



GOBIERNO DEL ESTADO
DE MORELOS
2006-2012

Dedicado a ti



PROGRAMA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA ZONA METROPOLITANA DE CUERNAVACA 2009-2012





El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007 – 2012 establece que las acciones necesarias de prevención y control de la contaminación atmosférica deben realizarse con un enfoque integral, transversal y de sustentabilidad ambiental, para así lograr beneficios en los ámbitos local, regional y global.

Nuestra misión es lograr que las ciudades del país y las áreas de influencia de los centros de producción tengan un aire limpio en beneficio de la salud de la población y que los ecosistemas se vean protegidos ante fenómenos como la lluvia ácida. Se planea también poner a resguardo el capital natural y la biodiversidad, así como contribuir en la reducción de emisiones que alteran la composición de la atmósfera global, a fin de permitir a las futuras generaciones disfrutar de las ventajas del desarrollo sustentable.

En este sentido, ofrecer una mejor calidad del aire a los habitantes de la Zona Metropolitana de Cuernavaca constituye una tarea compleja que requiere instrumentar políticas integrales donde se incluyan estrategias para mejorar los procesos productivos, el transporte, la vialidad, los combustibles, el desarrollo urbano, la protección de la salud, la investigación científica y la educación ambiental. Por eso necesitamos contar con el trabajo y esfuerzo comprometido de todos y con una visión de largo plazo.

La Zona Metropolitana de Cuernavaca, integrada por los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Emiliano Zapata y Xochitepec, representa alrededor del 10% de la superficie estatal; sin embargo, concentra casi la mitad de la población de todo el estado, así como de su flota vehicular.

El Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca 2009-2012 establece acciones integrales para prevenir y controlar la contaminación atmosférica causada por el transporte, la industria, los comercios y los servicios e incluye acciones relativas al desarrollo urbano, rural y ecológico que, mediante la incorporación de criterios claros para el uso y la conservación de los recursos naturales, favorecerán el progreso de la zona.

Las estrategias, medidas y acciones que integran este Programa han sido desarrolladas de manera conjunta por las autoridades ambientales de los tres órdenes de gobierno, quienes han contado con la colaboración y apoyo de los funcionarios estatales y municipales del sector transporte, salud, desarrollo social y desarrollo urbano. Asimismo, se contó con la participación del sector académico y de la sociedad civil.

Estamos seguros de que el Programa contribuirá a generar las condiciones de crecimiento económico, prosperidad social y cuidado de nuestros recursos naturales en beneficio de la población de la Zona Metropolitana de Cuernavaca y de los mexicanos en general.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



El tema de la calidad del aire es una línea prioritaria y estratégica para el Gobierno del Estado de Morelos. En este sentido se ha avanzado de manera importante mediante la implantación y fortalecimiento de distintos programas encaminados a satisfacer las necesidades de los Morelenses.

Sin embargo era necesario contar con un diagnóstico que nos permitiera vislumbrar la dirección que deben tomar los planes y acciones para mejorar la calidad del aire. Para ello se ha elaborado, el Programa de mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca, el cual cuenta con información actualizada y específica sobre la situación atmosférica de nuestro Estado.

Es función del Programa de mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca, poner a disposición de los Morelenses y público en general, información de las condiciones ambientales atmosféricas y las acciones que día con día se realizan para que la Zona Metropolitana de Cuernavaca siga siendo reconocida como un área con los índices de calidad del aire satisfactorios que permitan seguir manteniendo la calidad de vida protegiendo la salud y la integridad de los ecosistemas y de los habitantes de la zona.

Esperando que el presente documento tenga una alta utilidad en la dinámica ambiental, el Gobierno del Estado de Morelos, le dice a los ciudadanos que habitan la zona metropolitana de Cuernavaca, que en Esta Zona y en Todo el Estado hay MANOS TRABAJANDO POR EL MEDIO AMBIENTE.

Dr. Marco Antonio Adame Castillo
Gobernador Constitucional del Estado de Morelos



Índice

INTRODUCCIÓN

DIRECTORIO

1. La zona Metropolitana de Cuernavaca y su entorno	1
2. Calidad del aire en la ZMC	23
3. Inventario de emisiones	35
4. Efecto de los contaminantes en la salud pública	58
5. Objetivos, metas y estrategias	74
6. Medidas a implementar	77
7. Seguimiento y evaluación	110
8. Financiamiento	117
9. ANEXO I Categorías y subcategorías de los vehículos	119
10. ANEXO II Población sensible por localidad y municipio	126
11. ANEXO III Acrónimos	134
12. ANEXO IV Glosario	136



Programa para el mejoramiento de la calidad del aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca
2009-2012

Introducción



La Zona Metropolitana de Cuernavaca ha experimentado durante los últimos años un importante crecimiento urbano además de una gran afluencia de visitantes durante los fines de semana y periodos vacacionales, situación que se ha visto traducida en aumento en la contaminación atmosférica de la región, integrada por los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Emiliano Zapata y Xochitepec.

El Programa para mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Cuernavaca 2009-2012, surge como una necesidad partiendo del análisis de datos provenientes del Inventario de Emisiones, mismos que permitieron conocer las principales fuentes de emisiones a la atmósfera y de esa forma generar un diagnóstico sobre la calidad del aire de la zona.

De esta forma, los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Emiliano Zapata y Xochitepec; el Gobierno del Estado de Morelos y El Gobierno Federal, han adquirido el compromiso de llevar a cabo acciones a corto, mediano y largo plazo que permitan a la Zona Metropolitana de Cuernavaca contar con una mejor calidad del aire.

Los compromisos adquiridos requieren del esfuerzo de todos los sectores y la sociedad en general, a través del desarrollo de una cultura ambiental integral.

Este Programa propone la disminución de las emisiones contaminantes a la atmósfera generadas en la Zona Metropolitana de Cuernavaca, a través de la implementación de cinco estrategias integradas con la participación de las autoridades municipales, estatales, federales, la academia y la sociedad en general.

El Capítulo 1 presenta un panorama general de la Zona Metropolitana de Cuernavaca y los municipios que la integran, haciendo hincapié en su ubicación geográfica, así como en su desarrollo urbano y económico.

En el Capítulo 2 se realiza el diagnóstico sobre la calidad del aire y la situación del monitoreo atmosférico en la Zona Metropolitana de Cuernavaca.

Posteriormente, el capítulo 3 hace referencia al inventario de emisiones, en donde se enfatiza la contribución de cada uno de los sectores a la contaminación atmosférica, haciendo una breve discusión de los resultados encontrados.

En el Capítulo 4, se presenta el diagnóstico de los efectos en la salud ocasionados por la contaminación atmosférica, estableciendo los efectos de algunos contaminantes atmosféricos en la población.

El capítulo 5 incluye los objetivos, metas y estrategias planteadas en el Programa.

En el capítulo 6 se describen las medidas y acciones planteadas para el cumplimiento de las estrategias definidas, en las mismas se establecen los objetivos particulares y los participantes en su ejecución.

El capítulo 7 establece las líneas a seguir para el seguimiento y evaluación de las medidas planteadas, lo cual permitirá medir su cumplimiento.

Por último, en el capítulo 8 se presentan los aspectos relativos al financiamiento del programa.



DIRECTORIO

Marco Antonio Adame Castillo
Gobernador Constitucional del
Estado de Morelos

Juan Rafael Elvira Quesada
Secretario del Medio Ambiente y
Recursos Naturales

Jorge A. Hinojosa Martínez
Secretario Ejecutivo de la Comisión
Estatad del Agua y Medio Ambiente

Mauricio Limón Aguirre
Subsecretario de Gestión para la
Protección Ambiental

Pedro Juárez Guadarrama
Subsecretario Ejecutivo de Ecología y
Medio Ambiente

Ana María Contreras Vigil
Directora General de Gestión de la
Calidad del Aire y RETC

En la elaboración e integración técnica de este documento participaron:

Francisco Torres Bravo
José Alfredo Rodríguez Gómez
Armando Amado Gutiérrez Sotelo
Frank Contreras Rosas
Gamaliel Parra Ceballos
Guadalupe de la Luz González
Ramiro Barrios Castrejón
Luis Fernando Lahud Flores
Verónica González Sepúlveda
Alberto Cruzado Martínez
Raúl Aldama Gavilán
Hugo Landa Fonseca
Roberto Martínez Verde
Lorenzo Ramos Villa
Ma. Eugenia Moreno Velasco
Josefina de la Torre Islas
Rodrigo Oliva González
Gumaro Castañeda Castañeda

Diseño: Bárbara Álvarez Sánchez



1. La zona Metropolitana de Cuernavaca y su entorno



I. La Zona Metropolitana de Cuernavaca y su entorno

1.1 Localización

El Estado de Morelos se encuentra ubicado en la parte meridional de la zona central del país. Su extensión de 4,961 km², ocupa menos del 0.3% de la superficie total nacional y se ubica entre los paralelos 18° 20' y 19° 07' de latitud norte y los meridianos 98° 37' y 99° 30' de longitud oeste de Greenwich. La entidad limita al norte con el Estado de México y el Distrito Federal; al este y sureste con Puebla; al sur y suroeste con Guerrero y al oeste con el Estado de México. La SEMARNAT y el Gobierno del Estado de Morelos tomando en consideración la cercanía e integración económica, comercial, social y de servicios entre los municipios, definieron la Zona Metropolitana de Cuernavaca, (ZMC) en el polígono formado por cinco municipios: Cuernavaca, Jiutepec, Xochitepec, Temixco y Emiliano Zapata, con una extensión de 593 kilómetros cuadrados. Hacia el norte y oeste, la ZMC colinda con el Distrito Federal y el Estado de México; al este con los municipios de Tepoztlán y Yautepec y al sur y suroeste con Miaatlán. La superficie de la ZMC es menor al 10% de la superficie estatal, sin embargo, concentra al 45% de la población total del estado e incluye algunos de los municipios más poblados del estado como Cuernavaca, Jiutepec y Temixco.

Tabla 1-1 Coordenadas extremas de la ZMC

Este	99° 7' 10.56''
Oeste	99° 21' 8.28''
Norte	19° 1' 28.92''
Sur	18° 42' 0.01''

Tabla 1-2 Superficie y población de la ZMC

Municipio	Superficie km ²	Población
Cuernavaca	208.80	349,102
Jiutepec	142.63	181,317
Xochitepec	89.14	53,368
Temixco	87.69	98,560
Emiliano Zapata	64.98	69,064
Total	593.24	751,411

Fuente: Anuario estadístico 2006. INEGI, Gobierno del Estado de Morelos

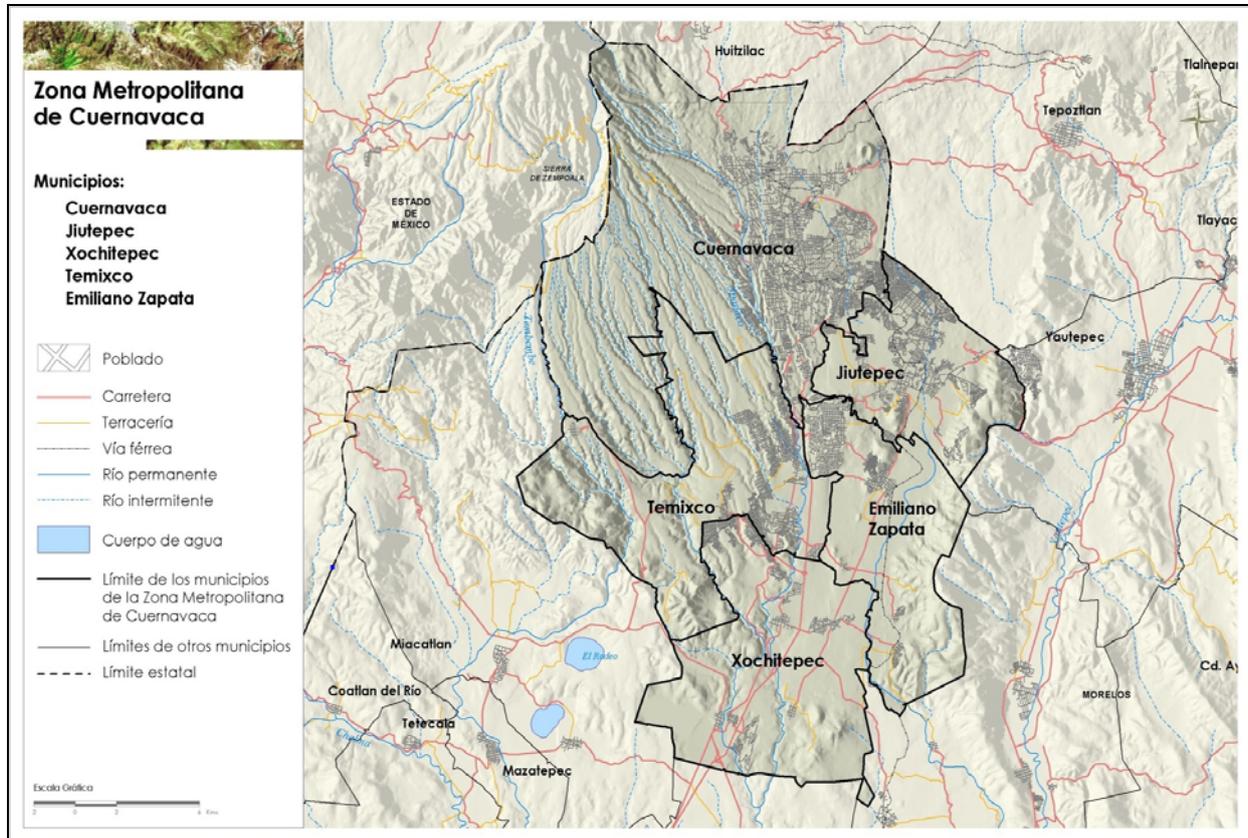


Figura 1-1 Zona Metropolitana de Cuernavaca

1.2 Entorno físico

Las condiciones y dinámica de ciertos elementos físicos adquieren relevancia tanto como elemento diagnóstico que ayuda a esclarecer el movimiento geográfico de las emisiones, como para detectar los sistemas vulnerables a la contaminación y, consecuentemente, adoptar medidas remediales de acuerdo a la gravedad de los efectos de la contaminación atmosférica en la salud pública y los componentes ecosistémicos.

La ZMC está dividida entre dos subprovincias: al norte, todo el municipio de Huitzilac, poco menos de la mitad de Cuernavaca y una muy pequeña porción de Jiutepec, están dentro de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac y, Temixco, Emiliano Zapata y la mayor parte de Jiutepec, en la subprovincia llamada Sierras y Valles Guerrerenses.

Un rasgo distintivo de la región que conforma la Zona Metropolitana de Cuernavaca es la amplia variación de altitudes y pendientes del terreno: El Municipio de Cuernavaca tiene las mayores altitudes y Xochitepec las más bajas.

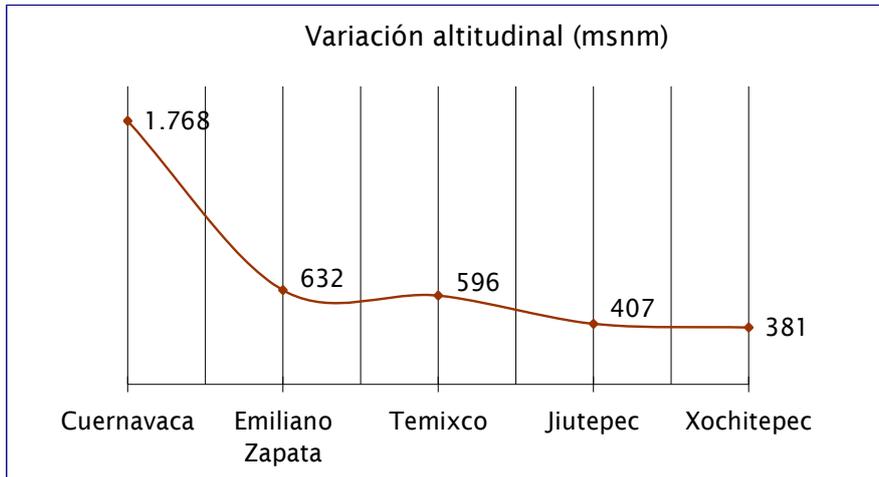


Figura 1-2 Variación altitudinal de la ZMC

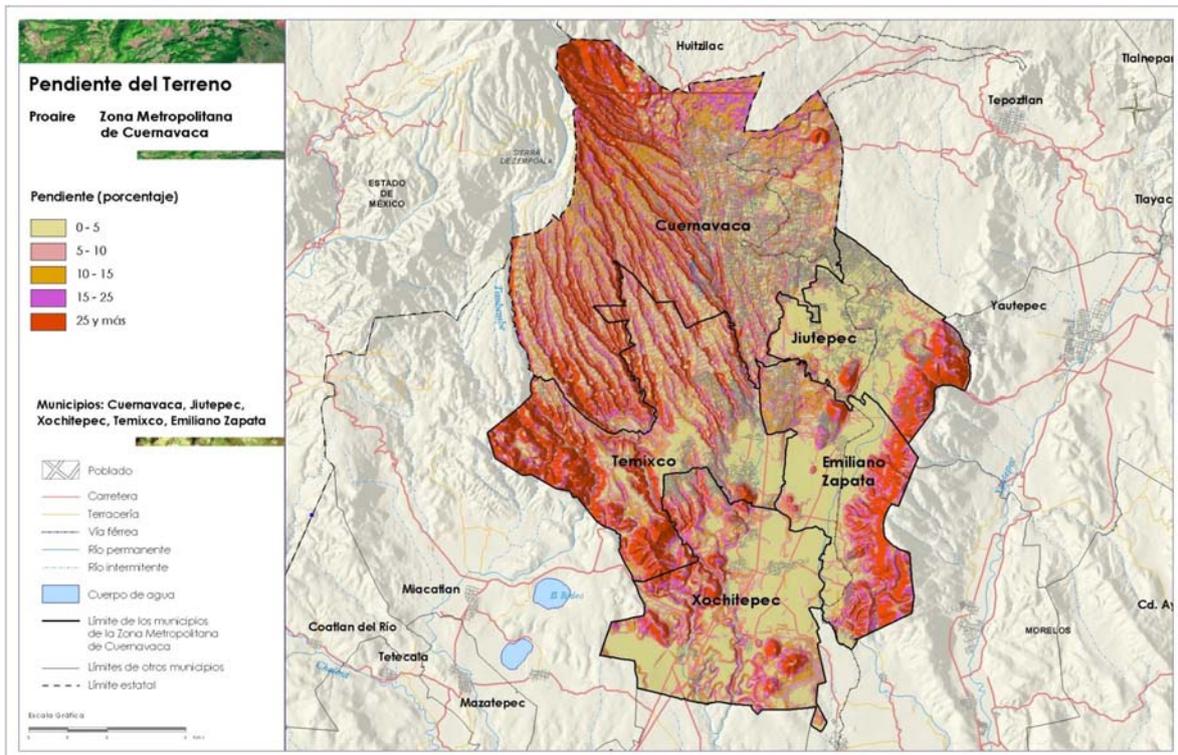


Figura 1-3 Pendiente del terreno



Tabla 1-3 Pendientes en porcentaje			
Municipio	Máxima	Mínima	Promedio
Cuernavaca	106.12	0.19	13.45
Emiliano Zapata	96.34	0.00	11.35
Jiutepec	100.51	0.00	9.24
Temixco	86.26	0.00	14.59
Xochitepec	60.45	0.00	8.67

Tabla 1-4 Rangos de altitud (msnm)		
Municipio	Mínima	Máxima
Cuernavaca	1194.00	2962.00
Emiliano Zapata	1288.00	1695.00
Jiutepec	1048.00	1680.00
Temixco	1081.00	1677.00
Xochitepec	980.00	1361.00

Particularmente en el municipio de Cuernavaca, existe un complejo sistema de barrancas, que contiene más de 200 de estas formaciones. Las principales que flanquean la ciudad son: Amanalco al oriente y Analco al poniente, al norponiente comienza una red de barranquillas, todas con agua, que se unen a la de Tetela para formar la de Atzingo o la del Salto de San Antón, le siguen al poniente las del Tecolote, la Tilapeña, la Colorada, los Sabinos y Tembembe.

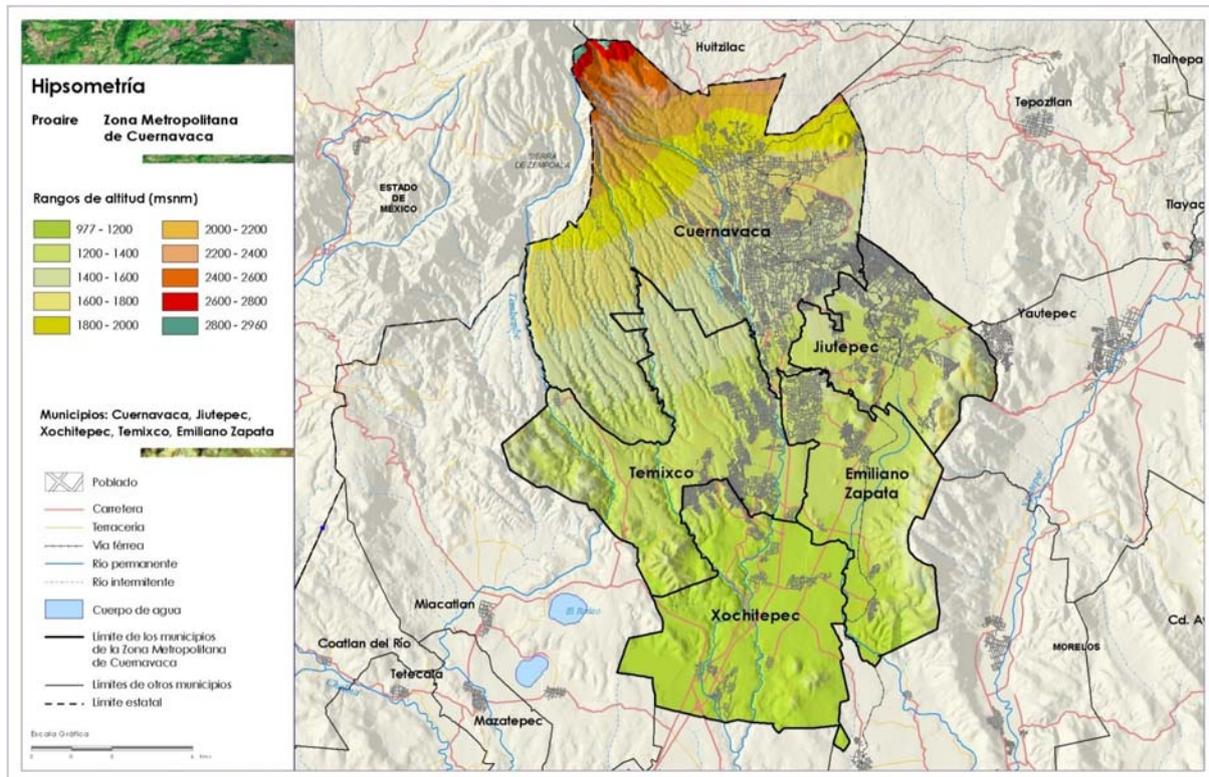


Figura 1.4 Rangos de altitud

Las barrancas de Cuernavaca forman un gran cono de deyección que parte de la arista sur de la Sierra de Zempoala, y que se proyecta fuera de los límites del municipio de Cuernavaca hasta la localidad de Acatlpa, a unos 20 Km hacia el sur. Precisamente es éste rasgo fisiográfico el que imparte su singular fisonomía a Cuernavaca¹

Junto con el relieve, el clima es uno de los factores físicos más ligados a la calidad del aire, pues de ellos depende el movimiento de masas de aire y la dispersión de los contaminantes. De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1987;

en: CNA, 2006²), en el estado de Morelos hay seis tipos de climas, de los cuales cuatro están representados en la ZMC (Semifrío Subhúmedo; Templado Subhúmedo; Semicálido Subhúmedo y Cálido Subhúmedo), donde se presenta, de norte a sur un gradiente de temperaturas que va de menores a mayores:

¹ José Raúl García, B. J.L., Torres, M., Jaramillo, M. F. 2007. Las barrancas de Cuernavaca. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM.

