque de los Remedios. El análisis de riesgo también da cuenta de que Naucalpan tiene una cobertura notable de servicios de salud y una presencia de estancias infantiles importante en el sur del municipio. Es precisamente ahí en donde se presenta precisamente la mayor concentración de población infantil.

A pesar de estas circunstancias favorables de infraestructura de salud y atención infantil, no existe una estrategia de fortalecimiento del equipamiento social orientada específicamente a disminuir el riesgo e incrementar la resiliencia de la población ante el cambio climático atendiendo la segregación socioespacial identificada (ver capítulo de Diagnóstico Socioeconómico). Tal segregación se puede sintetizar de la siguiente manera: en el norponiente, una población de adultos mayores con poca baja accesibilidad a servicios de salud y geriatría. Esto contrasta con una población infantil grande que habita en el sur en donde colonias no cuentan con un acceso fácil a dichos servicios. Ambas poblaciones, finalmente, son vulnerables a los efectos del cambio climático (enfermedades diarreicas agudas y enfermedades respiratorias agudas).

#### ***Objetivo***

Fortalecer la resiliencia de la población frente al cambio climático a través de la apertura de nuevos equipamientos de salud y educación que aseguren una cobertura total del municipio.

**Acción A.3.1. Construir el Sistema Naucalpense de Protección Social a través de la apertura de equipamiento de salud y servicios sociales**

Si bien dentro de las atribuciones del municipio no está la provisión de todos los servicios que requiere la sociedad para reducir su condición de vulnerabilidad, en vastas zonas de Naucalpan hace falta introducir equipamiento de atención a la población que permita aumentar la resiliencia de grupos vulnerables. Las colonias a tender de manera prioritaria por su condición de pobreza son: La Cañada, Benito Juárez, La Mancha I, Minas El Coyote, Minas el Tejocote, Las Chacona, Las Huertas y Lomas de San Agustín. En contraparte, Ciudad Satélite, Hacienda de Echegaray, La Florida, Boulevares y Jardines de San Mateo destacan por tener una condición de inaccesibilidad a los servicios de salud (particularmente especializados en la tercera edad).

**Actividades a realizar**

- Diseñar un sistema de protección social municipal
- Gestionar ante las instancias estatales y federales correspondientes, así como fundaciones privadas, la apertura de unidades que ofrezcan diferentes servicios sociales y de salud, según las necesidades de cada zona:
  - Guarderías y estancias infantiles
  - Clínicas y unidades de consulta externa que den cobertura a toda la población, independientemente de su condición de derechohabencia
  - Instalaciones deportivas de calidad y con adecuado mantenimiento
  - Espacios educativos para niños y jóvenes, sean escuelas o centros juveniles (bibliotecas, centros culturales, teatros al aire libre, etc.)
  - Centros sociales para la tercera edad.
  - Centros de capacitación y talleres para el aprendizaje de oficios
- Identificar predios o inmuebles que puedan ser habilitados para tales propósitos dentro de los perímetros identificados como los de menor accesibilidad a los servicios sociales y de salud.
- Gestionar la adquisición de dichos inmuebles ante la autoridad competente o negociar un contrato de comodato con el propietario (o algún otro mecanismo para habilitarlo).
- Licitación del diseño y construcción
- Asegurar la operación con asociaciones civiles, fundaciones privadas o hacerlo de manera directa a través de instituciones de asistencia social municipales como el DIF, el Instituto Municipal para la Cultura y las Artes, el Instituto Naucalpense de la Juventud, el Instituto Naucalpense de las Mujeres, el Instituto Municipal de Cultura Física y el Deporte, o las Direcciones Generales de Educación y de Desarrollo Social.

**Plazos, metas e indicadores de seguimiento**

ACCIÓN A.3.1. CONSTRUIR EL SISTEMA NAUCALPENSE DE PROTECCIÓN SOCIAL A TRAVÉS DE LA APERTURA DE EQUIPAMIENTO DE SALUD Y SERVICIOS SOCIALES	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN		X	
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS			X
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>		NA	
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>		NA	

Áreas responsables y posibles fuentes de financiamiento de la Estrategia A.3

Naucalpan cuenta con instituciones de protección social que le permiten proveer directamente servicios sociales (educación, cultura, deporte, etc.), o bien que pueden gestionar la apertura de servicios de salud a través de programas del gobierno federal a cargo de la SEDESOL, la Secretaría de Salud y la Secretaría de Economía o bien, por medio de programas del gobierno del Estado de México. Así, las instituciones clave para construir y financiar un sistema de protección social municipal son:

- El DIF municipal
- Instituto Municipal para la Cultura y las Artes
- Instituto Naucalpense de la Juventud
- Instituto Naucalpense de las Mujeres
- Instituto Municipal de Cultura Física y el Deporte
- Dirección General de Educación
- Dirección General de Desarrollo Social
- Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico

#### Estrategia A.4 Revitalización y reconversión urbana de la zona industrial

##### **Justificación**

El diagnóstico socioeconómico del municipio permitió también identificar que en el periodo que va de 2003 a 2011 la actividad industrial del municipio se ha estabilizado, o incluso ha sufrido una ligera disminución. De esta suerte, ha pasado de aportar el 21% del PIB municipal a representar el 20% respectivamente. A partir de estos datos no es posible afirmar de manera contundente que el sector industrial de Naucalpan esté en decaimiento. (Resulta interesante comentar en este sentido, que tradicionalmente se asocia a Naucalpan como uno de los centros industriales más importantes de país). Sin embargo, otros sectores como el comercial y el de la construcción, han tenido un aumento leve de su aporte al PIB municipal a lo largo del mismo período pasando del 12.4% a 15.1% en el caso del comercio, y del 13.2% al 14.9% en el de la construcción. Estos datos, aunados a la apertura del centro comercial “El Toreo” y una intención explícita del municipio para impulsar una reconversión de toda la zona industrial hacia el comercio y los servicios, sugiere una transición en el mediano plazo acompañada de un cambio de uso de suelo de industrial a comercial, habitacional y de servicios.

Sin embargo, por su localización y los activos fijos con que cuenta, la planta industrial de Naucalpan aún posee atributos que la hacen competitiva para generar y retener inversión productiva en este sector. Por lo anterior, la estrategia de reconversión de la zona industrial tiene que ser una que no necesariamente implique la pérdida de la base económica. Más bien debe atraer a la industria limpia vinculada con la tecnología, la investigación y el desarrollo (R&D). Tales actividades son compatibles con los usos comerciales e incluso habitacionales y podrían generar un entorno de innovación. No debe descartarse la presencia de universidades y en su caso, de algún centro de investigación<sup>97</sup>. En síntesis, los seis parques industriales de Naucalpan tienen un enorme potencial para transitar en el mediano plazo hacia una zona industrial de *segunda generación* en la que se dejen de manejar

---

<sup>97</sup> Esta visión es congruente con el Programa Parcial de Reconversión Industrial 2006 – 2009 elaborado por el Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad de la UNAM, en la que plantea tres estrategias, ocho acciones y cuatro proyectos detonadores, entre los que se encuentran un Centro de Capacitación Regional, un Centro de Negocios y un Tecnoparque industrial. Tales actividades de servicios no transforman o manufacturan productos, sino que prestan servicios al productor e incluso pueden llegar a generar innovación y desarrollo de nuevos productos industriales y patentes. Por otro lado, llama la atención que el Presidente de Ecología de la Asociación de Industriales del Estado de México entrevistado el 22 de octubre de 2013 en la Sede de dicha Asociación; afirmen que la planta industrial de Naucalpan sigue interesada en permanecer en el municipio y que no hay planes de relocalizarse. En síntesis, hay indicios de que una reconversión industrial en Naucalpan está orientada a un cambio de perfil de la industria y no a un abandono de la actividad industrial.

residuos peligrosos o compuestos orgánicos volátiles precursores de CEI como los lubricantes, ceras, parafinas, y solventes, entre otros.

Por otro lado, la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico ha hecho explícita la intención de proseguir un proceso de reconversión en la zona industrial inspirado en el Distrito 22 de Barcelona<sup>98</sup>. Ésto no necesariamente tiene la finalidad de conservar la vocación industrial del municipio, sino de buscar un cambio de uso de suelo, dismantelar la planta industrial e inducir nuevos usos de suelo orientados al comercio y los servicios corporativos, tal como está concebido el complejo de oficinas y comercio “El Toreo”. Para ello, la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico propuso un esquema en el que propietarios de las plantas industriales abandonadas o en desuso, desarrollen edificios de oficinas, comercios y servicios dejando el 30% de su superficie para parques y espacios públicos. A cambio, el municipio les otorgaría el cambio de uso de suelo y la posibilidad de desarrollar mayores densidades e intensidades de uso. Esto implica naturalmente modificar el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y actualizar el Programa Parcial de Reconversión de las Zonas Industriales.

### **Objetivo**

Lograr una reconversión de la zona industrial de Naucalpan a través de la promoción de la misma como un nuevo distrito tanto industrial como de comercio y oficinas corporativas, que permita al municipio transitar en el mediano plazo hacia actividades menos emisoras de CEI y menos intensas en carbono a la vez que genera un nuevo y mejor entorno urbano con espacios públicos, ciclistas, zonas habitacionales y residenciales.

### **Acción A.4.1. Actualización del Programa Parcial de Reconversión de la Zona Industrial de Naucalpan de Juárez**

El municipio apoya actualmente la realización del proyecto de reconversión urbana en la zona industrial. En este sentido debe asegurar que cumpla con estándares de ahorro de agua y energía, de provisión de áreas verdes y espacios públicos, de conectividad con el transporte masivo y de fomento al transporte no motorizado como ciclistas. A través de este instrumento de planeación, se deberán crear las condiciones adecuadas de certeza jurídica y de gestión del suelo (predial sustentable, polígonos de actuación, fideicomisos de inversión en bienes raíces (FIBRAS), etc.) para impulsar el establecimiento de comercios e industrias limpias, así como la retención de aquellas que cumplen con estándares ambientales altos. Esta reconversión tiene que estar vinculada con zonas habitacionales que en conjunto permitan crear una oferta de empleos verdes, que atraiga a mano de obra calificada e incremente la competitividad de Naucalpan.

### **Actividades a realizar**

1. Elaborar los términos de referencia para la Actualización del Programa Parcial de Reconversión de la Zona Industrial de Naucalpan de Juárez
2. Lanzar licitación o invitación restringida a consultores
3. Dictaminar y dar seguimiento a la elaboración del programa

---

<sup>98</sup> Llamen la atención las declaraciones que hizo el Presidente Municipal, Lic. David Sánchez, en un viaje a Barcelona a finales de 2012, cuando era candidato electo, en el sentido de lograr una reconversión industrial en Naucalpan, para que los parques industriales como Alce Blanco “...donde actualmente sólo hay bodegas vacías, (transformarlo) en centros (...) corporativos o de actividades económicas que ayuden a generar empleos para los naucalpenses”. Véase <http://www.contactodf.com/nacion/gobierno/15812-jorge-sanchez-torres>. Última consulta: 14 de noviembre de 2013. Véase también <http://www.contactociudadano.tv/2012/10/15/david-sanchez-guevara-impulsara-la-modernizacion-de-naucalpan-con-modelos-europeos/>. Última consulta: 14 de noviembre de 2013.

4. Definición de una cartera de proyectos detonadores
5. Búsqueda de fuentes y mecanismos de financiamiento para la atracción de nuevos proyectos de inversión en ramas industriales acordes con la localización y la especialización económica actual o emergente que determine el programa
6. Incorporar criterios ambientales y asegurar la certificación ambiental de las empresas que se desee atraer, así como el cumplimiento de criterios ambientales conforme a las normas oficiales mexicanas sobre sustentabilidad en la edificación.

Entre otras acciones que asegurarían la calidad ambiental del proyecto, se cuentan:

- La reinyección de aguas pluviales al subsuelo
- El tratamiento de aguas usadas *in situ*
- La descontaminación de suelos
- La utilización de calentadores solares de agua en las industrias actuales y futuras
- La utilización exclusiva de focos y luminarias de alta eficiencia energética en las industrias actuales y futuras.
- La provisión de espacios peatonales suficientes y conectados con la red de transporte público y el sistema de movilidad ciclista propuesto en la Acción M.3.2. El respeto del porcentaje de la superficie que se destina a áreas verdes e incentivos como el predial sustentable para hacer tener mayores porcentajes de áreas verdes.

## Plazos, metas e indicadores de seguimiento

ACCIÓN A.4.1. ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA PARCIAL DE RECONVERSIÓN DE LA ZONA INDUSTRIAL DE NAUCALPAN DE JUÁREZ	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS			X
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	NA		
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	NA		

### Áreas responsables y fuentes de financiamiento de la Estrategia A.4

La Dirección General de Desarrollo Urbano deberá instrumentar esta acción en coordinación con la Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico y la Dirección General de Medio Ambiente. Requiere además, de un acercamiento muy importante con la Asociación de Industriales de Naucalpan y del Estado de México; particularmente con aquellos que poseen terrenos industriales en desuso y con aquellos que estén bien arraigados y operando bajo criterios ambientales estrictos.

Respecto a las fuentes de financiamiento para la actualización del programa, se sugiere emplear recursos propios del municipio o recursos del sector industrial. Sin embargo para su instrumentación, se requieren diversas fuentes de financiamiento que ya se han comentado:

- El *Predial Sustentable* puede ser un mecanismo que incentive a los industriales a adoptar ecotecnologías para ahorro de agua y energía, así como para reducir la generación de desechos.
- Por otro lado, existen instrumentos de gestión del suelo para financiar una reconversión progresiva, tales como:
  - *Captura de plusvalías* que se generarían con el cambio de uso de suelo de industrial a comercial y de servicios.
  - *Intercambio de beneficios*, es decir, otorgar concesiones de uso de suelo, densidades e intensidades de uso a industrias, comercios y servicios que lleguen y a cambio que ellos financien obras en beneficio de la comunidad (como parques públicos, áreas verdes, ciclistas, andadores, etc). Vale la pena señalar que esta acción es sinérgica con la Estrategia M.3 sobre movilidad sustentable, y en particular con la acción M.3.2 sobre el diseño e instrumentación de un programa de movilidad ciclista y peatonal. Bajo este esquema se pretende que las industrias que lleguen, tengan a sus empleados cerca de su trabajo pues se trata de crear comunidades con usos mixtos en donde además de la industria, comercios y servicios, existan zonas habitacionales.
  - *Fideicomisos de Inversión en Bienes Raíces (FIBRAS)*, en asociación con los propietarios del suelo, los inversionistas interesados y la banca pública o privada como fiduciaria.
- Otras fuentes de financiamiento son la *banca privada*, la *banca de desarrollo* y la *banca internacional* por medio de créditos a largo plazo para el financiamiento de la infraestructura que requeriría la reconversión industrial (entre la que se encuentran la introducción de fibra óptica, la repavimentación con concreto hidráulico, la modernización de las redes de agua potable, alcantarillado, saneamiento y alumbrado público a través de la Acción M1.1 sobre el diagnóstico y cambio de luminarias y opciones de movilidad sustentable, aprovechando

incluso la antigua vía férrea Huixquilucan – Naucalpan. Esta vía cruza precisamente gran parte de la zona industrial y se dirige hacia la delegación Azcapotzalco.

Para concretar estas y otras fuentes de financiamiento es necesaria la participación de la Tesorería del municipio dado que es el área de la entidad facultada para impulsar estos mecanismos de financiamiento.

A través de la Dirección General de Medio Ambiente, el municipio establecerá una interlocución directa entre las industrias actuales y los nuevos inversores a fin de facilitar los apoyos federales para la utilización de ecotecnias a través de programas como el PROCALSOL de la CONUEE y los Programas de Sustitución de Electrodomésticos del FIDE. De esta manera se busca garantizar que las industrias actuales y futuras, así como los comercios y servicios que lleguen a Naucalpan, cumplan con estándares ambientales reconocidos por los sistemas de certificación internacionales como el LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), el LBC (*Living Building Challenge*), el GBCe (*Green Building Council España*), entre otros.

Por sus dimensiones y superficie, los techos de las plantas industriales y los edificios corporativos que existen o que eventualmente se instalen en Naucalpan tienen un potencial importante para acoger azoteas y muros verdes a través de una política de naturación urbana. El Distrito Federal ya cuenta con un programa específico que le permitió generar una superficie de 12,500 m<sup>2</sup> de azoteas verdes en edificios públicos, unidades habitacionales, hospitales e instalaciones del metro. Naucalpan podría replicar esta iniciativa e incentivando la adopción de este tipo de acciones a través del predial sustentable.

Finalmente, debe señalarse que en la fase de ejecución de obra pública que se derive del programa, intervendrán las áreas responsables, en particular la Dirección General de Obras Públicas, la Dirección General de Servicios Públicos y OAPAS.

## **12.5. Estrategias y acciones de Educación y Comunicación**

### Estrategia EC.1. Fortalecer la educación y comunicación para el Cambio Climático

#### ***Justificación***

Es ampliamente reconocido que la educación y la comunicación constituyen uno de los pilares que permitirá integrar una estrategia exitosa tanto de mitigación como de adaptación al cambio climático. Ambas acciones son y deben ser transversales a todas y cada una de las estrategias y acciones que se han descrito hasta ahora. Así como todas requieren de un financiamiento, todas deben dar a conocer los problemas que están resolviendo, así como los aciertos y avances que tal o cuál acción puede tener para contribuir con las políticas del cambio climático.

Por ello, el PACMUNA plantea una estrategia específica en esta materia. Dicha estrategia es transversal a todas las demás y presenta una serie de acciones para difundir la importancia del tema entre los actores clave, la ciudadanía y grupos sociales específicos como los estudiantes o los empresarios. La sensibilización sobre el tema debe ser entonces, un paso simultáneo a las acciones planteadas anteriormente.

La educación asociada al cambio climático concebida por el PACMUNA se plantea desde dos vertientes: una educación formal que se incorpora a los programas escolares y cuyo cumplimiento depende de los programas de la Secretaría de la Educación Pública. La segunda vertiente es la educación no formal, en donde a través de acciones de diferente naturaleza, el municipio puede incidir en la educación y sensibilización sobre los beneficios ambientales que tiene ciertas conductas (como por ejemplo, la separación y clasificación de residuos sólidos, el uso del transporte público, el ahorro de agua y energía), así como sobre los riesgos asociados al cambio climático.

### **Objetivos**

- Educar y sensibilizar a la población naucalpense sobre los riesgos asociados al cambio climático y las acciones que se pueden tomar como ciudadano y como sociedad para combatir este fenómeno.
- Lograr un cambio en las conductas cotidianas de la población para incidir en el desempeño ambiental del municipio al conformar una sociedad más participativa, informada y sensible en lo que se refiere al cambio climático.

### **Acción EC.1.1. Gestionar la apertura de una “Casa de la Tierra”**

El propósito de esta acción es establecer un espacio para el conocimiento del cambio climático y sus efectos, así como de algunas medidas de adaptación. La Casa de la Tierra es parte de la red de Centros de Educación Ambiental para el Cambio Climático en el Estado de México. Se trata de un espacio que brinda la oportunidad de realizar eventos de difusión que eleven el nivel de conciencia y conocimiento de la población sobre el cambio climático. En él se pueden dar a conocer políticas compromisos y logros de la administración municipal en materia de cambio climático como la elaboración del Programa de Acción Climática Municipal. Brinda además la oportunidad de que las de Naucalpan organicen visitas y actividades que fortalezcan la educación ambiental formal y no formal.

#### **Actividades a realizar**

- Hacer la solicitud y justificación de la apertura ante la SEMARNAT y el Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU)
- Identificar y en su caso adquirir un predio o espacio adecuado (como el Parque Naucalli) para la edificación de la “Casa de la Tierra”.
- Diseñar el proyecto ejecutivo y construirlo de acuerdo con las especificaciones técnicas adecuadas para que funja como un observatorio del cambio climático en tiempo real.
- Simultáneamente, gestionar la integración del municipio a la Red de Educación y Vigilancia Climática Global Sir Crispin Tickell<sup>99</sup>

---

<sup>99</sup> La Red de Educación y Vigilancia Climática es una red que integra la ciencia, tecnología de punta y vigilancia climática global, con el propósito de divulgar y dar a conocer a través de herramientas interactivas, las causas, consecuencias e implicaciones del cambio climático; además de reportar en tiempo real, las concentraciones de bióxido de carbono en la atmósfera y otros gases de efecto invernadero. Lleva el nombre del Presidente Emérito del Instituto del Clima Sir Crispin Tickell, un líder ambiental en el Reunio Unido. La Casa de la Tierra estaría enlazada a la Red Mundial de Vigilancia Climática.

## Plazos, metas e indicadores de seguimiento

Acción EC.1.1. GESTIONAR LA APERTURA DE UNA "CASA DE LA TIERRA"	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	X		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	Construir una "Casa de la Tierra"		
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	NA		

### **Acción EC.1.2. Diseñar un programa de educación ambiental no formal**

Para dar cumplimiento a esta acción, el municipio diseñará e implementará una campaña informativa sobre el cambio climático y temas vinculados a él como el ahorro de energía, el ahorro de agua, la prevención de riesgos de desastres, la protección civil, etc. Esta campaña se realizará a través de todos los canales de comunicación disponibles en el municipio como el portal electrónico, spots publicitarios, folletería, redes sociales, etc.

Un programa de este tipo requiere conocer experiencias exitosas sobre educación ambiental no formal que puedan ser replicables y adaptadas al contexto municipal de Naucalpan.

#### **Actividades a realizar**

Diseñar un programa de educación ambiental no formal que incluya:

- Una campaña en las escuelas de toda la demarcación
- Una campaña en las dependencias públicas del municipio
- Talleres de capacitación y sensibilización para jóvenes, niños, vecinos, industriales y tomadores de decisiones.
- Canalizar recursos para fortalecer los programas de educación y comunicación sobre cambio climático. Tales recursos se pueden generar a través de multas ambientales y otros impuestos, derechos, productos y aprovechamientos asociados a la regulación y supervisión ambiental, a fin de penalizar conductas no deseables desde el punto de vista ambiental y favorecer las conductas deseables.

### **Plazos, metas e indicadores de seguimiento**

ACCIÓN EC.1.2. DISEÑAR UN PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL NO FORMAL	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	X		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	NA		
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	NA		

### **Acción EC.1.3. Difundir los consumos de agua y energía en la población en general a través de sus recibos**

Esta acción consiste en hacer del conocimiento de ciudadanos, empresas y establecimientos industriales, comerciales, de servicios y públicos, su consumo de agua y energía.

#### **Actividades a realizar**

El municipio hace las gestiones necesarias para que la Comisión Federal de Electricidad y OAPAS incluyan en sus recibos información sobre los siguientes temas:

- Consumo actual del hogar, industria, comercio o servicio y un parámetro para informar si es un consumo adecuado o excesivo.
- Lo que dicho consumo representa para el ambiente con parámetros sencillos de entender
- Estrategias de ahorro de luz y agua
- Ahorros monetarios obtenibles con las acciones de reducción del consumo propuestas

### **Plazos, metas e indicadores de seguimiento**

ACCIÓN EC.1.3. DIFUNDIR LOS CONSUMOS DE AGUA Y ENERGÍA EN LA POBLACIÓN EN GENERAL A TRAVÉS DE SUS RECIBOS	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	X		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	NA		
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	NA		

### **Acción EC.1.4. Complementar información en cédulas y registros sobre emisiones y residuos para estandarizar y facilitar el acopio de información en inventarios futuros**

Esta acción consiste en completar y estandarizar la información necesaria sobre emisiones y desechos de todas las unidades económicas y hogares en el municipio con la normatividad federal y estatal. Tiene como objetivo facilitar el acopio de información para inventarios futuros y para efectos de comparabilidad con la Zona Metropolitana del Valle de México, el Estado de México, la federación e incluso con los gobiernos locales de otros países. Se trata fundamentalmente de una acción de

comunicación del sector productivo a la autoridad municipal que es quien tiene facultades para regular el impacto ambiental de la actividad económica.

### Actividades a realizar

- Rediseñar las licencias ambientales municipales (LAM) de tal manera que permitan recolectar datos sobre el consumo de combustibles fósiles.
- Homologar la nomenclatura de las LAM y hacerla comparable con los certificados de operaciones anuales aplicados en la industria de competencia federal.
- **En coordinación con el Gobierno del Estado de México, homologar los datos requeridos (códigos y referencias de materia prima, unidades, claves de sectores, etc.) con la industria de competencia estatal.**
- Sistematizar información sobre el volumen de madera podada en áreas urbanas, de forma que se pueda estimar el inventario de carbón en estas zonas.
- Establecer un esfuerzo de coordinación con la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México para realizar censos periódicos en áreas naturales, en particular en los bosques de oyamel, pino, y encino. Lo anterior permitirá contar con mayor información acerca de la salud de los bosques y el impacto de posibles plagas, incendios, así como de la tala ilegal.
- Monitorear frecuentemente el tonelaje y composición de los residuos sólidos municipales en el punto de recolección, para así poder cuantificar la pérdida de residuos por pepena, aprovechamiento, y separación para reciclaje. De esta manera se reducirá la incertidumbre que existe sobre la generación de residuos sólidos municipales.

### Plazos, metas e indicadores de seguimiento

ACCIÓN EC.1.4. COMPLEMENTAR INFORMACIÓN EN CÉDULAS Y REGISTROS SOBRE EMISIONES Y RESIDUOS PARA ESTANDARIZAR Y FACILITAR EL ACOPIO DE INFORMACIÓN EN INVENTARIOS FUTUROS	CORTO PLAZO 1 A 3 AÑOS	MEDIANO PLAZO 4 A 6 AÑOS	LARGO PLAZO 7 AÑOS O MÁS
DE IMPLEMENTACIÓN	X		
DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS	X		
<b>METAS Y SEGUIMIENTO</b>			
<b>META</b>	NA		
<b>INDICADOR DE SEGUIMIENTO</b>	NA		

Áreas responsables y posibles fuentes de financiamiento de la Estrategia EC.1.

El área responsable es la Dirección General de Medio Ambiente y no se requiere en este caso de un financiamiento externo. Esta Dirección General puede ir ejecutando de oficio este tipo de actividades.

De esta manera concluye la presentación de las estrategias y acciones que propone el Programa de Acción Climática del Municipio de Naucalpan de Juárez 2013-2023 (PACMUNA). La instrumentación de un programa de esta naturaleza seguramente redundará en beneficios no sólo ambientales, sino también sociales que permitirán a la población municipal hacer frente en mejores condiciones a los efectos del cambio climático. La Tabla 12.2 sintetiza todas las Estrategias y Acciones que contiene el PACMUNA.

**Tabla 12.2 Síntesis de Estrategias y Acciones**

<b>ESTRATEGIAS Y ACCIONES</b>	
<b>MITIGACIÓN: 6 estrategias y 16 líneas de acción</b>	<b>Estrategia M.1. Mejorar el desempeño energético en el sector público</b>
	Acción M.1.1. Diagnóstico y mejoramiento de la eficiencia energética en el alumbrado público
	Acción M.1.2. Diagnóstico energético de edificios públicos y cambio de prácticas energéticas
	<b>Estrategia M.2. Mejorar el desempeño energético en el sector privado</b>
	Acción M.2.1. Sustitución de electrodomésticos ineficientes (Refrigeradores y focos)
	Acción M.2.2. Diagnóstico energético para el sector privado y cambio de prácticas energéticas
	Acción M.2.3. Incremento en el uso de calentadores solares de agua
	<b>Estrategia M.3. Impulsar la accesibilidad y movilidad urbana sustentable a través de un Plan Integral de Movilidad Urbana</b>
	Acción M.3.1. Elaborar un programa para la agilización del flujo del transporte público y privado.
	Acción M.3.2. Diseñar e instrumentar un programa de movilidad ciclista y peatonal.
	<b>Estrategia M.4. Promover un manejo integral de las áreas forestales y bosques urbanos</b>
	Acción M.4.1. Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales.
	Acción M.4.2. Restauración y conservación de suelos
	Acción M.4.3. Promoción de actividades agropecuarias, silvícolas, turísticas y recreativas compatibles con el manejo sostenible del área rural.
	Acción M.4.4. Instalar un Sistema de Telemático de Monitoreo las ANPs y elaborar un Programa de Reubicación de Asentamientos Humanos Irregulares
	Acción M.4.5. Actualizar o en su caso, elaborar el Plan de Manejo de cada una de las Áreas Naturales Protegidas y Bosques Urbanos.
	<b>Estrategia M.5. Reducción de emisiones a través de la modernización de la gestión de residuos sólidos urbanos</b>
	Acción M.5.1. Construcción de un Centro de Transferencia para facilitar la separación y eficientar la disposición final
	Acción M.5.2. Modernización del equipamiento para la quema de metano en el relleno sanitario
	<b>Estrategia M.6. Impulsar las compras "Verdes" y el e-Gobierno</b>
	Acción M.6.1. Elaborar un Programa de ahorro de papel y la compra de insumos sustentables
Acción M.6.2. Instrumentar un programa de simplificación administrativa para ahorro de papel a través de la automatización de trámites y servicios en línea (e-gobierno).	
<b>ADAPTACIÓN: 4 estrategias y 7 líneas de acción</b>	<b>Estrategia A.1. Contener el fenómeno de la irregularidad en los asentamientos humanos y mitigar la exposición a peligros en la ocupación del territorio</b>
	Acción A.1.1. Diseñar un Programa de Reubicación de Asentamientos Humanos expuestos a algún tipo de peligro o asentados en Áreas Naturales Protegidas
	Acción A.1.2. Llevar a cabo un Programa de Regularización de la Tenencia de la Tierra de aquellos asentamientos consolidados de origen irregular no expuestos a ningún tipo de peligro
	<b>Estrategia A.2. Incremento en la autosuficiencia hídrica y recuperación de ríos urbanos</b>
	Acción A.2.1. Fortalecimiento de las actividades de rehabilitación de pozos, perforación selectiva de nuevos pozos, monitoreo y rehabilitación de infraestructura y construcción de tanques de almacenamiento
	Acción A.2.2. Fortalecimiento de las acciones de limpieza y desazolve de cauces de ríos
	Acción A.2.3. Elaboración del Plan Maestro para la recuperación de ríos urbanos y construcción de parques lineales
	<b>Estrategia A.3. Reducción de la vulnerabilidad social</b>
	Acción A.3.1. Construir el Sistema Naucalpense de Protección Social a través de la apertura de equipamiento de salud y servicios sociales
	<b>Estrategia A.4. Revitalización y reconversión urbana de la zona industrial</b>
Acción A.4.1. Actualización del Programa Parcial de Reconversión de la Zona Industrial de Naucalpan de Juárez	
<b>EDUCACIÓN Y COMUNICACIÓN: Estrategia única y 4 líneas de acción</b>	<b>Estrategia EC.1. Fortalecer la educación y comunicación para el Cambio Climático</b>
	Acción EC.1.1. Gestionar la apertura de una "Casa de la Tierra"
	Acción EC.1.2. Diseñar un programa de educación ambiental no formal
	Acción EC.1.3. Difundir los consumos de agua y energía en la población en general a través de sus recibos
	Acción EC.1.4. Complementar información en cédulas y registros sobre emisiones y residuos para estandarizar y facilitar el acopio de información en inventarios futuros

Para terminar este capítulo es importante recordar que a su inicio se reconoció que muchas de las acciones propuestas en este Programa inciden tanto en la mitigación de CEI, como en la adaptación al cambio climático. Sin embargo, a fin de presentar las acciones de manera más didáctica, la figura 12.3 contiene un mapa de todas las acciones que contempla el PACMUNA.