² Comisión Nacional del Agua. 2006. Situación actual y escenarios del acuífero de Cuernavaca, Estado de Morelos. Presentación.

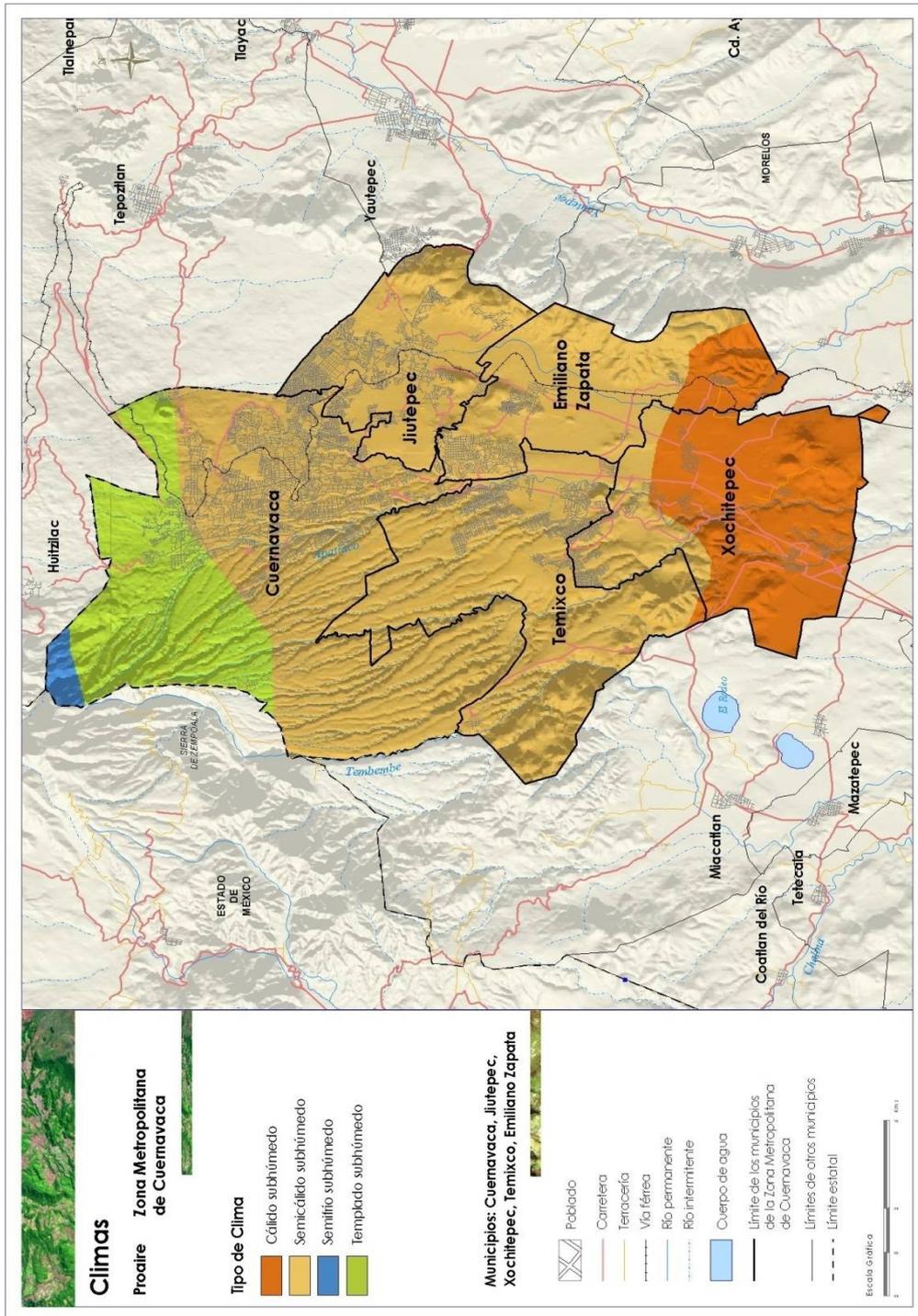


Figura 1-5 Climas



Tabla 1-6 Rangos de precipitación		
Municipio	Rangos de precipitación (mm) ³	Superficie (ha)
Cuernavaca	1000-1200	17,436.95
Cuernavaca	1200-1500	545.91
Cuernavaca	800-1000	2,038.56
Emiliano Zapata	800-1000	6,830.255
Jiutepec	1000-1200	273.537
Jiutepec	800-1000	5,270.288
Temixco	1000-1200	1,473.521
Temixco	800-1000	8,805.258
Xochitepec	800-1000	9,284.003



Figura 1-6 Variación de la precipitación anual por municipio

Tabla 1-7 Temperaturas promedio anuales	
Municipio	Temperatura °C
Cuernavaca	20
Emiliano Zapata	23
Jiutepec	22
Temixco	22
Xochitepec	24

³ Datos tomados de Sánchez-Silva, R. y Espinoza-Rodríguez, J. M. 1988. El uso del agua en Morelos. SARH, Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, 295 p. que incluye registros de estaciones climatológicas con un período de análisis promedio de 30.4 años.



Poco más del 70% de la superficie está en el rango de precipitación de 800 a 1,200 mm anuales promedio, con picos de mayor lluvia en áreas con clima templado subhúmedo y de más baja precipitación en el cálido subhúmedo, en donde coincide también la más elevada temperatura media anual.

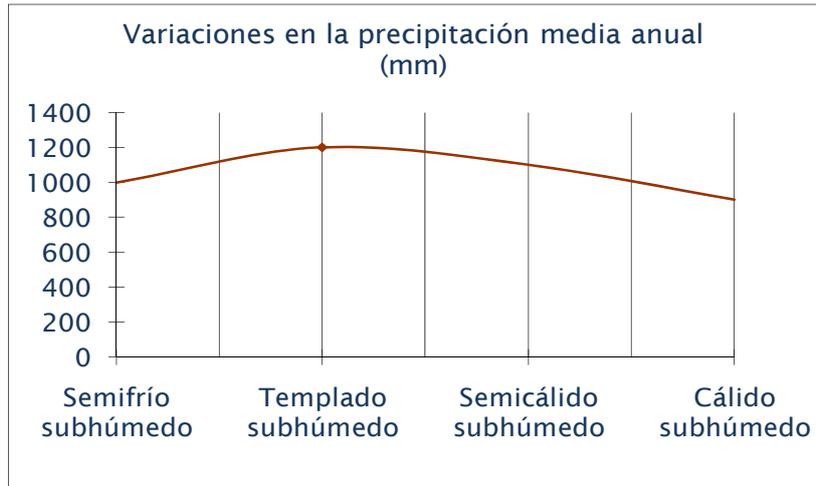


Figura 1-7 Variaciones de la precipitación media anual por tipo de clima

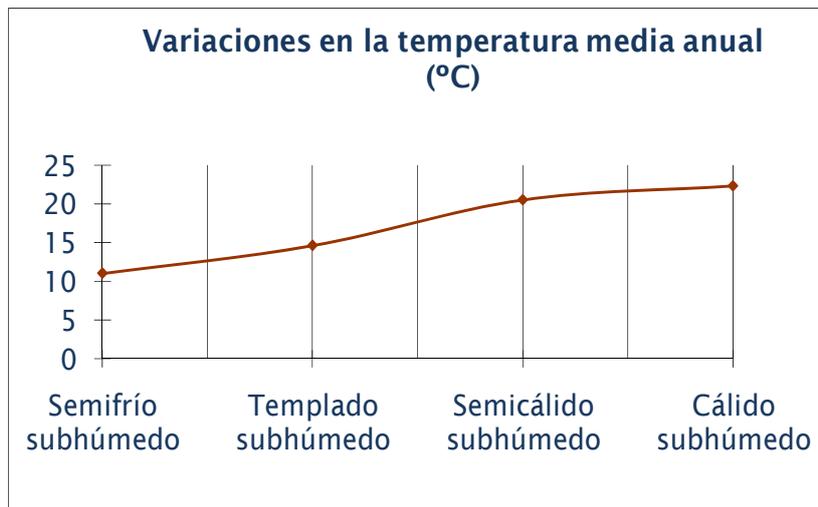


Figura 1-8 Variaciones de la temperatura media anual

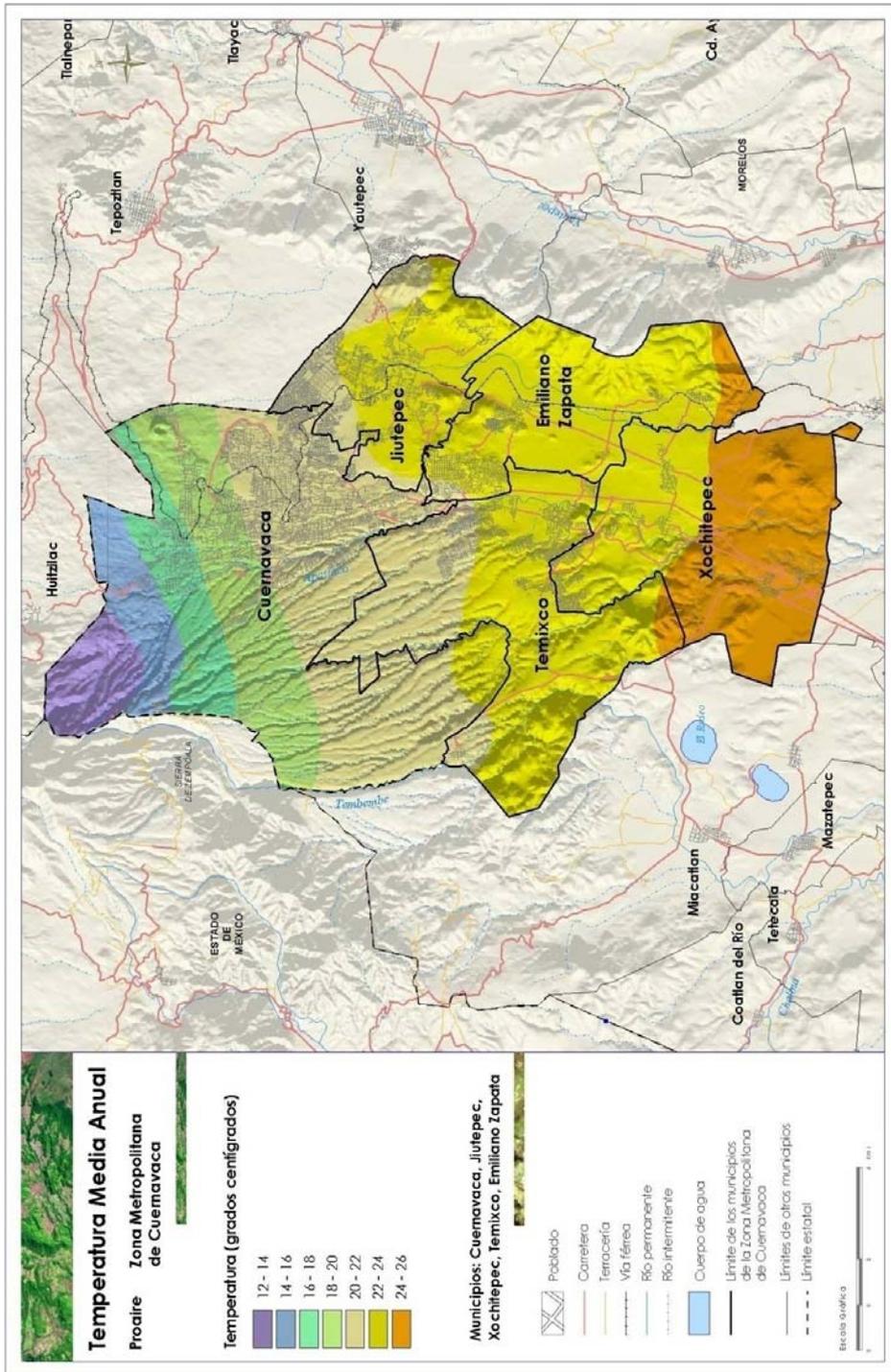


Figura 1-9 Temperatura media anual

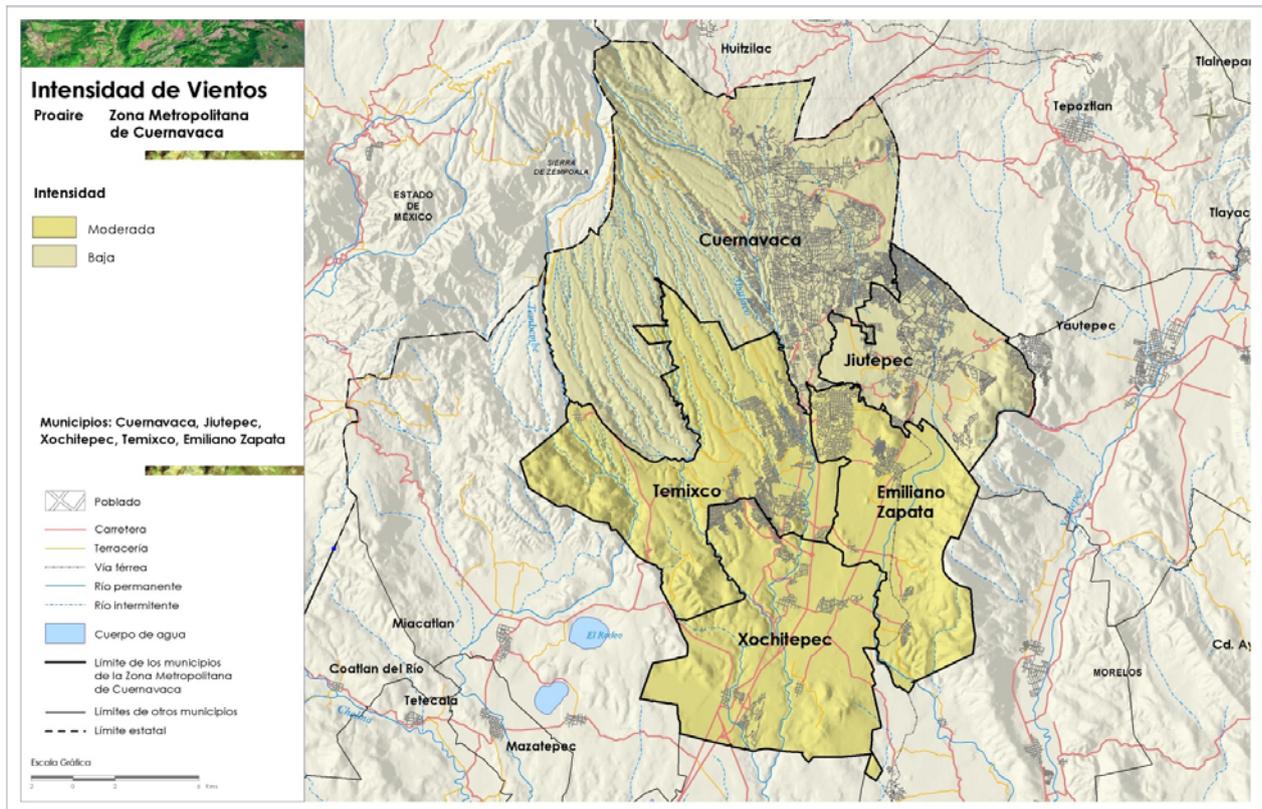


Figura 1-10 Intensidad de los vientos

1.3 Dinámica urbana

La más importante de las zonas conurbadas del Estado de Morelos es la de Cuernavaca, ya que concentra el mayor número de actividades económicas, productivas, educativas, y comerciales, además de albergar las sedes de los tres poderes del Gobierno Estatal, constituyéndose así como la capital política y la urbanización con más alto desarrollo en Morelos. Por tal situación y al contar con los mejores niveles de infraestructura, equipamiento y servicios se ha facilitado el incremento en la población, lo cual en su proceso de crecimiento ha generado altos índices de utilización y de ocupación del suelo, así como de densidad de población y de extensión física de la mancha urbana.

Entre 1970 y 1980 Cuernavaca entrelazó una continuidad física con los municipios de Jiutepec y Emiliano Zapata, fundando a su vez una dependencia funcional con Temixco y Xochitepec, lo que permitió consolidar la Zona Conurbada de Cuernavaca. Analizando esta tendencia de desarrollo demográfico y de interacción funcional en los municipios más dinámicos del Estado, para 1982 se formularon los Planes de Desarrollo Urbano de las cuatro Zonas Conurbadas estatales: Cuernavaca, Cuautla, Jojutla y Oaxtepec-Cocoyoc; mismas que hoy en día se han

consolidado como las más grandes concentraciones urbanas y por ende las mayores demandantes de empleo, infraestructura y servicios⁴

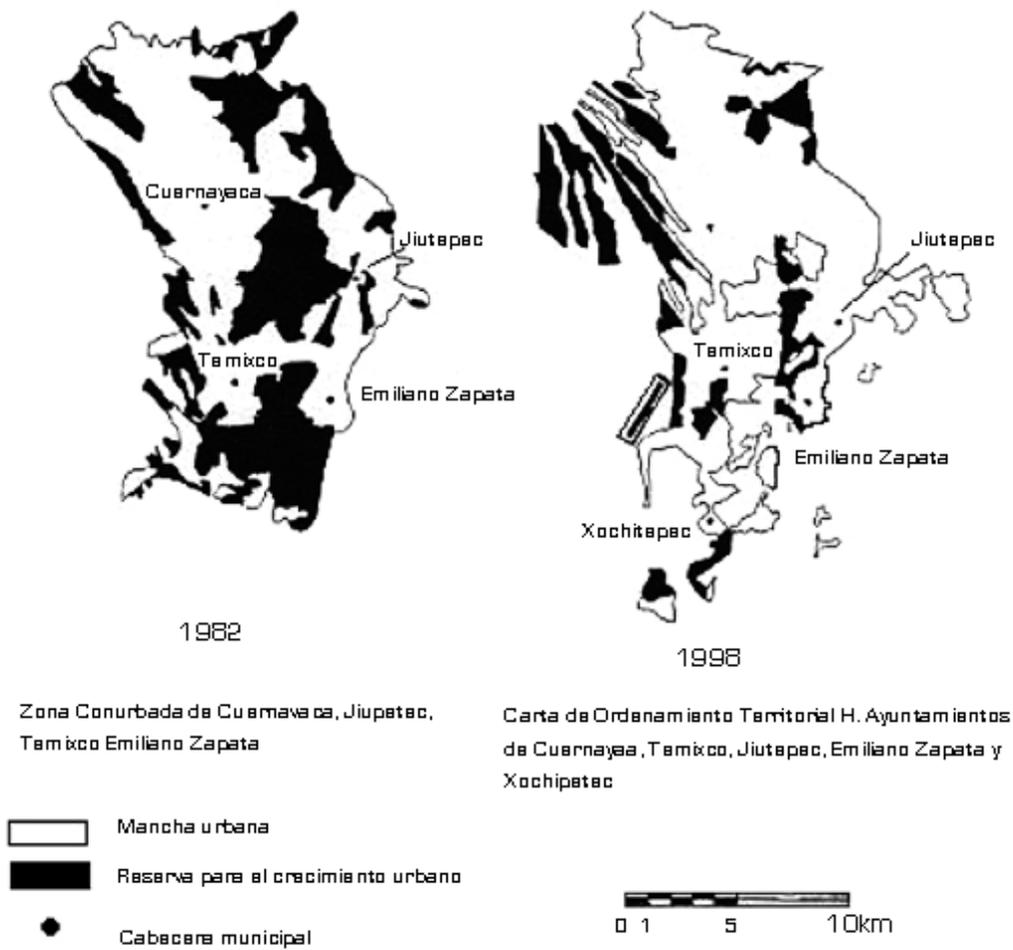


Figura 1- 11 Crecimiento urbano de la ZMC 1982-1998

4 Gobierno del Estado de Morelos. Programa estatal de desarrollo urbano 2001-2006. Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas

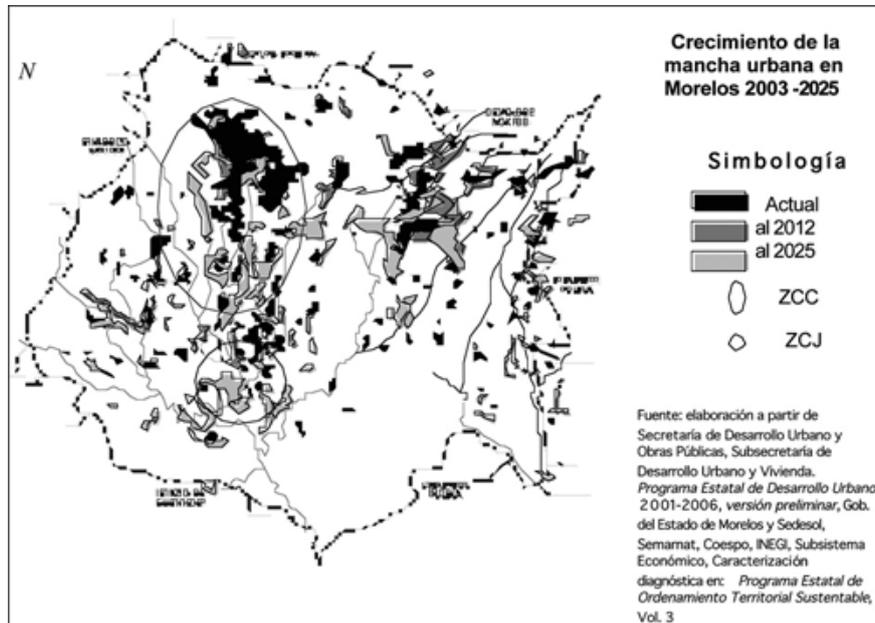


Figura 1- 12 Crecimiento urbano estatal 2003-2025

1.4 Demografía

1.4.1 Población

La evolución histórica del crecimiento poblacional de acuerdo a los últimos cuatro censos y la población proyectada por lustro hasta el año 2030 para la ZMC se observan en la siguiente tabla:

Tabla 1-10 Población total y proyecciones de población de la ZMC y del Estado de Morelos 1990-2003 (miles de habitantes)									
	Censos de Población y Vivienda				Proyecciones de Población				
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Región ZMC	511.6	645.8	705.4	751.4	806.2	855.3	899.1	936.7	966.4
Estado de Morelos	1,195.1	1,442.7	1,555.3	1,612.9	1,687.4	1,744.9	1,793.4	1,831.4	1,856.0
% de la ZMC respecto al Estado	42.82	44.77	45.36	46.59	47.78	49.02	50.13	51.15	52.07

Fuente: INEGI, Censos y Conteos de Población de 1990, 1995, 2000 y 2005. CONAPO. Proyecciones de Población.



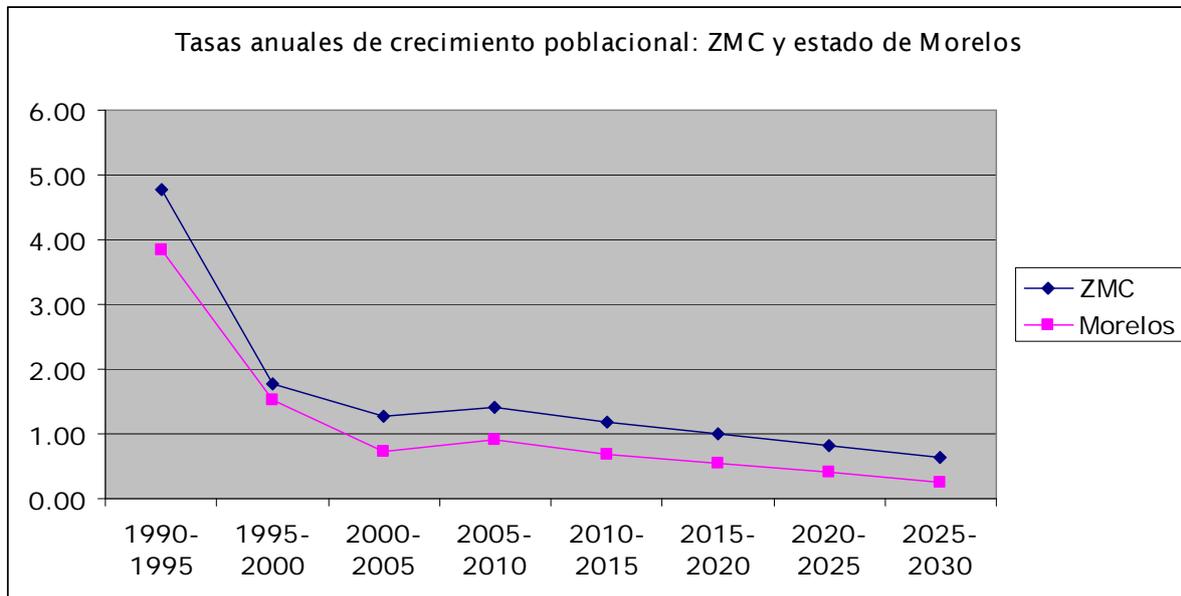
No obstante que la ZMC comprende cinco de los 33 municipios del estado, en función al último censo, el porcentaje de población residente en ésta es de casi la mitad del total de habitantes de la entidad. La proporción de la población de la ZMC ha tenido un incremento constante y se estima que esta tendencia continuará en el corto y mediano plazo como se deriva de las proyecciones oficiales.

En el periodo analizado, se aprecia un crecimiento de población en el periodo de 1990 a 1995 donde la población de la zona creció a una tasa anual de 4.76 habitantes por cada 100. En el siguiente lustro hubo un drástico descenso del crecimiento, el cual se acentuó un poco más en el periodo del 2000 al 2005. La tendencia es hacia la disminución progresiva de la tasa de crecimiento de la población. A nivel estatal, como ocurre con muchas otras metrópolis, se observa que el crecimiento de la ZMC se encuentra por arriba de los rangos de crecimiento registrados para el estado de Morelos, aunque a futuro, se tendrá un estrechamiento paulatino de los valores entre ambas regiones geográficas.

Sin embargo, aun cuando las tasas de crecimiento van en decremento, en términos absolutos se estima que en los próximos 25 años la población de la ZMC crezca poco más de 200,000 personas, este volumen de población sin duda conllevará implicaciones de diversa índole en materia ambiental.

Tabla 1-11 Tasas de crecimiento poblacional históricas y proyectadas de la ZMC y Estado de Morelos 1990-2030								
	Censos de Población y Vivienda				Proyecciones de Población			
	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030
ZMC	4.76	1.78	1.27	1.42	1.19	1.00	0.83	0.63
Morelos	3.83	1.51	0.73	0.90	0.67	0.55	0.42	0.26

Fuente: INEGI, Censos y Conteos de Población de 1990, 1995, 2000 y 2005. CONAPO. Proyecciones de Población.



Fuente: INEGI, Censos y Conteos de Población de 1990, 1995, 2000 y 2005. CONAPO. Proyecciones de Población.

Figura 1-13 Tasa anual de crecimiento poblacional ZMC y estado de Morelos

Al interior de la región, existen también diferencias apreciables con relación a la concentración de la población y los niveles de crecimiento. Mientras que actualmente Cuernavaca concentra cerca del 46 por ciento de la población de la zona, en el 2030 disminuirá a valores cercanos al 40 por ciento. En términos absolutos, después de Cuernavaca los municipios que mayor población concentran son Jiutepec, Temixco y Emiliano Zapata.

En función de los rangos de crecimiento proyectados, se espera que la ZMC se expanda principalmente hacia el sur, en el municipio de Emiliano Zapata, hacia Xochitepec y en el propio municipio de Cuernavaca, aunque proporcionalmente a la población que actualmente tienen, los municipios de Emiliano Zapata y Xochitepec registrarán un incremento considerablemente mayor al resto de la zona.

Tabla 1-12 Población total y proyecciones de población de la ZMC 1990-2030									
Municipio	Censos de Población y Vivienda				Proyecciones de Población				
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Cuernavaca	281,294	316,782	338,706	349,102	364,961	376,675	385,829	392,170	395,217
Emiliano Zapata	33,646	49,773	57,617	69,064	81,262	93,914	106,233	117,984	128,822
Jiutepec	101,275	150,625	170,589	181,317	192,420	202,336	210,851	217,759	222,718
Temixco	67,736	87,967	92,850	98,560	105,359	111,135	116,223	120,500	123,772
Xochitepec	27,828	40,657	45,643	53,368	62,185	71,200	79,948	88,264	95,898
Total	511,779	645,804	705,405	751,411	806,187	855,260	899,084	936,677	966,427

Fuente: INEGI, Censos y Conteos de Población de 1990, 1995, 2000 y 2005. CONAPO. Proyecciones de Población.

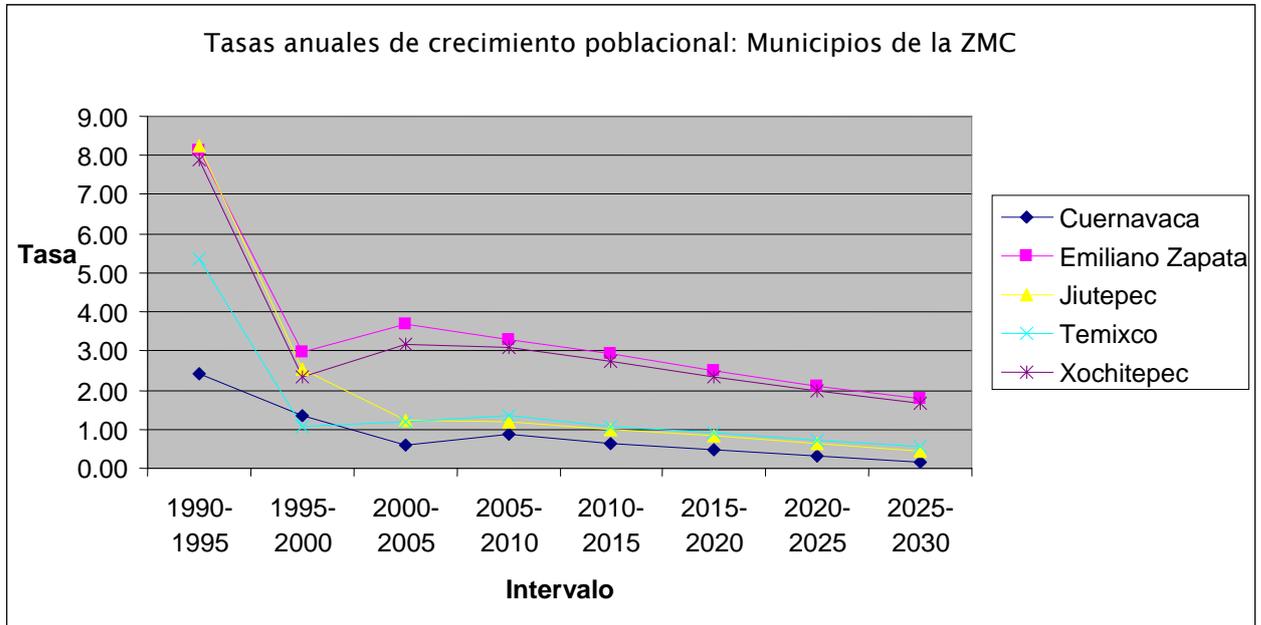


Figura 1-14 Tasas anuales de crecimiento poblacional: municipios de la ZMC

Fuente: INEGI, Censos y Conteos de Población de 1990, 1995, 2000 y 2005. CONAPO. Proyecciones de Población. (Los datos de población del año 2010 y subsecuentes para la obtención de este indicador corresponden a las proyecciones del CONAPO).

1.4.2 Distribución de la Población

La ciudad de Cuernavaca cubre prácticamente la mitad oriental del municipio del mismo nombre y debido a su propia dinámica de crecimiento, así como a la expansión de núcleos urbanos de los municipios vecinos, el crecimiento urbano de la ciudad se ha expandido hacia el sur y sureste, en los municipios de Jiutepec, Emiliano Zapata, Temixco y Xochitepec.

INEGI reporta para el año 2005 un total de 215 localidades en los municipios que forman parte de la ZMC de las cuales 19 cuentan con una población mayor a 2,500 habitantes (localidades urbanas). La ciudad de Cuernavaca tenía para el año referido una población de 332,197 habitantes seguida por los poblados de Jiutepec con 153,704 y Temixco con 89,915 habitantes. Exceptuando las zonas de relieve abrupto localizadas al oeste y una franja estrecha al norte, así como el núcleo central de la ZMC, la población tiene una distribución relativamente homogénea en el resto de la región).

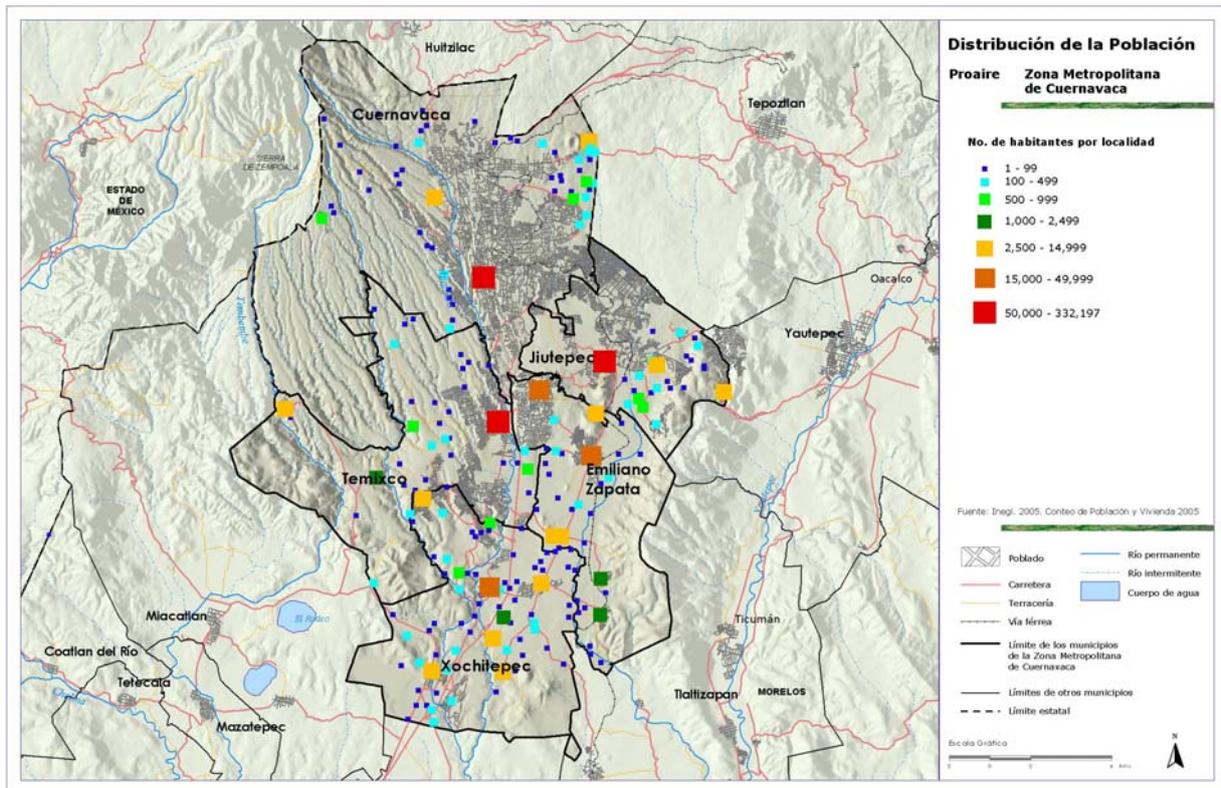


Figura 1-15 Distribución de la población

1.5 Actividades económicas

En concordancia al crecimiento urbano, las actividades económicas de la ZMC presentan una fuerte orientación hacia el sector terciario, prácticamente en todos los municipios más de la mitad de población ocupada labora en este sector.

Las actividades primarias más importantes son la agricultura y la ganadería, amplias zonas de los municipios de Emiliano Zapata, Jiutepec y Xochitepec son destinadas a la agricultura de riego, en tanto que la agricultura de temporal se ubica básicamente en Cuernavaca, Temixco y Xochitepec. En los lomeríos al poniente de la zona, en los municipios de Cuernavaca y Temixco se cultivan pastizales para el mantenimiento de la actividad ganadera. En términos porcentuales, todos los municipios muestran valores inferiores a los 8 puntos, exceptuando Xochitepec, el municipio más rural, con 14.21% de trabajadores en este sector económico. Cuernavaca y Jiutepec tienen los porcentajes más marginales en este sector económico.

La industria es de las actividades económicas de mayor auge en la Zona Metropolitana de Cuernavaca, debido principalmente a su cercanía con la capital del país, y con las ciudades de Toluca y Puebla, entre otros centros urbanos con los que ha establecido cadenas productivas y comerciales importantes. Para el año 2000, INEGI reportó que prácticamente toda la zona se encuentra dentro del rango de 30 a 40% de trabajadores en el rubro de actividades secundarias. El municipio con menos proporción de población ocupada en actividades



secundarias es Cuernavaca con un 23.06%, no obstante, en números absolutos este es el municipio más importante en este ámbito considerando el número de personal empleado.

Tabla 1-14 Población ocupada por sector de actividad económica

Municipio	Actividades primarias	%	Actividades secundarias	%	Actividades terciarias	%	No especificado	%
Cuernavaca	2,072	1.52	31,479	23.06	98,706	72.32	4,234	3.10
Emiliano Zapata	1,547	7.75	7,899	39.57	9,954	49.86	562	2.82
Jiutepec	1,397	2.17	23,069	35.81	38,263	59.40	1,685	2.62
Temixco	2,093	6.49	10,555	32.74	18,630	57.79	958	2.97
Xochitepec	2,143	14.21	4,442	29.45	8,143	53.99	354	2.35

Fuente: INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000

El sector terciario engloba la mayor parte de población ocupada en la ZMC. El comercio al por mayor y al por menor y los servicios son actividades de amplio desarrollo en una entidad con fuerte vocación turística, el clima y su paisaje son factores de atracción de visitantes, especialmente los días no laborables, lo cual permite el desplazamiento de turistas de las entidades vecinas. Adicionalmente, otras áreas de ocupación importantes son los servicios financieros, de gobierno, establecimientos de alimentos y bebidas, servicios profesionales, entre otras.

La economía de la ZMC tiende a la disminución progresiva de las actividades primarias y hacia el impulso de actividades secundarias y terciarias. El dinamismo económico presente se prevé pueda ser incrementado a partir de la apertura de nuevas vías de comunicación terrestres como es el proyecto de conectar el Valle de Toluca con la Ciudad de Cuernavaca a través de una carretera de cuota. La mejora en la conexiones urbano regionales podría conllevar a la instalación de nuevos emplazamientos industriales por lo que debe ponerse especial atención en su ubicación geográfica, tipo de industrias, normas ambientales existentes y requeridas, entre otras consideraciones, con el propósito de llevar a cabo la gestión óptima de a la calidad del aire de la ZMC.

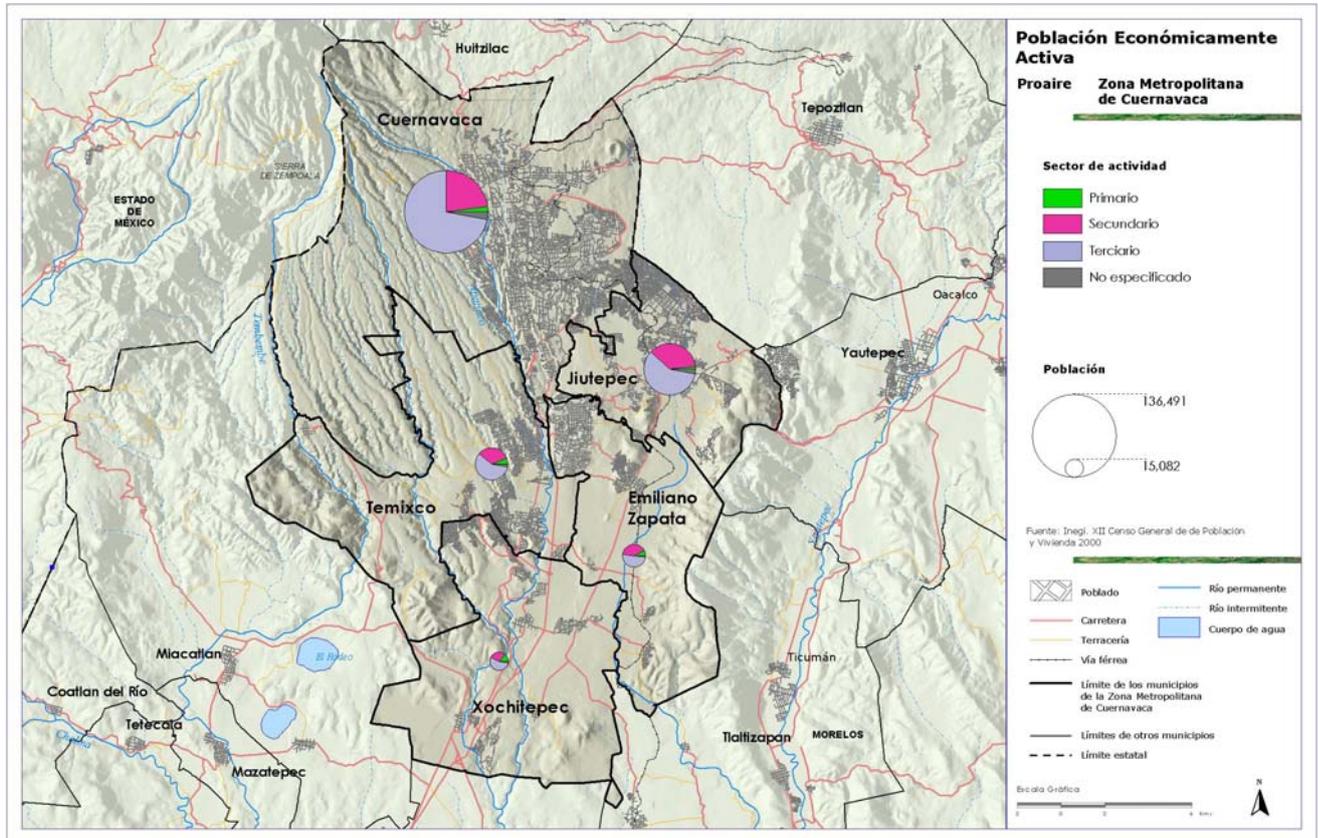


Figura 1-16 Población económicamente activa

1.6 Uso del suelo

Los usos del suelo denotan de una manera directa cuales son las características de ocupación del territorio, considerando que la extensión de los usos no naturales proporcionan información acerca del grado de alteración del paisaje y de las condiciones naturales originales.

Lo anterior es sumamente tangible en la ZMC donde se observa que tan solo el 23.01% del territorio cuenta con vegetación natural (bosques y selvas), el resto son terrenos agrícolas, pastizales inducidos y asentamientos humanos. Las áreas de bosques y selvas remanentes tampoco cuentan con estado de conservación óptimo y sufren diferentes grados de deterioro, debido entre otros factores a la extracción ilegal de madera, incendios forestales provocados, plagas y enfermedades, erosión del suelo y a la ganadería extensiva. Las áreas con vegetación natural se encuentran en su mayoría circunscritas a los terrenos con alta pendiente, donde no ha sido práctico o rentable el cambio a otros usos del suelo.

Las condiciones físicas del territorio de la zona determinan que la distribución de los bosques templados y las selvas bajas fue mucho mayor en el pasado, teniéndose en la actualidad un territorio con alto grado de impacto humano, lo cual repercute negativamente en el desarrollo de



procesos naturales tales como la recarga de mantos freáticos, mantenimiento de microclimas, desarrollo de los suelos, presencia y distribución de especies de flora y fauna, entre otros.