Figura 12.3. Mapa de las acciones de acuerdo con su contribución a la mitigación, adaptación, y/o educación y comunicación



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente capítulo se hace un ejercicio de proyección de la mitigación de CEI bajo el supuesto de que se instrumentan algunas de las acciones planteadas en este capítulo. Se escogió un total de siete acciones que por la disponibilidad de información permitieron hacer este tipo de análisis bajo



una serie de supuestos que se detallan más adelante. A fin de priorizar y dar al municipio de Naucalpan argumentos para iniciar con tal o cuál acción, en los capítulos finales se hace una priorización de las acciones tanto de mitigación (a través de un análisis costo–efectividad), como de adaptación (usando un análisis multicriterio). En cada caso, se explica el método empleado.

## 13. ESTIMACIÓN DE REDUCCIÓN DE EMISIONES POR ACCIONES DE MITIGACIÓN (CRECIMIENTO TENDENCIAL VS IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES)

En este capítulo se aborda el cálculo de emisiones de CEI reducidas como consecuencia de la adopción de siete acciones de mitigación en los diversos sectores del municipio de Naucalpan. La implementación de tales acciones en los sectores clave tiene un papel importante en la reducción de la generación de compuestos de efecto invernadero. Es por esto que la cuantificación de las emisiones potencialmente reducidas es un parámetro de partida de gran relevancia para el municipio. De esta manera representa una herramienta para demostrar una parte del potencial de reducción de emisiones que tiene cada sector al seguir prácticas realizables.

A lo largo de la sección se detallan la metodología y la secuencia de cálculo empleadas, tanto para el cálculo del impacto de las acciones de mitigación sobre cada línea base del inventario por sector, como para sus proyecciones hacia el 2015 y 2023. Además, se plantea una nueva metodología para el cálculo de estas proyecciones tomando en cuenta el grado y ritmo de penetración de las acciones propuestas en los sectores a los que cada una de ellas está destinada. Los detalles de dicha metodología se describen en el Apartado D del Anexo Metodológico.

Para concluir, este apartado hace énfasis en la importancia que tiene la implementación temprana de las acciones propuestas, ya que su potencial de reducción de emisiones se ve significativamente afectado conforme pasa el tiempo y las emisiones se siguen generando como se modela en las líneas base.

### 13.1. Cuantificación de las acciones de mitigación

#### **12.1.1. M.1.1. Diagnóstico y mejoramiento de la eficiencia energética en el alumbrado público**

Para el cálculo de las emisiones mitigadas debido a la implementación de esta acción, se recabaron datos sobre la cantidad de lámparas de alumbrado público existentes en Naucalpan en 2012 y la tecnología que usan. Se encontró que en ese año se contaba con un total de 41,416 unidades de iluminación<sup>100</sup>, que usaban ya sea tecnología de vapor de sodio (VS) de 100 W o aditivos metálicos (AM) de 150 W. Sin embargo, se desconoce la proporción de cada tecnología, así como el porcentaje de luminarias que se encontraban operando en cualquier momento. Por ello se propuso una distribución de 80% a 20% entre lámparas de VS y AM, respectivamente.

#### ***M.1.1 Mejoramiento de la eficiencia energética en el alumbrado público. Paso a paso***

1. Como primer paso se calculó el consumo eléctrico por unidad de VS y AM multiplicando la potencia de cada tecnología por el número de horas diarias que se utilizan (en este caso se propuso un encendido de 10 horas diarias).
2. Una vez que se obtuvo el consumo anual por unidad, se supuso un porcentaje de unidades existentes de VS y AM y se calculó el consumo total anual en MWh por tipo de lámpara.
3. El mismo procedimiento se aplicó utilizando datos de tecnología LED de 110 W (equivalente a 250 W en lámparas de VSAP).

---

<sup>100</sup> Este total corresponde al inventario del municipio hasta julio de 2012. Al no contar con información adicional se conservó este total para el cálculo de la mitigación.

4. Se calcularon las emisiones de CEI por consumo eléctrico para las tres tecnologías utilizando factores de emisión (ver Tabla 13.1) y se compararon las tecnologías VS y AM vs. LED para estimar el porcentaje de emisiones mitigadas al año.

Cabe resaltar que al realizar el cálculo de la línea base *bottom up*, las emisiones obtenidas no son iguales o cercanas a las emisiones del alumbrado público reportadas en el inventario. Por ello se propuso agregar una variable de porcentaje de uso del alumbrado público con valor de 50%. Esto significa que se consideró que solamente la mitad de las lámparas están en uso al mismo tiempo.

**Tabla 13.1. Factores de emisión por producción/consumo eléctrico**

Compuesto	Factor de emisión [ton/MWh]
CO <sub>2</sub>	0.669
CH <sub>4</sub>	1.90E-05
N <sub>2</sub> O	3.30E-06

Fuente: (SMA, Registro de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2010. Distrito Federal, 2010)

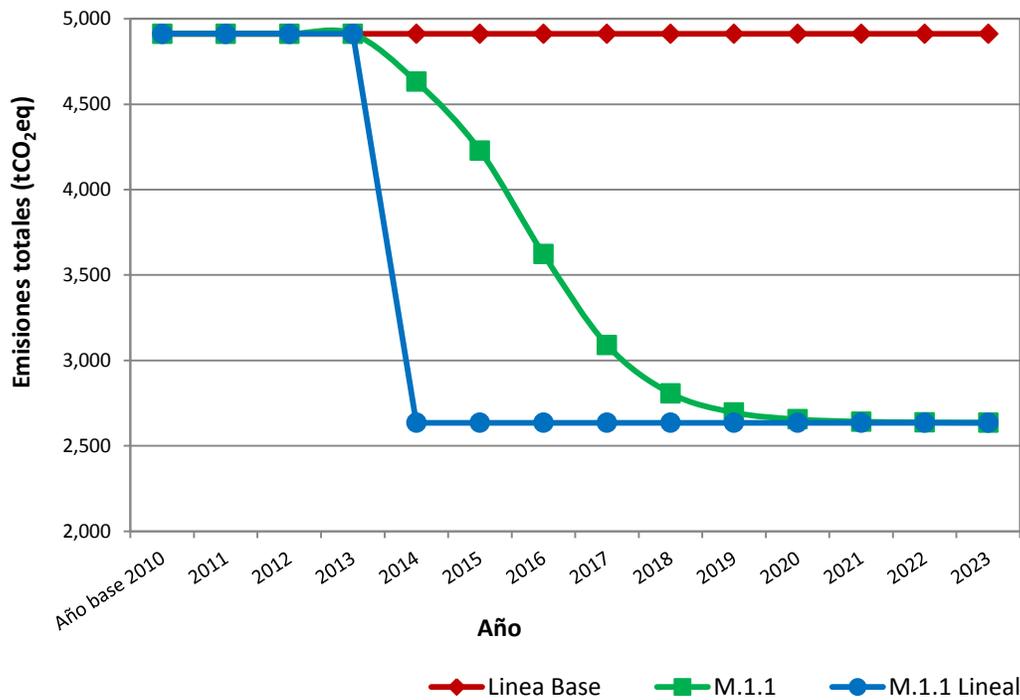
**Tabla 13.2. Emisiones mitigadas bajo la Acción 1.1  
Mejoramiento de la eficiencia energética en el alumbrado público**

Año	Emisiones reducidas [tCO <sub>2</sub> eq]
Año base 2010	0.0
2011	0.0
2012	0.0
2013	0.0
2014	281
2015	683
2016	1,290
2017	1,822
2018	2,105
2019	2,218
2020	2,257
2021	2,271
2022	2,275
2023	2,277

Fuente: Estimaciones propias con base en las especificaciones técnicas de las lámparas del alumbrado público reportadas por el municipio y los factores de emisión de la Tabla 13.3.

5. Se hicieron las proyecciones para las emisiones generadas por el consumo eléctrico del alumbrado público. En este caso no se contó con un patrón definido de aumento o disminución de lámparas, por lo que se asumió que la cantidad de arbotantes existentes para 2012 permanecería constante a lo largo del tiempo hasta 2023. Esto implica, por lo tanto, que las emisiones por esta actividad también serán constantes.

Figura 13.1. Proyección de la Acción 1.1 y comparación contra la línea base

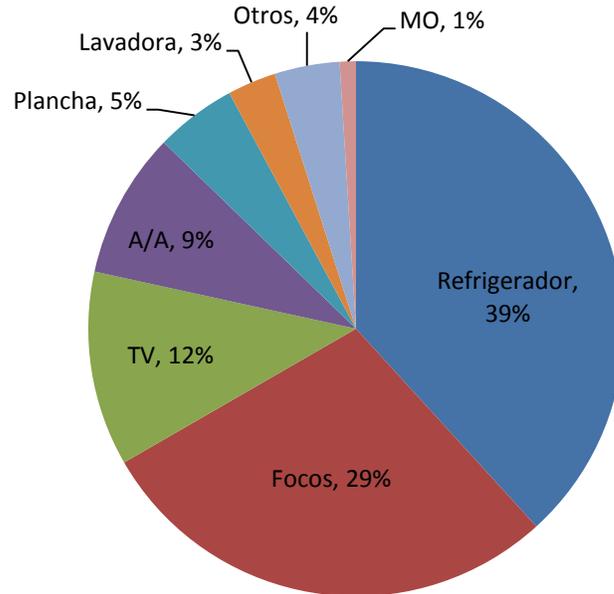


En la figura 13.1, se puede observar que el tiempo en que la acción tarde en ser adoptada por las autoridades afecta considerablemente el potencial de disminución de GEI de la acción (dada por el área que se crea entre las curvas verde y azul). Esto se debe a que la línea azul indica un escenario de emisión mínima en el que la acción se considera como penetrada al 100% desde el inicio del año 2014. Sin embargo, como muestra la línea verde, el tiempo en el que la acción se tarde en ser implementada retardará la reducción de las emisiones.

### **13.1.2. M 2.1. Sustitución de electrodomésticos (refrigeradores) y focos ineficientes**

En México, la mayor proporción del consumo eléctrico residencial está dividido entre el uso de refrigeradores y de luz eléctrica. Ambos rubros representan en conjunto el 68% del total.

Figura 13.2. Participación en el consumo total de la electricidad en el hogar



Fuente: SENER, Indicadores de eficiencia energética en el sector residencial, 2011

### **M.2.1.A Refrigeradores ecológicos. Paso a paso**

1. Se tomaron datos de consumo eléctrico tanto para los refrigeradores actualmente usados y los de reemplazo (nuevos, más eficientes). Para los primeros se aplicó un consumo de 575 kWh/año (CONUEE, 2009), contemplando que se trata de aparatos con una antigüedad de diez años y una capacidad de 16 pies<sup>3</sup>. En el caso de los refrigeradores de reemplazo, se usó empleó un consumo de 436 kWh/año (Efficiency Vermont, 2013) en aparatos con la misma capacidad.
2. Se calculó el consumo eléctrico de los refrigeradores actuales y los nuevos por separado, utilizando el número de viviendas que cuentan con este electrodoméstico<sup>101</sup> en Naucalpan (INEGI, Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos, 2010).
3. En seguida, se calcularon las emisiones de CEI que resultan del uso de los dos tipos de refrigeradores. En esta estimación se aplicaron los factores de emisión por uso de energía eléctrica y los potenciales de calentamiento global (GWP) para cada compuesto, según se aprecia en la Tabla 13.3:

<sup>101</sup> Se consideró un refrigerador por vivienda.

**Tabla 13.3 Potenciales de calentamiento global**

Compuesto de efecto invernadero	GWP
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	21
N <sub>2</sub> O	310

Fuente: (UNFCCC, 2013)

- Con base en el número de refrigeradores existentes, se calcularon las emisiones que se mitigarían al destruir los refrigeradores reemplazados mediante una adecuada disposición de los aparatos. Los componentes analizados fueron CFC, HFC, y espumas.
- Se hizo la proyección de emisiones mitigadas contemplando las emisiones por *chatarización* adecuada de los refrigeradores reemplazados bajo los escenarios E1 y E2. Los resultados de esta proyección se muestran en la Tabla 13.4.
- Se realizó la comparación anual de ambos resultados (línea base y emisiones mitigadas) a fin de determinar la mitigación total.

**Tabla 13.4. Emisiones mitigadas bajo la Acción 2.1.1  
Sustitución de electrodomésticos (refrigeradores). Escenarios  
E1 y E2**

Año	Emisiones reducidas [tCO <sub>2</sub> eq]	
	E1	E2
Año base 2010	0	0
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	6,459	7,213
2015	9,194	13,404
2016	13,003	24,994
2017	18,241	45,553
2018	25,255	77,676
2019	34,403	119,059
2020	45,904	161,014
2021	59,748	195,416
2022	75,429	220,073
2023	92,153	237,138

Fuente: Estimaciones propias con base en las especificaciones técnicas de los refrigeradores señaladas en el texto, en los factores de emisión por uso de energía eléctrica y los potenciales de calentamiento global (GWP) presentados en la Tabla 13.13

Con estos resultados se puede observar que las emisiones totales reducidas son mayores en un escenario de redensificación poblacional. Esto se puede explicar ya que se está tomando en cuenta la mitigación de las emisiones gracias a una *chatarización* adecuada de los refrigeradores sustituidos. Esto no se toma en cuenta en la línea base, y por lo tanto, al aumentar la población, la cantidad de refrigeradores destruidos es mayor. Con el objeto de mantener la consistencia de la línea base de la acción con el inventario realizado, se decidió no incluir las emisiones de la falta de chatarrización en la línea base. (Ver figuras 13.3 y 13.4)

Figura 13.3. Proyección de la Acción 2.1.1 Sustitución de electrodomésticos (refrigeradores). Escenario 1 Expansión industrial

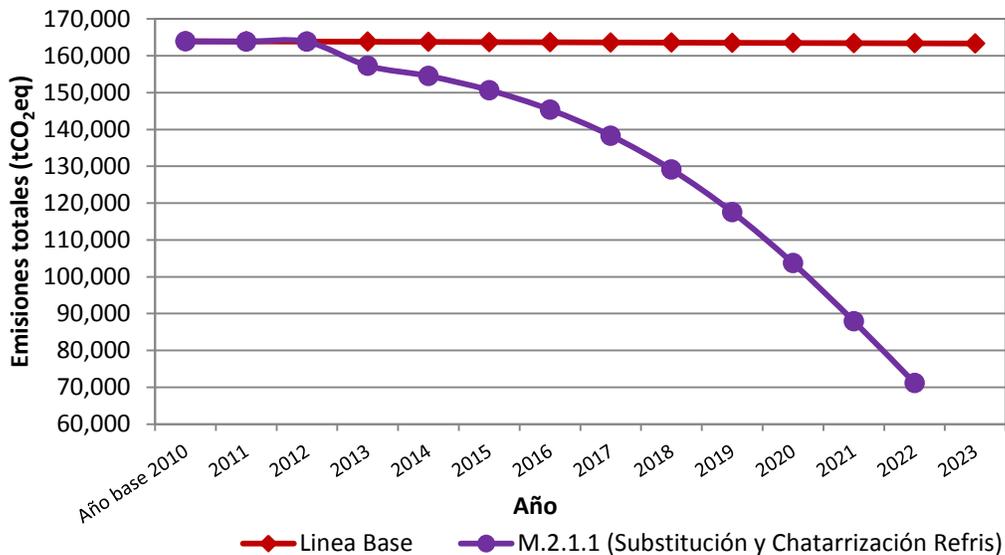
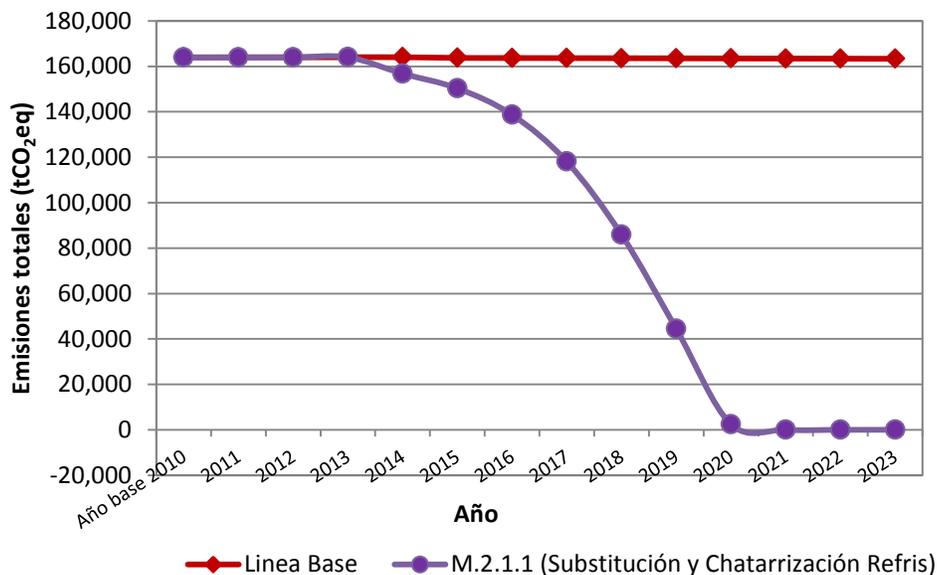


Figura 13.4. Proyección de la Acción 2.1.1 Sustitución de electrodomésticos (refrigeradores). Escenario 2 Redensificación poblacional



### M.2.1.B Focos ahorradores. Paso a paso

1. Se consideró un promedio de potencia de 60 W para los focos que se utilizan actualmente, y se incluyeron dos opciones de focos para su reemplazo: LFC (lámpara fluorescente compacta) de 18 W y LED (*low emission diodes*) de 9 W. Ambas opciones son equivalentes a un foco incandescente de 60 W. También se asumió que la energía consumida por focos en el sector residencial provenía del uso de focos incandescentes en un 60%, mientras que el 40% restante son focos de tecnología LFC de 18 W.
2. Se estimó un tiempo promedio de uso de focos de seis horas diarias y se calculó el consumo eléctrico por unidad
3. Para el cálculo *bottom up* del consumo eléctrico total de focos actuales, se utilizó como base el consumo eléctrico total del sector residencial y la proporción de consumo por estos aparatos, que es del 27% (SENER, Indicadores de eficiencia energética en el sector residencial, 2011):
4. A continuación, se utilizó un promedio de tres focos encendidos (al mismo tiempo) por vivienda. Con este número se calculó el consumo eléctrico total para focos incandescentes y LFC.
5. Posteriormente, se propuso que los focos incandescentes utilizados se reemplacen por LFC, y los LFC actuales por LED (conservando la misma proporción 40-60%).
6. Se calcularon las emisiones de CEI generadas por todos los focos, actuales y de reemplazo, utilizando los factores de emisión por uso de energía eléctrica y los potenciales de calentamiento global (GWP) para cada compuesto .
7. Los resultados obtenidos se proyectaron hacia el año 2023 para así obtener las emisiones reducidas por año. Con estos datos, se realizó la proyección total bajo los escenarios E1 y E2 si se adopta el cambio de tecnologías de foco incandescente a LFC y de LFC a LED, por separado y en conjunto para su posterior comparación con la línea base del inventario. (Véanse Tablas 12.5 y 12.6 así como figuras 12.5 y 12.6.)

**Tabla 13.5. Emisiones mitigadas bajo la Acción 2.1.2  
Sustitución de electrodomésticos (focos). Escenario 1  
Expansión industrial**

Año	Emisiones reducidas [tCO <sub>2</sub> eq]		
	LFC (60%)	LED (40%)	Ambos
Año base 2010	0	0	0
2011	0	0	0
2012	0	0	0
2013	0	0	0
2014	2,431	2,957	5,388
2015	3,461	4,813	8,274
2016	4,895	7,736	12,631
2017	6,866	12,214	19,081

2018	9,506	18,713	28,219
2019	12,950	27,534	40,484
2020	17,279	38,445	55,725
2021	22,491	50,525	73,016
2022	28,393	62,260	90,654
2023	34,689	72,378	107,067

Fuente: Estimaciones propias con base en las especificaciones técnicas de los focos ahorradores presentadas en texto.

**Tabla 13.6. Emisiones mitigadas bajo la Acción 2.1.2  
Sustitución de electrodomésticos (focos) Escenario 2  
Redensificación poblacional**

Año	Emisiones reducidas [tCO <sub>2</sub> eq]		
	LFC (60%)	LED (40%)	Ambos
Año base 2010	0	0	0
2011	0	0	0
2012	0	0	0
2013	0	0	0
2014	1,912	2,435	4,347
2015	2,723	3,468	6,191
2016	3,853	4,906	8,759
2017	5,407	6,885	12,293
2018	7,489	9,536	17,026
2019	10,206	12,996	23,202
2020	13,624	17,347	30,971
2021	17,739	22,588	40,327
2022	22,404	28,527	50,930
2023	27,382	34,865	62,247

Fuente: Estimaciones propias con base en las especificaciones técnicas de los focos ahorradores presentadas en el texto.

Figura 13.5. Proyección de la Acción 2.1.1 Sustitución de electrodomésticos (focos). Escenario 1 Expansión industrial

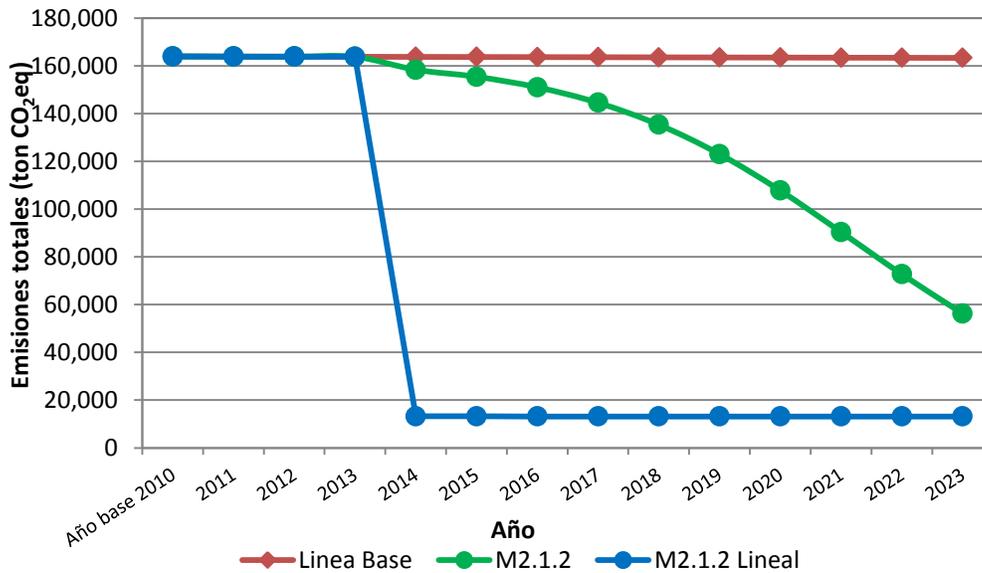
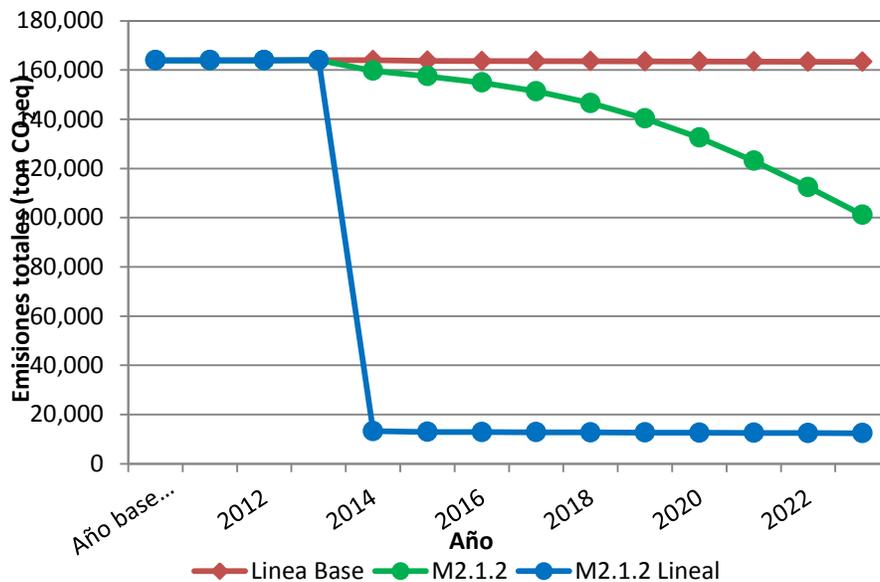


Figura 13.6. Proyección de la Acción 2.1.1 Sustitución de electrodomésticos (focos) Escenario 2 Redensificación poblacional



### 13.1.3. M 2.3. Incremento en el uso de calentadores solares de agua

Para calcular el potencial de reducción de CEI que esta acción pudiera ofrecer, se utilizaron datos de consumo de gas por vivienda y la proporción de combustible utilizado para el calentamiento de agua en el sector residencial (que en este caso es del 80%). También se emplearon datos de las propiedades fisicoquímicas de los combustibles y sus respectivos factores de emisión.

**Tabla 13.7. Propiedades fisicoquímicas de gases de combustión**

Gas	Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	VCN [TJ/Gg]
Gas LP	540	49.0
Gas natural	0.78	51.3

Fuente: SENER (2012)

**M 2.3. Incremento de los calentadores solares. Paso a paso**

1. Se calculó el consumo de combustible total para calentamiento de agua a partir de datos de consumos totales por tipo de gas y la proporción de gas destinado a calentamiento de agua; es decir 80%.
2. En seguida, considerando las propiedades de cada combustible (Tabla 13.7) se calculó la energía total necesaria para calentamiento de agua en el municipio, y junto con los factores de emisión de GEI se obtuvieron los resultados de las emisiones totales producidas.

**Tabla 13.8. Factores de emisión de combustibles gaseosos**

Gas	Factores de emisión [kg GEI/TJ]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Gas LP	63,066.7	5.0	0.1
Gas natural	56,100.0	5.0	0.1

3. Como siguiente paso, se aplicaron los datos del potencial de ahorro de combustible por parte de los calentadores solares residenciales, siendo este del 60%. Con esta información y a partir de la cantidad de CO<sub>2</sub>eq emitido por el uso de gases de combustión, se estimaron las emisiones totales al utilizar calentadores solares.
4. Se proyectaron los resultados anteriores hacia el 2015 y 2023. Los resultados se muestran en la Tabla 13.9 y las figuras 13.7 y 13.8.

**Tabla 13.9. Emisiones mitigadas bajo la Acción 2.3  
Incremento en el uso de calentadores solares de agua.  
Escenarios E1 y E2**

Año	Emisiones reducidas [tCO <sub>2</sub> eq]	
	E1	E2
Año base 2010	0	0
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	2,390	2,254
2015	3,890	3,616
2016	6,253	5,732
2017	9,871	8,930
2018	15,124	13,521
2019	22,253	19,703
2020	31,071	27,313
2021	40,835	35,716
2022	50,319	43,851
2023	58,496	50,795

Figura 13.7. Proyección de la Acción 2.3 Incremento en el uso de calentadores solares de agua. Escenario 1 Expansión industrial

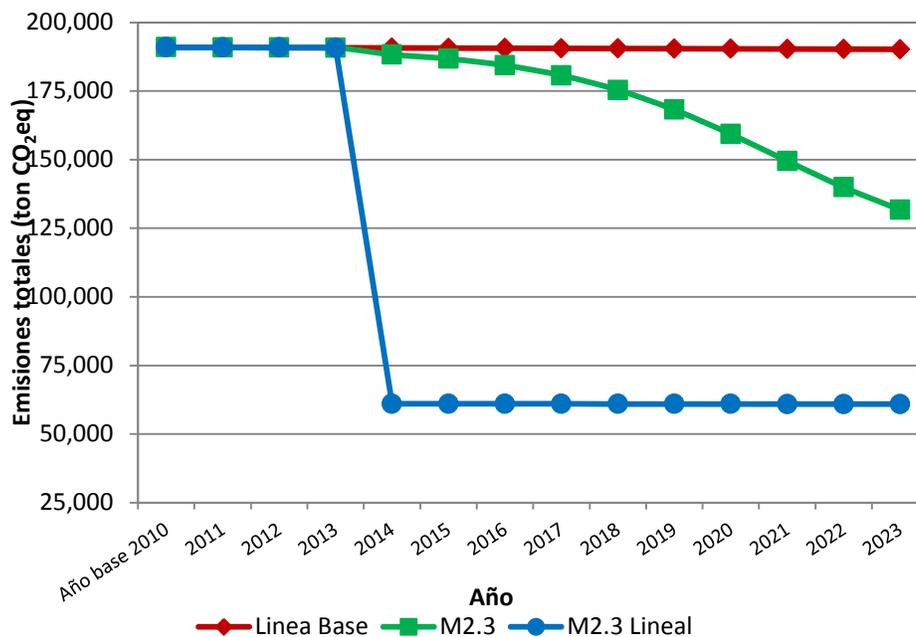
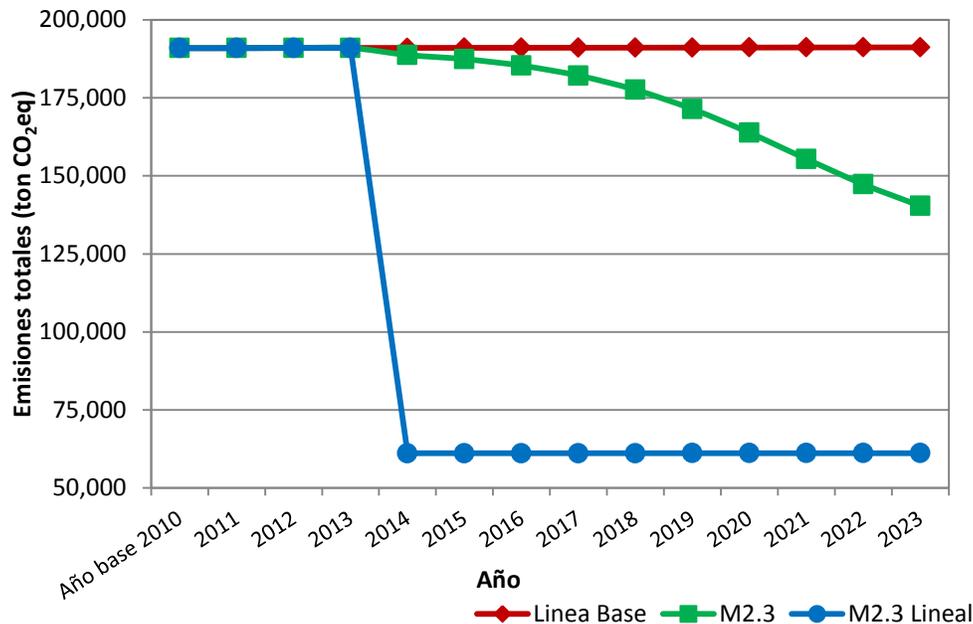


Figura 13.8. Proyección de la Acción 2.3 Incremento en el uso de calentadores solares de agua. Escenario 2 Redensificación Poblacional



### 13.1.4. M.3.2. Diseñar e instrumentar un programa de movilidad ciclista y peatonal

Para el cálculo de las emisiones mitigadas por el uso de transporte no motorizado, se usaron datos de referencia del programa ECOBICI del Distrito Federal que contienen la siguiente información:

Tabla 13.10. Datos extraídos del sistema ECOBICI

Parámetro	Valor
Total de viajes realizados	2,053,244
Distancia total recorrida	2,623,474 Km
Estaciones	275
Bicicletas	4,000
Uso promedio por usuario [veces/semana]	1.5 veces/semana
Distancia de recorrido de los vehículos evitada [Km]	2,623,474 Km
Emisiones evitadas por el sistema ECOBICI	82.9 tCO <sub>2</sub> eq
Distancia promedio por viaje	1.28 Km./viaje

Fuente: (CTSEmbarq, 2012)(ECOBICI, 2013)

Como se puede observar, una de las suposiciones del sistema ECOBICI es que todos los viajes realizados en bicicleta sustituyeron un viaje en transporte motorizado, ya que la distancia recorrida es igual a la distancia de vehículos evitada. En el caso de este estudio, se propuso que solamente el 15% de esa distancia recorrida se deba a la sustitución del uso de transportes motorizados, mientras que el 85% restante se trate de viajes adicionales. Además, se hizo una segunda suposición: del 15% de viajes sustituidos, el 31% reemplaza un viaje en coche, mientras que el 44% suple un viaje en camión (SETRAVI). El resto de los viajes sustituyen otros tipos de transporte.