Tabla 1-15 Uso del suelo		
Uso del Suelo	Km²	Porcentaje
Bosques	41.03	7.90
Selvas	78.52	15.11
Pastizales inducidos	103.25	19.87
Área agrícola	202.76	39.02
Localidades	94.02	18.10
Total	519.58	100.00

Fuente: INEGI, 1997. Vegetación y uso del suelo escala 1:250,000

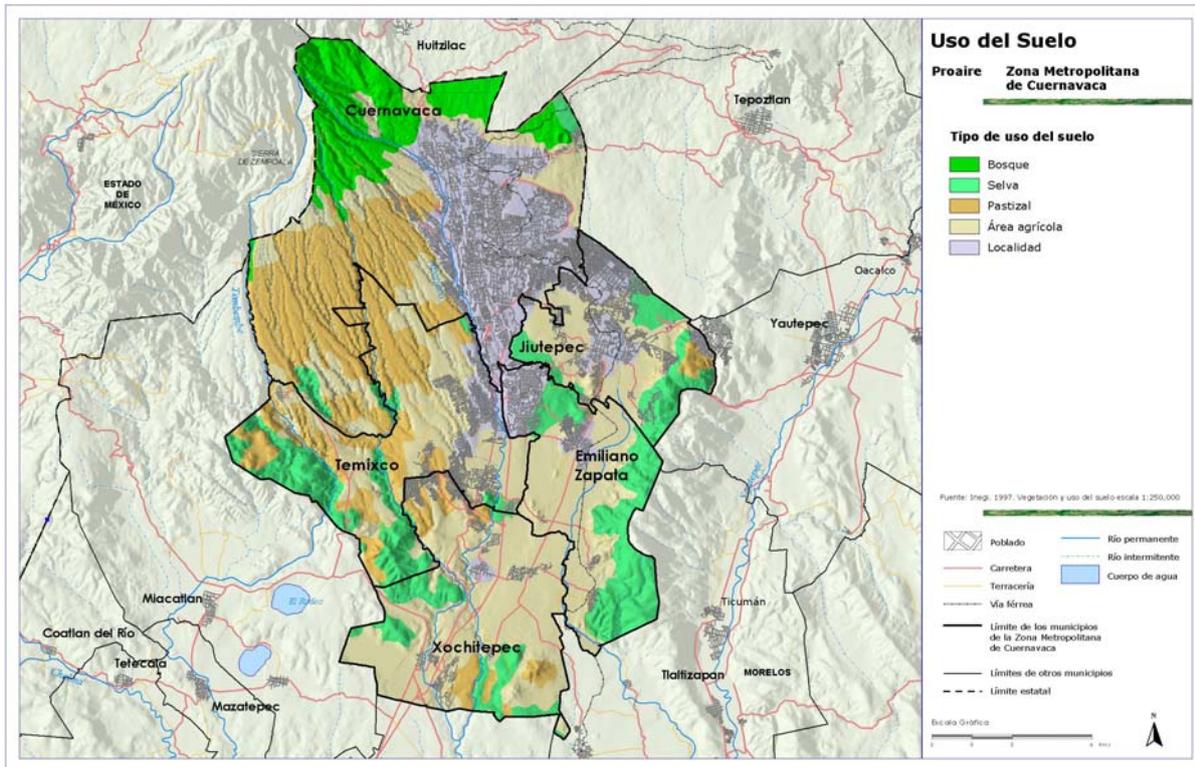


Figura 1-17 Uso del suelo en la ZMC

1.7 Conclusiones

Las situaciones meteorológicas repercuten de manera significativa en los niveles de calidad del aire. Los contaminantes emitidos al aire se dispersan tanto vertical como horizontalmente siguiendo los movimientos turbulentos del aire. Es pues importante conocer las características atmosféricas de un lugar o región, para saber cómo se están dispersando los contaminantes emitidos y poder valorar su impacto en la calidad del aire.

Adquiere especial relevancia conocer la forma en que la meteorología actúa en los niveles de calidad del aire pudiendo identificar diferentes focos emisores y distinguir situaciones atmosféricas en las que la calidad del aire alcanza niveles problemáticos. Asimismo, se sabe que la dispersión de los contaminantes se caracteriza por movimientos de aire locales influidos por la orografía y por los vientos.

La orografía de la ZMC condiciona el movimiento de masas de aire en las capas de la atmósfera que tienden a seguir el curso de los valles. Es necesario realizar un estudio de las características atmosféricas en la cuenca de la ZMC, para conocer su comportamiento respecto a las condiciones meteorológicas y orográficas, que permitan fortalecer la gestión ambiental en materia de atmósfera en la zona.



De acuerdo a la ocupación del territorio actual y a la tendencia de incremento de la población, aunada al desarrollo urbano y la creciente actividad económica de la zona, se presentan mayores emisiones de contaminantes al aire, por lo que se hace imprescindible una planeación estratégica de largo plazo, que considere de manera integral los factores medioambientales en conjunto con las características culturales, sociales, económicas, demográficas y urbanas. La actualización de los programas de desarrollo urbano estatal y municipales, el programa de ordenamiento estatal sustentable, así como los programas de educación ambiental, incluidos en las medidas de este PROAIRE, constituyen instrumentos fundamentales para orientar la política ambiental y de asentamientos humanos en la zona.



2. Calidad del aire en la ZMC



2. Calidad del aire

2.1 Enfoque de Cuenca Atmosférica

La calidad del aire se relaciona con los niveles de concentración de contaminantes a los que queda expuesta la población tanto en forma temporal, como espacial y sus respectivos efectos sobre el bienestar y la salud. Asimismo la contaminación del aire puede afectar sistemas ambientales naturales y artificiales tales como bosques, cultivos, monumentos y construcciones.

Los contaminantes primarios del aire son aquellos que se emiten directamente a la atmósfera por diferentes tipos de fuentes y se denominan contaminantes secundarios a los que se producen como consecuencia de reacciones químicas y fotoquímicas de los contaminantes primarios en la atmósfera.

Los contaminantes del aire para los cuales se han establecido normas de calidad del aire por ser los de mayor abundancia en áreas urbanas e industriales, y que fueron identificados como perjudiciales para la salud se conocen como contaminantes criterio. En México, los contaminantes criterio incluyen partículas suspendidas Totales (PST); partículas suspendidas menores a 10 micras (PM₁₀); partículas iguales y menores a 2.5 micras (PM_{2.5}), bióxido de azufre (SO₂), bióxido de nitrógeno (NO₂); monóxido de carbono (CO) y ozono (O₃).

Una cuenca atmosférica es un espacio geográfico delimitado parcial o totalmente por elevaciones montañosas u otros atributos naturales ocupado por un volumen de aire con características similares.

En la figura 2-1 se muestran gráficamente las cuencas atmosféricas del centro del país, en ella puede apreciarse claramente cómo el estado de Morelos representa propiamente una cuenca atmosférica prácticamente cerrada ubicada al sur de la cuenca atmosférica del ZMVM, siendo su principal ventilación por el oriente con la cuenca atmosférica del valle Puebla-Tlaxcala.

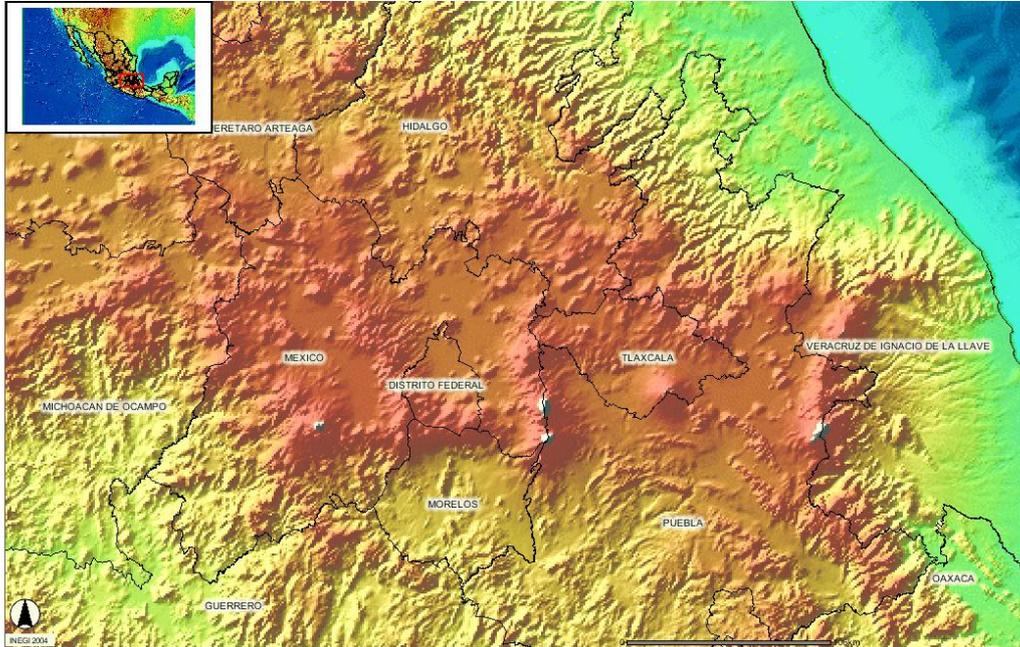


Figura 2-1 Cuenca Atmosférica de Morelos

Bajo dicho enfoque, la Zona Metropolitana de Cuernavaca puede considerarse como una sub cuenca atmosférica delimitada por la sierra de las cruces al norte, la sierra de Zempoala al noroeste y la sierra de Tepetzingo al oriente y por su ubicación geográfica es muy probable que dicha sub cuenca sea receptora de contaminantes al aire provenientes de la ciudad de México, toda vez que el patrón de vientos de la ZMC es predominantemente de NNE a SSW.

Lo anterior, aunado a la importante afluencia de vehículos automotores provenientes de la ciudad de México durante los fines de semana y periodos vacacionales hacen de la zona metropolitana de Cuernavaca un sitio de características especiales en materia de gestión de calidad del aire.



Figura 2-2 Afluencia vehicular en la ZMC

Cuando las concentraciones de uno o más contaminantes del aire rebasan la capacidad natural de depuración de una cuenca o sub cuenca atmosférica, puede asumirse que dicha cuenca esta saturada, uno de los indicativos de saturación es cuando se rebasa alguna de las normas de calidad del aire en cualquiera de sus modalidades de temporalidad. En la siguiente sección se discuten brevemente las normas de calidad del aire.

2.2 Normas de Calidad del Aire

Las normas de calidad del aire constituyen el elemento esencial para la evaluación, prevención y control de la contaminación atmosférica, dichas normas establecen los niveles o umbrales de concentración de contaminantes bajo los cuales se considera que no se presentan impactos adversos y significativos en la salud de la población. En México, el Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría de Salud, es quién establece los límites permisibles de concentración de contaminantes a través de las Normas Oficiales Mexicanas. Los valores normados establecidos para los contaminantes criterios en el territorio nacional se muestran en la tabla 2-1.

Las referencias para determinar la calidad del aire son las Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría de Salud, que específicamente se refieren a los valores permisibles de concentración de contaminantes, en función de los impactos adversos y significativos que estos generan en la salud humana.

Tabla 2-1 Normas de Calidad del Aire Vigentes en México

Contaminante	Norma	Valores de Concentración Máxima		
		Exposición Aguda		Exposición Crónica*
		Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	Concentración y tiempo promedio
Ozono (O ₃)	NOM-020-SSA1-1993	0.11 ppm (1 Hora)	No se permite ¹	NA
		0.08 ppm (8 Horas)	4 veces al año	NA
Monóxido de Carbono (CO)	NOM-021-SSA1-1993	11.0 ppm (8 Horas)	1 vez al año	NA



Bióxido de Azufre (SO₂)	NOM-022-SSA1-1993	0.13 ppm (24 Horas)	1 vez al año	0.03 ppm (media aritmética anual)
Bióxido de Nitrógeno (NO₂)	NOM-023-SSA1-1993	0.21 ppm (1 Hora)	1 vez al año	NA
Partículas Suspendidas Totales (PST)	NOM-025-SSA1-1993	210 µg/m ³ (24 Horas)	2% de las mediciones de 24 horas al año ²	NA ³
Partículas fracción gruesa (PM₁₀)	NOM-025-SSA1-1993	120 µg/m ³ (24 Horas)	2% de las mediciones de 24 horas al año ²	50 µg/m ³ (media aritmética anual)
Partículas fracción fina (PM_{2.5})	NOM-025-SSAI-1993	65 µg/m ³ (24 Horas)	2% de las mediciones de 24 horas al año ²	15 µg/m ³ (media aritmética anual)

Fuente: Valores publicados en el Diario Oficial de la Federación (1994) y (2005).

NOTAS:

- ppm: partes por millón
- µg/m³: microgramos por metro cúbico
- NA: No aplica
- (*) Para protección de la salud de la población susceptible
- ¹ De acuerdo a la modificación a la norma de ozono en el año 2002
- ² El percentil 98 es el valor que indica que se permite que de los valores de 24 horas se rebasen el 2% de acuerdo al numeral 5.4.3 de la modificación de la norma de partículas publicada en 2005
- ³ No aplica de acuerdo al artículo tercero dentro de los transitorios en la modificación de norma de partículas publicada en 2005 en el cual se cancela la NOM-024-SSA1-1993



2.3 Monitoreo de la Calidad del Aire

El Estado de Morelos cuenta con una red de monitoreo de la calidad del aire, que abarca los municipios de Cuernavaca, Cuautla, Zacatepec y Ocuituco. Sin embargo, por causas diversas su operación ha sido irregular. Específicamente en la Zona Metropolitana de Cuernavaca los datos con los que se cuenta estrictamente no permiten establecer un diagnóstico confiable de las tendencias de los contaminantes criterio a lo largo del tiempo.

Para fines del presente PROAIRE se referirán únicamente los datos arrojados por dos campañas de monitoreo que fueron realizadas entre los años 1996 y 2000 y cuyos sitios de monitoreo se localizaron dentro de la ZMC. A continuación se refieren los resultados de dichas campañas:

2.3.1 Campaña de Monitoreo de 1996 en la ZMC

- Durante el mes de mayo de 1996 se realizó una campaña de monitoreo atmosférico para tener una idea de las condiciones de calidad del aire en la ZMC. Para ello el gobierno del estado de Morelos tuvo el apoyo del Departamento del Distrito Federal (D.D.F.) quien facilitó una Unidad Móvil de Monitoreo Atmosférico durante cinco semanas, los monitoreos se realizaron en las siguientes zonas: primer cuadro de la ciudad capital; Avenida Plan de Ayala y Colonia Buena Vista en el municipio de Cuernavaca; Colonia Tlahuapan en el municipio de Jiutepec y en el municipio de Temixco. La campaña incluyó mediciones de Ozono (O_3), Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno Totales (NO_x) y Bióxido de Azufre (SO_2), así como ciertas variables meteorológicas, tales como radiación solar, intensidad y dirección de vientos, temperatura y humedad.

RESULTADOS

- **Partículas Suspendidas Totales (PST).** Las evaluaciones practicadas en el estudio arrojaron las mayores concentraciones de PST promedio de 24 h se registraron en el sitio Plan de Ayala, con valores entre los 109 y 121 $\mu g/m^3$, en los otros sitios de muestreo las concentraciones fueron inferiores a 100 $\mu g/m^3$, la norma aplicable para ese tiempo era de 275 $\mu g/m^3$, de lo cual puede inferirse que se cumplía en más de 50% el valor permisible.
- **Monóxido de Carbono (CO).** En lo referente a monóxido de carbono, los mayores valores de concentración se presentaron en los sitios Centro, Avenida Plan de Ayala y Colonia Buena Vista, en todos los casos los valores promedio de 8 h fueron inferiores a 3 ppm, los cuales se encontraban muy por debajo de la norma de 11 ppm. El CO es evidentemente de origen vehicular, en la figura 2-3 se muestran los perfiles diarios de los valores promedio de concentración registrados en la campaña en los cinco sitios evaluados.

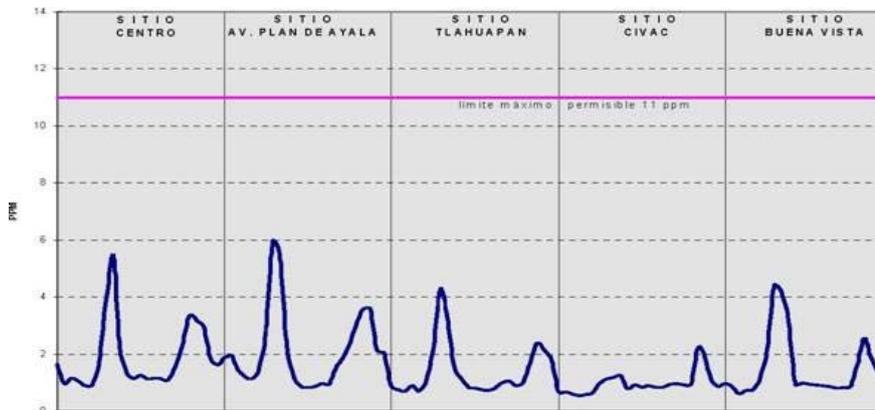


Figura 2-3 Perfil diario del monóxido de carbono en sitios de muestreo

Como puede observarse en los sitios de la mancha urbana se presentan los picos típicos matutino y vespertino con valores máximos entre las 5 y 6 ppm durante las mañanas. Por otra parte en la zona industrial el perfil es diferente con menor influencia vehicular y un pequeño pico de carácter diurno.

- Dióxido de Nitrógeno (NO_x).** En la figura 2-4 se presenta el perfil concentraciones horarias de dióxido de nitrógeno cuyo patrón de comportamiento resultó prácticamente idéntico al de CO, lo cual confirma el origen predominantemente vehicular. Los valores mas altos se presentaron en el centro de la ciudad y en la Avenida Plan de Ayala, no obstante que se registraron valores pico de 55 y 60 ppb, el mayor número de las mediciones fue inferior a 20 ppb, la norma horaria vigente es de 210 ppb, por lo que se cumplía sobradamente con el valor establecido por la norma. Comúnmente las concentraciones de NO₂ decrecen a lo largo del día debido a que este contaminante participa en reacciones fotoquímicas para la formación de ozono.

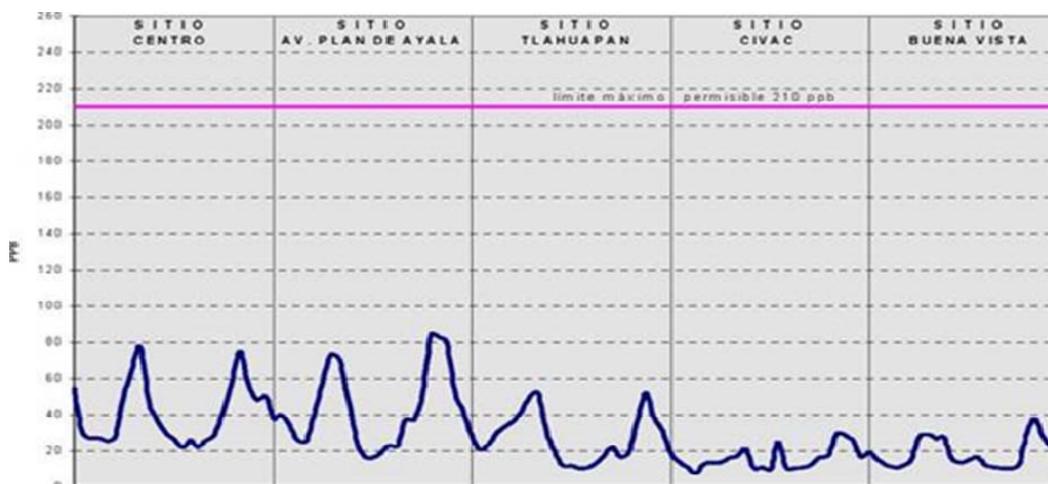


Figura 2-4 Perfil diario del dióxido de nitrógeno en sitios de muestreo



- **Bióxido de Azufre (SO₂).** En cuanto a los niveles de bióxido de azufre las mayores concentraciones de este contaminante se registraron en el área de Tlahuapan, debido a su ubicación cercana a la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca, en todos los casos las concentraciones promedio de 24 h estuvieron muy por debajo del valor establecido por la norma de 0.130 ppm.
- **Ozono (O₃).** En lo relativo a Ozono, las mayores concentraciones se registraron en el centro de la ciudad, la Avenida Plan de Ayala y la Colonia Buena Vista con valores promedio horarios de 90 ppb, los cuales ya para ese entonces se encontraban cerca del valor normado de 110 ppb, siendo importante señalar que por las características propias de la zona de alta radiación solar y episodios frecuentes de conglomerados vehiculares, la formación de ozono troposférico es muy viable.

2.3.2 Campaña de Monitoreo de 1997 en la ZMC

- En 1997, nuevamente con el apoyo del Departamento del Distrito Federal, se instalaron dos estaciones de medición de gases: una en el Palacio de Gobierno que registra Ozono y Monóxido de Carbono y la otra en Tlahuapan, municipio de Jiutepec, que monitorea Bióxidos de Azufre y Óxidos de Nitrógeno. La campaña se realizó entre los meses de marzo y agosto e involucró el monitoreo de aproximadamente 3600 h.
- Los resultados obtenidos fueron muy similares a los del año anterior en donde los parámetros de SO₂ y NO₂ presentaron valores que cumplían sobradamente con las normas en la estación Tlahuapan, la cual estaba en el área de influencia de la zona industrial.
- En la estación centro, los valores de CO también cumplieron sobradamente la norma con valores registrados en el rango de 0.5 a 3.3 ppm. Mientras que en lo referente a Ozono los registros de dicha campaña indican que ya para ese año se presentaba un número importante de excedencias a la norma horaria de este contaminante, como se indica en la figura 2-5 la cual presenta los perfiles de los promedios horarios máximos mensuales registrados en el centro de la ciudad de Cuernavaca.

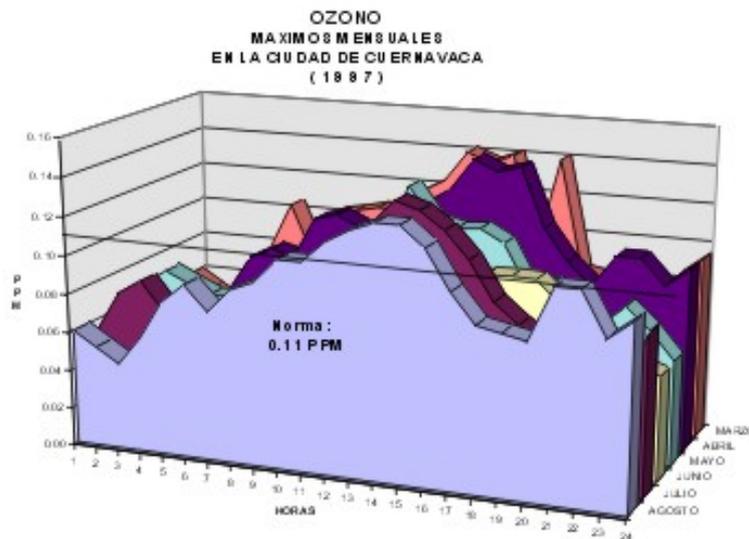


Figura 2-5 Ozono, máximos mensuales

Durante dicha campaña se registraron 24 excedencias a la norma horaria en un periodo de 6 meses que correspondió a los meses más calurosos del año.