1. Se estimó un rendimiento promedio por tipo de vehículo de 12.05 Km./L para automóviles (INECC), y de 1.2 Km./L para autobuses (Metrobus, 2011). Se calculó el combustible necesario para trasladarse la misma distancia recorrida total de ECOBICI.
2. A continuación se calculó el volumen de combustible necesario para recorrer la distancia que se realizó en ECOBICI utilizando el rendimiento por tipo de vehículo. Con esto, se estimó el combustible necesario por viaje, dividiendo la cantidad de combustible requerido para recorrer la distancia total de ECOBICI entre el total de viajes.
3. Una vez que se tuvo este número, se hizo la conversión para conocer la cantidad de energía necesaria por viaje, y se multiplicó por el factor de emisión. De esta manera se obtuvieron las emisiones de GEI por viaje, utilizando los siguientes parámetros:

**Tabla 13.11. Propiedades de los combustibles**

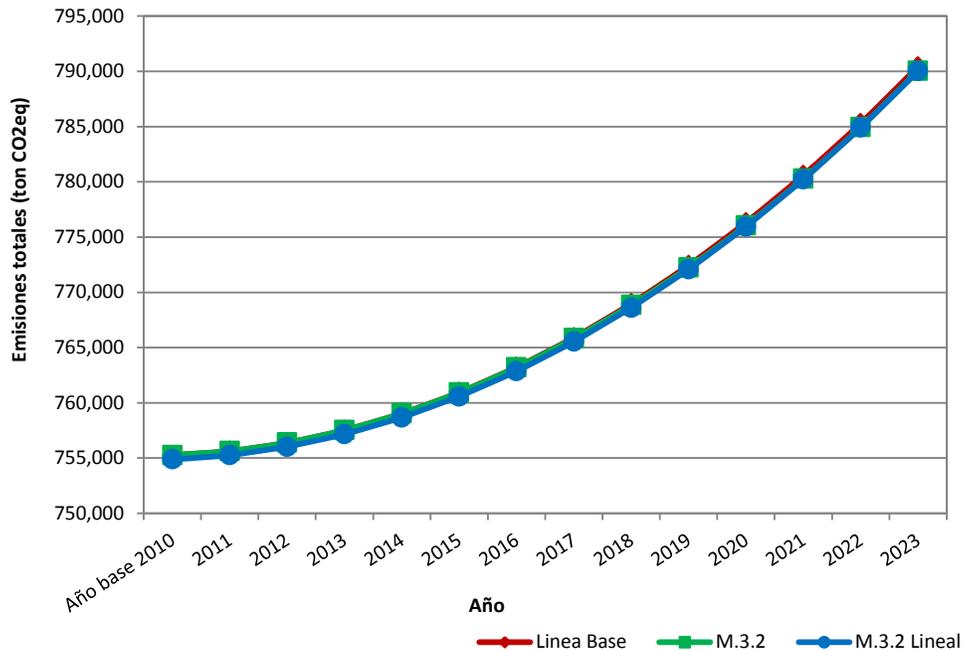
Combustible	Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	VCN [TJ/Gg]	Factor de emisión CO <sub>2</sub> [kg CO <sub>2</sub> /TJ]
Gasolina	707.0	45.8	69,300
Diesel	850.0	43.0	74,100

4. Como siguiente paso, se calculó el total de emisiones multiplicando las emisiones por viaje por el número de viajes totales. Así se obtuvieron las emisiones totales mitigadas por tipo de vehículo.
5. Para la proyección de emisiones, se tomaron como base las emisiones estimadas para automóviles a gasolina y camiones de pasajeros a diésel con una tasa de crecimiento del 5.0%. Por lo tanto, no se utilizaron escenarios adicionales, salvo por aquellos mencionados anteriormente; es decir, a) la distancia recorrida evitada proviene de automóviles que utilizan gasolina; b) la distancia recorrida evitada corresponde a camiones del transporte público que utilizan diesel.

**Tabla 13.12. Emisiones mitigadas bajo la Acción 3.2 Programa de movilidad ciclista y peatonal**

Año	Emisiones reducidas [tCO <sub>2</sub> eq]
<b>Año base 2010</b>	0
2011	0
2012	0
2013	0
2014	9
2015	18
2016	38
2017	73
2018	130
2019	203
2020	273
2021	326
2022	358
2023	375

Figura 13.9. Proyección de la Acción 3.2 Programa de movilidad ciclista y peatonal



### 13.1.5. M.4.1 Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales

A continuación se presenta el potencial de mitigación de dos de las acciones incluidas en la estrategia M.4: la protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales (acción M.4.1) y la restauración de suelos y bosques en áreas degradadas (acción M4.2).

Para calcular el potencial de reducción de CEI que estas acciones ofrecen, se realizó un análisis detallado del uso de suelo en el territorio de Naucalpan utilizando información de la serie IV del INEGI (2008). Para determinar el potencial de implementación de cada una de las acciones mencionadas se examinaron una fotografía digital y una espectrometría satelital del INEGI.

En primer lugar, la revisión de la fotografía satelital junto con los usos de suelo caracterizados por el INEGI permitió identificar las zonas de bosques primarios y secundarios, así como áreas de pastizales y de uso agrícola. La espectrometría satelital, por su parte, hizo posible la caracterización preliminar de áreas en función de la densidad de la vegetación (densa o poco densa) de superficies forestales, y la degradación del suelo en áreas forestales, pastizales y zonas agrícolas. También se identificaron las áreas edificadas (para ser extraídas del ejercicio). Para ello se empleó una tipología de los suelos que contiene las cinco categorías listadas en la Tabla 13.13.

Tabla 13.13. Tipología por condición del suelo y vegetación

Código	Tipo
1	Vegetación densa
2	Vegetación no densa
3	Área construida y/o suelo desnudo
4	Edificación
5	Suelo degradado

El resultado de este análisis fue la caracterización de 277 polígonos en función del uso y condición del suelo y la vegetación. Para conformar la superficie elegible para el pago por servicios ambientales (M 4.1) se seleccionaron 64 polígonos con una superficie total de 2,692 ha. La superficie elegible para actividades de restauración de suelos y bosques es de 3,101 ha y está conformada por 89 polígonos.

La Acción 4.1 busca preservar los acervos de carbono existentes en los bosques de Naucalpan y permitir el incremento de los mismos en el largo plazo, gracias al crecimiento de la biomasa. Para calcular el potencial de reducción de CEI de esta acción se consideraron los polígonos con bosques de pino, encino y oyamel que en el 2008 tuviesen cobertura vegetal densa y poco densa. El resultado fue una superficie elegible de 2,692 ha que corresponde al 86% del total de la cobertura forestal del municipio. En la Tabla 13.14 se presenta la superficie elegible por tipo de bosque.

**Tabla 13.14. Área elegible por tipo de suelo**

Tipo de suelo (2008)	Superficie (ha)
BA (Vegetación primaria de Bosque de oyamel)	781
BA/VSA (Vegetación secundaria arbórea de bosque de oyamel)	129
BP/VSA (Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino)	131
BQ (Vegetación primaria de bosque Encino)	1116
BQ/VSA (Vegetación secundaria arbórea de bosque de Encino)	392
BQ/Vsa (Vegetación secundaria arbustiva de Encino)	143
<b>Total</b>	<b>2,692</b>

#### **M.4.1. Protección de áreas forestales. Paso a paso**

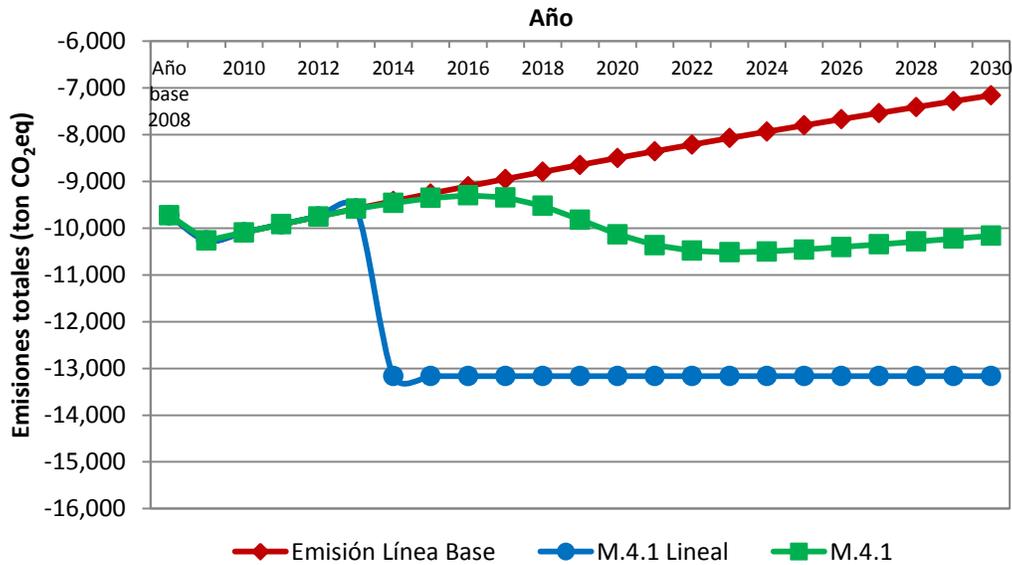
1. Para determinar la línea base de la acción se consideró que el área de 2,692 ha. de bosques primarios y secundarios está sujeta a una tasa promedio de deforestación de 1.7%. Dicha tasa se calculó con base en la pérdida forestal que ocurrió en el municipio durante el periodo entre 1993 y 2008.
2. Para determinar el incremento anual de los acervos de carbono por incremento de biomasa bajo la línea base, se utilizó un factor promedio de 1.5 tC/ha (IPCC,2006) para bosques templados, y se multiplicó por el área forestal estimada anualmente hasta el 2023.
3. Debido a la pérdida de cobertura forestal primaria y secundaria, se calculó una emisión anual por pérdida de biomasa utilizando un factor de 86.2 tC/ha para bosques primarios y de 39.8 tC/ha para bosques secundarios.
4. La adición de estos dos factores de absorción y emisión permitió calcular la línea base de la acción para cada año.
5. Para la construcción del escenario de mitigación bajo la acción se asumió, en primer lugar, que del 2008 al 2013 el bosque continuó perdiendo su cobertura a la tasa de deforestación utilizada en el paso 1. A partir del 2014 se mantiene una cobertura forestal constante de 2,471 ha hasta el 2023 (es decir, se asumió una pérdida de 221 ha de bosque del 2008 a finales del 2013). Se calculó que esta superficie absorbe carbono a un ritmo de 1.5 tC/ha debido al crecimiento de la biomasa. Esta estimación es lineal, es decir que a partir del 2014 se asume que toda el área forestal permanecerá intacta hasta el 2023.
6. Dado que la estimación lineal del escenario de mitigación resulta muy poco viable, se realizó un ajuste utilizando una curva S para modelar la implementación paulatina del pago por

7. servicios ambientales en la superficie elegible. En este sentido y a manera de meta, se asumió que a inicios del 2015 el 5% de la superficie recibirá pagos por servicios ambientales, incrementándose al 35% en el 2020 y llegando a un máximo del 50% en el 2023.

**Tabla 13.15. Emisiones mitigadas bajo la Acción 4.1  
Protección de áreas forestales con retribución por servicios  
ambientales.**

Año	Emisiones reducidas [tCO <sub>2</sub> eq]
Año base 2008	0
2009	0
2010	0
2011	0
2012	0
2013	0
2014	41
2015	91
2016	195
2017	395
2018	727
2019	1,172
2020	1,633
2021	2,007
2022	2,268
2023	2,442

Figura 13.10. Proyección de la Acción 4.1 Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales.



### 13.1.6. M.4.2. Restauración de suelos y bosques en áreas degradadas.

Esta acción pretende restaurar los suelos y bosques degradados que existen en Naucalpan. La acción intervendrá principalmente en pastizales y áreas agrícolas poco productivas, así como en los suelos degradados de los bosques. La intención es incrementar la absorción de carbono mineral debido al crecimiento de biomasa y a la restauración de los suelos y bosques en estas áreas. Para calcular el potencial de reducción de CEI de esta acción se consideraron polígonos con bosques de pino, encino y oyamel, así como áreas de pastizal inducido y zonas agrícolas degradadas que tuviesen suelos desnudos y degradados al 2008. De esta selección resultó haber una superficie elegible de 2,868 ha que corresponde al área forestal perdida en el periodo entre 1993 y 2008. Es decir, de implementarse la restauración en el 100% del área propuesta (y en combinación con la acción M.4.1), el municipio recuperaría la cobertura forestal que tenía en 1993. La Tabla 13.16 presenta la superficie elegible por tipo de bosque.

Tabla 13.16. Área elegible por tipo de suelo

Tipo de suelo (2008)	Superficie (ha)
BA (Vegetación primaria de bosque de oyamel)	24
BA/VSA (Vegetación secundaria arbórea de bosque de oyamel)	2
BP/VSA (Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino)	9
BQ (Vegetación primaria de bosque encino)	76
BQ/VSA (Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino)	231
BQ/Vsa (Vegetación secundaria arbustiva de encino)	11
IAPF (Información agrícola – pecuaria – forestal)	694
PI (Vegetación inducida de pastizal)	1,822
<b>Total</b>	<b>2,868</b>

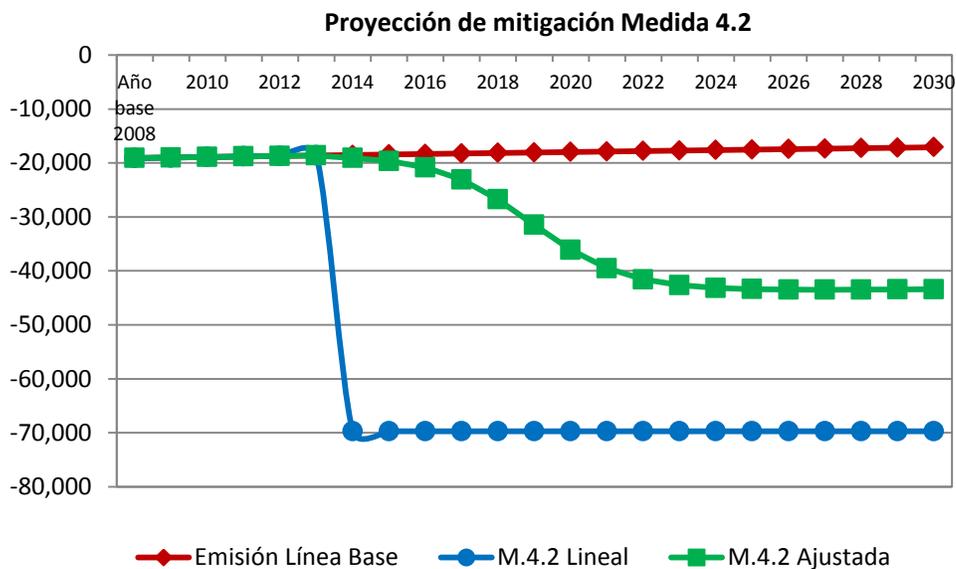
#### **M.4.2. Restauración de Suelos. Paso a paso**

1. Para establecer la línea base de la acción se consideró que la superficie de 2,868 ha que resultó del paso anterior está sujeta a una tasa promedio de conversión a zonas urbanas de 0.5%. Ésta se calculó con base en la conversión de pastizales y áreas agrícolas en el municipio durante el periodo comprendido entre 1993 y 2008.
2. En la determinación del incremento anual de los acervos de carbono por incremento de biomasa y fijación de carbono mineral bajo la línea base se utilizó un factor promedio de 1.85 tC/ha (IPCC,2006) para pastizales, y se multiplicó por el área anual por convertir estimada hasta el 2023.
3. Debido a la pérdida de pastizales y áreas agrícolas se calculó una emisión anual por pérdida de biomasa utilizando un factor de 6.9 tC/ha.
4. La adición de estos dos factores de absorción y emisión permitió estimar la línea base de la acción de forma anual.
5. Para la construcción del escenario de mitigación bajo la acción se asumió, en primer lugar, que del 2008 al 2013 los pastizales continuaron perdiendo su cobertura a la tasa de deforestación utilizada en el paso 1. A partir del 2014 se mantiene constante la cobertura de pastizales hasta el 2023 en 2868 ha (es decir, se asume una recuperación de 71 ha de los pastizales perdidos entre el 2008 y finales del 2013). Se calculó que esta superficie restaurada y convertida en bosques absorbe carbono a un ritmo de 6.6 tC/ha debido al crecimiento de la biomasa. Esta estimación es lineal, es decir que a partir del 2014 se asume que toda el área restaurada permanecerá intacta hasta el 2023.
6. Dado que la estimación lineal del escenario de mitigación resulta muy poco viable, se realizó un ajuste utilizando una curva S para modelar la implementación paulatina de las actividades de restauración en la superficie elegible. En este sentido y a manera de meta, se asume que a inicios del 2015 el 5% de la superficie recibirá pagos por servicios ambientales, incrementándose al 35% en el 2020 y llegando a un máximo del 50% en el 2023.

**Tabla 13.17. Emisiones mitigadas bajo la Acción 4.2 Reforestación e introducción de plantaciones forestales comerciales**

Año	Emisiones reducidas [tCO <sub>2</sub> eq]
Año base 2008	0
2009	0
2010	0
2011	0
2012	0
2013	0
2014	571
2015	1,112
2016	2,290
2017	4,552
2018	8,218
2019	12,948
2020	17,563
2021	21,000
2022	23,059
2023	24,135

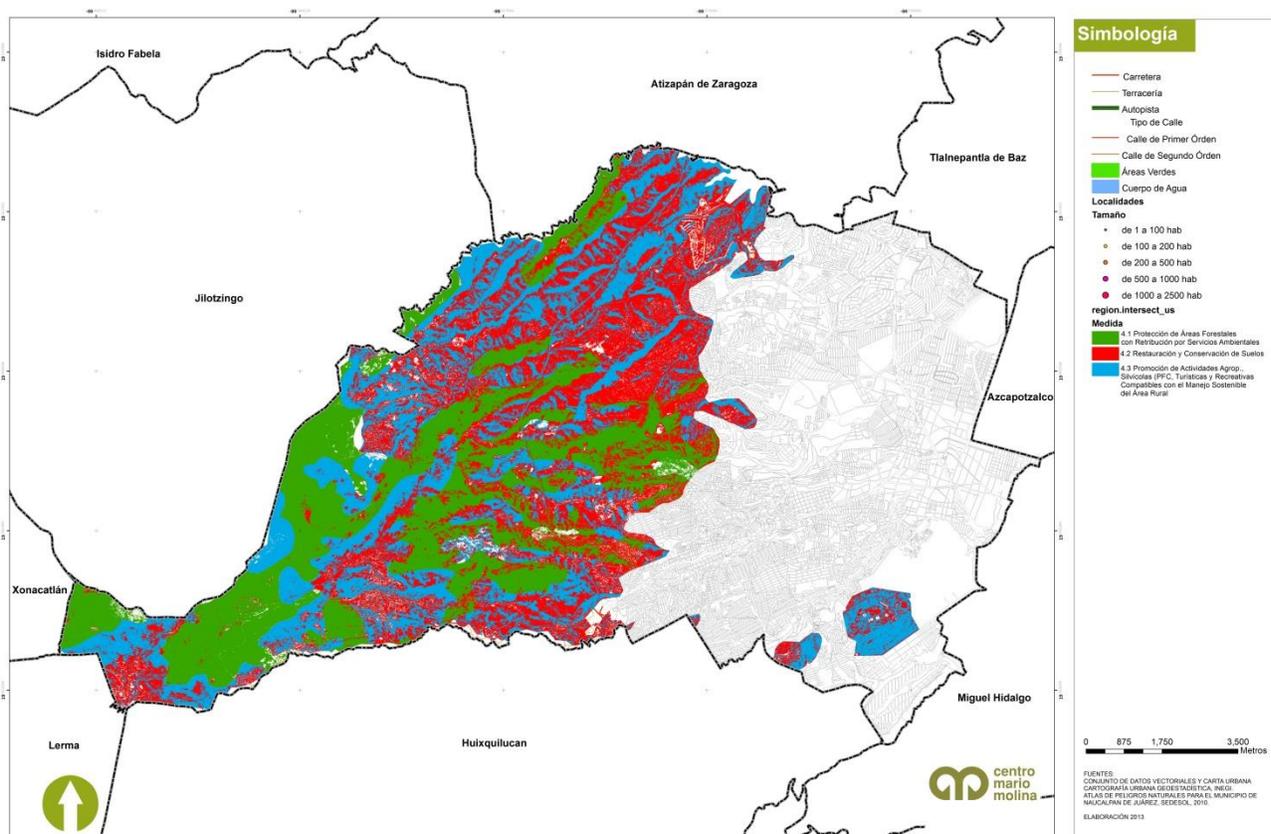
Figura 13.11. Proyección de la Acción 4. 2 Reforestación e introducción de plantaciones forestales comerciales



Es importante destacar que las 2,868 ha. consideradas en la acción corresponden únicamente al 48% de la superficie total de pastizales y áreas agrícolas muy poco productivas que existen en Naucalpan. Si bien se requiere de análisis más detallado para determinar con mayor exactitud el potencial de replicación de esta acción en superficies similares dentro del municipio, se considera que en principio las 5,895 ha de pastizales y zonas agrícolas son susceptibles a cierto grado de restauración y conservación, no sólo a la vocación naturalmente forestal. Esto se debe en parte a los bajos índices de productividad agropecuaria dentro de Naucalpan. Sin embargo, será necesario realizar un programa de ordenamiento ecológico y territorial del municipio que considere esta acción junto con la promoción de actividades agropecuarias, turísticas y recreativas compatibles con el manejo sostenible del área rural descrita en el capítulo 11 (acción M.4.3) que considera la consolidación de áreas productivas en las 2,949 ha restantes.

El mapa 12.1 que se presenta a continuación permite identificar en verde las áreas susceptibles a pagos por servicios ambientales, en rojo las áreas degradadas que pudieran ser objeto de restauración, y en azul las zonas que pudiesen consolidarse como productivas de acuerdo a lo descrito en la acción M.4.3.

Mapa 13.1. Mapa de áreas elegibles para estrategia 4. Promover un manejo integral de las áreas forestales y bosques urbanos



### **13.1.7. M.5.2. Modernización del equipamiento para la quema de metano en sitios de disposición**

En el cálculo de la reducción de emisiones de esta acción de mitigación se supuso una instalación máxima de quemadores de metano para eliminar todo el gas emanado tanto en el tiradero Rincón Verde como el relleno sanitario.

1. Se investigaron las eficiencias de los quemadores, tanto de captación de biogás como de combustión, siendo éstas 70% y 98% respectivamente (Zamonsky & Bajsa). Con estos datos y el volumen de CH<sub>4</sub> generado calculado en el inventario de emisiones para cada año desde 2010 hasta 2023, se obtuvo la cantidad de metano quemado, así como la cantidad del mismo gas que permanece como tal.
2. En seguida aplicó la siguiente ecuación para estimar las emisiones totales provenientes del metano quemado y el metano remanente:

$$\text{Emisiones totales CO}_2\text{eq} = \text{CH}_{4q} + \text{CH}_{4r} * \text{GWP}_{\text{CH}_4}$$

donde  $\text{CH}_{4q}$  es el metano quemado;  $\text{CH}_{4r}$  es el metano remanente; y  $\text{GWP}_{\text{CH}_4}$  es el potencial de calentamiento global del metano (ver Tabla 13.18).

**Tabla 13.18. Emisiones mitigadas bajo la Acción 5.2.1  
Modernización del equipamiento para la quema de metano en el  
tiradero Rincón Verde**

Año	Emisiones reducidas [tCO <sub>2</sub> eq]
Año base 2010	0
2011	0
2012	0
2013	0
2014	22,827
2015	20,648
2016	18,679
2017	16,901
2018	15,294
2019	13,842
2020	12,530
2021	11,344
2022	10,273
2023	9,304

**Tabla 13.19. Emisiones mitigadas bajo la Acción 5.2.2 Modernización del equipamiento para la quema de metano en el relleno sanitario**

Año	Emisiones reducidas [tCO <sub>2</sub> eq]	
	E1	E2
Año base 2010	0	0
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	52,258	54,221
2015	56,271	59,332
2016	59,635	63,962
2017	62,421	68,159
2018	64,691	71,962
2019	66,503	75,408
2020	67,908	78,533
2021	68,952	81,365
2022	69,677	83,933
2023	70,121	86,263

**Figura 13.12. Proyección de la Acción 5.2.1 Modernización del equipamiento para la quema de metano en el tiradero Rincón Verde**

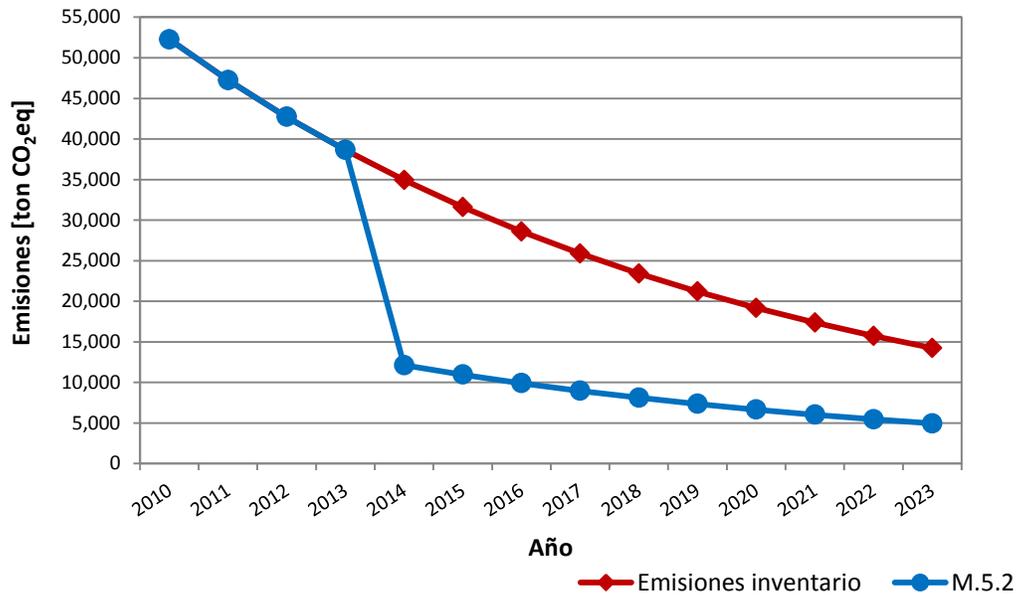


Figura 13.13. Proyección de la Acción 5.2.2 Modernización del equipamiento para la quema de metano en el relleno sanitario Escenario 1 Expansión industrial

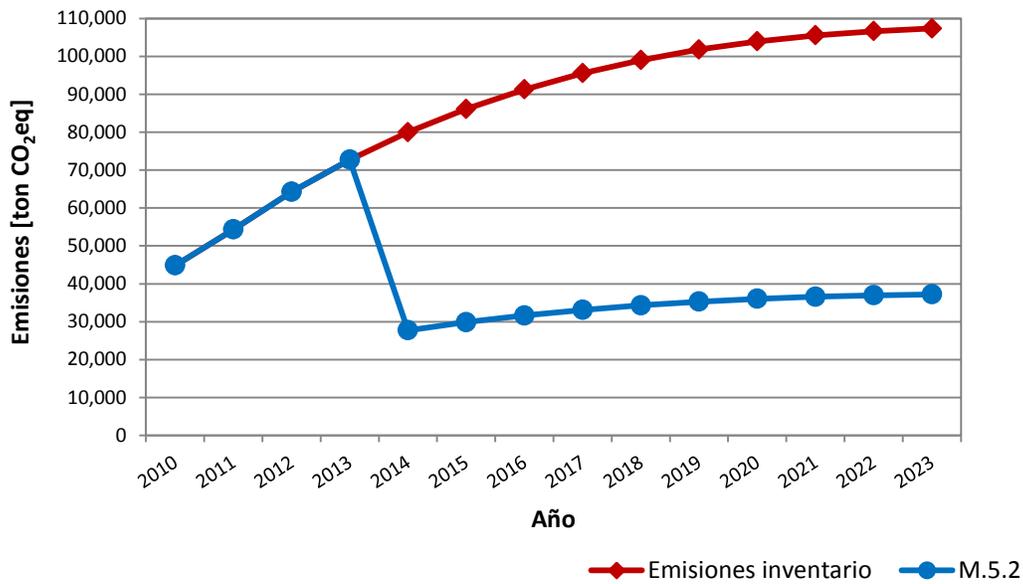
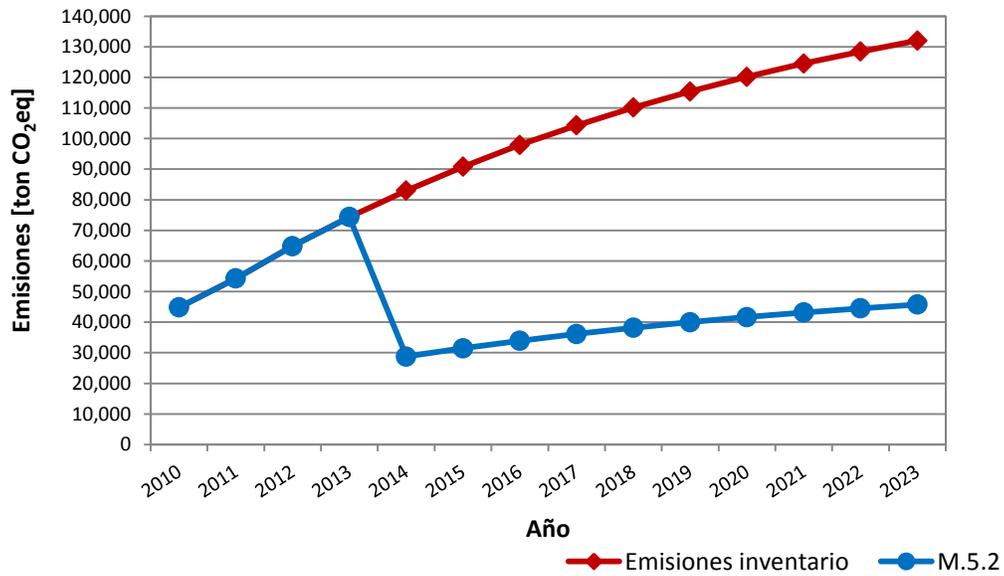


Figura 13.14. Proyección de la Acción 5.2.2 Modernización del equipamiento para la quema de metano en el relleno sanitario Escenario 2 Redensificación poblacional



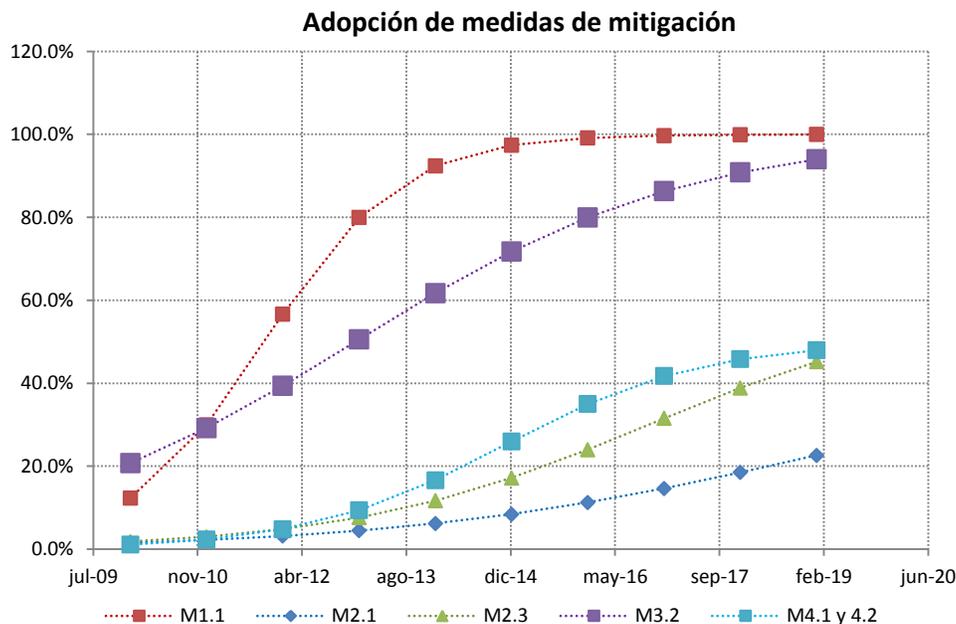
## 13.2 Metas para el municipio de Naucalpan

La reducción de emisiones presentadas anteriormente parten del supuesto de que el municipio de Naucalpan asumirá metas graduales de mitigación conforme a la siguiente tabla:

**Tabla 13.20. Metas progresivas de cumplimiento para las acciones**

	M1.1	M2.1	M2.3	M3.2	M4.1 y 4.2	M5.2
<b>Fecha 1</b>	Ene-15	Ene-15	Ene-15	Feb-15	Feb-15	Feb-15
<b>Meta 1</b>	30.0%	5.0%	5.0%	30.0%	5.0%	50.0%
<b>Fecha 2</b>	Ene-17	Ene-20	Ene-20	Ene-20	Ene-20	Ene-20
<b>Meta 2</b>	80.0%	25.0%	40.0%	80.0%	70.0%	95.0%
<b>Meta Final</b>	100.0%	45.0%	60.0%	100.0%	50.0%	100.0%

Figura 13.15. Adopción de acciones de mitigación en el tiempo



## 13.3 Síntesis de los resultados de las estimaciones de mitigación

Remitiéndonos de nueva cuenta a los dos escenarios bajo los cuáles se hicieron las proyecciones de las emisiones, se tiene lo siguiente. Bajo el Escenario 1 (E1) que supone una expansión industrial, el municipio es capaz de mitigar hasta 366, 439 tCO<sub>2</sub>eq desde el año base hasta el 2023. Esto significa que habría una reducción del 20% en 13 años. Bajo el Escenario 2 (E2) que supone un política explícita de repoblamiento y redensificación, así como de expansión de los sectores comercial y de servicios, el municipio es capaz de mitigar hasta 401 mil 250 tCO<sub>2</sub>eq desde el año base hasta el 2023. En otras palabras, tendría una reducción del 22% de sus emisiones en 13 años.