2.3. Otros Registros de Ozono entre los años 1998 – 2002

- Durante 1998 se efectuó otra campaña en la que se registraron cinco máximos horarios por encima de la norma, con los siguientes valores: en marzo 127ppb, en abril 122ppb, en mayo 132ppb, en junio 127ppb y en julio 122 ppb.
- Posteriormente durante el año 1999, en la campaña efectuada solamente se obtuvieron dos valores en el límite de la norma: en enero una concentración máxima de 110 ppb y en mayo 109 ppb.
- A partir del 2000, se adquirió nuevo equipo de monitoreo continuo, el cual en la actualidad constituye la caseta de palacio de gobierno en el centro de Cuernavaca. Durante ese año, con ese nuevo equipo se obtuvieron registros de excedencias a la norma durante los meses de marzo con 120ppb, abril 128ppb, mayo 127ppb y en junio 123ppb.
- En el 2001 y 2002 se registraron también concentraciones horarias que exceden la norma también durante los meses mas calurosos del año, con valores entre las 120 y 126 ppb.



2.3 Monitoreo actual

Actualmente la estación del Palacio de Gobierno en el Centro de Cuernavaca forma parte de la RAMAMOR, que es una red estatal integrada adicionalmente por las estaciones de Ocuituco que es la zona de influencia del volcán Popocatepetl. Además de la estación Cuautla y la estación Zacatepec. En la tabla se indican los contaminantes y variables meteorológicas disponibles en dichas estaciones.

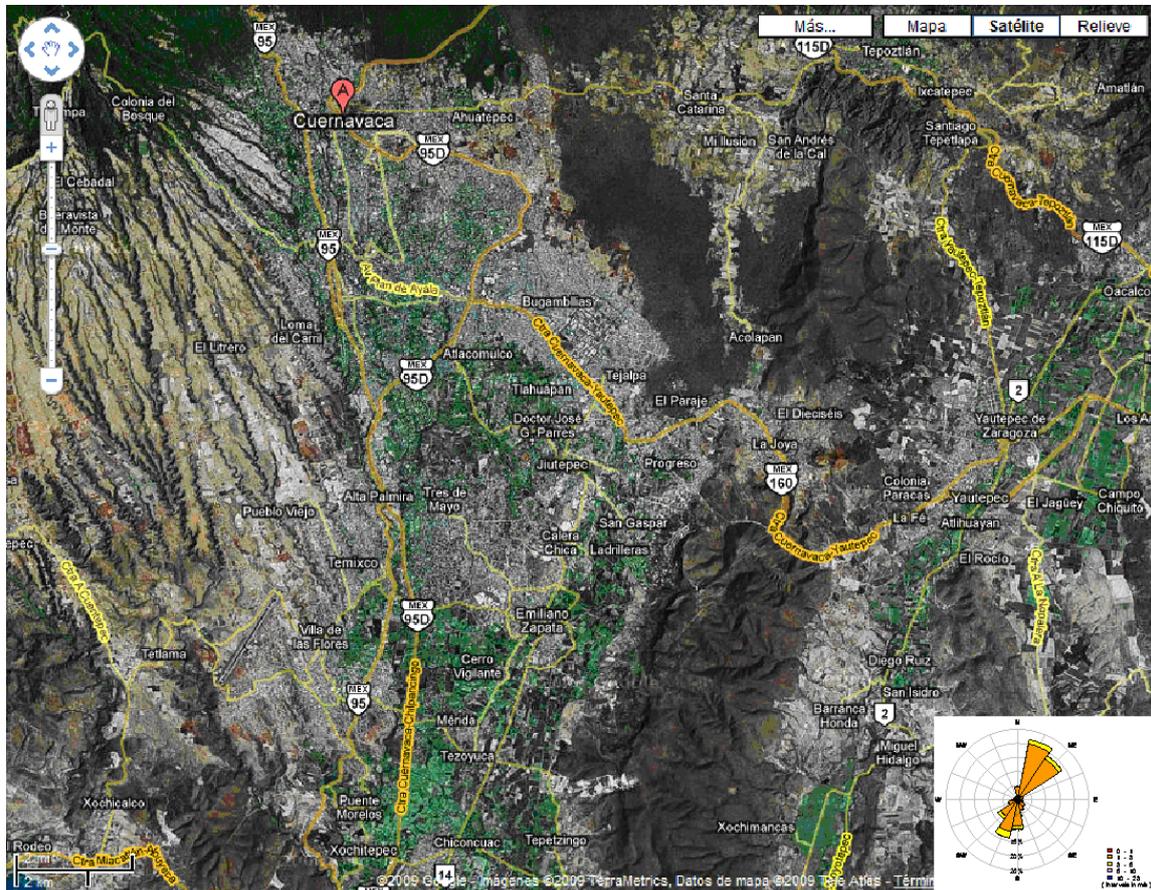
Estación	Clave	O3	NO2	SO2	CO	PM10	VV	DV	TMP	HR
Cuernavaca	CEC	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Ocuituco	OCU	√	√	√	√	X	√	√	√	√
Cuautla	CUA	√	√	√	√	X	√	√	√	√
Zacatepec	ZAC	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Sin embargo, la operación de estas no ha sido regular debido a falta de recursos durante los últimos años. En la presente administración se están haciendo importantes esfuerzos para regularizar la operación del sistema de monitoreo.

Por otra parte, por los antecedentes aquí descritos es muy importante que dentro de las medidas del PROAIRE se considere la ampliación de la red de monitoreo en la ZMC ya que se trata de una conurbación con casi 800,000 habitantes con un crecimiento acelerado de la mancha urbana y con importante contribución de emisiones vehiculares de vacacionistas durante los fines de semana.

Por lo anterior, la calidad del aire en la zona centro puede presentar condiciones muy diferentes a las prevalecientes en las zonas urbanas de Jiutepec o Emiliano Zapata. En la figura 2-6 se muestra la mancha urbana dentro de la sub cuenca atmosférica de la ZMC y la respectiva rosa de vientos anual.

Figura 2-6
Sub cuenca atmosférica de la Zona Metropolitana de Cuernavaca



De la figura pueden inferirse que mientras las emisiones vehiculares generadas a lo largo de la autopista de cuota, vista esta como una fuente lineal, tenderán a impactar principalmente el sector noreste de la Ciudad de Cuernavaca, las generadas en el parque industrial de CIVAC incidirán primordialmente sobre la población asentada en Tlahuapan. Asimismo, las emisiones de la industria cementera ubicada en el Municipio de Emiliano Zapata influirán en mayor medida sobre la calidad del aire de las zonas de Tepetzingo y Chiconcuac.

Conclusiones

En la Zona Metropolitana de Cuernavaca no se tienen registros históricos de calidad del aire validados, no obstante las campañas intermitentes realizadas indican que el Ozono suele exceder las normas de calidad del aire para este parámetro, considerándose que los precursores provienen esencialmente de emisiones de origen vehicular.



El estudio de calidad del aire en dicha subcuenca atmosférica a través de una red de monitoreo continuo con la cobertura necesaria y suficiente, debe ser una de las principales medidas del presente Programa, ya que como se refirió en este capítulo, es factible que sea receptor de contaminantes provenientes de la ciudad de México, además los posibles incrementos de concentraciones derivadas de la afluencia vehicular durante los fines de semana y puentes vacacionales, así como por las características propias de las emisiones endógenas asociadas a una ciudad que ya cuenta con más de 750,000 habitantes y una flota vehicular registrada de 154,848 vehículos automotores.



3. Inventario de emisiones

3. Inventario de Emisiones

Los inventarios de emisiones (IE) son herramientas fundamentales en la gestión de la calidad del aire. Estos inventarios tienen el objetivo de identificar las fuentes de emisión que descargan contaminantes en la atmósfera, así como estimar la magnitud de tales emisiones. Un IE actualizado es un instrumento fundamental para definir y establecer políticas y estrategias de reducción de las emisiones de contaminantes del aire.

En este capítulo se presenta el inventario de emisiones correspondiente a los cinco municipios incluidos en el PROAIRE. El año base, o año de referencia para estas estimaciones, es 2005 (el inventario de emisiones del estado de Morelos 2004 se actualizó para los municipios participantes al año 2005).

3.1 Descripción general del inventario

Para fines del Proaire, se elaboró el IE cuyos alcances y características se describen en la Tabla 3-1. Más adelante se incluyen algunas de las características del inventario.

Tabla 3-1 Principales características del IE de la Zona Metropolitana de Cuernavaca

Característica	Descripción
Año base	2005
Cobertura geográfica	Municipios de Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco, Xochitepec
Resolución espacial y temporal	Municipal, anual
Contaminantes incluidos	Los siguientes contaminantes criterio y precursores: PM ₁₀ PM _{2.5} NO _x SO ₂ CO NH ₃ COV
Categorías incluidas	Fuentes puntuales Fuentes de área Fuentes móviles que no circulan carreteras Fuentes móviles Fuentes biogénicas

Descripción de las categorías de las fuentes de emisión

- **Fuentes puntuales:**

Se refiere a los establecimientos industriales asentados en la zona, que generalmente emiten contaminantes a través de chimeneas, aunque también pueden ser emisiones no conducidas, conocidas como “fugitivas”, y cuya estimación de emisiones se efectúa en forma individual; la regulación nacional las clasifica como fuentes fijas de jurisdicción federal o estatal.

Las emisiones de esta categoría se estimaron a partir de la información reportada en las cédulas de operación de los establecimientos industriales de jurisdicción federal, disponibles en la Dirección General de Gestión de Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (DGGCARETC) de SEMARNAT, o bien, a partir de la información recopilada por la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (CEAMA) para las fuentes fijas de jurisdicción estatal. El IE contiene la estimación de emisiones de 47 empresas, las cuales se desagregaron en nueve sectores industriales.

- **Fuentes de área:**

Dentro de la categoría de fuentes de área se incluyen establecimientos comerciales y de servicio y actividades que emiten contaminantes en cantidades que resultan relativamente bajas y cuyas emisiones no es factible estimar en forma individual, pero que debido a su número o intensidad, generan importantes emisiones tales como: en casas habitación, talleres mecánicos, tintorerías, panaderías, lavanderías, imprentas y combustión doméstica, entre otros.

En esta categoría se incluyen también actividades relacionadas con las emisiones evaporativas de compuestos orgánicos, debido al consumo doméstico, aplicación de pintura arquitectónica, en señalización vial y por pavimentación, así como emisiones asociadas a incendios forestales y quemas agrícolas intencionales. Se incluyen actividades que emiten amoníaco, como la ganadería, y actividades con generación de partículas como construcciones y circulación por caminos no pavimentados. En este inventario se estimaron las emisiones de 22 categorías de fuentes de área.

- **Fuentes móviles:**

Incluyen los vehículos automotores que circulan por calles y carreteras, dentro de la zona urbana, y que están registrados en los municipios incluidos en el PROAIRE; están agrupados de acuerdo al peso de los mismos, y en algunos casos se especifica el uso (por ejemplo, taxis). De esta manera, se incluyen automóviles, camionetas, camiones ligeros, medios y pesados; de servicio privado y de servicio público, de carga y de pasajeros; que emplean diesel o gasolina como combustible. Esta categoría no incluye otras fuentes móviles, como aviones,

trenes o embarcaciones, ni la actividad vehicular en la autopista México - Acapulco.

El inventario de esta categoría fue realizado por la DGGCARETC. La estimación incluye emisiones de 10 subcategorías de vehículos de gasolina y diesel, tanto de uso privado como para transporte público de pasajeros y de carga. En el Anexo I se incluyen las tablas con la descripción detallada de esta categoría y sus subcategorías, así como ejemplos de los vehículos incluidos en cada una de ellas.

- **Fuentes móviles no carreteras:**

En esta categoría se pudieron incluir únicamente las emisiones correspondientes a equipo y maquinaria de construcción y tractores agrícolas, y su estimación se hizo a partir de la aplicación del modelo Non-road adaptado para México.

- **Fuentes biogénicas:**

Los cultivos y la vegetación natural, que emiten contaminantes como resultado de su metabolismo (como puede percibirse a través del característico aroma de los bosques de pino) y de los procesos de desnitrificación.

3.2 Inventario de emisiones a la atmósfera

En la Tabla 3-2 se presenta el inventario de emisiones de los cinco municipios de la ZMC, para el año base 2005. La Figura 3-1 compara la magnitud de las emisiones de contaminantes a la atmósfera, así como la categoría de fuente de emisión.

Tabla 3-2 Inventario de emisiones del ZMC, año base 2005

FUENTES	Emisiones (toneladas/año)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x	CO	NH ₃	COV
Fijas	469	400	2,019	2,873	1,524	4	1,567
Móviles no carreteras	445	434	35	2,610	1,769	1	336
Móviles	57	41	90	5,778	138,299	81	9,936
Área	448	174	3	605	426	4,485	8,678
Naturales	< 1	< 1	< 1	657	< 1	< 1	4,221
Total	1,419	1,049	2,146	12,524	142,018	4,571	24,737

Nota: es posible que el total de las emisiones sea diferente de las suma de subtotaes, debido al redondeo de cifras. Fuente: DGGCARETC.

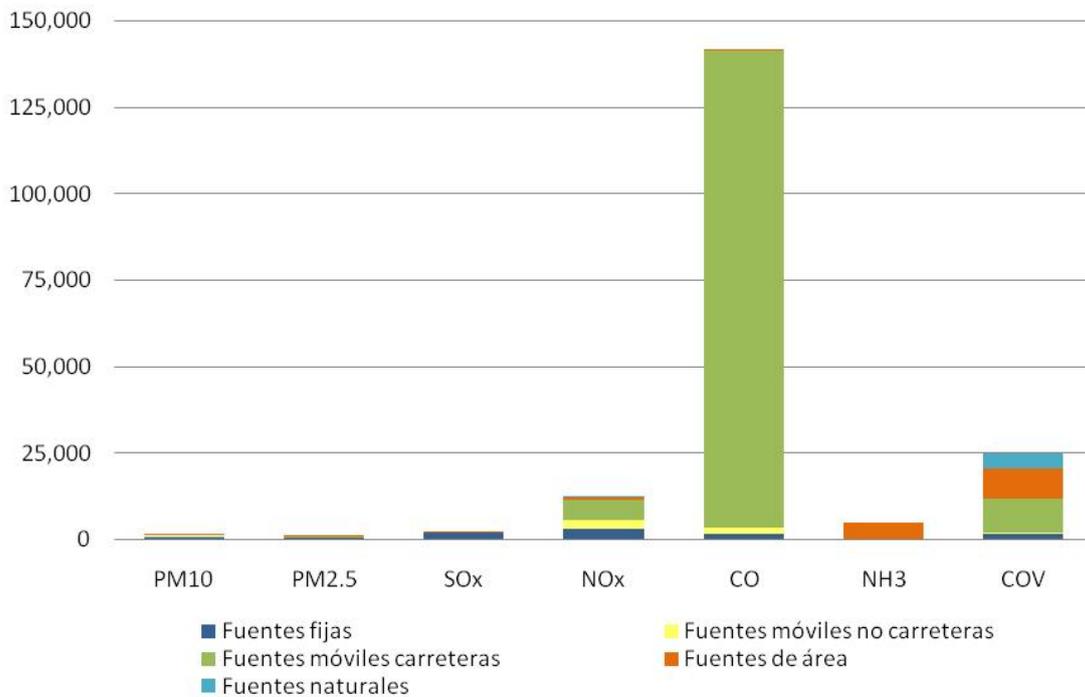


Figura 3-1 Emisiones de contaminantes a la atmósfera, por categoría de fuente de emisión

La gráfica anterior muestra que el contaminante que se emite en mayor cantidad es el CO: 142 mil toneladas métricas por año; un orden de magnitud por debajo se encuentran los COV y los NO_x. Las emisiones de NH₃, SO₂, las PM₁₀ y PM_{2.5} se encuentran a dos órdenes de magnitud por debajo del CO.

Es importante recordar que cada contaminante tiene características peculiares e impone riesgos distintos sobre la salud humana y sobre el ecosistema, por lo que no se debe pensar automáticamente, que los contaminantes emitidos en mayor cantidad son los responsables de los principales riesgos. Tómese por ejemplo el caso de las PM₁₀ y PM_{2.5}, que normalmente representan los mayores riesgos para la salud de la población, pese a que la masa de emisiones de partículas es solo una pequeña fracción de las emisiones de CO.

En la Tabla 3-3 se presenta la contribución relativa o porcentual de cada categoría, al total de las emisiones de cada contaminante, para el mismo año base 2005. Esta información se presenta en la Figura 3-2, que permite apreciar claramente la contribución de cada categoría en la emisión de cada contaminante.

Tabla 3-3 Contribución porcentual de cada categoría, al total de las emisiones del año 2005

FUENTES	Contribución porcentual						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x	CO	NH ₃	COV
Fijas	33	38	94	23	1	< 1	6
Móviles no carreteras	31	41	2	21	1	< 1	1
Móviles	4	4	4	46	97	2	40
Área	32	17	< 1	5	< 1	98	35
Naturales	< 1	< 1	< 1	5	< 1	< 1	17
Total	100	100	100	100	100	100	100

Nota: es posible que la suma de subtotaes sea distinta del cien por ciento, debido al redondeo de cifras. Fuente: DGGCARETC.

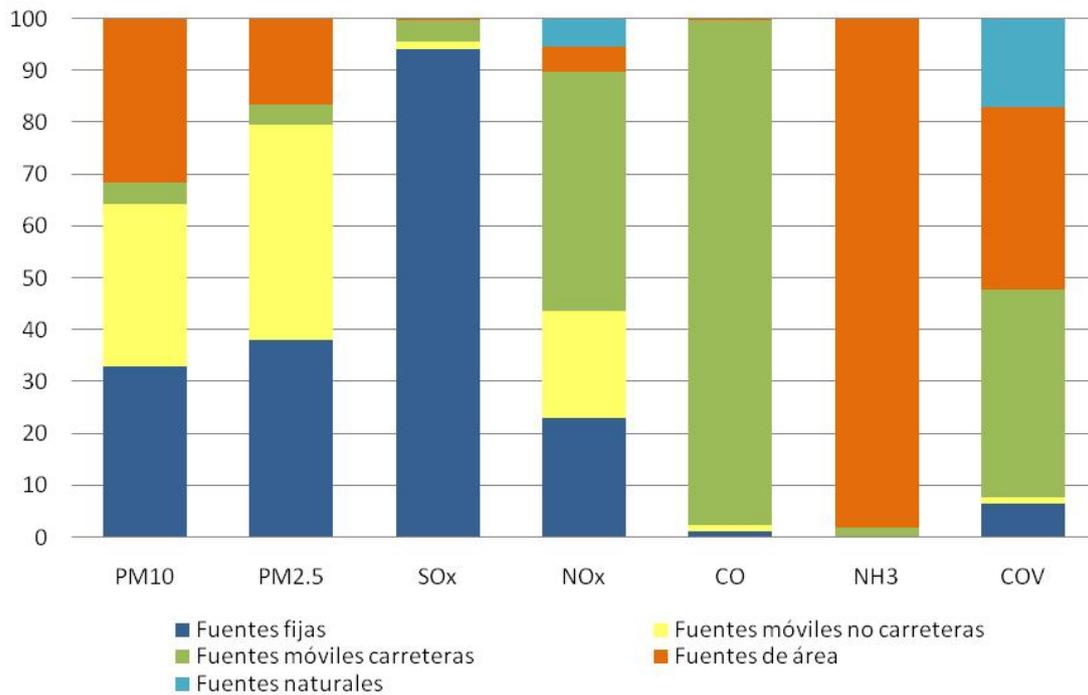


Figura 3-2 Contribución porcentual de cada categoría, al total de las emisiones

En la Tabla 3-3 y la Figura 3-2 resalta la contribución de las fuentes fijas a las emisiones de SO₂, PM₁₀ y PM_{2.5}; sucede lo mismo con la aportación de las fuentes móviles carreteras a las emisiones de CO, NO_x y COV. Las fuentes de área son las principales emisoras de NH₃ y contribuyen significativamente a las emisiones de COV, PM₁₀ y PM_{2.5}. Finalmente, mencionar las fuentes móviles que no circulan por carreteras (básicamente maquinaria y equipo de construcción), cuyas emisiones de PM_{2.5}, PM₁₀ y NO_x son muy relevantes.

En la sección siguiente se presenta el inventario desagregado a las subcategorías que conforman cada categoría. Esto permite identificar con mayor precisión las fuentes de emisión de cada contaminante y la causa de tales emisiones.

3.3 Inventario de emisiones desagregado

En esta sección se presentan las distintas subcategorías que conforman las categorías de fuentes de emisión, así como la magnitud de sus emisiones. Esto permite un mejor entendimiento del origen de las emisiones y hacia donde debe orientarse la atención y los principales esfuerzos. La Tabla 3-4 presenta el inventario de emisiones desagregado, para el mismo año base 2005. Por su parte, la Tabla 3-5 muestra la contribución relativa de cada subcategoría, al total de las emisiones.

Tabla 3-4 Inventario de emisiones desagregado de la ZMC, año base 2005

FUENTES	Emisiones (toneladas/año)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x	CO	NH ₃	COV
Fuentes fijas	469	400	2,019	2,873	1,524	4	1,567
Petróleo y petroquímica	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	430
Química	25	16	547	86	13	2	81
Automotriz	30	20	465	54	5	1	827
Celulosa y papel	37	24	643	81	10	1	< 1
Cemento y cal	344	312	154	2,593	1,486	< 1	4
Vidrio	22	20	3	32	7	< 1	< 1
Fabricación de productos y artículos de plástico	3	2	50	8	1	< 1	207
Industria de alimentos	3	2	50	5	1	< 1	6
Industria textil	6	4	107	13	1	< 1	12
Fuentes móviles no carreteras	445	434	35	2,610	1,769	1	336
Maquinaria y equipo de construcción y tractores agrícolas	445	434	35	2,610	1,769	1	336



Fuentes móviles carreteras	57	41	90	5,778	138,299	81	9,936
Autos particulares (tipo sedán)	6	3	13	476	13,411	18	1,268
Taxis	8	4	17	665	4,593	25	643
Camionetas de transporte público de pasajeros	< 1	< 1	1	69	10,565	1	961
Microbuses	5	3	5	610	18,923	4	948
Pick-up	4	3	9	430	19,721	8	1,616
Vehículos privados y comerciales con peso < 3 toneladas (incluye SUV)	10	7	21	1,241	28,423	14	2,242
Tractocamiones	1	< 1	< 1	63	97	< 1	10
Autobuses de transporte urbano	3	2	2	212	428	< 1	31
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas	22	17	21	2,012	42,139	11	2,218
Fuentes de área	448	174	3	605	426	4,485	8,678
Consumo doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5,260
Actividades ganaderas (NH ₃)	NA	NA	NA	NA	NA	3,981	NA
Aplicación de fertilizantes (NH ₃)	NA	NA	NA	NA	NA	46	NA
Aplicación de asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NA	13
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	225
Asado de carbón (venta ambulante)	124	99	< 1	5	261	NA	17
Caminos no pavimentados	87	13	NA	NA	NA	NA	NA
Caminos pavimentados	53	3	NA	NA	NA	NA	NA
Combustión comercial	3	3	1	102	15	NA	2
Combustión doméstica	16	16	1	495	69	NA	11
Construcción urbana e industrial	158	33	NA	NA	NA	NA	NA
Distribución y fugas de gas LP (doméstico y comercial)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,730
Distribución y venta de gasolina	NA	NA	NA	NA	NA	NA	531
Emisiones domésticas de NH ₃	NA	NA	NA	NA	NA	426	NA



Incendios forestales	6	6	< 1	2	67	1	5
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	414
Panaderías (fermentación de levadura)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	122
Pintura tránsito	NA	NA	NA	NA	NA	NA	18
Plantas de tratamiento de Aguas (NH ₃)	NA	NA	NA	NA	NA	31	NA
Quemas agrícolas	2	2	< 1	1	16	< 1	1
Repintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	NA	140
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	190
Fuentes naturales	NA	NA	NA	657	NA	NA	4,221
Biogénicas *	NA	NA	NA	657	NA	NA	4,221
Total	1,419	1,049	2,146	12,524	142,018	4,571	24,737

Nota: es posible que el total de las emisiones sea diferente de las suma de subtotales, debido al redondeo de cifras. Fuente: DGGCARETC.