**Tabla 13.21. Proyección de reducción de emisiones. Escenario 1**

Acciones tomadas	Año base 2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>M.1.1</b>	0	0	0	0	281	683	1,290	1,822	2,105	2,218	2,257	2,271	2,275	2,276
<b>M.2.1.1</b>	0	0	0	0	6,459	9,194	13,003	18,241	25,255	34,403	45,904	59,748	75,429	92,153
<b>M.2.1.2</b>	0	0	0	0	5,388	8,274	12,631	19,081	28,219	40,484	55,725	73,016	90,654	107,067
<b>M.2.3</b>	0	0	0	0	2,390	3,890	6,253	9,871	15,124	22,253	31,071	40,835	50,319	58,496
<b>M.3.2</b>	0	0	0	0	9	18	38	73	130	203	273	326	358	375
<b>M.4.1</b>	0	0	0	0	42	92	196	396	727	1,173	1,633	2,008	2,269	2,443
<b>M.4.2</b>	0	0	0	0	571	1,112	2,290	4,552	8,218	12,948	17,563	21,000	23,059	24,135
<b>M.5.2.1</b>	0	0	0	0	22,827	20,648	18,679	16,901	15,294	13,842	12,530	11,344	10,273	9,304
<b>M.5.2.2</b>	0	0	0	0	52,258	56,271	59,635	62,421	64,691	66,503	67,908	68,952	69,677	70,121
<b>TOTAL</b>	0	0	0	0	90,225	100,184	114,020	133,368	159,782	194,059	234,910	279,556	324,377	366,439

**Tabla 13.22. Proyección de reducción de emisiones. Escenario 2**

Acciones tomadas	Año base 2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>M.1.1</b>	0	0	0	0	281	683	1,290	1,822	2,105	2,218	2,257	2,271	2,275	2,276
<b>M.2.1.1</b>	0	0	0	0	7,213	13,404	24,994	45,553	77,676	119,059	161,014	163,437	163,390	163,343
<b>M.2.1.2</b>	0	0	0	0	4,347	6,191	8,759	12,293	17,026	23,202	30,971	40,327	50,930	62,247
<b>M.2.3</b>	0	0	0	0	2,254	3,616	5,732	8,930	13,521	19,703	27,313	35,716	43,851	50,795
<b>M.3.2</b>	0	0	0	0	9	18	38	73	130	203	273	326	358	375
<b>M.4.1</b>	0	0	0	0	42	92	196	396	727	1,173	1,633	2,008	2,269	2,443
<b>M.4.2</b>	0	0	0	0	571	1,112	2,290	4,552	8,218	12,948	17,563	21,000	23,059	24,135
<b>M.5.2.1</b>	0	0	0	0	22,827	20,648	18,679	16,901	15,294	13,842	12,530	11,344	10,273	9,304
<b>M.5.2.2</b>	0	0	0	0	54,221	59,332	63,962	68,159	71,962	75,408	78,533	81,365	83,933	86,263
<b>TOTAL</b>	0	0	0	0	91,766	105,099	125,945	158,689	206,679	267,789	332,133	357,851	380,402	401,250

Figura 13.16. Proyección de reducción de emisiones acumuladas. Escenario 1

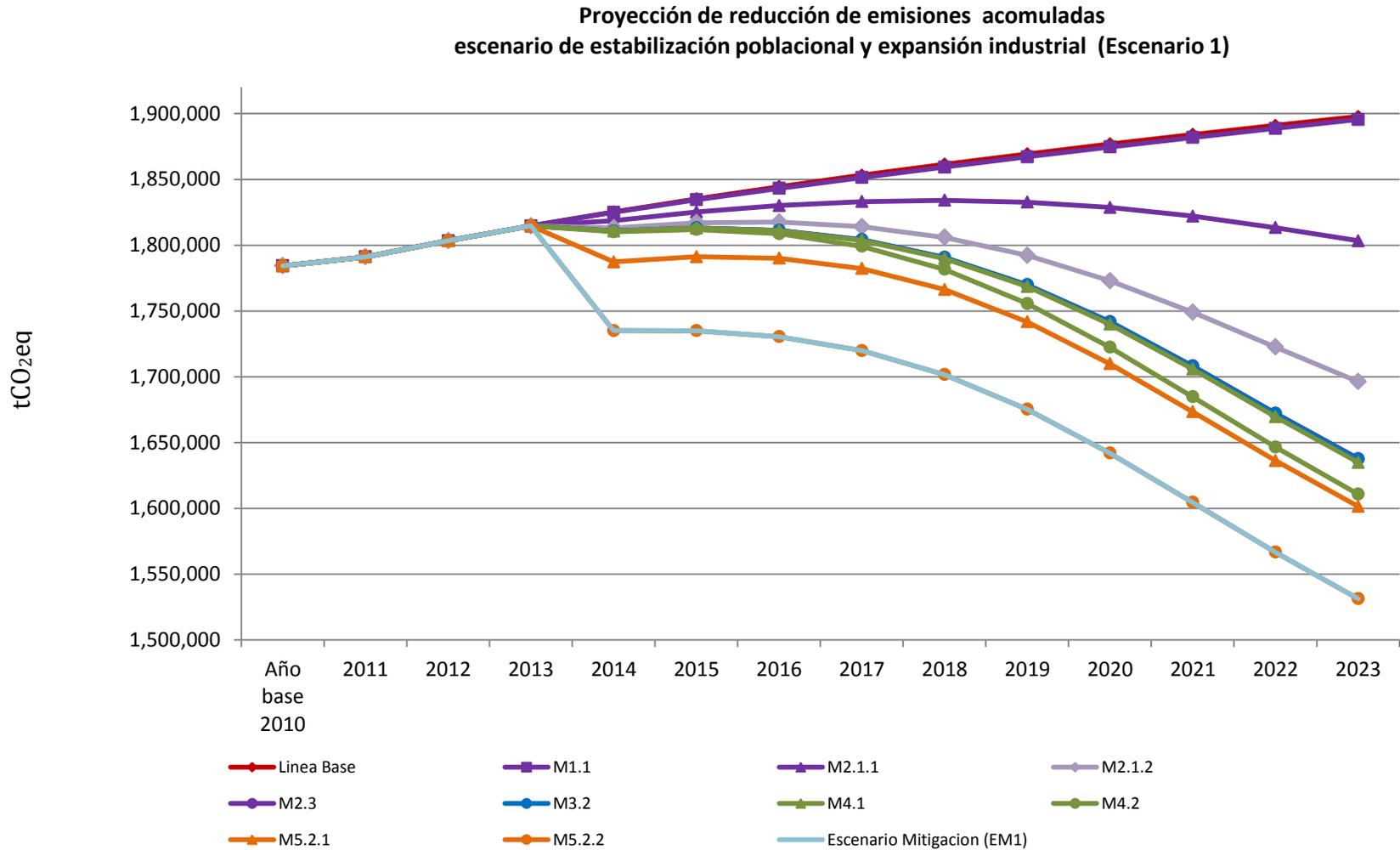
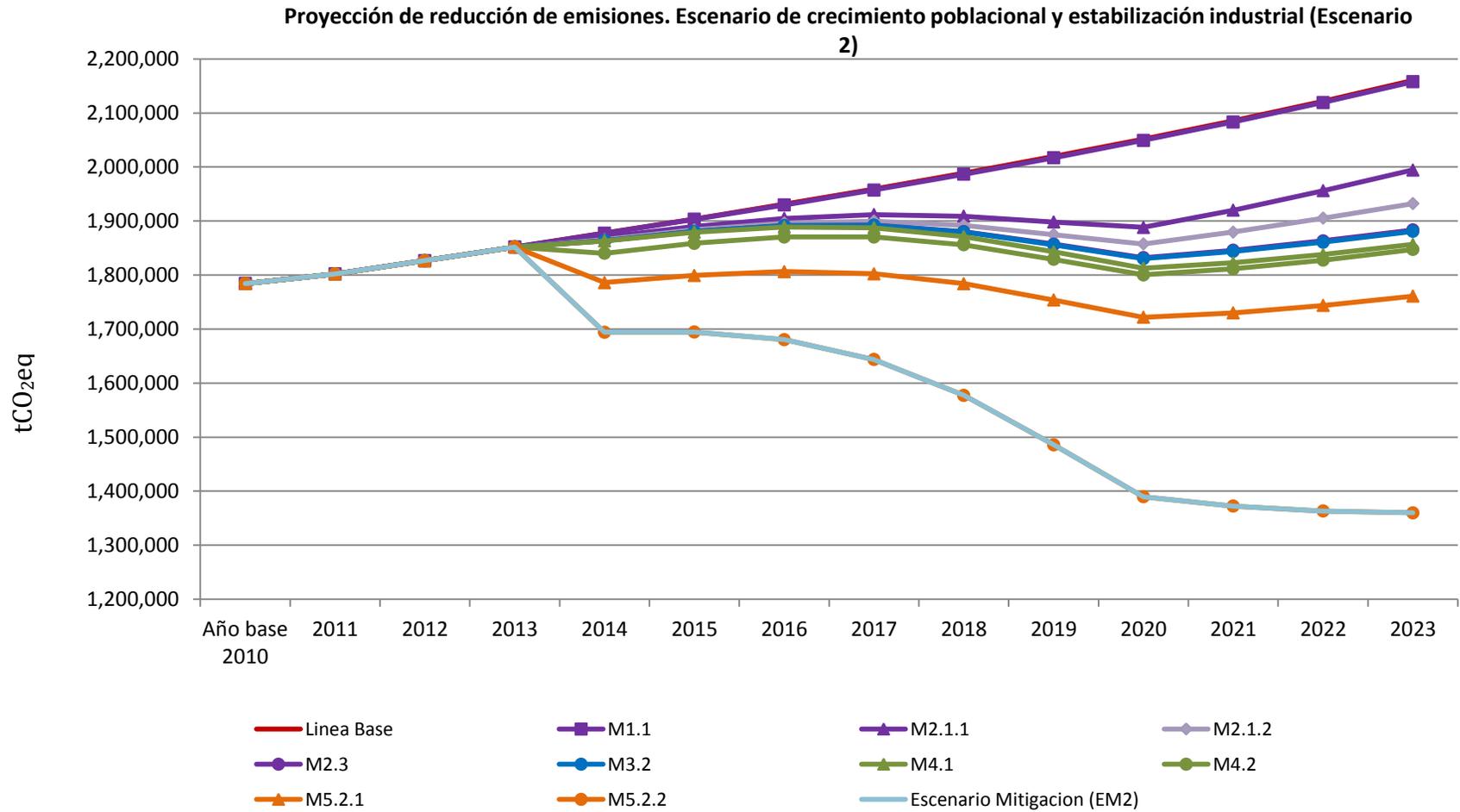


Figura 13.17. Proyección de reducción de emisiones acumuladas. Escenarios 2



### **13.4 Mitigación indirecta: algunas acciones adicionales no consideradas en la estimación de mitigación de las acciones**

Como se señaló al principio de este capítulo, sólo se consideraron siete acciones de mitigación para hacer una estimación de su impacto en la reducción de emisiones. Sin embargo, se reconoce que existen otras acciones que bien pudieran generar una mitigación indirecta y que se desglosan a continuación:

#### **Acción M.1.2. Diagnóstico energético de edificios públicos y cambio de prácticas energéticas**

Se estima que el potencial de ahorro anual que resulta de la aplicación del programa de prácticas de eficiencia energética promovido por la CONUEE en las dependencias y entidades del gobierno federal, alcanza una reducción del 29.5% en el consumo de energía eléctrica. Esto se logra mediante el establecimiento de buenas prácticas, innovación tecnológica, así como la utilización de herramientas de operación, control y seguimiento, que propicien el uso eficiente y eficaz de los recursos públicos (SENER, 2006).

#### **Acción M.2.2. Diagnóstico energético para el sector privado y cambio de prácticas energéticas**

A través de programas de eficiencia energética como el impulsado por el FIDE, los sectores industrial, comercial (incluyendo PyMES), y de servicios pueden disminuir su consumo energético mediante diversas medidas. Entre ellas se encuentran la aplicación de nuevas tecnologías más eficientes, la migración al uso de combustibles más limpios y la cogeneración. Estudios realizados por el INE muestran que el potencial de abatimiento de CO<sub>2</sub>eq en el sector industrial puede ser de hasta 10% (INE, 2010). De esta manera, se podría tener una mitigación potencial adicional en el 2023 de hasta poco más de 13900 tCO<sub>2</sub>eq del sector IPPU en el escenario 1, que es el escenario alto. Bajo el escenario 2, la reducción de emisiones en los sectores comercial/institucional y residencial sería de más de 22 mil 230 tCO<sub>2</sub>eq.

#### **Acción M.3.1. Elaborar un programa para la agilización del flujo del transporte público y privado**

Al implementar un programa de renovación de unidades de transporte público se podría lograr una reducción de consumo de combustible de entre 26% y 65%, dependiendo de la tecnología de reemplazo. Se está hablando de un potencia de mitigación de más de 94,100 tCO<sub>2</sub>eq hacia 2023. Este número se podría incrementar si las unidades introducidas son de mayor tamaño a las que actualmente están en uso, ya que se requeriría un menor número tanto de unidades como de viajes. Por otra parte, cada viaje sería más eficiente al poder trasladar a un mayor número de personas. Reducir la flota de transporte público, también beneficiaría el flujo del transporte privado, ya que las vías estarían más despejadas y los vehículos tardarían menos tiempo en hacer sus recorridos.

### **Acción M.4.3. Promoción de actividades agropecuarias, silvícolas (plantaciones forestales comerciales), turísticas y recreativas compatibles con el manejo sostenible del área rural**

La instauración de prácticas de agro-silvicultura tiene un potencial de almacenamiento de carbono de entre 39 y 149 ton/ha, mientras que las actividades silvopastoriles pueden contribuir a un almacenamiento de entre 97 y 197 ton/ha (Casanova–Lugo, et al., 2011). Dado que en el municipio de Naucalpan se identificaron 2,950 ha como zonas potenciales para la implementación de este tipo de actividades, se estima una captura de carbono de entre 115 mil y 339 mil 250 tCO<sub>2</sub>eq.

### **Acción M.5.1. Construcción de un Centro de Transferencia para fortalecer la separación y eficientar la disposición final**

Los centros de transferencia se caracterizan por ser un punto de intermediación entre la recolección y la disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU). El objetivo de este tipo de instalaciones es eficientar el sistema de recolección de RSU. De esta manera, los vehículos recolectores depositarían los residuos en el centro de transferencia, a fin de que otros vehículos de mayor capacidad, los transportan al sitio de disposición final.

Estos vehículos de transferencia pueden transportar entre cinco y seis cargas de vehículos recolectores (15 a 20 toneladas) (INE, 1996). Así se reduciría el combustible utilizado para transportar los residuos hasta el sitio de depósito final. Cabe mencionar también que el costo de la recolección constituye de entre el 70 y el 85% del costo total del manejo de los residuos sólidos. La mano de obra representa del 35 al 40% de ese porcentaje (SEDESOL, s.f.).

Por otro lado, se podría ofrecer un mejor servicio de recolección, abarcando zonas que actualmente no cuentan con él si se hiciera una mejor gestión de los RSU. De esta manera se evitaría que sean depositados en tiraderos clandestinos. Otras ventajas que un centro de transferencia ofrece son (SEDESOL, s.f.):

- Disminución de los costos de transporte y tiempo de mano de obra empleada en la recolección
- Aumento de la vida útil y disminución en los costos de mantenimiento de los vehículos recolectores
- Mayor regularidad en el servicio de recolección.
- Reducción en la contaminación ambiental
- Reducción de las afectaciones a la salud pública
- Reducción de vehículos en las vías públicas y mejoramiento del flujo vehicular

### **Acción M.6.1. Elaborar un Programa de ahorro de papel y la compra de insumos sustentables**

Está documentado que mediante prácticas de reciclado de papel es posible reducir la energía necesaria para su producción a partir de materiales nuevos (madera) hasta en un 25%. Por cada tonelada de cartón que se recicle se dejan de talar 20 árboles y se evitará el consumo de 28,000 litros de agua. El reciclaje de papel ahorra un 74% de GEI, y vierte

35% menos contaminantes al agua (Greenpeace, 2004). Por cada tonelada de papel reciclado se dejan de emitir en promedio 3.62 tCO<sub>2</sub> (SMA, 2009).

Al tomar acciones tales como el uso de papel por ambos lados se reduciría su consumo al 50%. Este porcentaje podría ser aún más alto si se imprimiera únicamente lo indispensable y se utilizan más las herramientas informáticas para archivar la información.

### **Acción M.6.2. Instrumentar un programa de simplificación administrativa para ahorro de papel a través de la automatización de trámites y servicios en línea (e-Gobierno)**

Asociado al potencial indirecto de mitigación de la acción M.6.1, una administración pública sin papel no sólo evita el uso de miles de toneladas de este producto. También reduce el consumo de tintas y otros productos para almacenaje como carpetas, cajas, archiveros, etc. Además, permite un mejor aprovechamiento del espacio en los centros de trabajo y reduce significativamente los procedimientos y tiempos de trámite. Todo lo anterior se refleja en un mejor aprovechamiento del tiempo y otros recursos, entre otros beneficios.

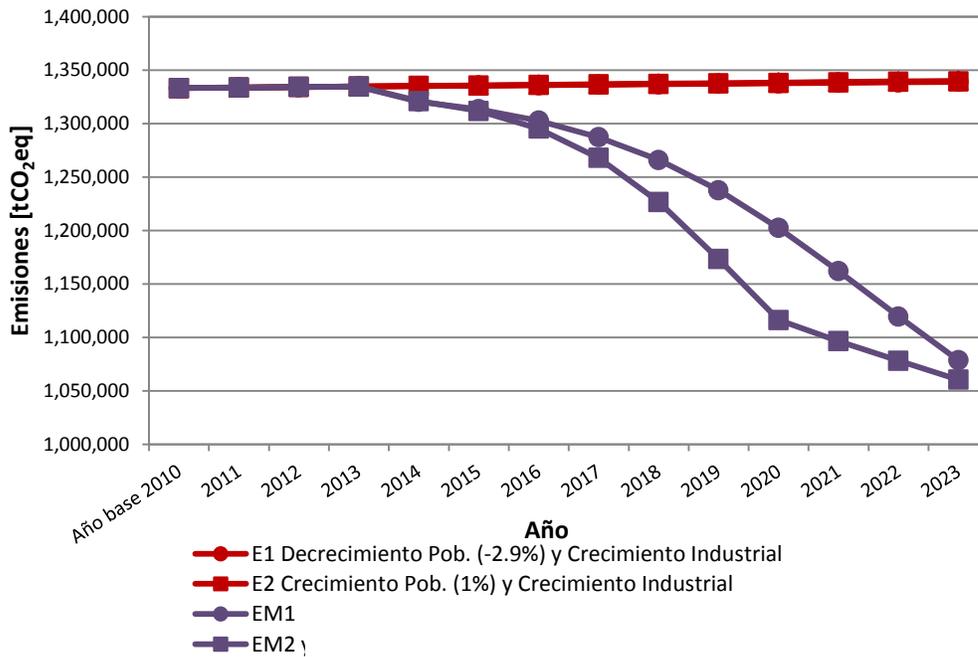
## **13.5 Conclusiones**

En el sector de energía las acciones de mitigación fueron las siguientes:

- M.1.1. Diagnóstico y mejoramiento de la eficiencia energética en el alumbrado público
- M.2.1. Sustitución de electrodomésticos y focos ineficientes
- M.2.2. Diagnóstico energético para el sector privado y cambio de prácticas energéticas
- M.2.3. Incremento en el uso de calentadores solares de agua
- M.3.2. Diseñar e instrumentar un programa de movilidad ciclista y peatonal

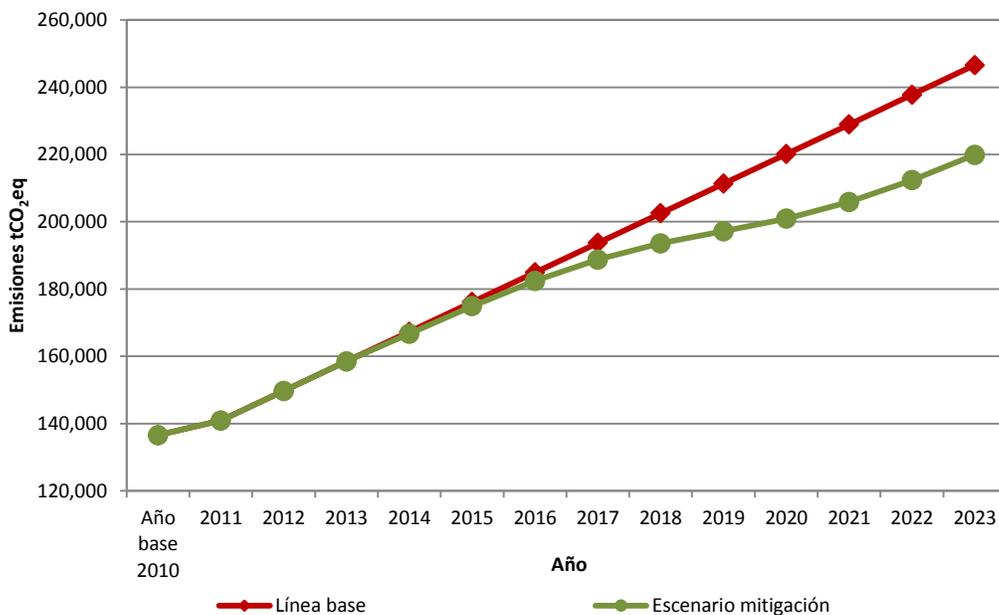
En conjunto, las cinco acciones tienen el impacto que se muestra en la Figura 12.18, donde se contemplan los dos escenarios. Por la escala, no se distinguen las líneas base de los Escenarios E1 y E2. Sin embargo, lo relevante es dimensionar el potencial de mitigación del sector energía para ambos escenarios, particularmente si tomamos como línea base el E2 y su correspondiente mitigación (que se ilustra con la línea EM2).

Figura 13.18. Energía. Escenarios de proyecciones de mitigación vs. línea base



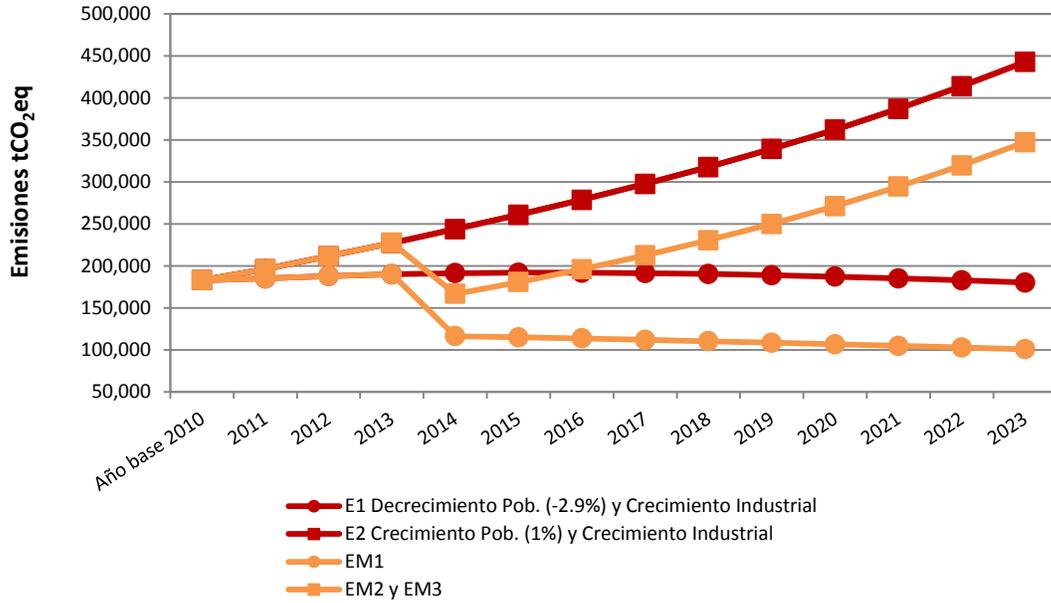
En el caso del sector AFOLU, no se presenta ninguna variación en cuanto a los escenarios utilizados, ya que las tasas de decrecimiento y crecimiento poblacional e industrial no afectan las emisiones y absorciones del sector. La Figura 12.19 muestra la comparación entre la línea base y la línea de mitigación.

Figura 13.19. AFOLU. Escenarios de proyecciones de mitigación vs. línea base



Por último, en el sector de desechos se muestran las tendencias de proyección tanto de las líneas base para el tiradero Rincón Verde y el relleno sanitario, como las proyecciones de mitigación bajo los escenarios previamente descritos.

Figura 13.20. Desechos. Escenarios de proyecciones de mitigación vs. línea base



El impacto general de las acciones de mitigación sobre los dos escenarios de línea base resulta en dos escenarios de mitigación descritos presentados a continuación en la Tabla 13.23:

**Tabla 13.23. Proyección de emisiones con acciones de mitigación (Escenarios EM1 y EM2)**

<b>Proyección de emisiones escenario de mitigación Decrecimiento Pob. (-2.9%) y Crecimiento Industrial (EM1)</b>														
	Año base 2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ENERGÍA	1,333,350	1,333,791	1,334,231	1,334,672	1,320,587	1,313,496	1,302,782	1,287,350	1,266,047	1,237,762	1,202,534	1,162,012	1,119,616	1,078,726
IPPU	131,426	131,468	131,510	131,552	131,593	131,635	131,677	131,719	131,761	131,803	131,845	131,887	131,929	131,970
AFOLU	136,523	140,889	149,694	158,500	166,692	174,904	182,426	188,764	193,562	197,179	200,896	205,880	212,358	219,908
DESECHOS	183,005	184,966	187,922	189,990	116,189	114,948	113,538	111,985	110,310	108,533	106,671	104,740	102,755	100,726
<b>Total</b>	<b>1,784,305</b>	<b>1,791,114</b>	<b>1,803,357</b>	<b>1,814,713</b>	<b>1,735,061</b>	<b>1,734,983</b>	<b>1,730,423</b>	<b>1,719,817</b>	<b>1,701,680</b>	<b>1,675,276</b>	<b>1,641,946</b>	<b>1,604,519</b>	<b>1,566,657</b>	<b>1,531,331</b>

<b>Proyección de emisiones escenario de mitigación: ES 2 Crecimiento Pob. (1%) y Crecimiento Industrial (EM 2)</b>														
	Año base 2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ENERGÍA	1,333,350	1,333,828	1,334,305	1,334,783	1,321,156	1,311,826	1,295,404	1,268,025	1,226,717	1,173,269	1,116,305	1,096,535	1,078,288	1,060,536
IPPU	131,426	131,412	131,398	131,384	131,370	131,357	131,343	131,329	131,315	131,301	131,287	131,273	131,259	131,245
AFOLU	136,523	140,889	149,694	158,500	166,692	174,904	182,426	188,764	193,562	197,179	200,896	205,880	212,358	219,908
DESECHOS	183,005	196,046	211,476	227,305	166,627	180,757	196,002	212,500	230,402	249,870	271,083	294,233	319,532	347,208
<b>Total</b>	<b>1,784,305</b>	<b>1,802,174</b>	<b>1,826,873</b>	<b>1,851,972</b>	<b>1,785,846</b>	<b>1,798,844</b>	<b>1,805,174</b>	<b>1,800,617</b>	<b>1,781,995</b>	<b>1,751,619</b>	<b>1,719,572</b>	<b>1,727,921</b>	<b>1,741,437</b>	<b>1,758,898</b>

Si nos remitimos al potencial de mitigación de las acciones, es evidente que la M.5.2 sobre la modernización del equipo para la quema de metano en el relleno sanitario parece ser la acción más efectiva. La siguen las acciones referentes a la protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales (M.4.1) y la restauración y conservación de suelos (M.4.2) respectivamente. En tercer término está la acción de sustitución de electrodomésticos ineficientes como los refrigeradores ineficientes y los focos incandescentes (M.2.1). La instalación de un sistema de ciclomotividad (M.3.2.) seguiría como una de las acciones con un potencial de mitigación importante. De esta manera, las acciones vinculadas con el alumbrado público eficiente (M.1.1.) y el uso de calentadores solares (M.2.3.) son las que menor potencial de mitigación mostraron en este ejercicio.

Si bien estos resultados darían indicios al municipio sobre cuáles son las acciones en las que debe concentrar sus esfuerzos y recursos, es necesario hacer un análisis costo–efectividad para cada una de ellas a fin de determinar la inversión necesaria de esa acción y lo que dicho costo representa por cada tonelada invertida. Ese es el propósito del siguiente capítulo en el que las ocho acciones seleccionadas se someterán a este análisis (recuérdese que originalmente eran siete, pero la M.2.1 se desagregó en dos, quedando una sobre la sustitución de refrigeradores y otra sobre la sustitución de focos). De esta manera se les valorará, tanto por su potencial de mitigación, como por la disponibilidad de información existente. Así, el municipio contará con mayores elementos de decisión sobre qué acción de mitigación es la más costo–efectiva para empezar con ella.

El volumen de tCO<sub>2</sub>eq considerado para cada acción se retomó precisamente de las proyecciones de mitigación que se calcularon en el presente capítulo. Ésto se hizo con la intención de garantizar una consistencia en los resultados sobre los costos de mitigación que se calculan en la siguiente sección.

## 14. PRIORIZACIÓN DE ACCIONES DE MITIGACIÓN A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS COSTO – EFECTIVIDAD

El capítulo 13 mostró las proyecciones de aquellas acciones que podrían tener un impacto más importante en la mitigación de CEI. En este presente capítulo se presentan los resultados de un análisis costo-efectividad aplicado al mismo conjunto de acciones de mitigación tomando la estimación proyectada de tCO<sub>2</sub>eq del capítulo anterior. En las secciones anteriores ha descrito detalladamente el conjunto de estrategias y acciones analizadas en el capítulo 12 y que serán objeto del presente análisis costo-efectividad. No obstante, vale la pena recordar que del conjunto de 11 Estrategias y 27 Acciones que conforman el PACMUNA, se identificaron siete acciones de cinco estrategias de mitigación a las que se les aplicó un análisis costo-efectividad (una de ellas se desagregó en dos “subacciones”: la sustitución de focos y de refrigeradores), por lo que en total, se presentan los resultados de ocho acciones de mitigación. En la Tabla 14.1, se enlistan las estrategias y las acciones analizadas.

**Tabla 14.1. Estrategias y acciones de mitigación sujetas al análisis costo-efectividad.**

<b>ESTRATEGIAS Y ACCIONES DE MITIGACIÓN</b>	
<b>Estrategia M.1. Mejorar el desempeño energético en el sector público</b>	
Acción M.1.1. Diagnóstico y mejoramiento de la eficiencia energética en el alumbrado público	
<b>Estrategia M.2. Mejorar el desempeño energético en el sector privado</b>	
Acción M.2.1. Sustitución de electrodomésticos ineficientes (focos)	
Acción M.2.1. Sustitución de electrodomésticos ineficientes (refrigeradores)	
Acción M.2.3. Incremento en el uso de calentadores solares de agua	
<b>Estrategia M.3. Impulsar la accesibilidad y movilidad urbana sustentable a través de un Plan Integral de Movilidad Urbana</b>	
Acción M.3.2. Diseñar e instrumentar un programa de movilidad ciclista y peatonal.	
<b>Estrategia M.4. Promover un manejo integral de las áreas forestales y bosques urbanos</b>	
Acción M.4.1. Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales	
Acción M.4.2. Restauración y conservación de suelos	
<b>Estrategia M.5. Reducción de emisiones a través de la modernización de la gestión de residuos sólidos urbanos</b>	
Acción M.5.2. Modernización del equipamiento para la quema de metano en el relleno sanitario	

Fuente: Elaboración propia

### 14.1. Objetivos

Los objetivos de este análisis son:

- (i) Obtener el costo unitario por tCO<sub>2</sub>eq reducida para cada acción.
- (ii) Obtener el costo total de implementar cada acción.
- (iii) Obtener la reducción total de CO<sub>2</sub>eq derivada de implementar cada acción.

## 14.2. Metodología

Para alcanzar estos objetivos planteados fue necesario recopilar información acerca de los costos que conlleva cada acción, y de la reducción de carbono que se obtendría. En el primer caso, aquí mismo se detallan las fuentes de información de los costos. En el segundo, los parámetros de reducción de carbono se señalaron en el Capítulo 13.

La metodología utilizada para el análisis costo-efectividad se detalla en el Apartado F del Anexo Metodológico. Sin embargo, esencialmente consiste en sumar todos los costos que implica instrumentar una acción, tomando en cuenta una tasa de descuento (que en este caso es de 12%), y dividirlos entre las toneladas totales reducidas. Cabe señalar que a las toneladas de carbono no se les aplica un factor de descuento pues se parte del supuesto de que se desea alcanzar una meta de reducción en un año determinado. Es irrelevante, entonces, si estas reducciones se consiguen en el primer año o en el último, por ejemplo, pues lo que se desea es que la suma total de emisiones reducidas se alcancen en un tiempo determinado. Evidentemente éste no es el caso para los costos, pues el dinero va perdiendo valor con el tiempo y por ende, es preciso valorarlos de acuerdo al año en que se erogaron.

A continuación se describen los resultados que se obtuvieron después de someter las ocho acciones al análisis costo-efectividad.

## 14.3. Resultados

### **14.3.1. Acción M.1.1. Sustitución de alumbrado público**

En 2007, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) desarrolló en conjunto con el Banco Mundial el Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal.<sup>102</sup> Durante la elaboración de este proyecto se hizo un análisis costo-beneficio de la sustitución de alumbrado público por tecnologías de mayor eficiencia energética. Este análisis implicó que personal técnico de la CONUEE identificará tecnologías para sustituir luminarias. Entre estas tecnologías se consideró a las luminarias LED. El resultado de este trabajo fue el costeo de estas luminarias y la identificación de su consumo de energía.

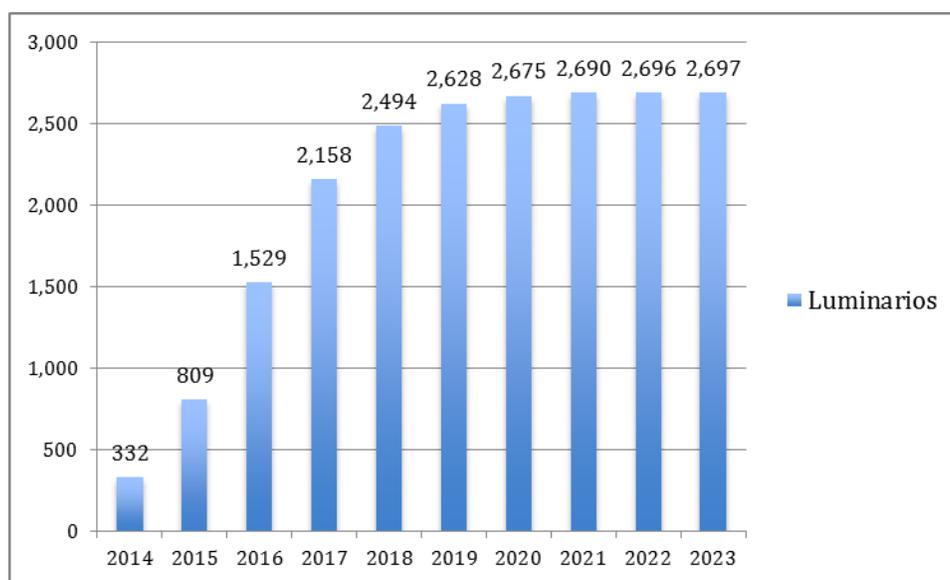
De acuerdo con información proporcionada por el municipio de Naucalpan la mayoría de luminarias actuales usa una tecnología de vapor de sodio de 150 watts/hora. Cuando se vincula esta tecnología con la identificada por la CONUEE, se observa que se puede realizar una sustitución de estas luminarias por tecnología LED de 80 watts/hora. Con base en el mismo reporte, se supo que en el 2007, el costo de cada luminaria LED era \$9,315 pesos. Para tener una base sobre la cual actualizar estos precios, se hizo una consulta con el personal de la CONUEE. De dicha indagación se obtuvo que ha habido una reducción de precios aproximada para esta tecnología de alrededor de 30%. Cabe señalar que esta variación proviene de un juicio experto del personal técnico y no se basa en un estudio de mercado. De esta manera, se tomó el valor identificado en el reporte de

la CONUEE como máximo y un importe 30% menor de ese precio (\$6,520 pesos) como valor mínimo.<sup>103</sup>

Para estimar el número de luminarias que se podrían sustituir, se consideró el total de 41,416 luminarias que son las que reporta el municipio. Asimismo, se supuso que sólo 50% de estas luminarias permanecen encendidas. Esta hipótesis se basa en el ejercicio realizado en el capítulo anterior en torno a los supuestos para elaborar las proyecciones de mitigación. Hay que recordar que este parámetro se ajustó para hacer consistente la estimación de emisiones *bottom-up* (de abajo hacia arriba)<sup>104</sup> con la estimación *top-down* (de arriba hacia abajo).<sup>105</sup> En este sentido, el análisis costo-efectividad consideró la sustitución de 20,708 luminarias actuales por otras de tecnología LED.

Adicionalmente, se consideró una tasa de sustitución de luminarias consistente con la tasa de decrecimiento de las emisiones de carbono reportadas en el inventario de emisiones de CEI de este mismo documento para esta acción. Así, se obtuvo una conversión gradual de 332 luminarias en 2014, llegando hasta 2,697 luminarias en 2023. (Ver gráfica 14.1.)

Figura 14.1. Sustitución de luminarias por año.



Fuente: Elaboración propia con base en el inventario de luminarias proporcionadas por la Dirección General de Servicios Públicos. Noviembre de 2013.

Con base en estos parámetros se obtuvieron los costos totales de la acción, mismos que ascienden en promedio a 87.8 millones de pesos (mdp), y un desembolso anual promedio de 15.5 mdp. Cabe señalar que este último parámetro (la inversión promedio anual) no debe interpretarse como la inversión total dividida entre el número de años de inversión

<sup>103</sup> Se recomienda consultar el documento metodológico para mayores detalles sobre los valores máximos y mínimos que se consideran para el análisis costo-efectividad. Esencialmente, consiste en tomar valores aleatorios entre estos dos valores para obtener el costo total de implementar una medida.

<sup>104</sup> Es decir, la estimación de emisiones tomando datos microeconómicos.

<sup>105</sup> Es decir, la estimación de emisiones tomando datos agregados.

(diez en este caso), pues se obtiene de una operación distinta. Este parámetro es igual a la inversión anual requerida durante el horizonte de planeación. Así, la inversión total (87.8 mdp) se interpreta como el valor presente neto de las inversiones anuales. Es decir, el municipio tendría que invertir 87.8 mdp a una tasa anual de 12% e ir retirando del capital y de los intereses 15.5 mdp cada año, para concluir en el año 2023 con un saldo de cero pesos.

A manera de referencia también se presentan los costos a diferentes tasas de descuento. Esto es útil pues la tasa de fondeo del municipio no es necesariamente igual a 12%. Asimismo, se muestran los rangos de inversión mínimos y máximos, derivados de la variación en los precios de los LED. La figura 13.2 contiene esta información. Como se puede observar, la inversión total a una tasa de 12% varía en un rango de 84.8 y 90.8 mdp a una tasa de 12%. A una tasa menor (4%), la inversión requerida es de entre 125.3 y 136.9 mdp. Naturalmente, estas cifras son mayores que las requeridas a una tasa de 12% porque implicaría que la tasa de interés a la que el municipio invierte es menor. Es decir, recibe menos intereses por el dinero que invierte. En términos anuales el requerimiento de inversión está entre 15.0 y 16.1 mdp.

Una pregunta natural que surge en este momento es, ¿qué parámetro debe tomar en cuenta el municipio? La respuesta depende de la fuente de financiamiento de la acción. Si el municipio planea, por ejemplo, crear un fideicomiso para financiar las acciones, el parámetro de interés es la inversión total (figura 13.2) para la tasa de interés a la que puede invertir el capital. Si el municipio realizará inversiones anuales, el parámetro de interés es el que se muestra en la figura 13.3 (alrededor de \$15.5 mdp anuales). Cabe señalar que en las siguientes acciones se omiten estas explicaciones y se presentan sólo los resultados de costos presentados en las gráficas 13.2. y 13.3. para cada acción.

Figura 14.2. Costo total de sustitución de alumbrado público (Eje x: tasa de descuento, Eje y: costo total en millones de pesos)

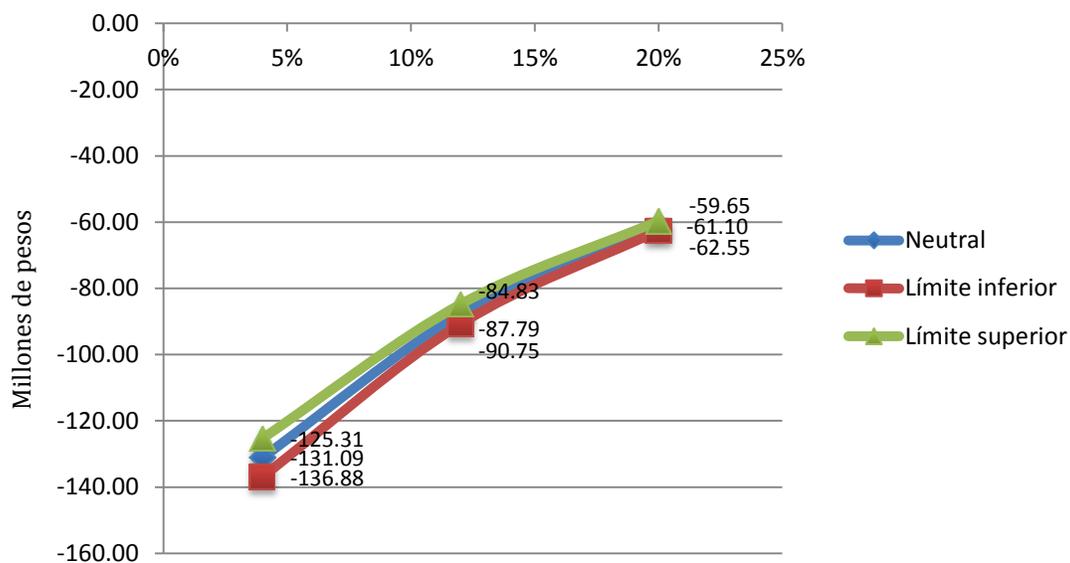
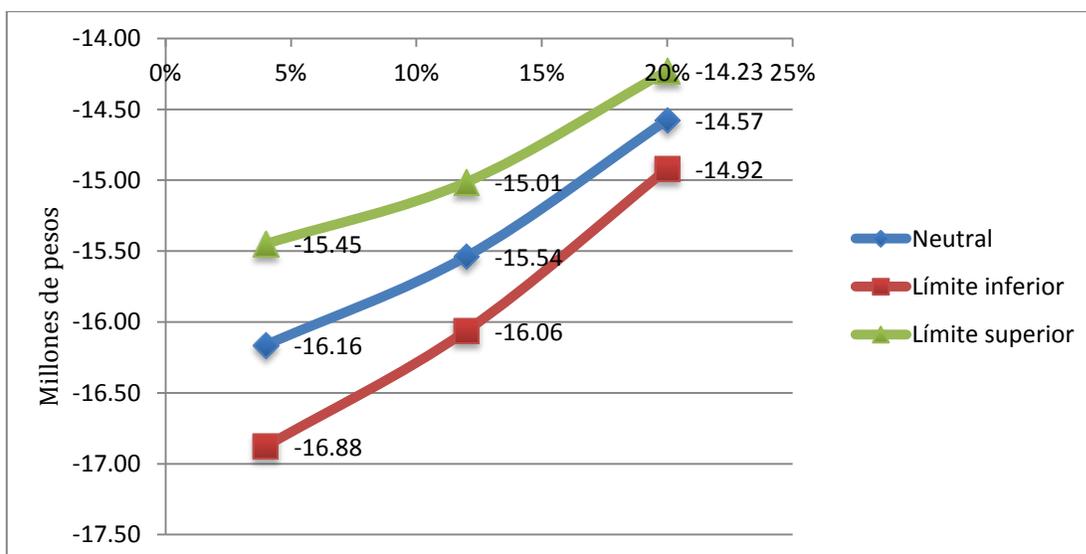


Figura 14.3. Flujo Anual Equivalente (FAE) de sustitución de alumbrado público (millones de pesos)



En términos unitarios, con base en estos parámetros se obtiene que el costo de cada tonelada reducida a partir de esta acción está entre \$4,854 pesos y \$5,192 pesos, con un promedio de \$5,023 pesos/tCO<sub>2</sub>e.

### **14.3.2. Acción M.2.1. Sustitución de electrodomésticos ineficientes (Refrigeradores y focos ahorradores)**

#### ***M.2.1.A. Sustitución de refrigeradores***

Para esta acción se consideró información generada por la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO)<sup>106</sup> y que es específica para el municipio de Naucalpan en 2013. El precio mínimo que se encontró para un refrigerador nuevo fue de entre \$7,928 y \$9,550.

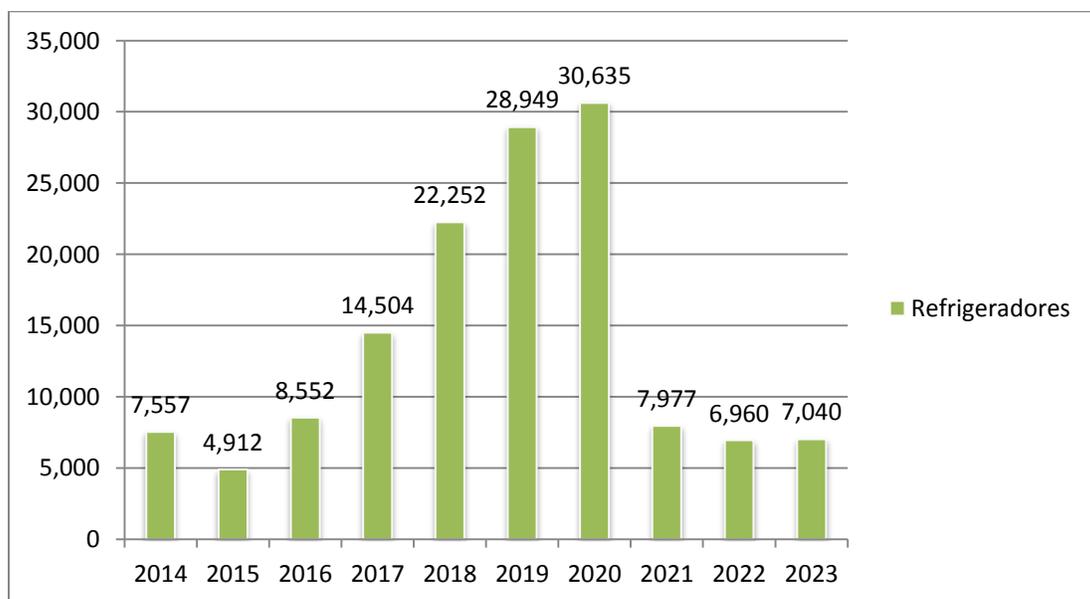
Asimismo, se consideró en el cálculo el costo de disposición de los gases contaminantes contenidos en estos equipos. Se supuso que este costo se paga tanto por el refrigerador nuevo, como por el viejo. Ambos costos se asumen en el momento de la sustitución. Implícitamente se está suponiendo que cuando se recibe el refrigerador nuevo, el viejo se dispone de manera adecuada y que el costo del refrigerador nuevo se *invierte* en un fondo para su disposición futura. Se considera que este es el enfoque es más adecuado pues permitiría generar un fondo de disposición para los siguientes años. El valor mínimo de este costo proviene de un estudio elaborado por el Centro Mario Molina, en el que se estimó un costo de disposición de \$122.86 pesos por refrigerador. El valor máximo se

<sup>106</sup> <http://www.profeco.gob.mx/precios/canasta/home.aspx?th=1>

obtuvo de la Organización de Consumidores y Usuarios (OCU)<sup>107</sup> quienes señalan en una nota periodística que este costo asciende a 20 euros por refrigerador. El tipo de cambio empleado en la conversión a pesos fue de \$17.5 pesos por euro.

Para estimar el porcentaje de sustitución de refrigeradores nuevos se supuso que 100% del stock de equipos actuales puede ser remplazado. El stock estimado en los supuestos del capítulo anterior para las proyecciones de mitigación es de 182,744 refrigeradores en 2013. Esta cifra se proyectó a 2023 tomando como referencia dos escenarios, uno de decrecimiento poblacional a una tasa de 2.9% anual. El segundo contempla un crecimiento anual de 1% anual. Nuevamente, el porcentaje de adopción de refrigeradores nuevos es proporcional a la reducción de emisiones que se calculó en el capítulo anterior. De esta forma, en promedio se sustituirían 139,000 refrigeradores (ver Figura 13.4). El comportamiento de esta gráfica se explica porque en un escenario de crecimiento poblacional de 1%, en 2020 prácticamente se logra la sustitución total de refrigeradores. Los datos aquí mostrados son un promedio entre ambos escenarios.

Figura 14.4. Refrigeradores sustituidos por año.



Con base en estos parámetros se estima una inversión total requerida de 728 mdp, que varía en un rango de entre 662 y 794 mdp. En términos anuales, el flujo anual equivalente es de 129 mdp en promedio con un rango de entre 117 y 140 mdp. En términos unitarios, reducir una tonelada de carbono mediante esta acción cuesta \$2,794 pesos en promedio y un rango va de los \$1,714 a los \$3,880 pesos.

<sup>107</sup> <http://www.elmundo.es/elmundo/2011/09/20/natura/1316528267.html>

Figura 14.5. Costo total de sustitución de refrigeradores (Eje x: tasa de descuento; Eje y: costo total en millones de pesos)

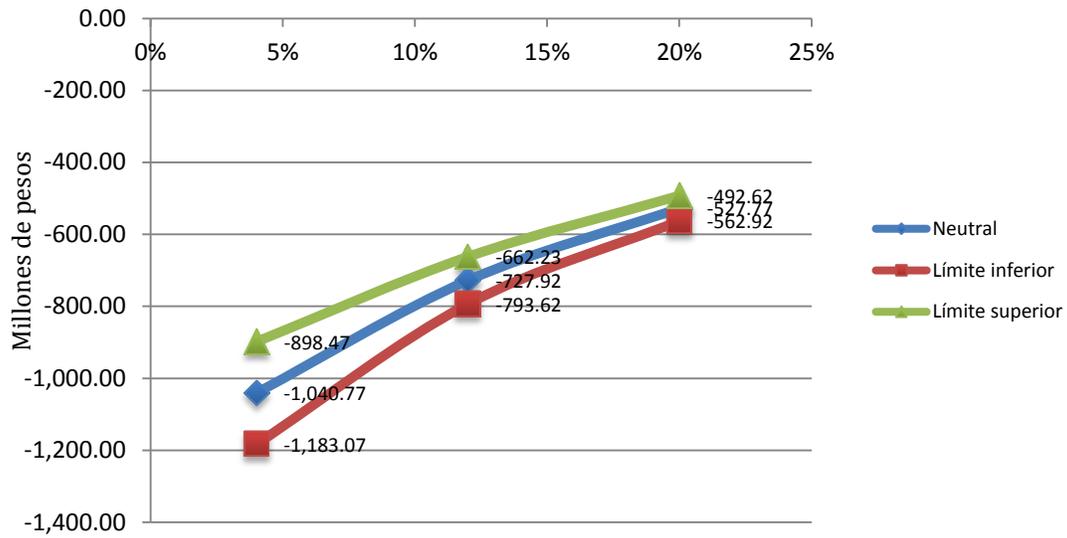
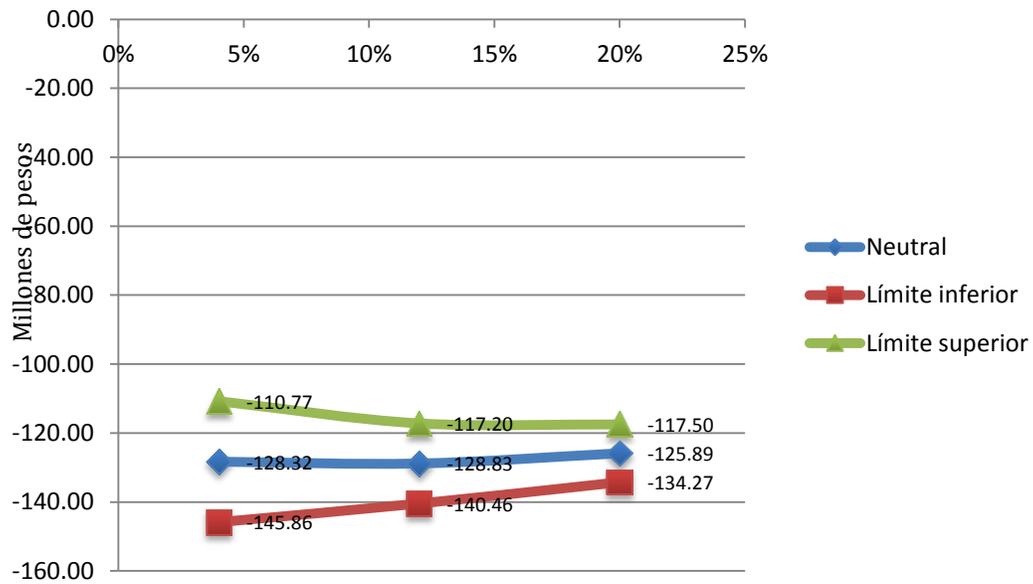


Figura 14.6. Flujo Anual Equivalente (FAE) de sustitución de refrigeradores (millones de pesos)

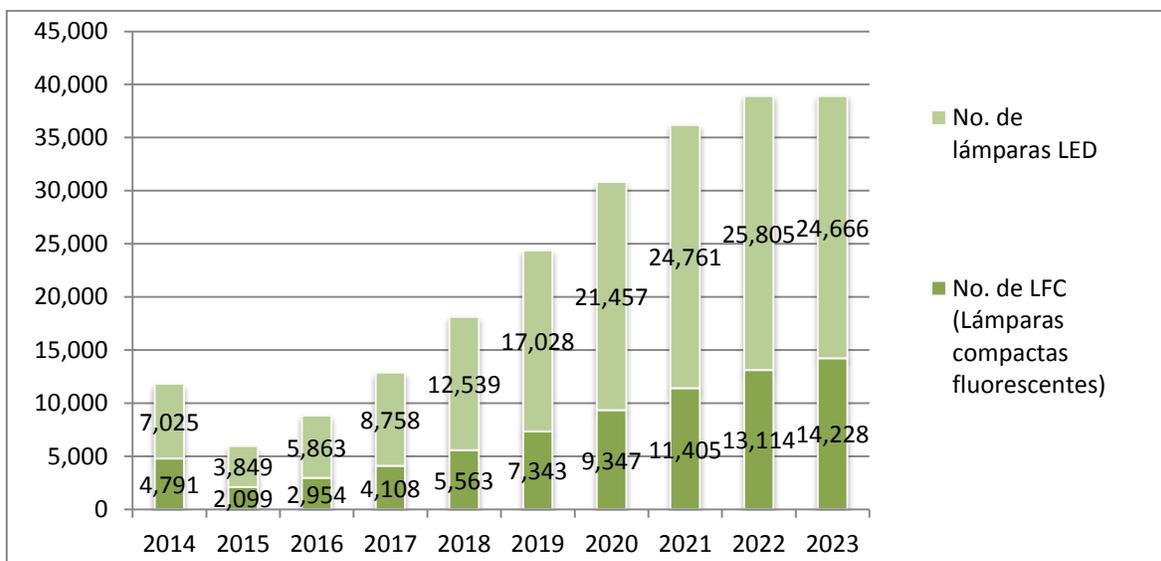


### M.2.1.B. Sustitución de focos incandescentes

Esta acción considera la sustitución de focos incandescente por focos ahorradores (LFC, Lámparas Compactas Fluorescentes) o LEDs. El costo de estos equipos se obtuvo en el sitio web de *Office Depot*. Evidentemente, un costeo más preciso requeriría de un estudio de mercado. Sin embargo, esto no fue posible dado el alcance y tiempo disponible para realizar este análisis. Para los focos ahorradores se supuso un costo mínimo de \$89 pesos y máximo de \$115 pesos. El costo mínimo de los LEDs es de \$143 pesos y el máximo de \$207 pesos.

Para calcular el número de focos a sustituir se estimó un total de 625,533 focos, de los cuales se piensa que el 60% son ineficientes. Este porcentaje se infirió a partir del inventario de emisiones *bottom-up* y *top-down* realizado en las proyecciones de las acciones de mitigación (capítulo 12). Asimismo, se parte de los dos escenarios de crecimiento poblacional, de -2.9% y de 1% del mismo análisis. Adicionalmente, se supuso que en 2014, 44% de las sustituciones se realizan con focos ahorradores y el resto con LEDs. Estos porcentajes van cambiando para finalizar en 2023. En ese se consideró una mezcla de 31% de sustituciones con focos ahorradores y 69% con LEDs. Por último, se consideró el mismo supuesto de adopción establecido en el capítulo 12, en el que los hogares van realizando las sustituciones gradualmente. Con estos valores se elaboró la figura 14.7. Esta gráfica muestra el número de focos sustituidos de cada tecnología a través del tiempo. Se calcula que para 2023 se habrá sustituido un total de 226,702 focos.

Figura 14.7. Sustitución de focos domésticos (número de focos).