Tabla 3-5 Contribución porcentual al total de las emisiones, desagregada por subcategoría.

FUENTES	Contribución porcentual						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x	CO	NH ₃	COV
Fuentes fijas	33	38	94	23	1	< 1	6
Petróleo y petroquímica	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2
Química	2	1	25	1	< 1	< 1	< 1
Automotriz	2	2	22	< 1	< 1	< 1	3
Celulosa y papel	3	2	30	1	< 1	< 1	< 1
Cemento y cal	24	30	7	21	1	< 1	< 1
Vidrio	2	2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Fabricación de productos y artículos de plástico	< 1	< 1	2	< 1	< 1	< 1	1
Industria de alimentos	< 1	< 1	2	< 1	< 1	< 1	< 1
Industria textil	< 1	< 1	5	< 1	< 1	< 1	< 1



Fuentes móviles no carreteras	31	41	2	21	1	< 1	1
Maquinaria y equipo de construcción y tractores agrícolas	31	41	2	21	1	< 1	1
Fuentes móviles carreteras	4	4	4	46	97	2	40
Autos particulares (tipo sedán)	< 1	< 1	1	4	9	< 1	5
Taxis	1	< 1	1	5	3	1	3
Camionetas de transporte público de pasajeros	< 1	< 1	< 1	1	7	< 1	4
Microbuses	< 1	< 1	< 1	5	13	< 1	4
Pick-up	< 1	< 1	< 1	3	14	< 1	7
Vehículos privados y comerciales con peso < 3 toneladas (incluye SUV)	1	1	1	10	20	< 1	9
Tractocamiones	< 1	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1
Autobuses de transporte urbano	< 1	< 1	< 1	2	< 1	< 1	< 1
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas	2	2	1	16	30	< 1	9
Fuentes de área	32	17	< 1	5	< 1	98	35
Consumo doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	21
Actividades ganaderas (NH3)	NA	NA	NA	NA	NA	87	NA
Aplicación de fertilizantes (NH3)	NA	NA	NA	NA	NA	1	NA
Aplicación de asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NA	< 1
Artes graficas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1
Asado de carbón (venta ambulante)	9	9	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Caminos no pavimentados	6	1	NA	NA	NA	NA	NA
Caminos pavimentados	4	< 1	NA	NA	NA	NA	NA
Combustión comercial	< 1	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1
Combustión domestica	1	1	< 1	4	< 1	< 1	< 1

Construcción urbana e industrial	11	3	NA	NA	NA	NA	NA
Distribución y fugas de gas LP (doméstico y comercial)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	7
Distribución y venta de gasolina	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2
Emisiones domésticas de NH ₃	NA	NA	NA	NA	NA	9	NA
Incendios forestales	< 1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2
Panaderías (fermentación de levadura)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	< 1
Pintura tránsito	NA	NA	NA	NA	NA	NA	< 1
Plantas de tratamiento de Aguas (NH ₃)	NA	NA	NA	NA	NA	1	NA
Quemas agrícolas	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Repintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1
Fuentes naturales	< 1	< 1	< 1	5	< 1	< 1	17
Biogénicas *	NA	NA	NA	5	NA	NA	17
Total	100	100	100	100	100	100	100

Nota: es posible que la suma de subtotaes sea distinta del cien por ciento, debido al redondeo de cifras. Fuente: DGGCARETC.

3.4 Análisis del inventario de emisiones por categoría

Fuentes fijas

Las fuentes fijas de la ZMC, es decir, las industrias de jurisdicción federal y estatal, contribuyen con el 94% del SO₂ que se emitió a la atmósfera en 2005, el 33% de las partículas PM₁₀, 38% de las PM_{2.5} y el 23% de los NO_x.

Las 2,019 toneladas de SO₂ que se estima fueron emitidas, se deben principalmente al uso de combustibles con alto contenido de azufre, principalmente el combustóleo. Como se observa en la Figura 3-3, los sectores industriales que emiten mayor cantidad de SO₂ son la industria de la celulosa y el papel, con el 32% de las emisiones industriales, y la industria química, con el 27%, mientras que la industria del cemento y la cal contribuyó con el 23%.

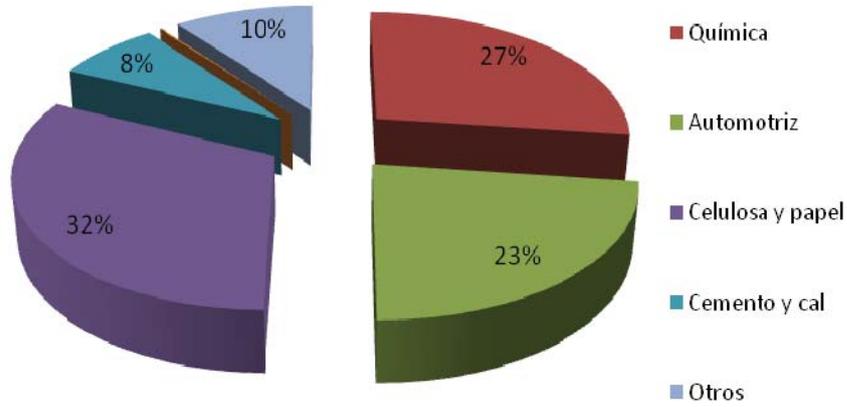


Figura 3-3 Contribución de emisiones de SO₂ por sectores industriales
Fuente: DGGCARETC

El segundo contaminante en importancia emitido por esta categoría son los NO_x, cuya emisión se estimó en 2,873 toneladas, lo que representó el 23% del total de los NO_x emitidos en la ZMC. Estas emisiones se originan principalmente por la combustión. Las principales emisiones de NO_x en este rubro corresponden a la industria del cemento y la cal. En la figura 3-4 se muestra la contribución de los principales sectores industriales para este contaminante.

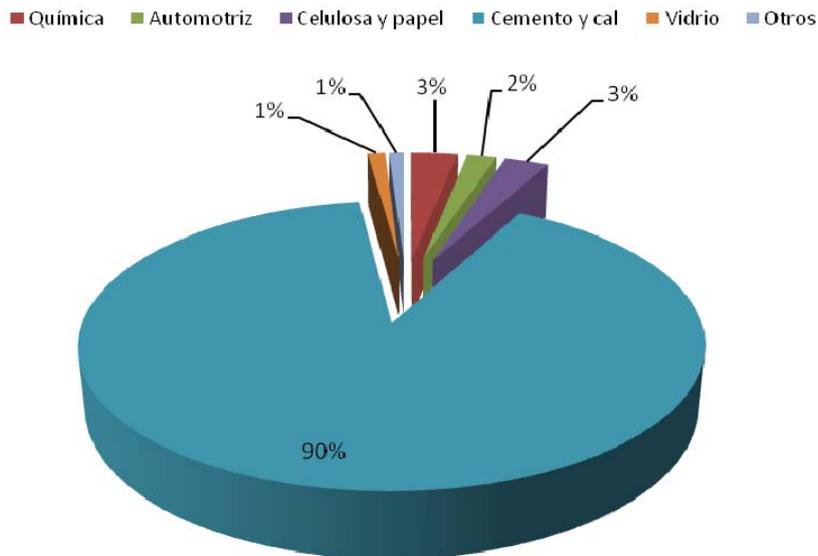


Figura 3-4 Contribución de emisiones de NO_x por sectores industriales
Fuente: DGGCARETC

Respecto a las PM₁₀, se estimó que las fuentes fijas emitieron 469 toneladas, las cuales representan el 33% del total de este contaminante. Estas emisiones provienen de la combustión y de las actividades de manejo, almacenamiento y elaboración de materiales y productos, principalmente en la industria del cemento y cal; es importante señalar que el 85% de dichas emisiones corresponden a la fracción PM_{2.5}. En la Figura 3-5 se muestra la contribución de los principales sectores industriales con mayores emisiones de PM₁₀.

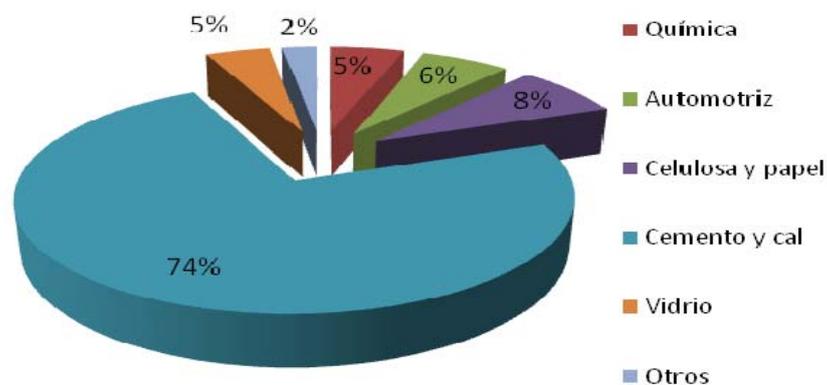


Figura 3-5 Contribución de emisiones de PM₁₀ por sectores industriales

Fuente: DGGCARETC

Finalmente, las fuentes fijas aportaron el 6% de los COV y únicamente el 1% de CO de las emisiones totales estimadas para la ZMC en 2005. Para el caso de los COV, estos se deben principalmente a las actividades de almacenamiento de combustibles, de pintado en la industria automotriz y por el manejo de materiales. La Figura 3-6 muestra la contribución de los principales sectores industriales a las emisiones de COV de esta categoría.

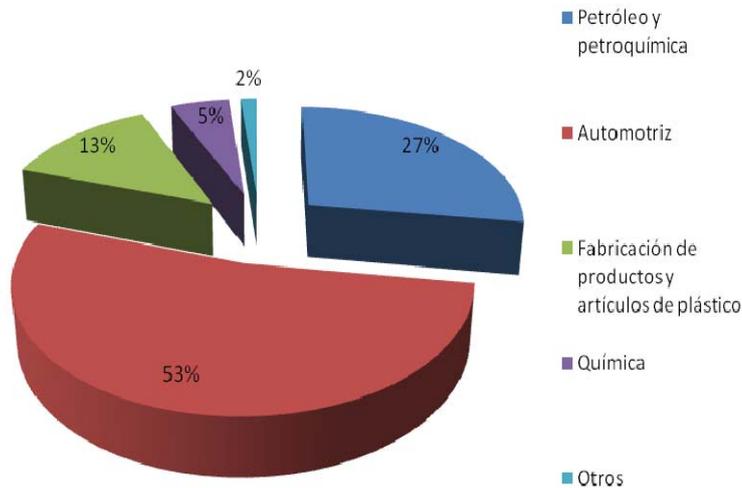


Figura 3-6 Contribución de emisiones de COV por sectores industriales
Fuente: DGGCARETC

Fuentes móviles que no circulan por carreteras

En esta categoría, se incluye la estimación de las emisiones generadas por la maquinaria de construcción y tractores agrícolas, el IE de la ZMC indica que las principales emisiones corresponden a los NO_x, que suman del orden de 2,610 ton/año y representan el 21% del IE total para este parámetro. En segundo lugar aparecen las emisiones de CO con una emisión anual del 1,769 toneladas por año, sin embargo estas son poco relevantes si se confrontan contra las emitidas por las fuentes móviles representando menos del 1% de IE.

En lo referente a PM₁₀ y PM_{2.5}, la emisión anual es de 445 y 434 tons/año cuyas aportaciones corresponden con un 31% y 41% respectivamente.

Al respecto es importante señalar que los motores de combustión interna diesel de la maquinaria de construcción, al igual que los camiones diesel, emiten una compleja mezcla de contaminantes, que incluyen emisiones visibles de los gases de escape, conocidos como hollín, los cuales pueden inducir graves problemas a la salud humana, toda vez que contienen compuestos orgánicos semivolátiles; de hecho, en investigaciones recientes realizadas por CARB (California Air Resources Board) y por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), consideran que las emisiones provenientes de los motores de diesel son responsables de la mayor parte de los riesgos de cáncer atribuibles a la contaminación del aire.

Algunos de los compuestos orgánicos contenidos en las emisiones de diesel incluyen: benceno, tolueno, xileno, aldehídos y acreolina. Mientras que las fracciones semivolátiles incluyen los hidrocarburos poliaromáticos, como el naftaleno, el fluoreno y el antraceno.

Fuentes móviles

La principal categoría de fuentes de emisión en la ZMC es la de fuentes móviles; éstas contribuyen con el 97.4 % del total de las emisiones de CO, seguido de los NO_x y los COV con un 46% y 40% respectivamente. La distribución de las emisiones generadas en este sector se observa en la Tabla 3-2. La principal razón para la magnitud de estas emisiones es el consumo de combustibles fósiles (gasolinas y diesel). El total de vehículos registrados en la ZMC en el 2005 era de 154,848; de estos, el 54.8% son año-modelo anterior a 1993, lo cual se refleja en la cantidad de emisiones, pues estos no cuentan con convertidor catalítico de tres vías y emplean aún carburador mecánico.

Para el caso del CO, la Figura 3-7 muestra la contribución por tipo de vehículo a las emisiones de este contaminante. Se puede observar que los vehículos mayores a tres toneladas (30.5% de las emisiones de esta categoría), los vehículos menores a tres toneladas (20.6%), las Pick-up (14.3%) y los microbuses (13.7%) contribuyen principalmente a la emisión de este contaminante, debido a la combustión deficiente y a la carencia de sistemas de control de emisiones (convertidor catalítico); a estas emisiones elevadas también contribuyen las bajas velocidades de circulación en la zona.

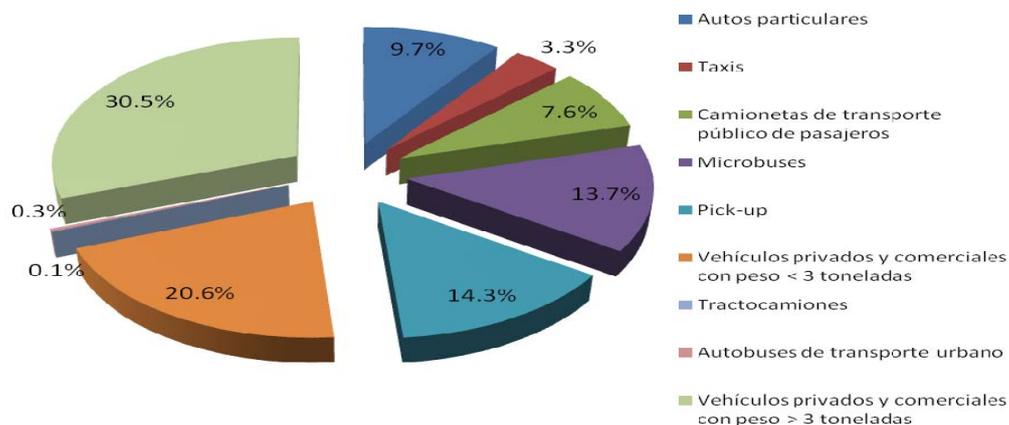


Figura 3-7 Contribución de emisiones de CO por tipo de vehículo
Fuente: DGGCARETC

Para el caso de los COV, la Figura 3-8 muestra cómo los vehículos mayores a 3 toneladas, los menores a 3 toneladas, las Pick-up y los autos particulares en conjunto, representan la mayor contribución para este contaminante con un 74% del total de las emisiones. Estas emisiones, al igual que las de CO, se generan principalmente por la combustión deficiente, la baja velocidad de circulación y la carencia de convertidores catalíticos.

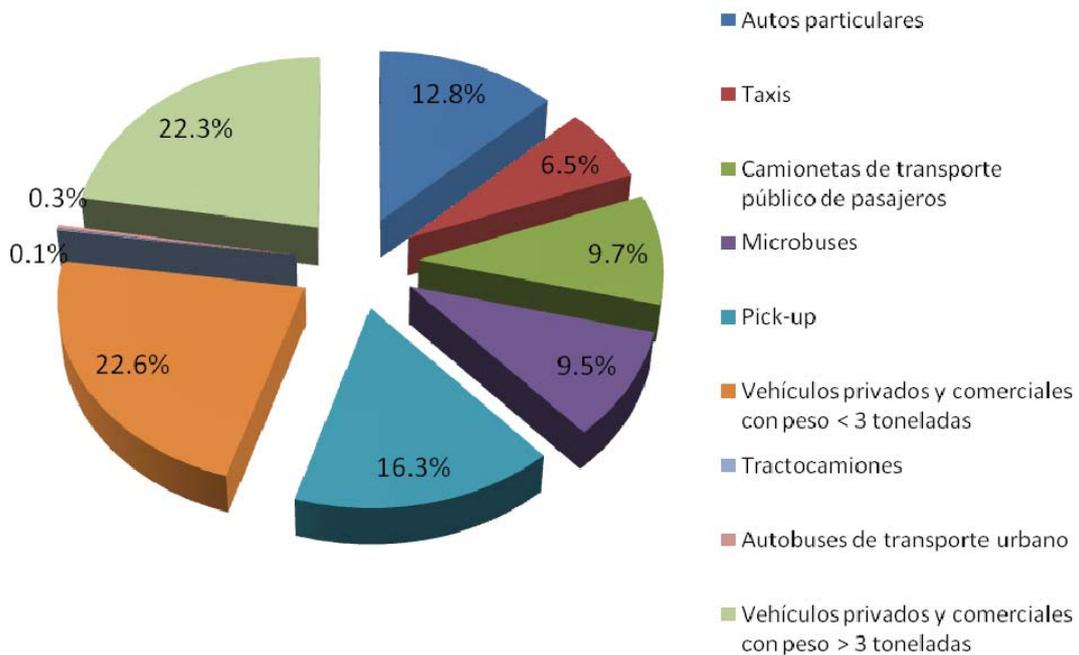


Figura 3-8 Contribución de emisiones de COV por tipo de vehículo
Fuente: DGGCARETC

Para el caso de los NO_x, se aprecia en la Figura 3-9 que los vehículos con las principales emisiones son los mayores a tres toneladas (34.8% de las emisiones de esta categoría); esto se debe principalmente al uso de diesel por los vehículos de esta subcategoría, puesto que este combustible contiene nitrógeno que se oxida durante la combustión.

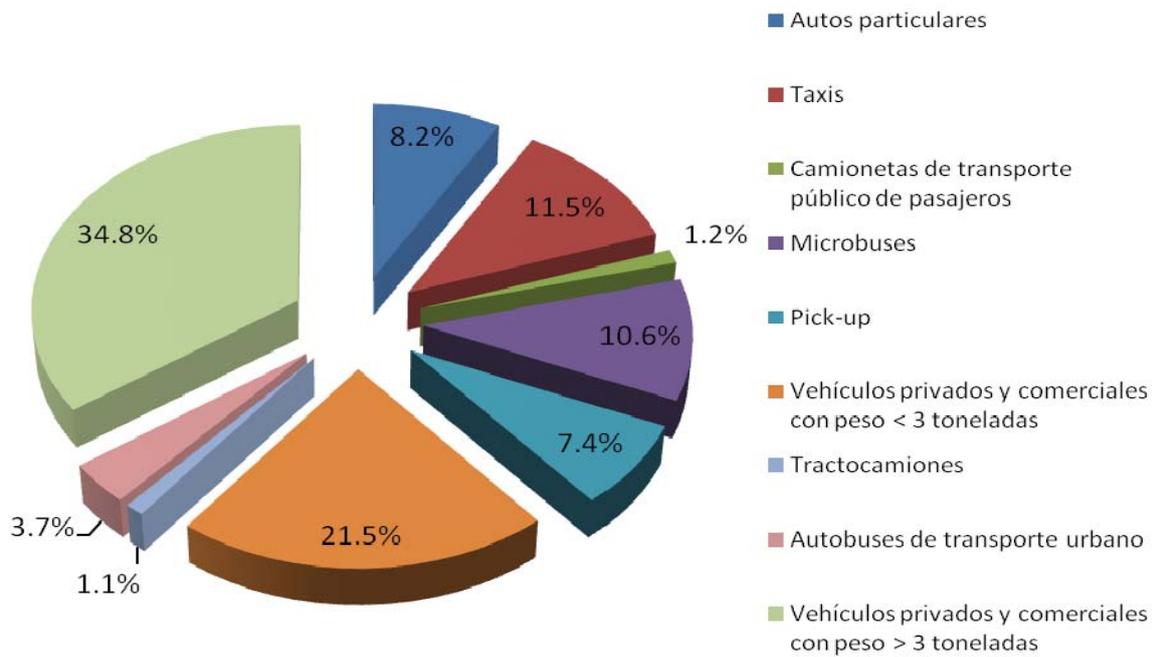


Figura 3-9 Contribución de emisiones de NO_x por tipo de vehículo

Fuente: DGGCARETC

Para el caso de las PM₁₀, los vehículos mayores a tres toneladas contribuyen con el 37.3% y los vehículos menores a 3 toneladas con el 17%, seguidos por los taxis, con 14%, tal como lo muestra la Figura 3-10. La Figura 3-11 muestra el caso de las PM_{2.5}, en donde también los vehículos mayores a tres toneladas tienen la más alta contribución con 43%; los vehículos menores a 3 toneladas 17% y los taxis 10%.

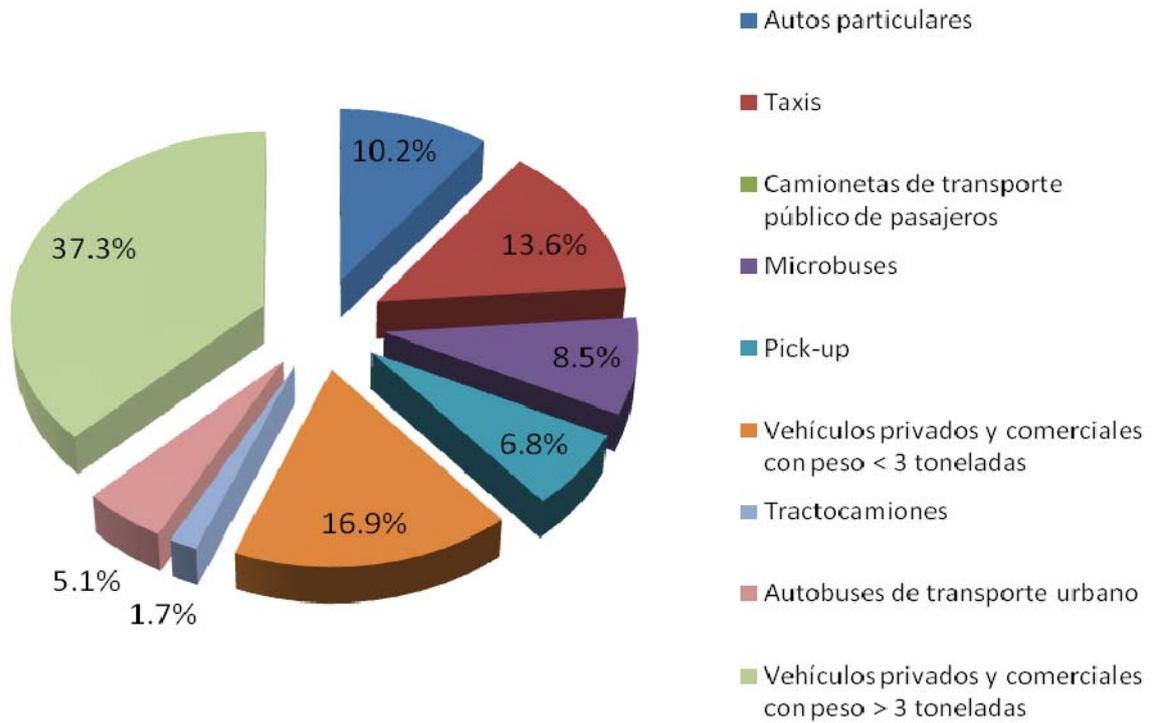


Figura 3-10 Contribución de emisiones de PM_{10} por tipo de vehículo

Fuente: DGGCARETC

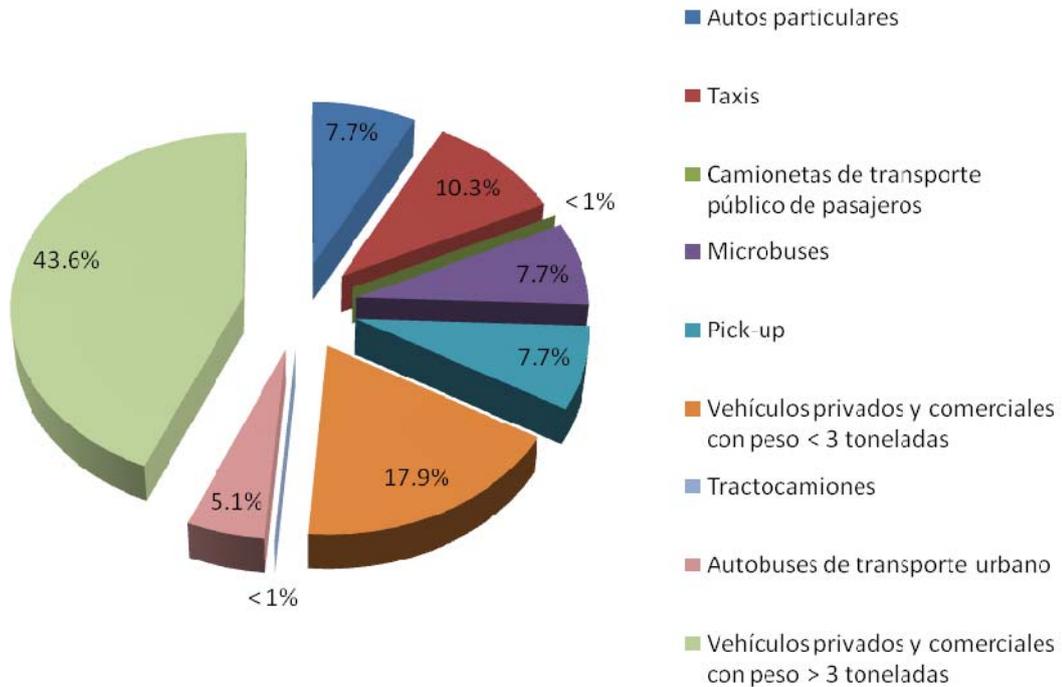


Figura 3-11 Contribución de emisiones de PM_{2.5} por tipo de vehículo
Fuente: DGGCARETC

En el caso del SO₂, los vehículos mayores a tres toneladas en conjunto con los menores a 3 toneladas, contribuyen con el 47% de las emisiones, seguido por los taxis con el 19%, como se muestra en la Figura 3-12. Las emisiones de estos contaminantes (PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂) están ligadas al tipo de combustible (diesel con alto contenido de azufre) y la edad del parque vehicular, ya que los vehículos anteriores a 1993 utilizan carburador (en lugar de inyección electrónica) y no cuentan con control para estos contaminantes.

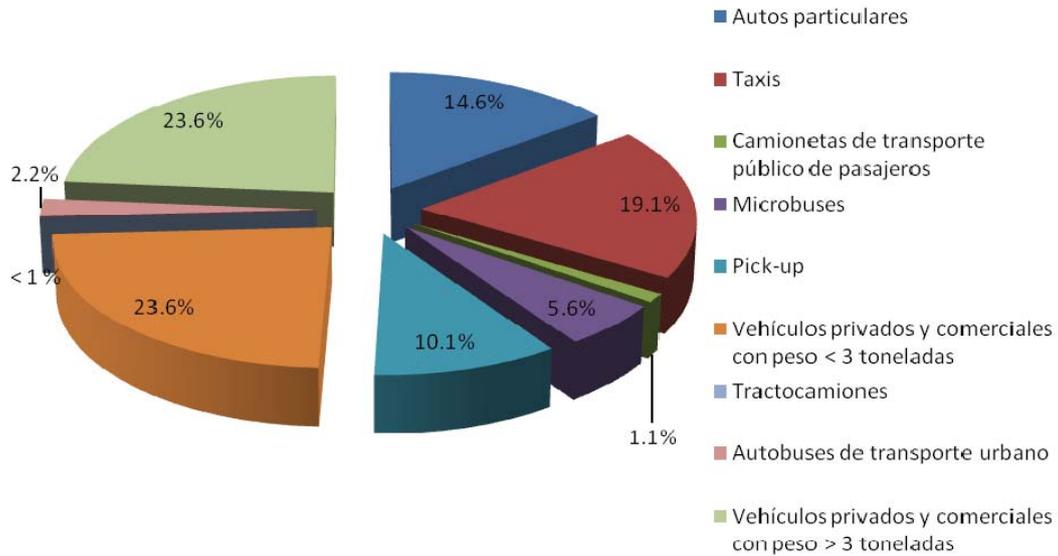


Figura 3-12 Contribución de emisiones de SO₂ por tipo de vehículo
Fuente: DGGCARETC

Fuentes de área.

Las fuentes de área representan el 35% del total de las emisiones de COV que se emiten en la zona, el 31% de las PM₁₀, y el 98% de las emisiones de amoniaco. El principal contaminante emitido por las fuentes de área son los COV, pues se estimó que se emitieron más de 8 mil toneladas durante 2005; la Figura 3.13 muestra la contribución por cada subcategoría de las fuentes de área a las emisiones de este contaminante.

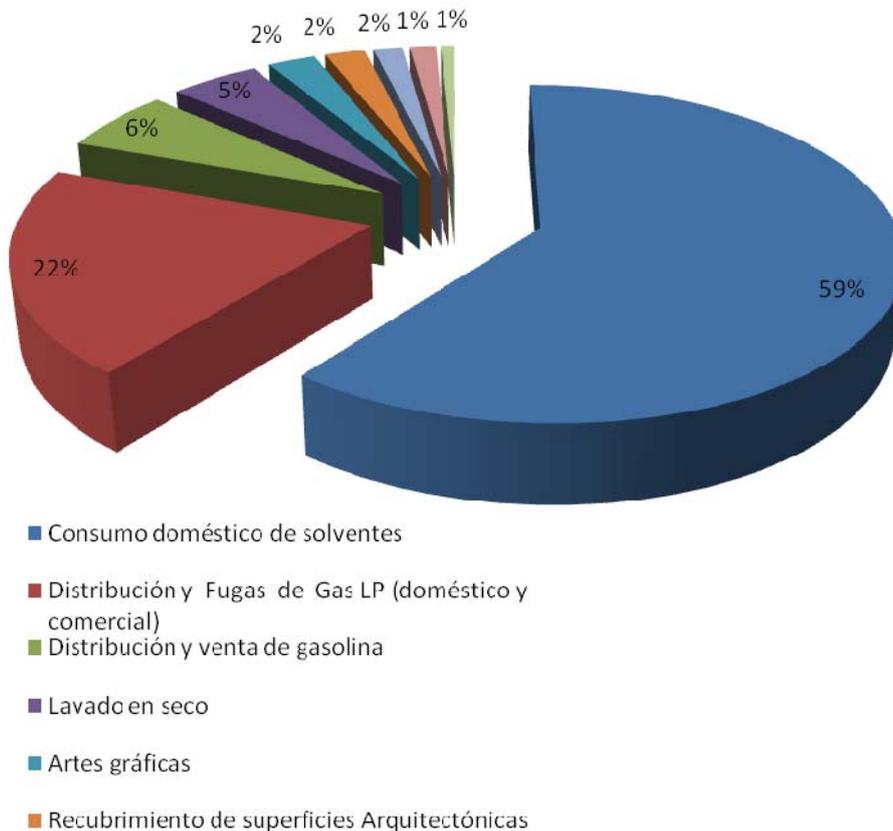


Figura 3-13 Contribución de emisiones de COV por tipo de fuente de área
Fuente: DGGCARETC

La principal contribución a estas emisiones se encuentra en el consumo doméstico de solventes; entre las actividades que están incluidas en esta categoría se encuentra el uso de productos de aseo personal, de cuidado del hogar, aerosoles, entre otros. Como segundo y tercero en importancia están las emisiones por fugas en la distribución y almacenamiento de combustibles gas LP y gasolinas, respectivamente; estas emisiones se generan por fugas en uniones y tuberías de gas, purgas, derrames, o bien, cuando se desplazan los vapores de gasolina al momento de llenar los tanques de almacenamiento.

En otras actividades, como el lavado en seco, las artes gráficas y la aplicación de recubrimientos en superficies arquitectónicas, la emisión tiene lugar por la evaporación de los solventes como el percloroetileno y el gas nafta para limpiar las prendas, o bien, la evaporación de los solventes que son parte de la formulación de productos como los disolventes de las tintas para impresión, de la pintura arquitectónica (tanto acrílica como vinílica), entre otros.

Otro contaminante que se aporta en gran cantidad por las fuentes de área son las PM₁₀; estas fuentes aportan alrededor del 31% del total de las emisiones de este contaminante en la ZMC. En la Figura 3-14 se muestra como entre las principales fuentes emisoras destacan las actividades de construcción; aquí las emisiones se generan al limpiar el terreno, almacenar y manejar los materiales, en las excavaciones, movimiento de tierra y las actividades propias de construcción. También son muy importantes las emisiones por el uso de combustibles como el carbón, en la preparación de alimentos. Muy importantes son también las emisiones de los caminos sin pavimentar y pavimentados; aquí las emisiones se llevan a cabo por la re-suspensión de los polvos al paso de los vehículos.

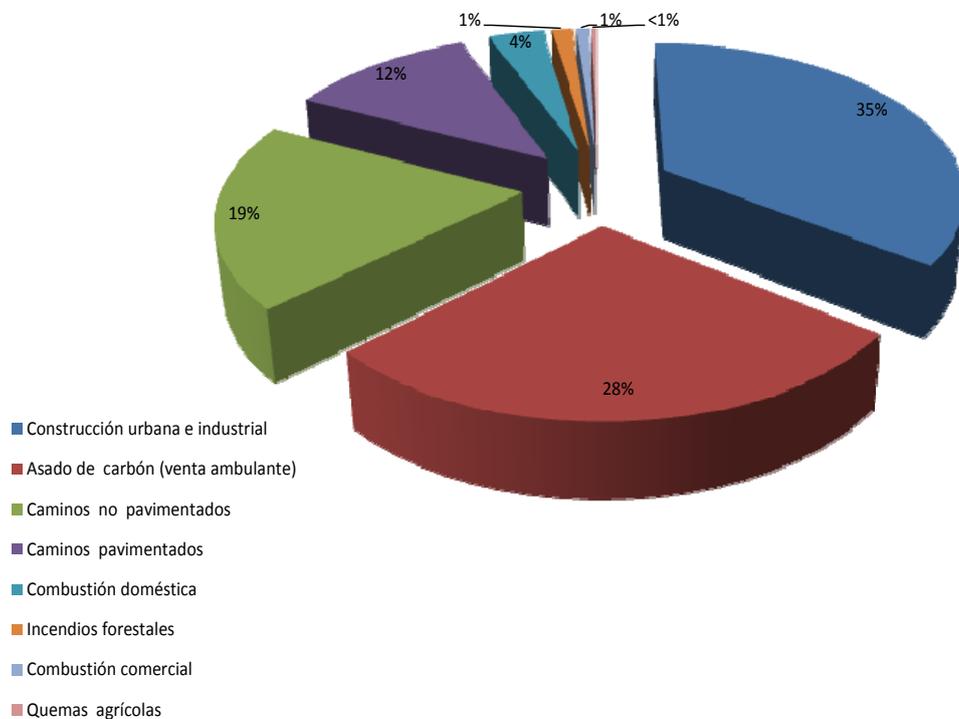


Figura 3-14 Contribución de emisiones de partículas menores a 10 micrómetros por tipo de fuente de área
Fuente: DGGCARETC

Las emisiones de amoníaco de las fuentes de área provienen principalmente de las actividades ganaderas, por el amoníaco que se generan por la descomposición del excremento de los animales. En segundo lugar, están las emisiones provenientes de la aplicación de fertilizantes, cuando una parte del nitrógeno contenido en estos se convierte en amoníaco, después de su aplicación. En menor medida, se incluyen subcategorías en las que se generan emisiones como las provenientes de transpiración de las personas, los residuos (excretas) de mascotas y el consumo de cigarrillos.

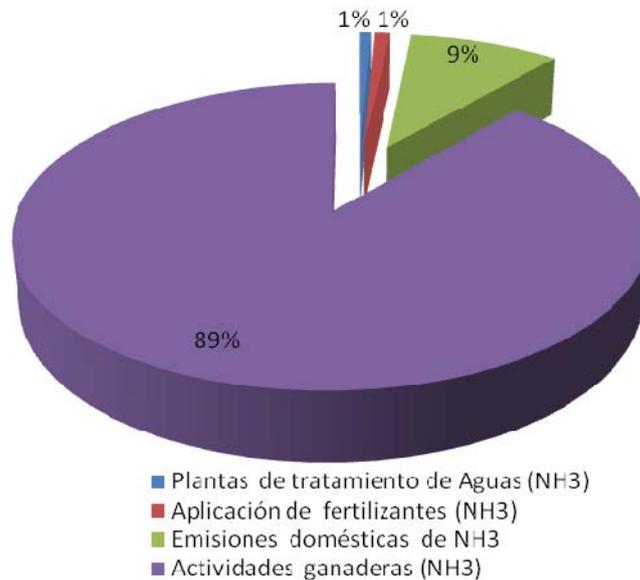


Figura 3-15 Contribución de emisiones de amoniaco por tipo de fuente de área
Fuente: DGGCARETC

Fuentes naturales

Como parte de las emisiones generadas por las fuentes naturales, se estimaron las emisiones de COV, provenientes de la vegetación, y de NO_x, provenientes de los procesos microbianos de nitrificación en el suelo; este tipo de emisiones naturales también son conocidas como emisiones biogénicas.

Los COV biogénicos son sintetizados por las plantas como parte de sus procesos de reproducción, de defensa, etc., y en regiones en donde se combinan con emisiones de otras fuentes, pueden contribuir significativamente al problema de la formación de ozono y partículas orgánicas secundarias. En términos generales, estas emisiones tienen una baja tasa de contribución dentro de las áreas urbanas, debido a que la cantidad de vegetación es considerablemente menor, comparada con áreas agrícolas o forestales, sin embargo, dada la elevada reactividad de estos compuestos en la atmósfera, es importante cuantificarlas, así como considerar las áreas con amplia cubierta vegetal localizadas viento arriba de la región en estudio.

Durante el año 2005, las emisiones de COV biogénicos en la ZMC fueron de aproximadamente 4,221 toneladas (el 17% del total), en tanto que los NO_x se estimaron en 657 toneladas (lo que representa el 5.2% del total). Es importante mencionar que para la estimación se consideró toda la superficie con cubierta vegetal, que incluye áreas verdes, parques y jardines, así como las regiones agrícolas y forestales localizadas dentro del territorio de los cinco municipios que constituyen la ZMC.



4. Efectos de los Contaminantes en la salud pública

4.1 Antecedentes

La exposición humana a contaminantes atmosféricos se encuentra determinada por múltiples factores, tales como fuentes específicas de los ambientes interiores y exteriores, movilidad, actividades de la población y características de las construcciones, entre otros. La exposición personal a contaminantes atmosféricos generados en ambientes exteriores está influida en gran medida por patrones de tiempo-actividad de la población. El impacto de la calidad del aire intramuros sobre la exposición personal es significativo ya que la mayoría de la gente pasa aproximadamente el 80% de su tiempo en ambientes interiores, como ha sido demostrado consistentemente para las poblaciones urbanas y suburbanas en diversos países.

Los contaminantes atmosféricos tienen distinto potencial y capacidad para producir daños sobre la salud humana, dependiendo del tipo de contaminante de que se trate, de las propiedades físicas y químicas de sus componentes, la frecuencia, duración de exposición y su concentración, entre otros factores, los daños se van a mostrar de diferente forma en los grupos poblacionales que se encuentran expuestos, como se aprecia en la siguiente figura:



Figura 4-1 Efectos en la salud en función del grado de contaminación del aire

Blagden, P., Henderson, D. 2008. New Concepts in Air Quality Indices-Linkage to Health Effects. Environmental Canada. Meteorological Service of Canada. Upwind Downwind Conference, Hamilton, March 30.



De manera general se establece que la capacidad de un contaminante para producir un efecto en la salud depende fundamentalmente de dos factores: 1) la magnitud de la exposición y 2) la vulnerabilidad de las personas expuestas.

La magnitud de la exposición está en función de la concentración del contaminante en la atmósfera, de la duración de la exposición y de su frecuencia. La vulnerabilidad de las personas expuestas es significativamente diferente, algunos grupos de población son más sensibles o vulnerables que otros a la contaminación del aire, que obedece a factores intrínsecos, como la genética, étnica, género y edad; y a factores adquiridos como las condiciones médicas, acceso a los servicios de salud y nutrición.

Un grupo que merece especial atención por su vulnerabilidad a los impactos de la contaminación atmosférica son los niños, debido principalmente a factores relacionados con su fisiología y desarrollo, así como por su conducta y condición social (CCA, 2002). Los niños pasan más tiempo al aire libre e inhalan más aire por peso corporal que los adultos, lo que puede resultar en una exposición de mayor magnitud con respecto a otros grupos de población. Una vez expuestos, los niños tienen en general una menor capacidad comparada con los adultos para metabolizar, desintoxicar y excretar sustancias tóxicas. Se sabe que la vulnerabilidad de los niños puede ser mayor durante la etapa perinatal y hay evidencia que indica que los fetos pueden experimentar efectos más severos por la exposición in-útero a contaminantes ambientales que los que experimentan sus madres (SEMARNAT/INE. 2006).

La exposición se define como el contacto de un contaminante. Al respecto la exposición a los contaminantes se puede clasificar en aguda y crónica. La exposición aguda se presenta a concentraciones elevadas de contaminantes en corto tiempo, que logran ocasionar daños sistémicos al cuerpo humano. Los efectos atribuibles a la exposición aguda varían ampliamente. Algunos estudios señalan un incremento en la mortalidad debido a complicaciones respiratorias relacionadas con la exposición a partículas de diámetro pequeño, ozono y sulfatos; otros estudios informan acerca de enfermedades cardiovasculares, lo cual se considera como un efecto indirecto de la contaminación. La exposición aguda también se relaciona con enfermedades de vías respiratorias superiores e inferiores: bronquitis, neumonía, tos, entre otras.

Por otra parte la exposición crónica implica concentraciones bajas de contaminantes en largos periodos. Esta exposición a pesar de que sea a niveles bajos, puede afectar a las personas cuando se han ingerido medicamentos, alcohol, o se localizan a grandes altitudes. Los efectos a la salud son similares a los mencionados por una exposición aguda. Existen informes del incremento de la mortalidad en relación con exposición crónica, aunque en la mayoría de los casos se trata de adultos con problemas respiratorios y cardiovasculares degenerativos (Borja, Cicero et al 2001)

Los síntomas por exposición a la contaminación del aire se manifiestan principalmente en la disminución de la capacidad respiratoria, incremento en la frecuencia de enfermedades respiratorias crónicas y agudas, aumento de ataques de asma e incremento de casos de enfermedades cardíacas. Esto se debe a que los pulmones son el órgano de choque para todos los contaminantes del aire. Cuando las células de las vías aéreas del pulmón se



inflaman, se reduce la habilidad del sistema respiratorio para combatir infecciones y eliminar partículas extrañas, lo que aumenta el riesgo en la salud de las personas que padecen, por ejemplo, asma, enfisema pulmonar o bronquitis crónica.

Aunque de manera tradicional se consideran más susceptibles a ciertos grupos de la población, como lo son los niños menores de 5 años o los adultos mayores, no se descarta la posibilidad de que cualquier individuo pueda ser afectado irreversiblemente. Además existen otros posibles factores como son: predisposición genética, estado nutricional, presencia y severidad de condiciones cardíacas y respiratorias, el uso de medicamentos y el hábito de fumar.

4.2 Efectos de los contaminantes atmosféricos en la salud humana

Es importante señalar que tanto en la exposición aguda como crónica a contaminantes del aire, la población está expuesta a una mezcla compleja de compuestos cuyo efecto combinado puede diferir de uno con respecto a otro por sí solo. En algunos estudios se ha comprobado que la mezcla de partículas PM₁₀ y ozono es más tóxica que por sí solos, esto es, hay un efecto sinérgico.

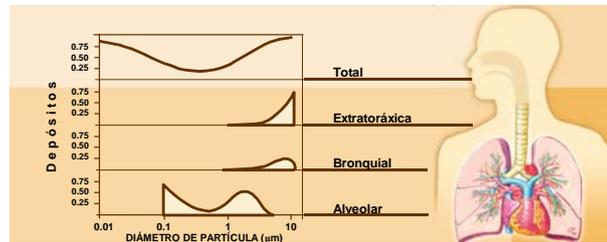
A continuación se muestran los efectos de los contaminantes criterio (contaminantes conocidos como peligrosos para la salud humana) de los cuales a nivel internacional se reconocen seis (ozono, monóxido de carbono, partículas suspendidas totales y fracción respirable, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y plomo).