Con base en estos parámetros se calcula que esta acción tiene un costo total de 16.1 mdp en promedio (un rango de entre 15.5 y 16.4 mdp) a una tasa de 12%. En términos anuales, se requiere una inversión de entre 2.62 mdp y 3.10 mdp. En términos unitarios cada tonelada de carbono reducida con esta acción cuesta entre \$460 y \$486 pesos. (Figuras 14.8. y 14.9)

Figura 14.8. Costos totales por sustitución de focos domésticos (Eje x: tasa de descuento, Eje y: costo total en millones de pesos)

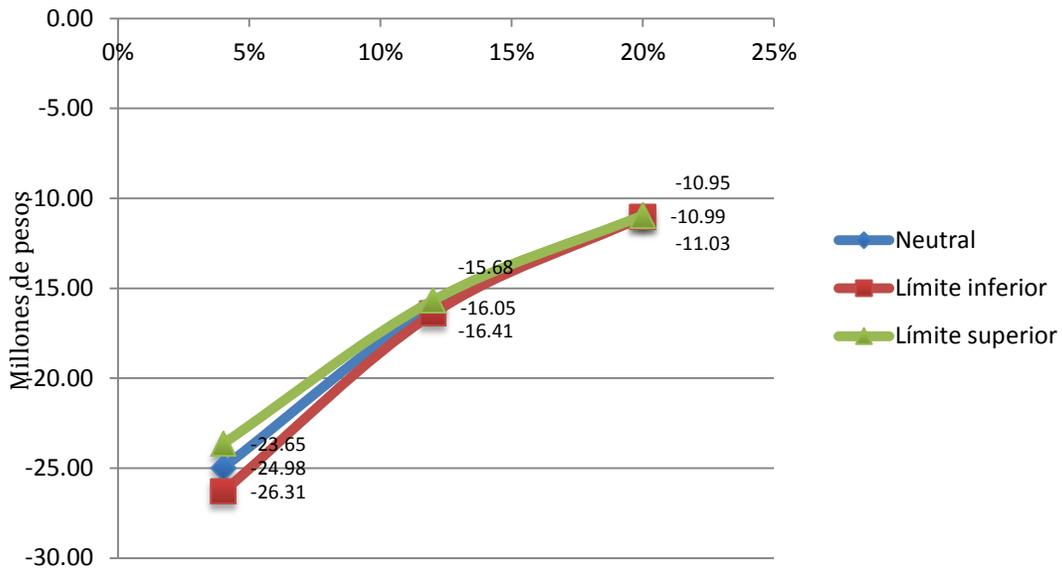
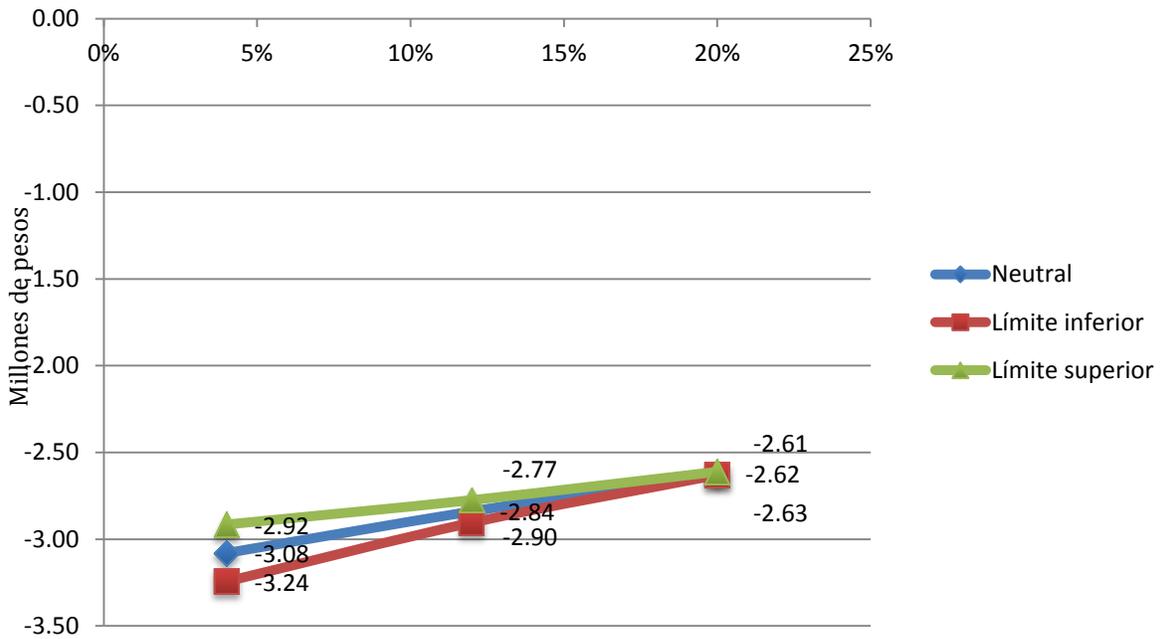


Figura 14.9. Flujo Anual Equivalente (FAE) por sustitución de focos domésticos (millones de pesos)

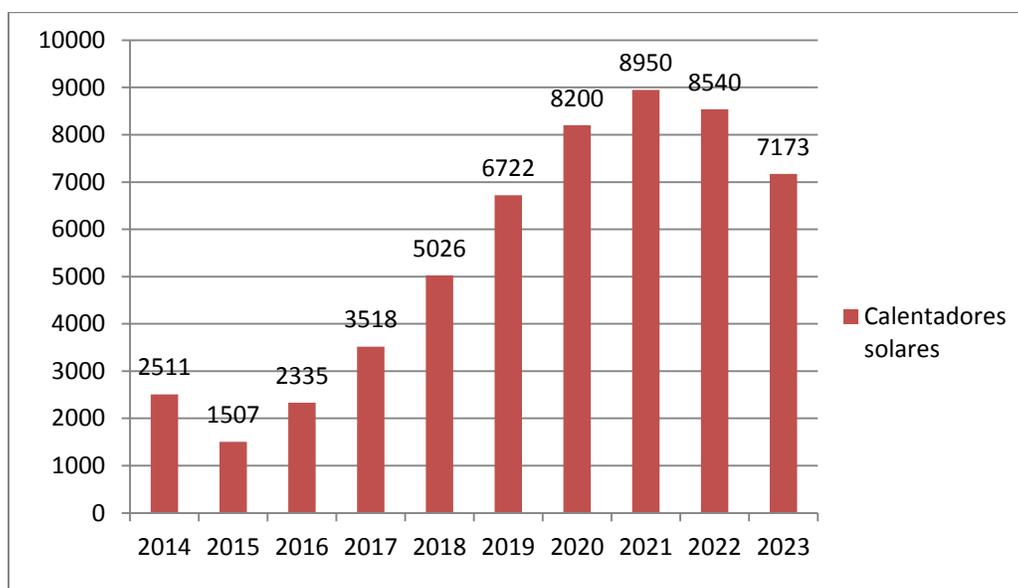


### 14.3.3. Acción M.2.3. Incremento en el uso de calentadores solares de agua

Esta acción considera la sustitución de calentadores tradicionales por otros de tecnología solar. Los precios de estos calentadores se obtuvieron de distintos distribuidores.<sup>108</sup> Se encontró un amplio rango de precios, mismos que varían entre \$5 mil y \$10 mil pesos, dependiendo de la tecnología. Dado que hay un rango tan amplio en los precios, el análisis costo-efectividad genera a su vez un rango exageradamente amplio para el costo total. Es decir, ante tal nivel de incertidumbre en los precios de los calentadores no es posible obtener un rango razonable de los costos totales. Por ello, se optó por reducir este rango a \$7,500 y \$12,500 pesos a fin de disminuir esta incertidumbre. De esta manera, se tomaron estos dos valores como mínimo y máximo, respectivamente y se hizo posible obtener un estimado razonable de los costos totales.

Adicionalmente, se partió del supuesto de que hay un total de 208,511 viviendas, entre las cuales hay un porcentaje de adopción de calentadores. El remplazo inicia con 2,511 calentadores instalados en 2014 y termina en 2023 con la sustitución de 7,173 calentadores. La figura 14.10. muestra esta evolución. De acuerdo con esta proyección, para 2030 se habrían sustituido en total casi 55 mil calentadores.

Figura 14.10. Adopción de calentadores solares por año.<sup>109</sup>



<sup>108</sup> <http://www.ecovita.mx/Web/Calentadores-Solares.aspx>  
<http://calefaccion-solar.com/precios-y-recomendaciones-para-comprar-un-calentador-solar.html>  
<http://www.funcosa.com.mx/descargas/listas-de-precios/PDF/calentadores-solares.pdf>  
<http://www.dscuento.com.mx/calentador-solar-rotoplas/>

<sup>109</sup> El número de equipos anuales para sustituir se obtiene multiplicando el cambio anual en equipos obtenidos del crecimiento poblacional, por la proporción de emisiones que se reduce cada año respecto a la línea base (parámetros calculados de acuerdo con las emisiones mitigadas estimadas en el capítulo 12). Es decir, se está suponiendo que si se reduce 5% de emisiones en el año 2015, entonces 5% de nuevos equipos serán nuevos. La primera cifra resulta más alta que las posteriores por el propio comportamiento de la reducción de emisiones estimada, es decir, se pasa de no reducir nada en 2013 a reducir cierto porcentaje de emisiones a partir de 2014. En años subsecuentes, hay reducción de emisiones pero se descuentan los equipos que se sustituyeron en años pasados. A partir de 2021 el número de equipos disminuye porque la reducción de emisiones llega a cierto "límite", esto es resultado directo de la curva de adopción que se supuso en el capítulo 12.

El costo final de llevar a cabo esta acción es de 284 mdp en promedio, pero varía entre 244 mdp y 323 mdp. En términos de inversión anual, se requerirían de 46 a 53 mdp anuales para implementar la acción. En términos unitarios, cada tonelada reducida tendría un costo asociado en un rango de \$1,089 a \$1,429 pesos. (Ver Figura 14.11)

Figura 14.11. Costos totales por sustitución de calentadores solares (Eje x: tasa de descuento, Eje y: costo total en millones de pesos)

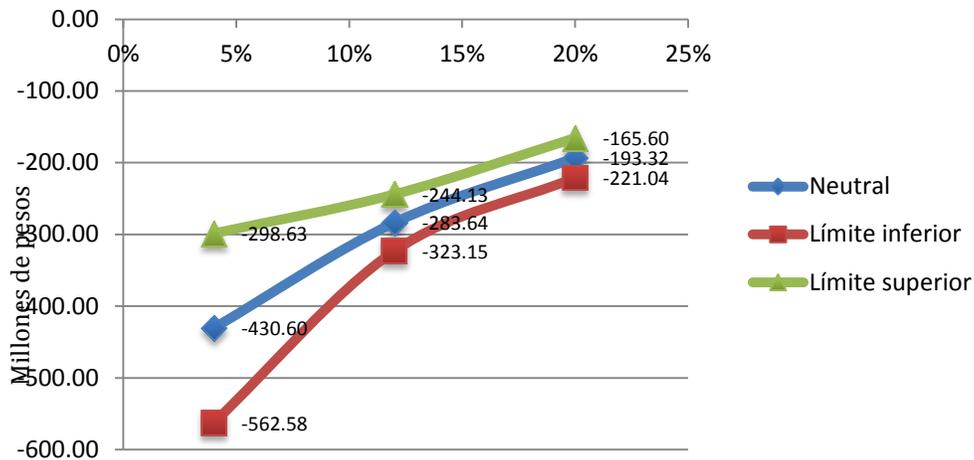
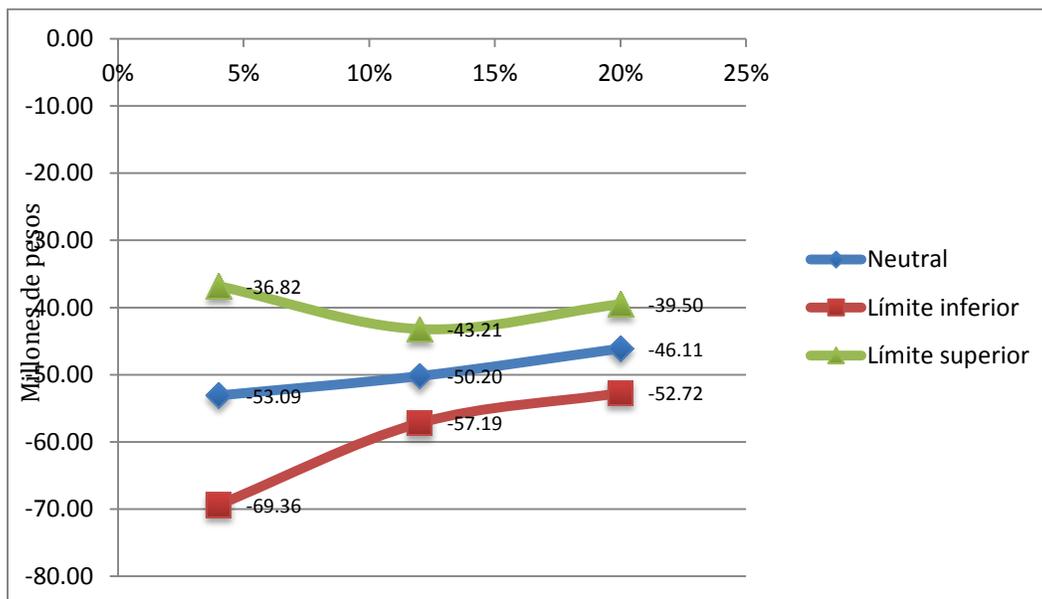


Figura 14.12. Flujo Anual Equivalente (FAE) para la sustitución de calentadores solares (millones de pesos).



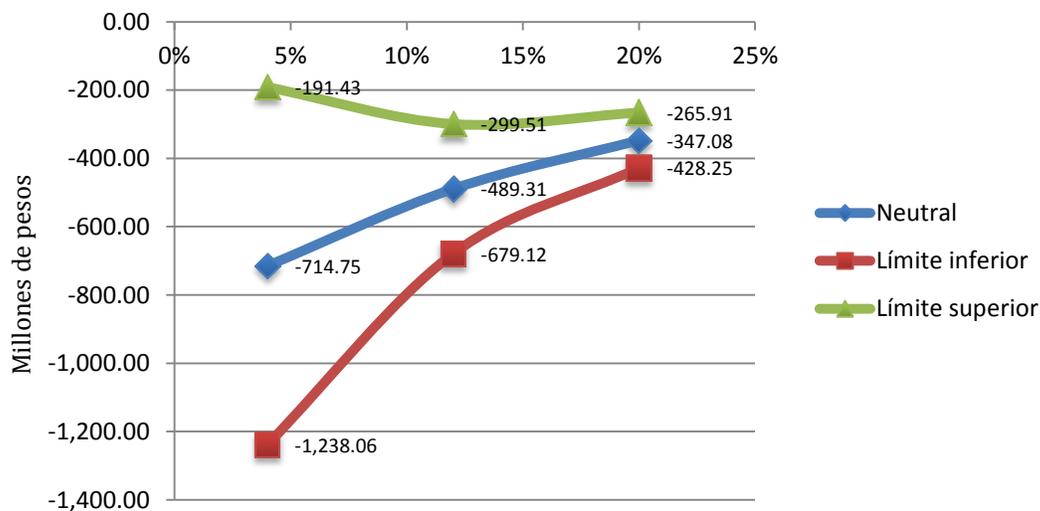
## Estrategia M.3. Impulsar la accesibilidad y movilidad urbana sustentable a través de un Plan Integral de Movilidad Urbana

### 14.3.4. Acción M.3.2. Diseñar e instrumentar un programa de movilidad ciclista.

Esta acción implica la construcción de infraestructura ciclista en el municipio de Naucalpan. El esquema es un sistema de estaciones de bicicletas en un área de 22 km<sup>2</sup>. Para el costeo de esta acción se extrapolaron los costos de inversión e infraestructura del sistema Ecobici del Distrito Federal. Dado que no se desagregan estos costos en la cuenta pública del gobierno del DF, se utilizaron las cifras reportadas en notas periodísticas.<sup>110</sup> En promedio, se estima un costo de inversión inicial de 4.6 mdp por km<sup>2</sup> y de 4.44 mdp por km<sup>2</sup> para mantenimiento (descontando 11% de ingresos operativos, que es la cifra estimada para Ecobici). A estos costos se les aplicó una variación de  $\pm 20\%$  para que los resultados reflejaran la sensibilidad de la inversión ante diferentes precios.

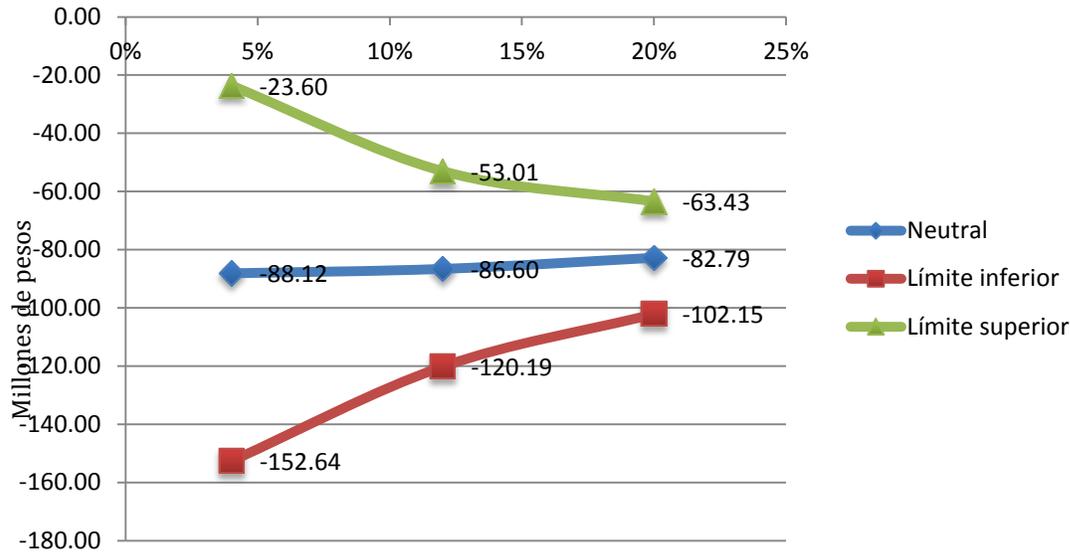
Con estos parámetros se obtiene un costo total descontado de 489 mdp, y un rango entre 300 mdp y 679 mdp. En términos anuales, se requiere una inversión de entre 83 y 88 millones de pesos. En cuanto a las emisiones, cada tonelada reducida con esta acción está entre \$1,714 y \$3,880 pesos, con un promedio de \$2,794 pesos/tCO<sub>2</sub>e.

Figura 14.13. Costos totales por ciclovía (Eje x: tasa de descuento, Eje y: costo total en millones de pesos)



<sup>110</sup> <http://diarioenbici.com/transporte-sustentable-en-df-palidece-ante-gasto-corriente-del-gobierno/>  
<http://www.infodf.org.mx/pdfs/resoluciones/recur11/RR.0653-2011.pdf>  
<http://www.maspormas.com/nacion-df/df/los-numeros-rojos-de-ecobici>  
<http://www.eluniversaldf.mx/cuauhtemoc/nota17097.html>  
<http://www.excelsior.com.mx/2011/11/08/comunidad/781341>

Figura 14.14. Flujo Anual Equivalente (FAE) por ciclovía (millones de pesos)

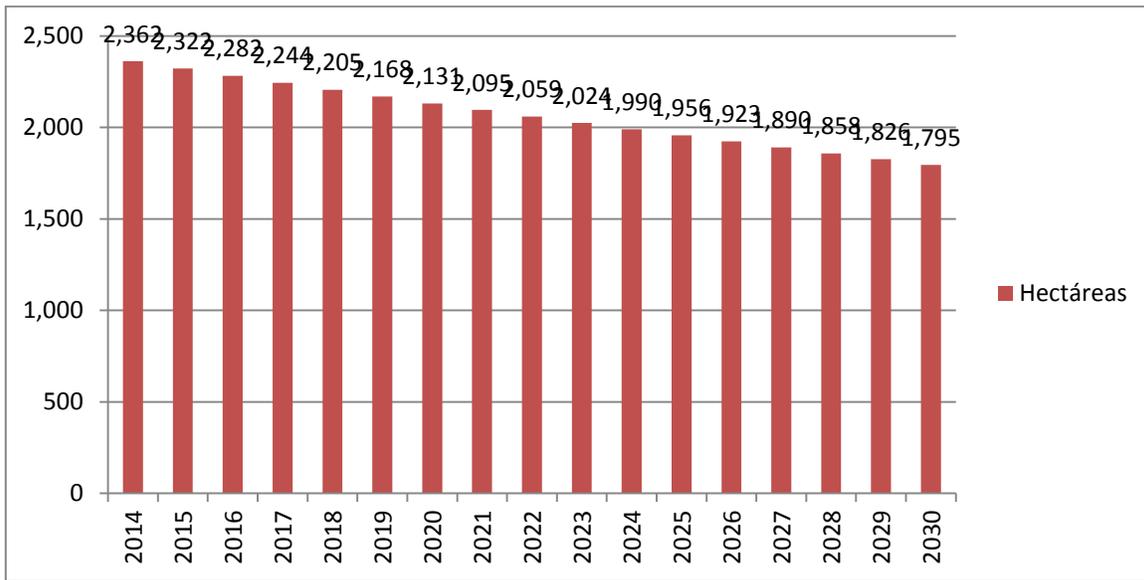


#### 14.3.5 Acción M.4.1. Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales.

Esta acción implica el pago de servicios ambientales hidrológicos en las áreas forestales con potencial para ello. El costo por hectárea se tomó de los montos actuales que paga la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) de acuerdo a lo establecido en las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal (PRONAFOR) en 2013. Estas reglas otorgan pagos diferenciados dependiendo el tipo de bosque. En este sentido, se tomaron como valores mínimo y máximo los que se fijan en dichas reglas. En particular, se consideró un pago mínimo de \$382 pesos por hectárea y uno máximo de \$1,100 pesos por hectárea. Este pago se debe realizar anualmente durante un periodo de 17 años (hasta 2030).

La incorporación de hectáreas al pago por servicios ambientales se realiza de manera gradual hasta alcanzar un total de 35,132 hectáreas en 2030 (ver figura 14.15).

Figura 14.15. Hectáreas incorporadas al año para pago por servicios ambientales hidrológicos



A partir de estos supuestos se obtiene un costo total de 69 mdp, en un rango entre 59 y 80 mdp. En términos anuales, se requiere una inversión de entre 8.2 y 11.2 mdp. En términos unitarios, el costo por tCO<sub>2</sub>eq es de \$2,258, entre un rango de \$1,931 y \$2,618 pesos.

Figura 14.16. Costos totales por pago por servicios ambientales hidrológicos (Eje x: tasa de descuento, Eje y: costo total en millones de pesos)

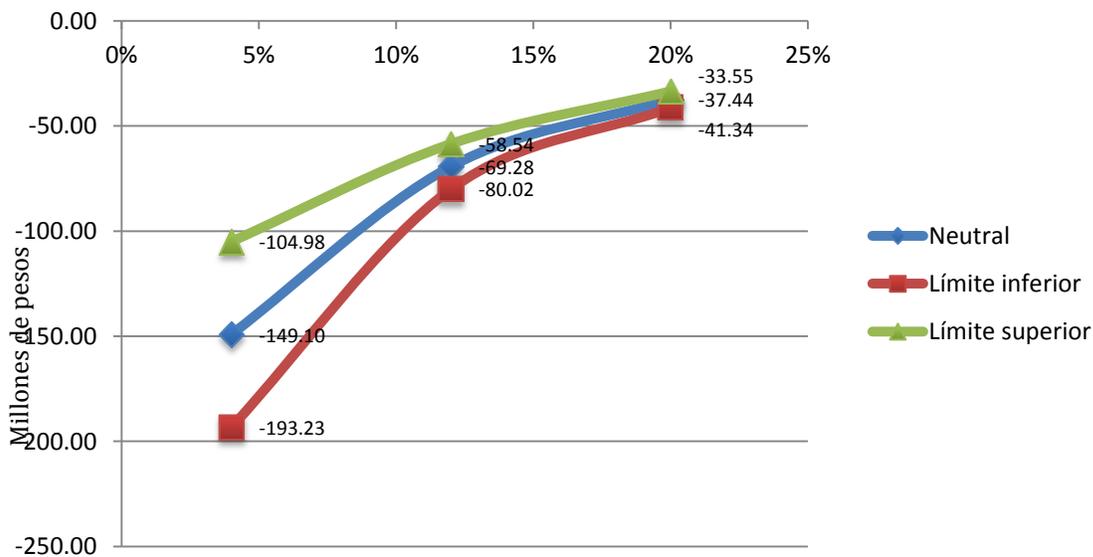
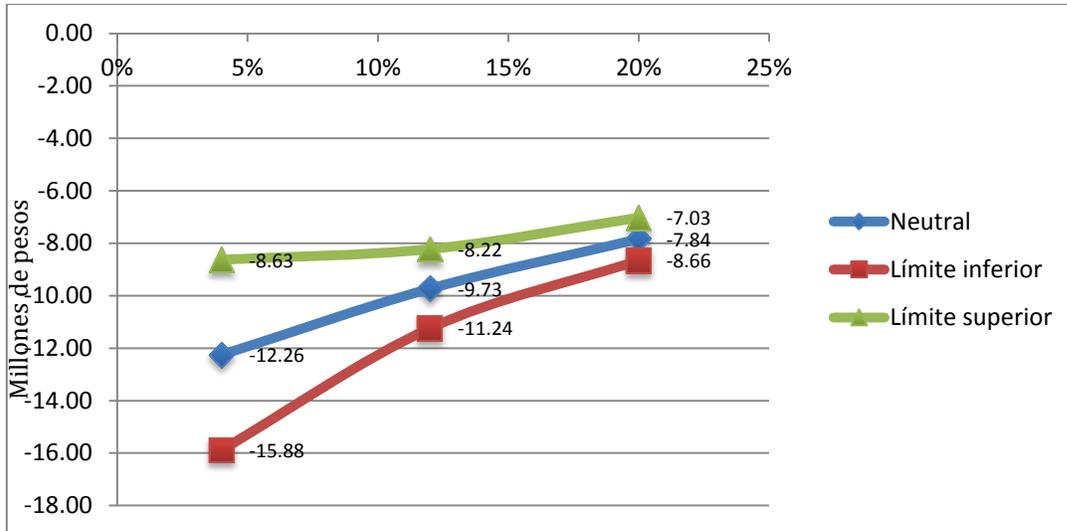


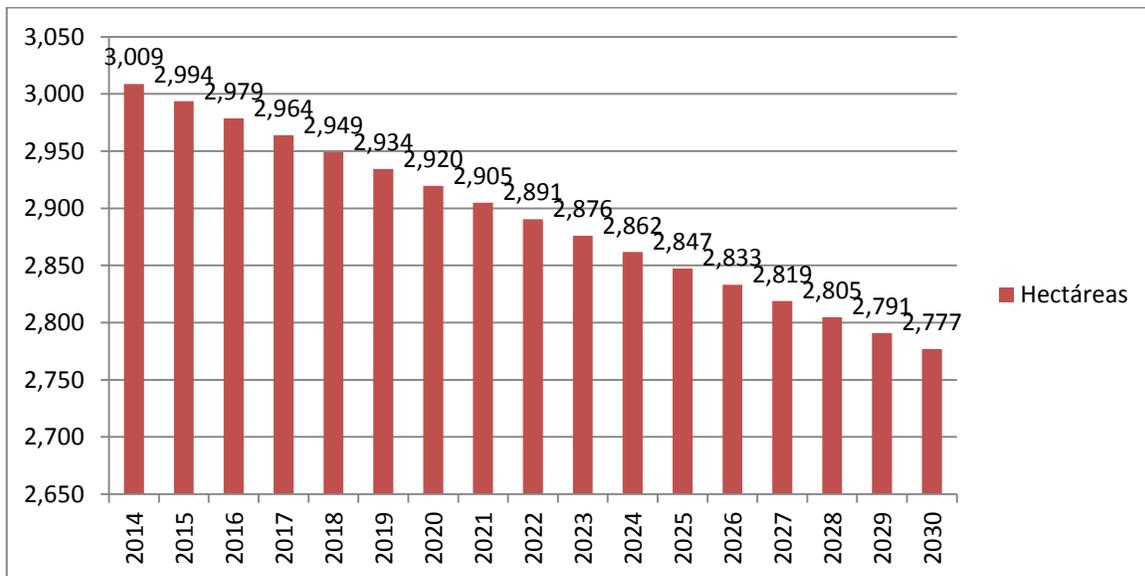
Figura 13.17. Flujo Anual Equivalente (FAE) por pago por servicios ambientales hidrológicos (millones de pesos).



### 14.3.6. Acción M.4.2. Restauración y conservación de suelos

Esta acción consiste en realizar labores de reforestación y conservación de suelos en las áreas forestales con potencial para ello. En este tenor se identificó un total de 49,153 hectáreas. Se tomaron como referencia los montos pagados por CONAFOR para este tipo de proyectos. De esta manera, se consideró un costo inicial, que está en un rango entre \$1,572 y \$2,900 pesos, y un costo de mantenimiento anual entre \$1,132 y \$1,450 pesos. En la figura 14.18. se muestra el número de hectáreas a incorporar cada año. El periodo de análisis es de 2014 a 2030.

Figura 14.18. Hectáreas a restaurar cada año



Con base en estos parámetros se concluyó que la inversión requerida para esta acción asciende a \$198 mdp en promedio, en un rango entre \$193 y \$202 mdp. El FAE de esta acción está entre \$23 y \$34 mdp. En términos unitarios, cada tCO<sub>2</sub>eq con esta acción tiene un costo de \$629 pesos en promedio, en un rango entre \$616 y \$645 pesos.

Figura 14.19. Costos totales por pago por restauración (Eje x: tasa de descuento, Eje y: costo total en millones de pesos)

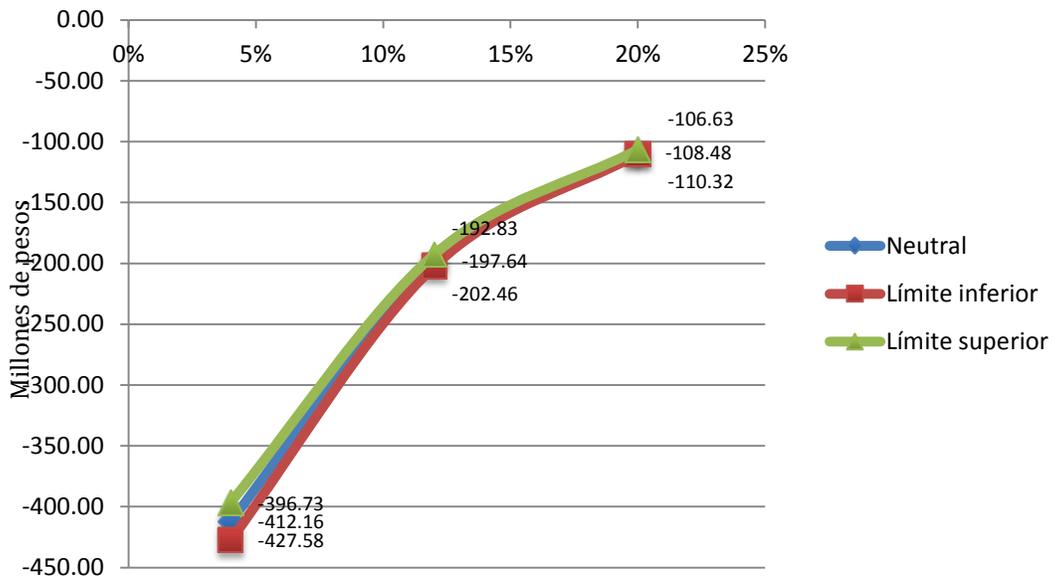
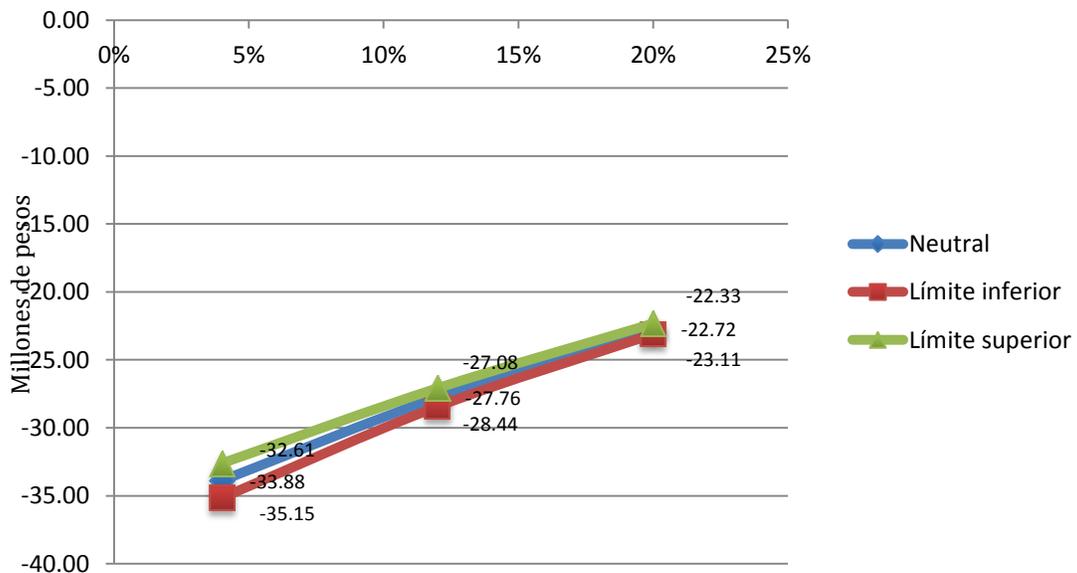


Figura 13.20. Flujo Anual Equivalente (FAE) por restauración forestal (millones de pesos).



### **14.3.7. Estrategia M.5. Reducción de emisiones a través de la modernización de la gestión de residuos sólidos urbanos**

#### **Acción M.5.2. Modernización del equipamiento para la quema de metano en el relleno sanitario**

Esta acción implica el reacondicionamiento de veintidós quemadores de metano. Los costos se obtuvieron a partir de FIRCO (2007)<sup>111</sup> y se actualizaron considerando la inflación. El precio mínimo supuesto fue de \$538 mil pesos por quemador (incluye instalación) y el máximo de \$679 mil pesos. Además, se consideraron los gastos de mantenimiento que ascienden a \$38,400 pesos al año.

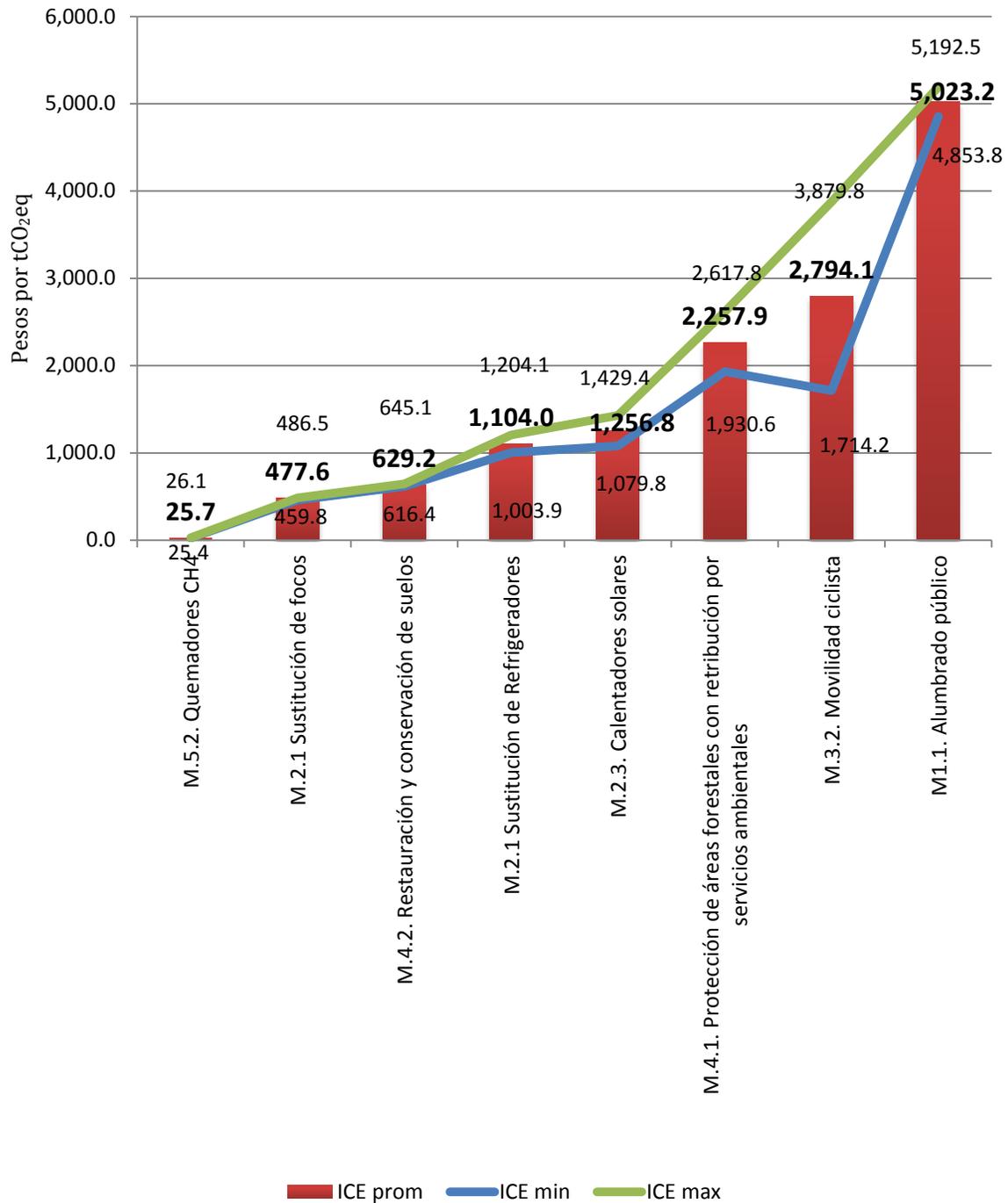
Con base en estos supuestos se estimó una inversión total de \$17.5 mdp en promedio, en un rango entre \$17.3 y \$17.8 mdp. En términos anuales esto implica una inversión de entre \$2.4 y \$3.9 mdp al año. Sin embargo, se supone que se realiza la inversión inicial de los veintidós quemadores en 2014 y sólo se paga el mantenimiento posterior, por lo que este segundo parámetro no tiene significado relevante.

### **14.4. Resultados consolidados**

Con base en el análisis aquí realizado se encontró que para realizar las ocho acciones de mitigación propuestas se requiere una inversión total de 1,888 mdp pesos. La inversión anual asciende a 325.2 mdp al año. Con este monto se obtendría una reducción de emisiones de 2 millones 136 mil tCO<sub>2</sub>eq. En la figura 14.21. se presentan los costos unitarios para cada acción, ordenados de menor a mayor. Esta gráfica permite priorizar las medidas de mitigación. De esta manera, conviene empezar invirtiendo en los quemadores de metano, después en la sustitución de focos, y así sucesivamente. Finalmente, en la Tabla 13.2. se presentan los datos de inversión, flujo anual equivalente, índice costo-efectividad (costo/tCO<sub>2</sub>eq) y reducción de carbono de manera individual de las ocho medidas evaluadas en este ejercicio.

<sup>111</sup> [http://www.cmp.org/apoyos/BIOGAS0902/0524\\_LIBRO\\_de\\_BIOGAS.pdf](http://www.cmp.org/apoyos/BIOGAS0902/0524_LIBRO_de_BIOGAS.pdf)

Figura 14.21. Índice costo-efectividad (ICE) por acción.





En síntesis, y tal como se puede observar, partiendo de una inversión promedio de 1,888 mdp se logra un potencial de mitigación total de 2.1 MtCO<sub>2</sub>eq.

**Tabla 14.2. Resultados generales del Análisis Costo - Efectividad.**

Acción	Costo (Millones de Pesos)			Flujo Anual Equivalente (FAE) (Millones de pesos)			Índice Costo – Efectividad (ICE) (\$/tCO <sub>2</sub> eq)			Reducción (tCO <sub>2</sub> eq) <sup>112</sup>
	min	prom	max	min	prom	max	min	prom	max	
M.5.2. Quemadores CH4	17	18	18	2	3	4	25	26	26	680,790
M.2.1 Sustitución de focos	16	16	16	3	3	3	460	478	487	33,712
M.4.2. Restauración y conservación de suelos	193	197	202	23	28	34	616	629	645	313,114
M.2.1 Sustitución de Refrigeradores	662	728	794	117	129	140	1,004	1,104	1,204	659,440
M.2.3. Calentadores solares	244	284	323	46	50	53	1,080	1,257	1,429	225,970
M.4.1. Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales	59	69	80	8	10	11	1,931	2,258	2,618	30,560
M.3.2. Movilidad ciclista	300	489	679	83	87	88	1,714	2,794	3,880	175,010
M1.1. Alumbrado público	85	88	91	15	16	16	4,854	5,023	5,193	17,477
<b>Total</b>	<b>1,576</b>	<b>1,888</b>	<b>2,203</b>	<b>297</b>	<b>325</b>	<b>349</b>				<b>2,136,073</b>

<sup>112</sup> La reducción planteada se refiere a lo largo de todo el PACMUNA, por lo que la cantidad total excede la emisión reportada para la del año 2012, línea base.

## 14.5. Conclusiones

La Tabla 14.2. presenta los resultados generales del ejercicio de análisis que se expone en este capítulo. Sin embargo, cabe hacer una precisión: De las ocho acciones analizadas, cinco son inversiones que puede realizar el municipio. Las tres restantes implican la participación de la población. En particular, las acciones de sustitución de focos, refrigeradores y calentadores solares requieren que los hogares se involucren en su implementación. Por tanto, conviene hacer la distinción entre las acciones que generan bienes públicos y privados. La suma de la inversión para las acciones relacionadas con bienes públicos asciende en promedio a 860.3 mdp, con una reducción de carbono de 1.2 MtCO<sub>2</sub>eq, que representa 57% del potencial de reducción total (ver figura 14.21).

Es pertinente recomendar que las acciones de carácter público se realicen utilizando para ello fuentes fiscales y que su instrumentación de programa en el siguiente orden de priorización: quemadores de metano, restauración y conservación de suelos, pago por servicios ambientales hidrológicos, ciclovía y alumbrado público. Se sugiere invertir en estas acciones hasta que se agoten los recursos destinados para atender el cambio climático en Naucalpan. Las acciones que aquí se incluyen generan el 57% de las reducciones de carbono a un costo de \$707 pesos/ tonelada en promedio. Este costo es menor que el caso de las privadas (ver figuras 14.22 y 14.23).

En lo que se refiere a las acciones de carácter privado, se recomienda su implementación en el siguiente orden: sustitución de focos domésticos, sustitución de refrigeradores y de calentadores solares. Para estas acciones se recomienda un esquema de financiamiento a partir del cual se otorgue un crédito al hogar para la compra del equipo. Asimismo, el municipio podría ofrecer una compensación por cada tonelada reducida a fin de incentivar el cambio. Por ejemplo, podría dar \$60 pesos al hogar que hace la sustitución (esta cifra es arbitraria). El monto que se ofrecería al hogar dependería del financiamiento que el municipio puede atraer de fuentes internacionales o nacionales para la mitigación del cambio climático. Bajo este esquema se aseguraría la sanidad de las finanzas públicas municipales.

Finalmente, el análisis realizado no contabiliza los beneficios que se obtienen por cada acción más allá de la reducción de carbono. Estos beneficios deben considerarse para implementar las acciones. Por ejemplo, a pesar de que la sustitución de alumbrado público es la más costosa por unidad de carbono, genera beneficios de seguridad y mayor bienestar en espacios públicos. Esto eventualmente deriva en una mayor actividad económica, pues las personas pasarían mayor tiempo en estos espacios provocando un incremento en el consumo de bienes y servicios. Esto también es cierto para la acción de movilidad (ciclovía). Adicionalmente, estas acciones promueven la cohesión social.

En el caso de las acciones forestales, hay una serie de beneficios ambientales colaterales que también se deben considerar. Entre ellos se pueden mencionar la belleza escénica y las funciones de soporte de ecosistemas. Estos dos últimos factores son indudablemente importantes para asegurar la productividad agropecuaria.

Figura 14.22. Porcentaje del costo total para el cumplimiento de las 8 acciones: inversión público y privada (millones de pesos, %)

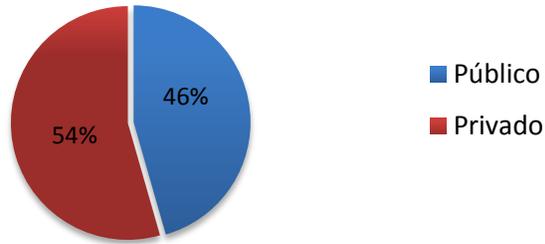


Figura 14.23. Porcentaje de reducción de emisiones por sector de las 8 acciones seleccionadas: reducción total de emisiones pública y privada (tCO<sub>2</sub>e, %)

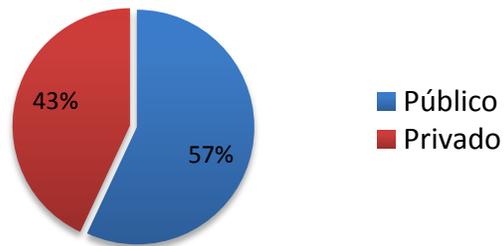
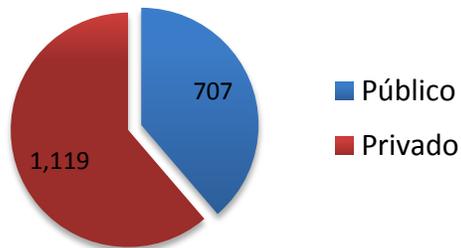


Figura 14.24. Costo promedio por tonelada reducida público y privado (pesos/tCO<sub>2</sub>e)



## 15. PRIORIZACIÓN DE ACCIONES DE ADAPTACIÓN A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS MULTICRITERIO

Uno de los criterios comunes para medir la mitigación es su valor en tCO<sub>2</sub>eq. Esto contrasta con las acciones de adaptación, pues no se cuenta con un criterio común calculado en alguna unidad de medida. Las acciones de adaptación se construyen en distintos sectores: social, ambiental, institucional, de planeación urbana, hidráulico, etc. Es decir, no tienen un código común que permita hacerlos comparables respecto a la capacidad de “adaptar más” a una comunidad o municipio.

Un criterio podría ser el valor monetario de la acción de adaptación. Sin embargo, dicha información requiere de un análisis más profundo y amplio que rebasa los alcances del presente estudio. Con el objeto de definir qué acciones de adaptación son prioritarias, se retomaron algunos conceptos elaborados en el marco de una propuesta de análisis costo-beneficio de proyectos de adaptación al cambio climático elaborada para la GIZ (Guevara, Torres y Lara, s/f). Estos criterios se desglosan en la Tabla 15.1.

**Tabla 15.1 Elementos propuestos a ser tomados en cuenta para hacer un análisis costo-beneficio de una acción de adaptación. Estudio hecho para la GIZ**

ACTIVIDAD DIRECTA	Describe las actividades o acciones directas que se tienen que realizar para llevar a cabo la acción. Por ejemplo, la construcción de infraestructura, su mantenimiento, entre otros.
ACTIVIDAD INDIRECTA	Algunas medidas requieren la realización de actividades previas o complementarias. Por ejemplo, estas actividades pueden ser sesiones de capacitación, consultas, talleres, convenios de concertación. Incluso, algunas medidas pueden requerir llevar a cabo cambios legales.
IMPACTO PROBABLE DEL CAMBIO CLIMÁTICO	En esta sección se describe la relación que tiene la acción con el cambio climático. Esta relación tiene dos dimensiones: (i) Cómo afecta el cambio climático a los costos y beneficios de la acción analizada (por ejemplo, menor precipitación provoca menor productividad agrícola). (ii) Cómo contribuye la acción a que la sociedad se adapte al cambio climático (por ejemplo, a mayor riesgo de inundaciones una presa puede contribuir a salvar vidas humanas).
COSTOS DIRECTOS	Es una lista exhaustiva de los costos en que se incurrirá para realizar la acción (por ejemplo, el costo de la infraestructura y el costo de operación).
COSTOS INDIRECTOS	Es una lista exhaustiva de los costos que se generan por llevar a cabo una acción, que afectan a la unidad (territorial, poblacional, etc.) que la lleva a cabo (por ejemplo, el terreno en el que se instala una presa) pero que no necesariamente suponen una transacción monetaria (por ejemplo, si la acción se realiza sobre un terreno agrícola, y se produce erosión, es el costo asociado a esta erosión).
BENEFICIOS DIRECTOS	Es una lista exhaustiva de los beneficios directos que se generan por llevar a cabo una acción (por ejemplo, la producción de maíz para venta).
BENEFICIOS INDIRECTOS	Es una lista exhaustiva de los efectos positivos que afectan a la unidad (territorial, poblacional, etc.) que la lleva a cabo pero que no necesariamente implica una transacción monetaria (por ejemplo, reducción de la erosión).
EXTERNALIDADES	Es una lista exhaustiva de los efectos positivos y negativos que generará la acción que afectan al exterior de la unidad (territorial, poblacional, etc.) que la lleva a cabo. Por ejemplo, menor contaminación de aguas superficiales, menor emisión de CO <sub>2</sub> a la atmósfera.
COSTO DE OPORTUNIDAD	Es lo que se deja de ganar por llevar a cabo una acción. Por ejemplo, si se utiliza un terreno agrícola para reforestación, este concepto es igual a la utilidad neta que se deja de obtener por sembrar el cultivo más rentable en dicho terreno. Este concepto sirve para considerar un escenario base y contabilizarlo. Cabe señalar que al contabilizar este costo ya no es necesario comparar la rentabilidad de la acción

respecto a un escenario base, pues ya está considerado dentro del análisis. Es preciso señalar que este costo de oportunidad puede ser incluso igual a cero. Por ejemplo, si un proyecto se llevará a cabo en un terreno degradado, sin valor para llevar a cabo actividades agrícolas o sin beneficios ambientales evidentes, entonces se puede suponer que este costo es igual a cero.

Fuente: Tomado de Guevara, A., Torres J.M., Lara J.A. (s/f) *Análisis costo-beneficio de proyectos de adaptación al cambio climático. Producto 1. Propuesta metodológica de análisis costo-beneficio.* Universidad Iberoamericana. Borrador elaborado para GIZ.

## 15.1. Análisis Multicriterio para identificar Acciones de Adaptación Prioritarias

Si bien no se cuenta con información monetaria de todas y cada una de las actividades que incluye cada acción, como para cubrir todos los criterios que se muestran en la tabla, sí es factible tomar algunos de ellos y hacer el ejercicio de priorización con criterios comunes. Es recomendable realizar este ejercicio dado que se trata de una metodología que ya ha sido aplicada para priorizar acciones de adaptación al cambio climático. En este caso se les asignó un valor entre 0 y 1 y entre -1 y 0 para el caso de los costos. Los seis criterios extraídos de la metodología de GIZ son los siguientes:

- Impacto para el cambio climático (contribuye a la adaptación)
- Impacto para el cambio climático (contribuye a la mitigación)
- Tiene costos directos para el municipio
- Tiene costos indirectos para el municipio
- Tiene beneficios directos para la población y la actividad productiva
- Tiene beneficios indirectos para la población y la actividad productiva

En el análisis no se consideraron las actividades directas ni las indirectas, pues no es posible establecer todas y cada una de ellas en este ejercicio (hacerlo implica estudios más precisos para cada acción). Asimismo, se descartaron las externalidades y los costos de oportunidad. Esto se debió en primer término, a que no es posible obtener un dato monetario necesario para el análisis. En segundo lugar no se consideraron datos monetarios para los costos en ninguno de los componentes. Más bien se empleó un intervalo entre 0 y 1 ó entre -1 y 0.

Si bien cada acción de adaptación puede tener beneficios para toda la población del municipio, existen ciertos sectores que pueden verse beneficiados de manera particular. Esta especificidad sí se consideró en el análisis, pues cada medida beneficia a una población mayor o menor. Así, para el caso de las medidas A.1.1 y A.1.2 que tienen que ver con reubicar asentamientos humanos y regularizar la tenencia de la tierra, el Plan Municipal de Desarrollo Urbano realizó un inventario de 41 mil 942 habitantes que se encuentran asentados en zonas de riesgo, por lo que para ambas acciones se consideró la misma población potencialmente beneficiaria.

En el caso de la acción A.2.1 (rehabilitación o perforación de pozos y tanques de almacenamiento) se consideró como beneficiaria beneficiada al 66% del total de la población total del municipio. Dicho porcentaje se obtuvo de la dependencia hídrica respecto al sistema Cutzamala y que corresponde a 550 mil 294 habitantes beneficiados. En las acciones A.2.2 y A.2.3 (acciones de limpieza y desazolve de cauces de río y la elaboración de un Plan Maestro de recuperación de ríos urbanos y parques lineales) se

consideraron las 693 manzanas expuestas a riesgos de inundación en los márgenes de los ríos y cuya población asciende a 81 mil 462 habitantes.

Por otra parte, en el caso de la Acción A.3.1 (construcción del Sistema Naucalpense de Protección Social) se tomaron en cuenta las poblaciones con un índice de marginación urbana muy alto, alto y medio. La suma de estas poblaciones asciende a 623 mil 283 personas.

Ahora bien, en virtud de que el propósito de este capítulo es que el municipio de Naucalpan de Juárez inicie a la brevedad posible la implementación de las acciones de adaptación propuestas, y que estas se encuentren dentro de sus atribuciones o bajo su control directo, se decidió añadir dos criterios adicionales a los expuestos arriba y que incluyen a la población potencialmente beneficiada. Estos criterios son:

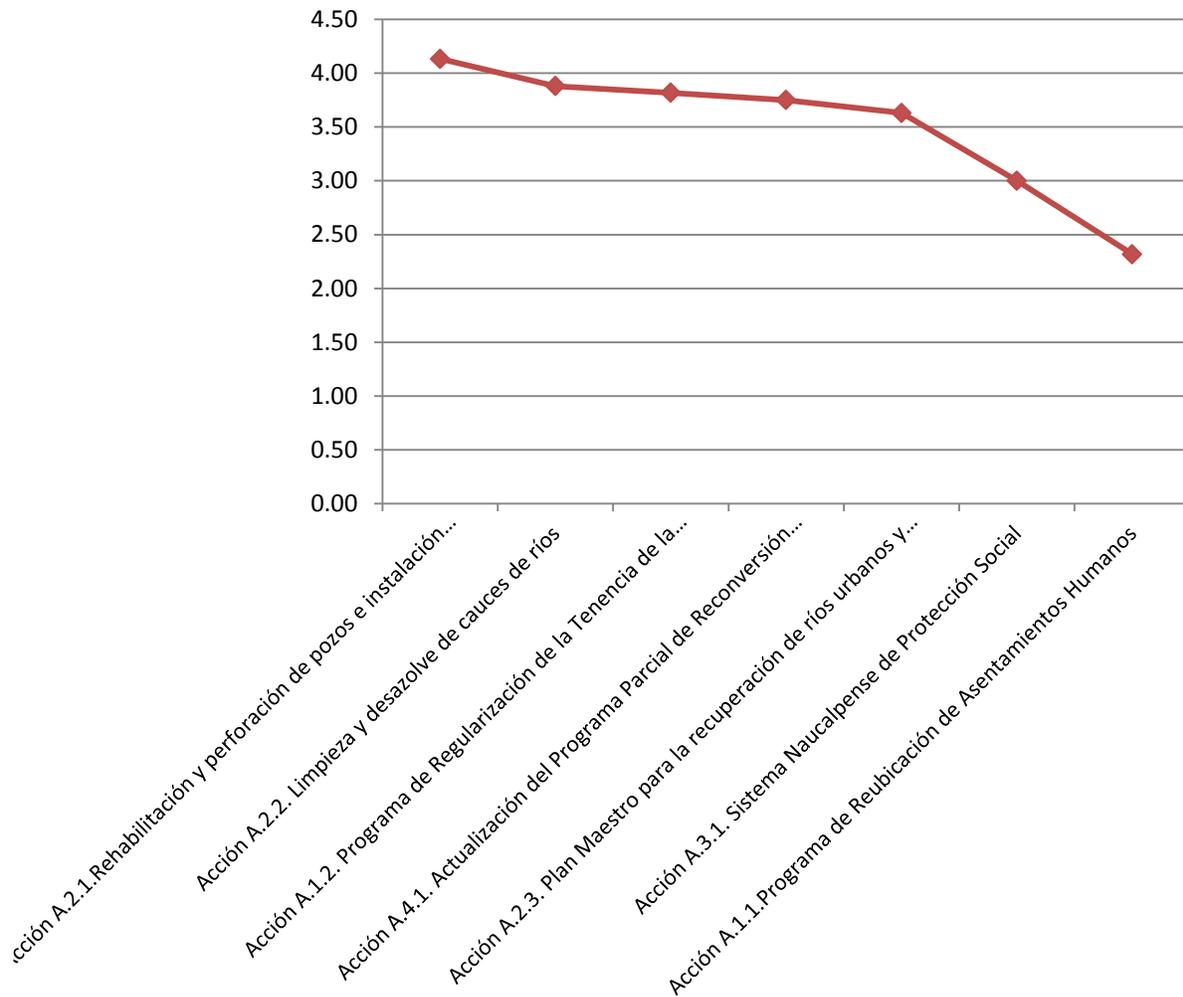
- La acción cae dentro de las atribuciones del municipio
- La acción puede ser ejecutada de inmediato

Una vez explicadas las pautas que siguió este análisis, se exponen los resultados de la priorización de las siete acciones de adaptación en la Tabla 15.2 y la figura 15.1.

**Tabla 15.2. Priorización de las acciones de adaptación**

	Impacto probable ante el cambio climático		Población potencial beneficiada respecto al total de población de Naucalpan		Tiene costos directos para el municipio (De -1 a 0)	Tiene costos indirectos para el municipio (De -1 a 0)	Tiene beneficios directos para la población y la actividad productiva	Tiene beneficios indirectos para la población y la actividad productiva	Cae dentro de las atribuciones del municipios	Puede ser ejecutada de inmediato	<b>TOTAL</b>
	Contribuye a la adaptación	Contribuye a la mitigación	Absoluta	Ponderado respecto al máximo valor							
Acción A.1.1. Diseñar un Programa de Reubicación de Asentamientos Humanos expuestos a algún tipo de peligro o asentados en Áreas Naturales Protegidas	1	0.5	41,942	0.07	-1	0	0	1	0.25	0.5	<b>2.32</b>
Acción A.1.2. Llevar a cabo un Programa de Regularización de la Tenencia de la Tierra de aquellos asentamientos consolidados de origen irregular no expuestos a ningún tipo de peligro	0.75	0	41,942	0.07	0	0	1	1	0.25	0.75	<b>3.82</b>
Acción A.2.1. Fortalecimiento de las actividades de rehabilitación de pozos, perforación selectiva de nuevos pozos, monitoreo y rehabilitación de infraestructura y construcción de tanques de almacenamiento	1	0	550,294	0.88	-1	0	1	1	0.25	1	<b>4.13</b>
Acción A.2.2. Fortalecimiento de las acciones de limpieza y desazolve de cauces de ríos	1	0	81,462	0.13	-0.5	0	0.25	1	1	1	<b>3.88</b>
Acción A.2.3. Elaboración del Plan Maestro para la recuperación de ríos urbanos y construcción de parques lineales	1	1	81,462	0.13	-1	0	1	1	0.5	0	<b>3.63</b>
Acción A.3.1. Construir el Sistema Naucalpense de Protección Social a través de la apertura de equipamiento de salud y servicios sociales	1	0	623,283	1.00	-1	-1	1	1	1	0	<b>3.00</b>
Acción A.4.1. Actualización del Programa Parcial de Reconversión de la Zona Industrial de Naucalpan de Juárez	0.5	0.25	NA	NA	-0.25	-0.25	1	1	1	0.5	<b>3.75</b>

Figura 14.1. Priorización de las acciones de adaptación al cambio climático



## 15.2. Conclusiones

De acuerdo con los criterios establecidos para este análisis y la población beneficiada por cada acción, se identificaron las medidas que el municipio debería priorizar. De esta manera se recomienda que aquellas que tienen que ver con la rehabilitación de los pozos, y el mejoramiento de las instalaciones hidráulicas (A.2.1) y la limpieza y desazolve de cauces de ríos (A.2.2) sean las prioritarias en la agenda de trabajo para la aplicación del PACMUNA. Esto no deja lugar a dudas en cuanto a la excesiva dependencia hídrica del municipio respecto al sistema Cutzamala y la necesidad de hacer un manejo adecuado de las microcuencas para evitar inundaciones. Ésta son dos de las vulnerabilidades más importantes cuya atención traería beneficios claros para sectores importantes de la población.

La Acción A.1.2 sobre la regularización de la tenencia de la tierra quedó como tercera prioridad, seguida de la que se refiere a la actualización del Programa Parcial de

Reconversión de la Zona Industrial. Esto puede deberse a variables como el costo de implementar cada una de ellas y si su aplicación cae o no dentro de las atribuciones del municipio. En el caso del Programa Parcial, aun cuando no represente ventajas directas para la población, sí puede llegar a tener beneficios directos e indirectos para la actividad productiva. Por otra parte, sí forma parte de las facultades del municipio por lo que se puede ejecutar de manera inmediata.

La acción A.2.3 (referente a la elaboración de un plan maestro para la recuperación de ríos urbanos y la construcción de parques lineales), quedó como quinta prioridad, seguida de por la acción A.3.1 (sobre la instauración de un Sistema Naucalpense de Protección Social). En último término se encuentra la acción A.1.1 (reubicación de asentamientos humanos). Esto se debe a que en su implementación intervienen el gobierno estatal a través del IMEVIS (pudiendo aplicar sus programas, aportar el terreno, etc.) o el gobierno federal a través de la CORETT. Los costos de transacción son altos a pesar de que es una acción realmente estructural, que contribuye incluso a la mitigación pues desocupa zonas forestales o ANPs. Asimismo, permitiría al municipio fortalecer sensiblemente su adaptación al cambio climático.

Llama la atención que como penúltima prioridad haya quedado la acción A.3.1 (construcción de un Sistema de Protección Social Municipal). Si bien se le dio un valor de 1 (el más alto en el intervalo de 0 a 1 en la Tabla 15.2) y reconociendo que es una acción cuya implementación contribuiría sensiblemente a la adaptación, el resto de los criterios y las ponderaciones asignadas la remitieron al final de la tabla. Construir un sistema de protección social municipal no es tarea fácil. Menos aún en ámbitos que se salen completamente de las atribuciones municipales como es la salud o la educación, y que dependen fundamentalmente del estado o de la federación a través de instituciones como el IMSS o el ISSSTE, o de programas ya consolidados como el Programa de Estancias Infantiles.

Debe señalarse finalmente, que este ejercicio de priorización a través de un análisis multicriterio no califica la virtud de una u otra acción para fortalecer la política de adaptación del municipio. Más bien evalúa las posibilidades que tiene cada acción para instrumentarse de inmediato y su potencial para dar resultados en el corto plazo. Para terminar es muy importante recalcar que para el PACMUNA logre el impacto que busca en términos de adaptación, es indispensable que en algún momento se ejecuten todas y cada una de las acciones de adaptación que propone.

## 16. CONCLUSIONES GENERALES

El PACMUNA ha procurado abarcar los mínimos aspectos que se considera necesario tener en cuenta para hacer un diagnóstico confiable de las emisiones de CEI que se apege a la metodología del IPCC, identificar las fuentes de emisiones más importantes, así como generar las proyecciones de las mismas en un escenario de BAU y en un escenario de adopción de cierto número de acciones. Se realizó un análisis de riesgo que demostró que a pesar de las fortalezas del municipio (económicas, jurídicas e institucionales), más del 75% de la población se está sometida a algún tipo de riesgo (clasificados en una escala de Medio, Alto y Muy Alto). Esto no sólo resultó sorprendente, sino contrastante ante un municipio cuyos índices de pobreza, marginación, recaudación, etc. están por arriba de la media nacional. Por su parte, los análisis costo-efectividad y multicriterio, permitieron identificar las acciones más costo-efectivas, así como aquellas que logran un mejor impacto en el corto plazo. A continuación se abunda en cada uno de estos puntos.

En el capítulo 7 se estableció que Naucalpan emite 1 millón 784 mil 304 tCO<sub>2</sub>eq, distribuidas de la siguiente manera entre los diferentes sectores: energía aporta el 75%, desechos el 10%, agricultura, silvicultura y otros usos del suelo, el 8% y los procesos industriales el 7%. Dentro del sector energía destaca el transporte, que genera el 70% de dicho sector y contribuye con el 56% de las emisiones totales.

Las proyecciones que se hicieron a partir de estos resultados y que se presentan en el capítulo 8 consideraron dos escenarios (E1 de expansión industrial y E2 de una política de repoblamiento o re-densificación demográfica). Este ejercicio reveló que en caso de no instrumentar ninguna medida al respecto, Naucalpan incrementaría sus emisiones hasta cerca de 2 millones 169 mil tCO<sub>2</sub>eq bajo el Escenario 1 y en casi 1 millón de tCO<sub>2</sub>eq hacia el 2023 bajo el Escenario 2. El capítulo 9 consistió en un análisis de riesgo a través de la construcción de un Índice de Riesgo Urbano frente al Cambio Climático. Originalmente, dicho índice fue desarrollado por el Centro Mario Molina en un contexto megalopolitano. Sin embargo, en este caso se adaptó a nivel municipal para que la unidad de análisis fuera la manzana. El IRUCC demostró que más del 75% de la población tiene un índice de riesgo de medio, pasando por alto e incluso, llegando hasta muy alto. A juzgar por el análisis espacial que se hizo del mismo, también pudo saber que este índice se distribuye de manera irregular. De esta manera, las colonias del sur y suroeste del área urbana resultaron tener los índices de riesgo más alto que el resto.

Como se mencionó anteriormente, los resultados del capítulo 10 mostraron la existencia de una realidad contrastante en Naucalpan de Juárez. Por un lado, hay una población de ingresos medios, medios altos y altos que se concentra en el norte de la zona urbana. En este grupo se advierte una población adulta y adulta mayor importante. Esta última se considera como vulnerable ante los efectos del cambio climático. Sin embargo, no cuenta con servicios de salud suficientemente cerca de sus hogares. Dado su nivel de ingreso esta población puede sufragar los gastos que representa acceder a dichos servicios. En contraste, en la región sur y suroeste se ubican los estratos socioeconómicos más desfavorecidos que además tienen densidades de población altas. En esta región es donde se encuentra la mayor población infantil. A pesar de contar con la presencia de servicios de salud que prácticamente tienen cobertura en toda esta región, persisten algunos polígonos que aparentemente no cuentan con el servicio de estancias infantiles accesible para la población.

Estas variables, puestas en el modelo del IRUCC permitieron identificar las manzanas con mayores índices de riesgo ante el cambio climático y permitirán auxiliar al municipio en la identificación de los territorios de actuación prioritarios. Sin embargo, dicha actuación depende en buena medida, de la capacidad de las instituciones locales para proceder oportunamente, o en su defecto, de reaccionar ante amenazas de origen social y natural. Ésto justificó la realización de un análisis de las capacidades adaptativas del municipio, como se desarrolla en el capítulo 11. Este ejercicio demostró que Naucalpan tiene ciertas limitaciones jurídico–normativas e institucionales para hacer frente a las amenazas que representan fenómenos naturales como las lluvias extremas, inundaciones y brotes de infecciones por vector, entre otros fenómenos asociados al cambio climático.

Tanto los dos escenarios considerados en la proyección de emisiones como el análisis de riesgo ante el cambio climático apuntan hacia un incremento de las emisiones y la profundización de una serie de vulnerabilidades que es necesario contener por medio de las 11 Estrategias y 27 Acciones que se exponen en el Capítulo 12.

A fin de priorizar las acciones de mitigación recomendadas fue necesario llevar a cabo un análisis costo–efectividad en función del potencial de mitigación de aquellas medidas que previsiblemente tengan un mayor impacto. Para hacerlo, se seleccionaron ocho de las propuestas de acción, que por virtud de la disponibilidad de información y confiabilidad en una serie de indicadores y factores de conversión, se seleccionaron para someterlas a este análisis. En lo que se refiere únicamente al potencial de mitigación de las acciones consignado en el capítulo 8, las medidas con mayor capacidad de mitigación de CEI son las que a continuación se presentan y que están ordenadas de acuerdo con su potencial de mitigación:

1. M.5.2 Modernización del equipo para la quema de metano en el relleno sanitario
2. M.4.1 Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales
3. M.4.2 Restauración y conservación de suelos
4. M.2.1 Sustitución de electrodomésticos ineficientes (M.2.1.a. sustitución de refrigeradores ineficientes y de M.2.1.b focos incandescentes)
5. M.3.2. Instalación de un sistema de ciclomotividad
6. M.2.3. Incremento en el uso de calentadores solares
7. M.1.1. Eficiencia en el alumbrado público.

Sin embargo, el análisis costo–efectividad realizado en el capítulo 12, permitió priorizar dichas acciones en función del impacto que cada peso que se invierte tiene en las toneladas de CO<sub>2</sub>eq mitigadas. De acuerdo con este ejercicio, el municipio debería iniciar instrumentando las medidas de acuerdo con el siguiente orden (definido en función del su desempeño costo-efectivo):

1. M.5.2 Modernización del equipo para la quema de metano en el relleno sanitario
2. M.2.1a Sustitución de focos incandescentes
3. M.4.2. Restauración y conservación de suelos
4. M.2.1b Sustitución de refrigeradores
5. M.2.3. Incremento en el uso de calentadores solares
6. M.4.1. Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales
7. M.3.2. Movilidad ciclista

## 8. M.1.1. Alumbrado público

Como se señaló en las conclusiones del análisis costo–efectividad, de las ocho acciones analizadas, cinco de ellas son inversiones que puede realizar el municipio. Las tres restantes implican la participación de la población que vive en la demarcación. En particular, las acciones de sustitución de focos, refrigeradores y calentadores solares requieren que los ciudadanos se involucren en su implementación. Por tanto, conviene hacer la distinción entre las acciones de adaptación que generan bienes públicos y privados. De acuerdo con este análisis, la inversión total en acciones de adaptación asciende en promedio a 860.3 mdp y generan una reducción de carbono de 1.2 MtCO<sub>2</sub>eq. Esto representa el 57% del potencial total de reducción.

En cuanto a las acciones de carácter público, se sugiere que el municipio inicie a partir de fuentes fiscales de financiamiento en el siguiente orden:

1. M.5.2 Modernización del equipo para la quema de metano en el relleno sanitario
2. M.4.2. Restauración y conservación de suelos
3. M.4.1. Protección de áreas forestales con retribución por servicios ambientales
4. M.3.2. Movilidad ciclista
5. M.1.1. Alumbrado público

Estas acciones generan 57% de las reducciones de carbono a un costo menor que las privadas (\$707 pesos/tonelada en promedio).

En el caso de las acciones con carácter privado, se recomienda instrumentarlas en el siguiente orden de prioridad:

1. M.2.1.Sustitución de focos incandescentes
2. M.2.1 Sustitución de refrigeradores
3. M.2.3. Incremento en el uso de calentadores solares

Las conclusiones del capítulo 13 ofrecen propuestas de incentivos económicos que el municipio puede movilizar y que no necesariamente le representan un gasto si se considera que estas acciones pueden contar con un apoyo financiero internacional

Vale la pena insistir en que el análisis costo–efectividad no contabiliza los beneficios que se generan por cada acción más allá de la reducción de carbono. Los beneficios pueden ser muy importantes, e incluso superar por mucho los costos económicos que un análisis costo-efectividad registre. Lo anterior se ejemplificó con el caso de sustitución del alumbrado público que, a pesar de ser el más costoso por unidad de carbono, brinda beneficios en seguridad y mayor bienestar en los espacios públicos. Lo mismo puede decirse de la retribución de pagos por servicios ambientales o la restauración de suelos. Ambas acciones generan beneficios sociales y ambientales que no fueron contabilizados.

Respecto a la priorización de las acciones de adaptación, luego de considerar una serie de variables sobre el impacto y beneficios de cada una, se llegó a la conclusión de que Naucalpan debería de dar prioridad a las siguientes iniciativas en el orden que a continuación se desglosa:

1. Acción A.2.1.Rehabilitación y perforación de pozos e instalación de tanques de almacenamiento
2. Acción A.2.2. Limpieza y desazolve de cauces de ríos
3. Acción A.1.2. Programa de Regularización de la Tenencia de la Tierra
4. Acción A.4.1. Actualización del Programa Parcial de Reconversión de la Zona Industrial
5. Acción A.2.3. Plan Maestro para la Recuperación de Ríos Urbanos y Construcción de Parques Lineales
6. Acción A.3.1. Sistema Naucalpense de Protección Social
7. Acción A.1.1.Programa de Reubicación de Asentamientos Humanos

No cabe duda de que las acciones que integran la Estrategia A.2 (y se refieren a aumentar la autosuficiencia hídrica a través de la rehabilitación y perforación de pozos, y la limpieza y desazolve de cauces de ríos), parecen tener el mayor impacto en términos de adaptación y de la población beneficiada. La siguen aquellas que están vinculadas con la regularización de la tenencia de la tierra. Éstas no resultaron ser acciones prioritarias debido a sus altos costos de transacción (que resultan de la intervención de dependencias federales, estatales y municipales) y a que en el fondo benefician solamente a una pequeña porción de la población municipal.

Lo mismo sucede con la Acción A.3.1 sobre la construcción del Sistema Naucalpense de Protección Social. A pesar de beneficiar a toda la población que tiene un índice de marginación urbana muy alto, alto y medio, es una acción costosa por lo que se redujo su de prioridad.

Finalmente, vale la pena señalar que este ejercicio de jerarquización, no significa que el municipio de deba seleccionar cuáles de las acciones propuestas ejecutar y cuáles no. Más bien se trata de un análisis que remite a un orden de inicio y concentración del esfuerzo. Es fundamental reconocer la necesidad de llevar a cabo todas y cada una de las acciones propuestas en el PACMUNA. Instrumentar este programa traerá beneficios claros a la población y contribuirá a su adaptación oportuna ante los retos que representa el cambio climático.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aiken, A., Salcedo, D., Cubison, M., Huffman, J., DeCarlo, P., Ulbrich, I., et al. (2009). Mexico City aerosol analysis during MILAGRO using high resolution aerosol mass spectrometry at the urban supersite (T0) – Part 1: Fine particle composition and organic source apportionment. *Atmospheric Chemistry and Physics*, Discuss. 9, 8377-8427.
- Ayuntamiento Constitucional de Naucalpan de Juárez (1990). *Reglamento de Mercados y Actividades de Abasto*. 15 de marzo de 1990.
- Ayuntamiento Constitucional de Naucalpan de Juárez (2005). *Reglamento de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano*. 21 de Abril de 2005.
- Ayuntamiento Constitucional de Naucalpan de Juárez (2005). *Reglamento General de Condominios de Naucalpan de Juárez*. 24 de febrero de 2005.
- Ayuntamiento Constitucional de Naucalpan de Juárez (2006). *Reglamento Municipal de Protección Civil*. 13 de Julio de 2006.
- Ayuntamiento Constitucional de Naucalpan de Juárez (2006). *Reglamento del Servicio de Agua Potable, Alcantarillado y tratamiento de Aguas Residuales*. 20 de marzo de 2006.
- Ayuntamiento Constitucional de Naucalpan de Juárez (2013). *Bando Municipal de Naucalpan de Juárez*. 1º de febrero de 2013.
- Ayuntamiento Constitucional de Naucalpan de Juárez. (1990). *Reglamento de Mercados y Actividades de Abasto*. 15 de marzo de 1990.
- Ayuntamiento Constitucional de Naucalpan de Juárez. (2005). *Reglamento de Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y Desarrollo Urbano*. 21 de Abril de 2005.
- Ayuntamiento Constitucional de Naucalpan de Juárez. (2005). *Reglamento General de Condominios de Naucalpan de Juárez*. 24 de febrero de 2005.
- Ayuntamiento Constitucional de Naucalpan de Juárez. (2006). *Reglamento Municipal de Protección Civil*. 13 de Julio de 2006.
- Ayuntamiento Constitucional de Naucalpan de Juárez. (2006). *Reglamento del Servicio de Agua Potable, Alcantarillado y tratamiento de Aguas Residuales*. 20 de marzo de 2006.
- Ayuntamiento Constitucional de Naucalpan de Juárez. (2013). *Bando Municipal de Naucalpan de Juárez*. 1º de febrero de 2013.
- Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez (2007). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Naucalpan de Juárez 2006 - 2009*. Dirección General de Desarrollo Urbano. Naucalpan de Juárez. México. 334p.
- Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez (2010). *Atlas de Peligros Naturales para el Municipio de Naucalpan de Juárez*. SEDESOL. Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez.
- Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez (2013) *Plan de Desarrollo Municipal, 2013-2015*. Naucalpan de Juárez. México. 187p.

- Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez (s/f) *Programa Parcial de Reconversión Industrial 2006-2009*. Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico. PUEC. UNAM. México. 173p
- Battye, W., Boyer, K., & Pace, T. (2002). *Methods for improving global inventories of black carbon and organic carbon particulates*. . USA: Technical document by EC/R Incorporated for U. S. Environmental Protection Agency.
- Blakely, Edward J. (2007) *Urban Planning for Climate Change*. Lincoln Institute of Land Policy. Working Paper. 25p.
- Bunge, V., Martínez, J. y Ruiz-Bedolla, K. (2012) "Escenarios de la dinámica hídrica de la región de aporte del sistema Cutzamala". Documento de Trabajo de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México. Disponible en: [http://inecc.gob.mx/descargas/cuencas/doc\\_trabajo\\_dinamica\\_hidrica\\_cutzamala.pdf](http://inecc.gob.mx/descargas/cuencas/doc_trabajo_dinamica_hidrica_cutzamala.pdf)
- Casanova-Lugo, F., Petit-Aldana, J. & Solorio-Sánchez, J., 2011. Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. *Rev. Chapingo*, 17(1), pp. 133-143.
- Casanova-Lugo, F., Petit-Aldana, J. & Solorio-Sánchez, J., 2011. Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. *Rev. Chapingo*, 17(1), pp. 133-143.
- Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, A. C. (2012). *Guía Metodológica para la Evaluación de Programas de Acción Climática de Gobiernos Locales*. Documento descargable en: <http://centromariomolina.org/desarrollo-sustentable/guia-metodologica-para-la-evaluacion-de-programas-de-accion-climatica-de-gobiernos-locales/>
- Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, A. C. (2012). *Propuestas estratégicas para el desarrollo sustentable de la Megalópolis de la Región Centro*. Mimeo.
- Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, A. C. (2013). *Metodología para determinar el peligro por incendios forestales*. Mimeo.
- CFE. (2013). *Centrales generadoras al mes de mayo de 2013*. Retrieved Julio de 2013 from [http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1\\_AcercadeCFE/Estadisticas/Paginas/Centrales-generadoras.aspx](http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/Estadisticas/Paginas/Centrales-generadoras.aspx)
- City of Vancouver. (2012). *Greenest City. 2020 Action Plan*. Documento descargable de: <http://vancouver.ca/green-vancouver/greenest-city-2020-action-plan.aspx>
- Comisión Ambiental Metropolitana (s/f) *Programa para el Mejor(\$26/tCO<sub>2</sub>eq), amiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2011 - 2020*. Gobierno del Estado de México. SEMARNAT, SSA, GDF. México. 388p.
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. (2007). *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. México.
- Comisión Metropolitana de Asentamientos Humanos (2012) *Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México. Síntesis Ejecutiva*. PUEC-UNAM. SEDESOL. GDF. Gobierno del Estado de México. Gobierno del Estado de Hidalgo. México. 49p.

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 municipio](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa_y_municipio)

[Último acceso: Junio 2013].

De Buen, Odón (2010) *Evaluación de la Sustentabilidad Ambiental en la Construcción y Administración de Edificios en México*. Documento de Trabajo. No. 001. Diciembre 2010. Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental. INE. México. 85p.

Direction des Espaces Vertes et de l'Environnement de Paris. (2012). Carnet de l'Administration du Plan Climat Energie Paris. Documento descargable de: [http://www.paris.fr/pratique/energie-plan-climat/le-plan-climat-de-paris/le-plan-energie-climat-2012/rub\\_8413\\_stand\\_126610\\_port\\_19609](http://www.paris.fr/pratique/energie-plan-climat/le-plan-climat-de-paris/le-plan-energie-climat-2012/rub_8413_stand_126610_port_19609)

EEA, European Environment Agency, 2005. *EMEP/CORINAIR. Emission Inventory Guidebook - 2005, European Environment Agency, Technical report No. 30*. [En línea]

Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR4>

[Último acceso: Julio 2013].

EEA. (2005). *EMEP/CORINAIR. Emission Inventory Guidebook - 2005, European Environment Agency, Technical report No. 30*. Consultado en julio de 2013 en <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR4>

Escolero, Marínez, Kralish y Perevochtchikova (2009) Vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de México en el contexto de cambio climático. Informe Final. Centro Virtual de Cambio Climático. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Instituto de Geología. UNAM. México. 165p.

Gaceta del Gobierno. (2009). *Periódico Oficial del gobierno del Estado Libre y Soberano de México*. Miércoles 27 de mayo de 2009.

Geis, Donald E. (2000) "By Design: The Disaster Resistant and Quality of Life Community" en *Natural Hazards Review*, Vol. 1, Pp. 151 – 161

Gobierno del Estado de México (1986). *Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México*. 31 de diciembre de 1986.

Gobierno del Estado de México (2005) Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle Cuautitlán – Texcoco. Gobierno del Estado de México. México. 213p.

Gobierno del Estado de México (2006) "Actualización del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México". *Gaceta del Gobierno*. Estado de México. No. 119, Tomo CLXXXII. Martes 19 de diciembre de 2006.

Gobierno del Estado de México (2006). *Código para la Biodiversidad del Estado de México*. 3 de mayo de 2006.



Gobierno del Estado de México (2008) *Plan*

*Estatad de Desarrollo Urbano*. Secretaría de Desarrollo Urbano. Gobierno del Estado de México. México. 158p

Gobierno del Estado de México (2009) “Acuerdo del Ejecutivo del Estado por el que se modifica la Política de Conservación establecida en el Programa de Ordenamiento

Ecológico del Territorio del Estado de México”. *Gaceta del Gobierno*. Estado de México. No. 95, Tomo CLXXXVII. Miércoles 27 de mayo de 2009.

Gobierno del Estado de México (2011). *Ley de Vivienda del Estado de México*. 1º de septiembre de 2011.

Gobierno del Estado de México (2013) “Plan de Desarrollo del Estado de México 2011-2017”. *Gaceta del Gobierno*. Estado de México. No. 48. Tomo CXCVIII. Martes 13 de marzo de 2013.

Gobierno del Estado de México (2013) *Código Administrativo del Estado de México*. 9 de mayo de 2013.

Gobierno del Estado de México (2013). *Ley de Aguas para el Estado de México y Municipios*. 22 de febrero de 2013.

Gobierno del Estado de México, SEMARNAT, SSA, GDF (s/f) *Programa para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2011 – 2020*. Gobierno del Estado de México, SEMARNAT, SSA, GDF México. 388p.

Gobierno del Estado de México, SEMARNAT, SSA, GDF (s/f) *Programa para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2011 – 2020*. Gobierno del Estado de México, SEMARNAT, SSA, GDF México. 388p.

Gobierno del Estado de México. (1986). *Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México*. 31 de diciembre de 1986.

Gobierno del Estado de México. (2006). *Código para la Biodiversidad del Estado de México*. 3 de mayo de 2006.

Gobierno del Estado de México. (2011). *Ley de Vivienda del Estado de México*. 1º de septiembre de 2011.

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](http://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](http://igecem.edomex.gob.mx)

Gobierno del Estado de México. (2013) *Código Administrativo del Estado de México*. 9 de mayo de 2013.

Gobierno del Estado de México. (2013). *Ley de Aguas para el Estado de México y Municipios*. 22 de febrero de 2013.

Gobierno del Estado de México. (2011). Registros administrativos de la Secretaría del Medio Ambiente.

Guevara, A., Torres J.M., Lara J.A. (s/f)

*Análisis costo-beneficio de proyectos de adaptación al cambio climático. Producto 1. Propuesta metodológica de análisis costo-beneficio. Draft elaborado para GIZ.*

Houghton, J. y otros, 1995. *Climate Change 1995. The Science of Climate Change*. 1a ed. New York: Cambridge University Press for the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Houghton, J., Meira Filho, L., Callander, B., Harris, N., Kattenberg, A., & Maskell, K. (1995). *Climate Change 1995. The Science of Climate Change* (1a ed.). New York: Cambridge University Press for the Intergovernmental Panel on Climate Change.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2012. *Vehículos de Motor Registrados en Circulación*. Mexico: INEGI.

Instituto Nacional de Ecología. (2006). *Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México. Instituto Nacional de Ecología. (n.d.). *Generación y composición de los residuos sólidos municipales*. Retrieved 12 de Julio de 2013 from <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/128/cap3.html>

IPCC (2006). *Invergovernmental Panel on Climate Change. Task Force on National Greenhouse Gas Inventories. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Consultado en julio de 2013 en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

León Diez, C. (2007). *Análisis de vulnerabilidad y desarrollo de medidas de adaptación para el Plan de Cambio Climático de la Ciudad de México*. Reporte de avance descargable en: [http://www.sma.df.gob.mx/cclimatico/descargas/analisis/02\\_informe\\_parte1.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/cclimatico/descargas/analisis/02_informe_parte1.pdf)

McGehee, R., 2007. *Carbon Negativity Estimates for Grassland Biomass*. [En línea] Disponible en: <http://www.math.umn.edu/~mcgehee/publications/MCNegGrassBio/Text.html> [Último acceso: agosto 2013].

Metz, David y Curtis Below (2009) *Local Land Use Planning and Climate Change Policy. Summary Report from Focal Groups and Interviews with Local Officials in the Intermountain West*. Lincoln Institute of Land Policy. Working Paper. 23p.

México, Gobierno de la República. (2013). *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40*. Documento descargable en: <http://www.encc.gob.mx/documentos/estrategia-nacional-cambio-climatico.pdf>

Mileti, Dennis (1999) *Disasters by Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States*. Washington D.C. Joseph Henry Press.

Mileti, Dennis (1999) *Disasters by Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States*. Washington D.C. Joseph Henry Press.

Municipio de Naucalpan de Juárez. (2010). *Atlas de peligros naturales para el Municipio de Naucalpan de Juárez*.



Presidencia de la República (2013) *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40*. Gobierno de la República. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. México. 60p.

Presidencia de la República (2013) *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Gobierno de la República. México. 184p.

PUEC-UNAM. (2010). *Programa Parcial de Reconversión Industrial. Municipio de Naucalpan de Juárez 2006-2009*. México, DF: Dirección General de Desarrollo y Fomento Económico.

Sánchez Vargas, Armando. (2012). *El cambio climático y la pobreza en el Distrito Federal*. México: UNAM.

Schneider S.H., et al. (2007). "Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change". En Parry, M.L., et al, eds. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, pp. 779–810.

Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal (2008) *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012*. Secretaría de Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal. México. 172p.

SEDESOL, Gobierno del Estado de México, Gobierno de Hidalgo, GDF. (2012) *Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México. Actualización. Síntesis Ejecutiva*. SEDESOL, Gobierno del Estado de México, Gobierno de Hidalgo, GDF. México. 49p.

SEMARNAT-INE-WGA, 2005. *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. 1a ed. México, DF: s.n.

SMA, Secretaría del Medio Ambiente, 2012. *Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 2010. Contaminantes Criterio*, México, DF: Secretaría del Medio Ambiente.

Steffen, Alex. (2013) *Carbon Zero: Imagining Cities that can Save the Planet*. Carissa Bluestone. California. 139p.

## RECURSOS ELECTRÓNICOS

Base de Datos Climatológica del Servicio Meteorológico Nacional. <http://smn.cna.gob.mx>

CEFP, Centro de Estudios de Finanzas Públicas, 2006. *Indicadores y Estadísticas (Macroeconomía)*. [En línea]

Disponible en: [http://www.cefp.gob.mx/Pub\\_Macro\\_Estadisticas.htm](http://www.cefp.gob.mx/Pub_Macro_Estadisticas.htm)

[Último acceso: Septiembre 2013].

CFE, Comisión Federal de Electricidad, 2013. *Centrales generadoras al mes de mayo de 2013*. [En línea]

Disponible en:

[http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1\\_AcercadeCFE/Estadisticas/Paginas/Centrale](http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/Estadisticas/Paginas/Centrale)

[Último acceso: Julio 2013].

CONAPO. *Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio*.  
<http://www.conapo.gob.mx/es/>. Última consulta: Junio de 2013

CONAPO. *Proyecciones de Población 2010 – 2050*.  
<http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>. Última consulta: Junio de 2013

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

Escenarios de cambio climático, Instituto Nacional de Ecología.  
<http://escenarios.inecc.gob.mx>

Fundación Clinton. [www.clintonfoundation.org/assets/files/cci/building-retrofit/cci\\_casestudy\\_brp\\_henryschein\\_2011-V03.pdf](http://www.clintonfoundation.org/assets/files/cci/building-retrofit/cci_casestudy_brp_henryschein_2011-V03.pdf)

GDF, 2011. *Metrobús 2010-2011, Reporte de Reducción de Emisiones*, Gobierno del Distrito Federal. [En línea]

GDF, 2011. *Metrobús 2010-2011, Reporte de Reducción de Emisiones*, Gobierno del Distrito Federal. [En línea]  
[http://www.metrobus.df.gob.mx/transparencia/documentos/art15/X/X01\\_Informe\\_Reducción\\_Emisiones\\_2009-2010.pdf](http://www.metrobus.df.gob.mx/transparencia/documentos/art15/X/X01_Informe_Reducción_Emisiones_2009-2010.pdf) [Último acceso: Enero 2014].

Gobierno del Estado de México, Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México: [igecem.edomex.gob.mx](http://igecem.edomex.gob.mx)

Greenpeace, 2004. *El papel: Cómo reducir el consumo y optimizar el uso y reciclaje de papel*, Greenpeace. [En línea]  
<http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/el-papel.pdf> [Último acceso: Enero 2014].

Greenpeace, 2004. *El papel: Cómo reducir el consumo y optimizar el uso y reciclaje de papel*, Greenpeace. [En línea]  
<http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/el-papel.pdf> [Último acceso: Enero 2014].

[http://www.metrobus.df.gob.mx/transparencia/documentos/art15/X/X01\\_Informe\\_Reducción\\_Emisiones\\_2009-2010.pdf](http://www.metrobus.df.gob.mx/transparencia/documentos/art15/X/X01_Informe_Reducción_Emisiones_2009-2010.pdf) [Último acceso: Enero 2014].

[http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/prospsectelec2006.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/prospsectelec2006.pdf) [Último acceso: Enero 2014].

[http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/prospsectelec2006.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/prospsectelec2006.pdf) [Último acceso: Enero 2014].

[http://www.sma.df.gob.mx/saa/images/descargas/documentos\\_consulta/guia\\_separacion\\_papel\\_usado.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/saa/images/descargas/documentos_consulta/guia_separacion_papel_usado.pdf) [Último acceso: Enero 2014].

IGCEM. (2011). *Estadística Básica municipal del Estado de México 2011. Naucalpan de Juárez*.  
<http://igecem.edomex.gob.mx/descargas/estadistica/ESTADISTICABMUNI/ESTADISTICABASI/ARCHIVOS/Naucalpan%20de%20Ju%C3%A1rez.pdf>

- INE, 1996. Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas, Instituto Nacional de Ecología. [En línea] <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/105.pdf> [Último acceso: Enero 2014].
- INE, 1996. Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas, Instituto Nacional de Ecología. [En línea] <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/105.pdf> [Último acceso: Enero 2014].
- INE, 2010. Potencial de mitigación de gases de efecto invernadero en México al 2020 en el contexto de la cooperación internacional, Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno de México. [En línea] [http://www2.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/Potencial\\_mitigacion\\_GEI\\_Mexico\\_2020\\_COP.pdf](http://www2.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/Potencial_mitigacion_GEI_Mexico_2020_COP.pdf) [Último acceso: Enero 2014].
- INE, 2010. Potencial de mitigación de gases de efecto invernadero en México al 2020 en el contexto de la cooperación internacional, Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno de México. [En línea] [http://www2.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/Potencial\\_mitigacion\\_GEI\\_Mexico\\_2020\\_COP.pdf](http://www2.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/Potencial_mitigacion_GEI_Mexico_2020_COP.pdf) [Último acceso: Enero 2014].
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEG. [inegi.org.mx](http://inegi.org.mx)
- PEMEX, Petróleos Mexicanos, s.f. *Métodos y factores de conversión*. [En línea] Disponible en: <http://www.pemex.com/files/content/11.%20Metodos%20y%20Factores%20de%20Conversion.pdf> [Último acceso: Junio 2013].
- PEMEX. (n.d.). *Métodos y factores de conversión*. Retrieved Junio de 2013 from <http://www.pemex.com/files/content/11.%20Metodos%20y%20Factores%20de%20Conversion.pdf>
- Reporte CLUES, Clave Única de Establecimientos de Salud, portal de la Secretaría de Salud. <http://clues.salud.gob.mx/index.php>
- SEDESOL, s.f. Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, Secretaría de Desarrollo Social. [En línea] [http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT\\_ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf](http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT_ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf) [Último acceso: Enero 2014].
- SEDESOL, s.f. Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, Secretaría de Desarrollo Social. [En línea] [http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT\\_ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf](http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT_ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf) [Último acceso: Enero 2014].
- SENER, 2006. Prospectiva del sector eléctrico 2006-2015, Secretaría de Energía, Gobierno de México. [En línea]

- SENER, 2006. Prospectiva del sector eléctrico 2006-2015, Secretaría de Energía, Gobierno de México. [En línea]
- SENER, Secretaría de Energía, 2012. *Balance Nacional de Energía 2011*. [En línea] Disponible en: [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2012/BNE\\_2011.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/BNE_2011.pdf) [Último acceso: Junio 2013].
- Sistema de Inventario de Efectos de Desastres, del proyecto DesInventar.org. [www.desinventar.org](http://www.desinventar.org)
- Sistema Nacional de Información Municipal. <http://www.snim.rami.gob.mx>.
- SMA, 2009. Programa de separación de papel usado en edificios públicos del gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal. [En línea]
- SMA, 2009. Programa de separación de papel usado en edificios públicos del gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal. [En línea] [http://www.sma.df.gob.mx/saa/images/descargas/documentos\\_consulta/guia\\_separacion\\_papel\\_usado.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/saa/images/descargas/documentos_consulta/guia_separacion_papel_usado.pdf) [Último acceso: Enero 2014].
- SMA, 2010. *Fuentes de emisión de carbono negro en el Estado de México*. [En línea] Disponible en: [http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex\\_archivo/sma\\_pdf\\_fuen\\_carbono\\_ne.pdf](http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex_archivo/sma_pdf_fuen_carbono_ne.pdf) [Último acceso: 18 Julio 2013].
- SMA, Secretaría del Medio Ambiente, 2010. *Registro de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2010. Distrito Federal*. [En línea] Disponible en: <https://www.google.com.mx/search?q=registro+de+emisiones+de+gases+de+efecto+invernadero+2010+distrito+federal&oq=registro+de+emisiones+de+gases+de+efecto+invernadero+2010+distrito+federal&aqs=chrome.0.69i57.28981j0&sourceid=chrome&ie=UTF-8> [Último acceso: Julio 2013].
- The City of New York. (2013). PlanNYC. Documento descargable de: <http://www.nyc.gov/html/planyc2030/html/home/home.shtml>
- The Technical Environmental Administration of Copenhagen (2011). *Good, better, best. The City of Copenhagen's bicycle strategy 2011-2025*. Documento descargable de: <http://subsite.kk.dk/sitecore/content/Subsites/CityOfCopenhagen/SubsiteFrontpage/LivingInCopenhagen/CityAndTraffic/CityOfCyclists/CopenhagenCyclePolicy.aspx>
- The Technical Environmental Administration of Copenhagen (2013). *Copenhagen City of Cyclists. Bicycle Account 2012*. Documento descargable de: <http://subsite.kk.dk/sitecore/content/Subsites/CityOfCopenhagen/SubsiteFrontpage/LivingInCopenhagen/CityAndTraffic/CityOfCyclists/CopenhagenCyclePolicy.aspx>
- Trabucco, A., et al. (2008). "Climate change mitigation through afforestation/reforestation : A global analysis of hydrologic impacts with four case studies". En *Agriculture, Ecosystems and Environment*. The Netherlands: Elsevier 126, 81–97.
- Transmilenio S.A. de Bogotá D.C. y Secretaría de Movilidad. (2011). Transmilenio. Informe de gestión 2011. Documento descargable de: [transmilenio.gov.co](http://transmilenio.gov.co)
- UNHS (2011). Global Report on Human Settlements 2011. Documento descargable de: <http://www.unhabitat.org/content.asp?typeid=19&catid=555&cid=9272>.