Partículas suspendidas

En la zona urbana de Cuernavaca y en su entorno existen importantes concentraciones de partículas PM₁₀, provenientes en gran medida de la Zona Metropolitana del Valle de México, debido al impacto de la dirección y velocidad de los vientos que provocan en la población expuesta (a corto y largo plazo), disminución de la función pulmonar, lo que contribuye a la presencia de enfermedades crónicas respiratorias y, eventualmente, muertes prematuras. De acuerdo con diferentes estudios realizados en varios países incluyendo México, se estima que, aproximadamente, el riesgo de morir prematuramente aumenta en un 2% por cada incremento de 10 µg de PM₁₀ (Cesar et al. 2001).

A diferencia de las partículas mayores a 10 micrómetros, las partículas PM₁₀ penetran directamente al aparato respiratorio sin ser capturadas por sus mecanismos de limpieza, una vez que las partículas han entrado al tracto respiratorio. Dependiendo de su tamaño, pueden acumularse en diferentes sitios vitales para su funcionamiento correcto.

Figura 4-2 Acumulación de partículas PM10 en el aparato respiratorio



Las investigaciones enfocadas a estudiar los efectos a la salud ocasionados por la exposición a las partículas suspendidas se han avocado últimamente al estudio de las PM10 y más recientemente de las PM2.5. En los niños la exposición a partículas se ha asociado con un incremento en la frecuencia de síntomas respiratorios como tos, dificultad para respirar y dolor en el pecho, disminución del Volumen Espiratorio Forzado del primer segundo VEF1, la Capacidad Vital Forzada CVF y la relación VEF1/CVF así como de infecciones respiratorias y enfermedades respiratorias pulmonares.

Los niños asmáticos son especialmente vulnerables a las partículas que, combinadas con otros contaminantes ocasionan una exacerbación del asma requiriendo mayor uso de medicamentos y hospitalizaciones. Se ha observado que personas ancianas expuestas a niveles altos de partículas tienden a morir en forma prematura principalmente si sufren enfermedades pulmonares como asma, bronquitis crónica, enfisema o alguna enfermedad del corazón o en el mejor de los casos aumentan el número de hospitalizaciones por la exacerbación de estas enfermedades.

En contraste con la certeza existente de los efectos a corto plazo, los estudios de efectos a largo plazo son solo sugestivos. Se le ha asociado con enfermedad obstructiva crónica y asma, cambios crónicos en la mucosa nasal, daño a nivel de la función pulmonar por un daño inflamatorio progresivo. Además a la exposición crónica a partículas suspendidas se le ha asociado con disminución en la esperanza de vida.

A través de análisis epidemiológicos, en México se ha identificado un incremento de mortalidad asociada a niveles elevados de contaminación por partículas suspendidas totales (PST), en especial en población mayor de 65 años. También se ha observado un incremento en las admisiones hospitalarias con niveles altos de dióxido de azufre. A lo largo del siglo, las concentraciones elevadas de partículas suspendidas y de SO₂ en la atmósfera, han sido asociadas con estos acontecimientos, los adultos con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y los asmáticos son individuos particularmente sensibles a niveles altos de contaminación por partículas.

Ozono

El ozono es un gas altamente reactivo, su impacto en la salud se debe a la gran capacidad de oxidación que presenta, por ello daña a las células en las vías respiratorias causando inflamación, además reduce la capacidad del aparato respiratorio para combatir



las infecciones y remover las partículas externas. Afecta los mecanismos de defensa, por lo que puede provocar el aumento de las infecciones respiratorias.

El ozono es un riesgo para la salud de los niños, los adultos mayores y para quienes padecen problemas cardiovasculares y respiratorios, como el asma, el enfisema y la bronquitis crónica. También afecta a personas aparentemente sanas y en excelentes condiciones de salud, por ejemplo los atletas que requieren la inhalación de altos volúmenes de aire durante sus entrenamientos y que provoca una disminución de su rendimiento atlético.

El ozono es un irritante que afecta la mucosa ocular y respiratoria. Estudios en diferentes grupos de edad desde niños preescolares, escolares, jóvenes, adultos y ancianos han demostrado que a niveles elevados de ozono se presentan en forma aguda síntomas respiratorios superiores como irritación y ardor de ojos, catarro, ardor y dolor de garganta, tos seca o irritativa además de la exacerbación de infecciones respiratorias, a nivel del tracto respiratorio inferior se han detectado síntomas como tos, dificultad para respirar, silbilancias, dolor de pecho así como un decremento en la función pulmonar.

Por otro lado se ha observado un aumento en el número de consultas a urgencias de niños, ancianos y personas que padecen enfermedades respiratorias crónicas con asma, bronquitis crónica o enfisema, además del aumento en el número de hospitalizaciones por el desarrollo de crisis asmáticas.

Dióxido de Azufre

El Dióxido de azufre es un gas incoloro, inflamable y no explosivo, con un olor sofocante y altamente soluble en el agua. Puede permanecer en la atmósfera entre 2 y 4 días. Durante este tiempo puede ser transportado a miles de kilómetros y formar ácido sulfúrico, el cual se precipita en alguna otra región lejos de su origen.

El ácido sulfúrico, el dióxido de azufre y las sales de sulfato son irritantes de las membranas mucosas del tracto respiratorio. Incluso llegan a ocasionar enfermedades crónicas del sistema respiratorio como bronquitis y enfisema pulmonar.

Los óxidos de azufre penetran en los pulmones y se convierten en un agente irritante del tracto respiratorio inferior cuando se absorben en la superficie de las partículas respirables que se inhalan o al disolverse en las gotas de agua que penetran por las mismas vías (PROAIRE, 1996). Tanto la absorción como la conversión tienen lugar en la atmósfera. Los aerosoles sulfatados son agentes irritantes de tres a cuatro veces más potentes que el dióxido de azufre, estas pequeñas partículas penetran hasta los pulmones, donde se depositan y, si el dióxido de azufre no está ya en forma de sulfato, el ambiente húmedo de los pulmones proporciona las condiciones necesarias para su oxidación.

En una atmósfera con partículas suspendidas el efecto dañino de los óxidos de azufre se incrementa, ya que el dióxido y el ácido sulfúrico paralizan los cilios del tracto respiratorio, las partículas de polvo penetran en los pulmones arrastrando también los compuestos



azufrados, originando entonces graves daños, e incluso la muerte (GEM, SEMARNAP 1997).

Dióxido de nitrógeno

El dióxido de nitrógeno puede formar ácido nítrico y ácido nitroso en presencia de agua. Ambos pueden precipitarse junto con la lluvia o combinarse con el amoníaco de la atmósfera para formar nitrato de amonio.

La acumulación de dióxido de nitrógeno en el cuerpo humano está relacionada con afecciones del tracto laringeo-traqueo-bronquial, así como con la disminución de la resistencia a infecciones. Al igual que el monóxido de carbono, disminuye la capacidad respiratoria (PUMA, 1996).

Además su acumulación en el cuerpo humano constituye un riesgo para las vías respiratorias ya que se ha comprobado que puede alterar la capacidad de respuesta de las células en el proceso inflamatorio, como sucede con las células polimorfonucleares, macrófagos alveolares y los linfocitos siendo más frecuente en casos de bronquitis crónica

Monóxido de carbono

Las emisiones de CO en áreas cerradas pueden causar la muerte por insuficiencia cardíaca o sofocación debido a la alta afinidad de la hemoglobina por éste compuesto. Este contaminante se asocia con la disminución de la percepción visual, la capacidad del trabajo, la destreza manual y la habilidad de aprendizaje. Sus efectos son mayores en personas con enfermedades cardiovasculares, angina de pecho o enfermedades cardioperiféricas (PUMA, 1996).

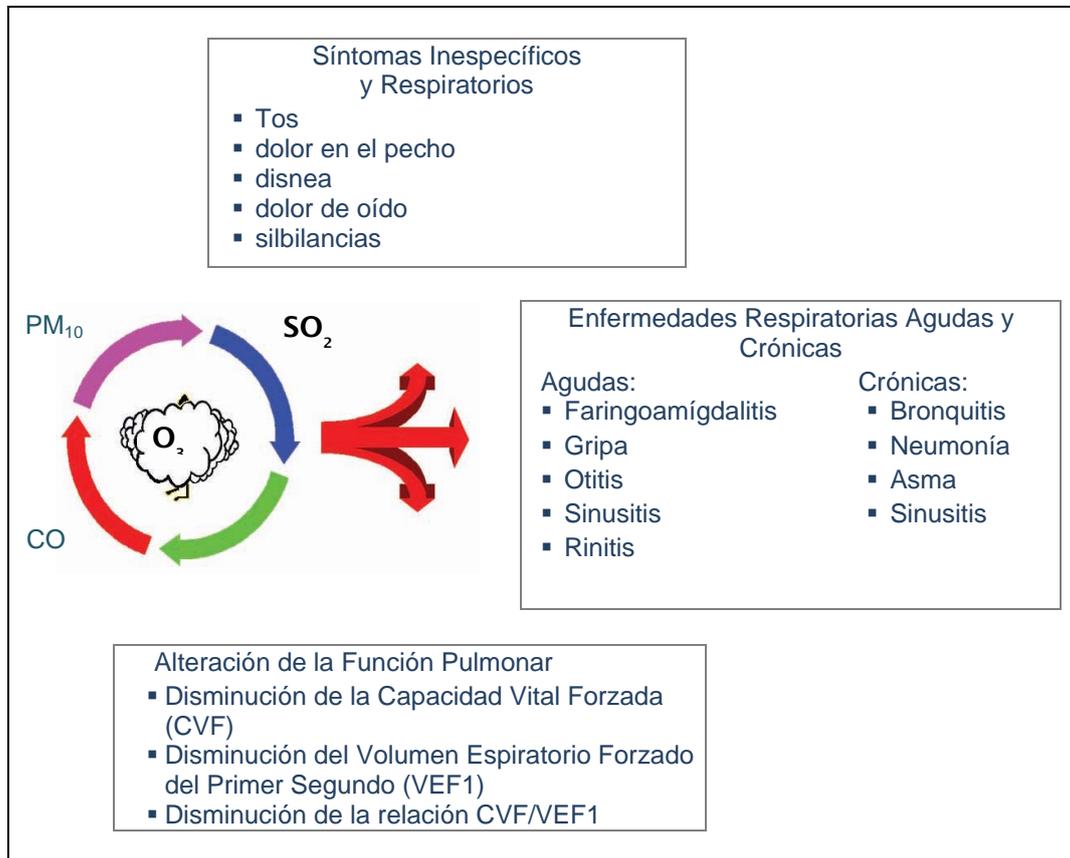
Debido al fuerte gradiente espacial que presenta este contaminante, las concentraciones encontradas en microambientes como en calles con intenso tráfico vehicular, en interior de vehículos de transporte público (Wöhrnschimmel, 2004) y en las cocinas de casa-habitación, son mucho mayores que las concentraciones medidas en las estaciones de monitoreo. Esto quiere decir que a pesar de que no se exceda la norma de calidad del aire ambiente, puede haber un número considerable de personas que estén expuestas a niveles de alto riesgo de este contaminante.

Plomo

Afecta acciones enzimáticas relacionadas con la producción de hemoglobina y citocromos y puede causar anemia microcítica. Cuando se acumula en el sistema esquelético puede afectar el desarrollo del feto. En concentraciones elevadas se presentan síntomas gastrointestinales como anorexia, náuseas, constipación y dolor abdominal. En el riñón la exposición aguda produce disminución reversible de la función renal; bajo exposición crónica causa fibrosis intersticial progresiva con insuficiencia renal crónica. En el sistema

nervioso central provoca enema, efecto citotóxico directo y encefalopatía con frecuencia irreversible.

Figura 4-3 Efectos de los contaminantes atmosféricos en la salud



4.3 Funciones de exposición – respuesta en la población en general

Aunque los estudios epidemiológicos de contaminantes atmosféricos se basan en los niveles de exposición, es la dosis recibida por los pulmones lo que finalmente determina la probabilidad y magnitud de los efectos atribuidos a los contaminantes atmosféricos. En este sentido la exposición es solo una aproximación a la dosis. Estas medidas de exposición se utilizan en las relaciones exposición-respuesta para estimar la probabilidad de ocurrencia de un efecto adverso en la salud. La exposición se puede definir como el contacto entre una sustancia química y la barrera externa del cuerpo humano. Esta barrera externa puede ser la piel, la boca, las narinas etc. El término evaluación de exposición se refiere a la evaluación cuantitativa de la intensidad, frecuencia y duración de este contacto.



En varias ciudades europeas Middleton *et al*¹ observaron el incremento en el riesgo de hospitalizaciones bajo niveles altos de concentración de partículas suspendidas y ozono en el aire, así como una estrecha relación entre enfermedades cardiovasculares en días de tormentas de partículas (conocidas en México como tolvaneras), eventos para los cuales consideran necesario dar alertas públicas (contingencias), dirigidas especialmente a la población vulnerable.

En forma particular se han estudiado los efectos ocasionados por la exposición a las partículas suspendidas (PM₁₀ y PM_{2.5}), así como el efecto sinérgico de éstas con el O₃. En una investigación sobre la relación entre la exposición crónica al O₃, PM₁₀ y NO₂ en niños de edad escolar en la Ciudad de México, Rojas-Martínez *et al*² concluyen que la exposición de estos contaminantes está asociada a la disminución de funciones respiratorias en la población estudiada (como déficit en la Capacidad Vital Forzada, CVF y disminución del Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo de una espiración forzada, VEF 1).

La contaminación del aire no solo afecta el bienestar de las personas, tiene también importantes consecuencias en el desempeño económico de las áreas afectadas, que se refleja en la disminución de la productividad, ausencia laboral e incluso muerte prematura, así como en el gasto público y privado que implica el tratamiento y la atención médica de las personas afectadas. En algunos casos de contingencia, el cierre temporal o permanente de las fuentes contaminantes, puede tener importantes repercusiones en los sectores productivos. Esto significa que los beneficios de los programas de calidad del aire no solo están relacionados con la salud pública (como objetivo primordial), sino también con la reducción de costos derivados de la atención médica y el mejoramiento de la productividad.

4.4 Situación de los indicadores en salud asociados a contaminantes atmosféricos en la población del estado de Morelos

Cualquier población humana bajo exposiciones idénticas a los contaminantes atmosféricos tiene respuestas individuales y grupales distintas, por las condiciones particulares de salud. Por rangos de edad se reconoce como población sensible a los menores (recién nacidos a 14 años) y a los adultos mayores (de más de 65 años), y más resistentes a las personas de edades intermedias. La distribución de la población por rangos de edad por localidades en cada municipio se presenta en el anexo II.

¹ Middleton N., Yiallourous P, Kleanthous S., Kolokotroni O., Schwartz J., Dockery D., Demokritou P., Koutrakis P. 2008. A 10 year time series analysis of respiratory and cardiovascular morbidity in Nicosia, Cyprus: the effect of short-term changes in air pollution and dust storms. *Environental Health*. Jul 22; 7: 39.

² Rojas-Martínez, R., Pérez-Padilla, R., Olaiz-Fernández, G., Mendoza-Alvarado L., Moreno-Macias H., Fortoul T., Mc Donnel W., Loomis D., Romieu Isabelle. 2007. Long function growth in children withn long-term exposure to air pollutants in Mexico City. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*.174 (4): 377.



Considerando el parámetro de edad, la población sensible en la ZMC incluye a 251,040 personas distribuidas de la siguiente forma:

Tabla 4-1 Población sensible en la ZMC

No. de personas sensibles en la ZMC				
Municipio	0 a 14 años	65 años y mas	15 a 64 años	Población total
Xochitepec	16,866	2,696	33,806	53,368
Temixco	32,004	5,635	60,921	98,560
Jiutepec	50,819	8,017	122,481	181,317
Emiliano Zapata	22,337	3,373	43,354	69,064
Cuernavaca	85,348	23,945	239,809	349,102
Total	207,374	43,666	500,371	751,411

Figura 4-4 Distribución de la población sensible por rangos de edad (% en relación a la población total municipal)

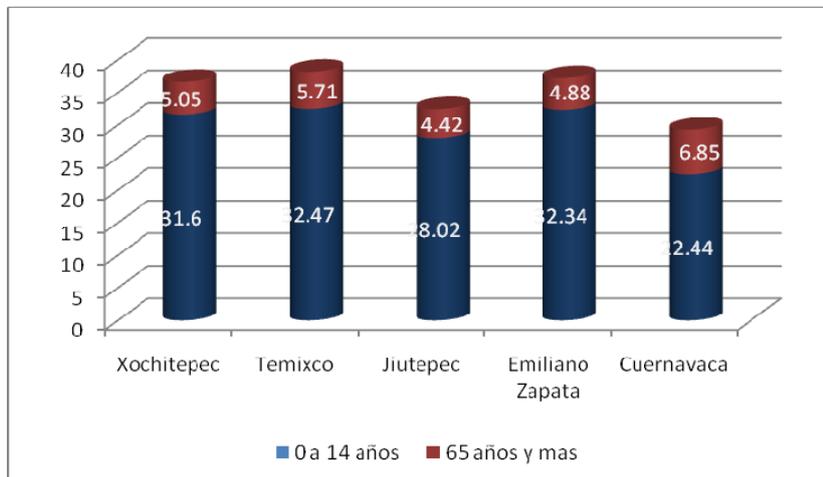
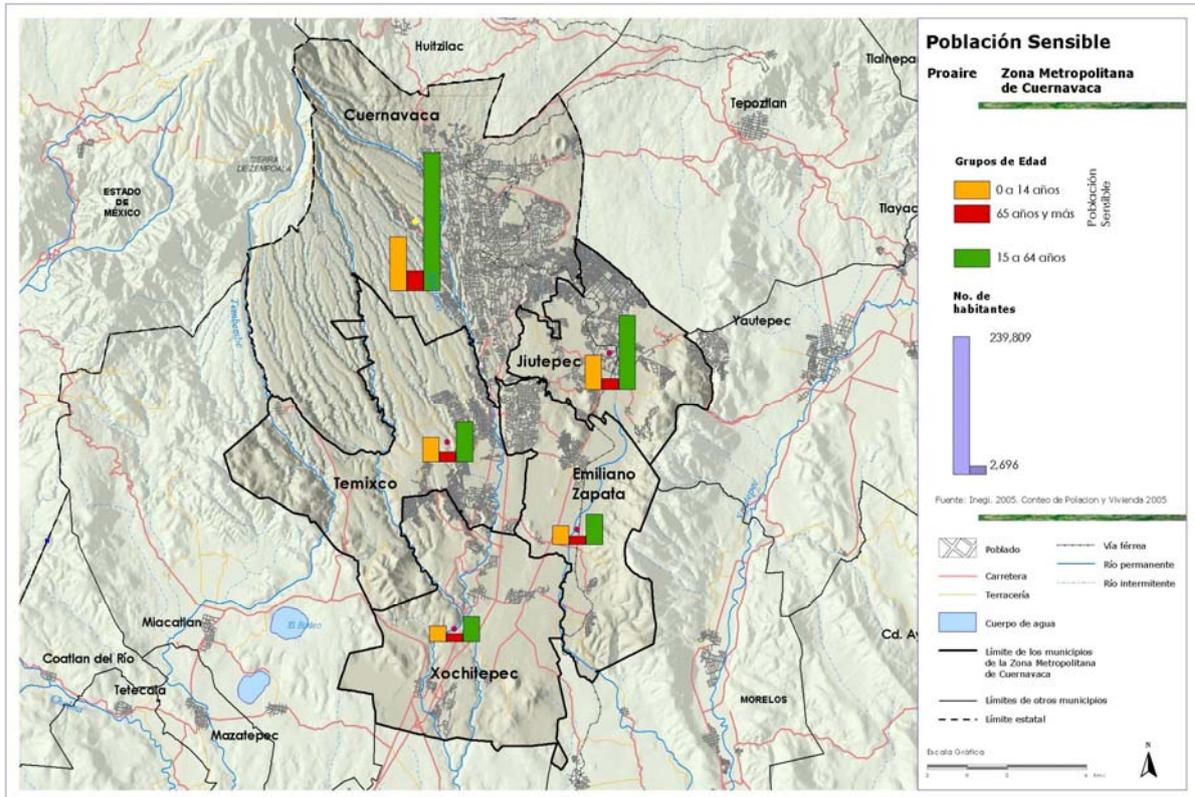


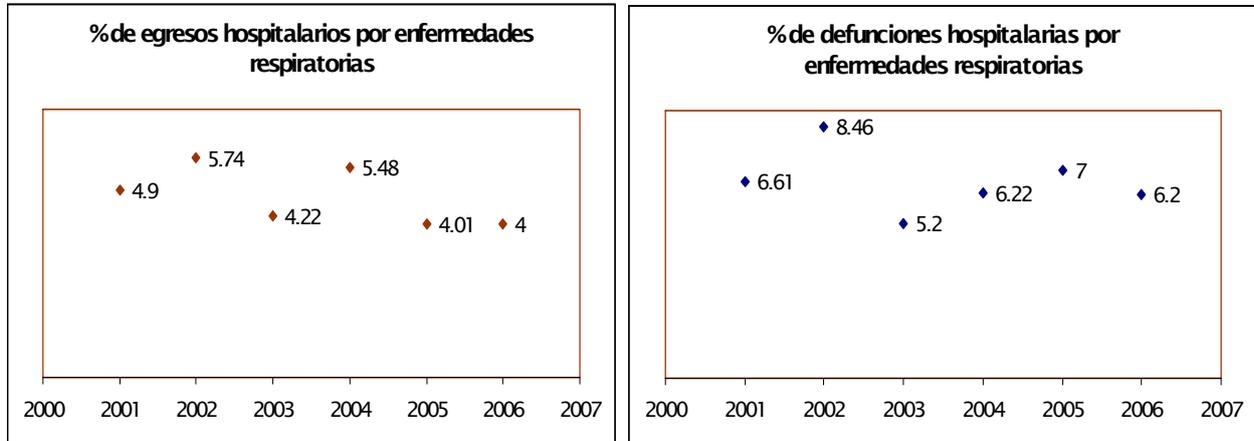
Figura 4-5 Distribución de la población sensible



La medición del impacto de los contaminantes atmosféricos sobre la salud humana se realiza a través de funciones exposición-respuesta (FERs) que permiten estimar la proporción de sujetos afectados en una población determinada. La información derivada de investigaciones de este tipo realizadas en diversas zonas urbanas del país, particularmente en la Zona Metropolitana del Valle de México, es indicativa de los riesgos atribuibles al efecto de diversos contaminantes en la salud pública y, para el caso de Morelos, existe también suficiente evidencia empírica probada sobre este fenómeno.

En el estado de Morelos, las unidades médicas del sector salud, registran los casos que acuden a consulta por primera vez por enfermedades sujetas a vigilancia epidemiológica, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM -017-SSA-1998. El Subsistema Automatizado de Egresos Hospitalarios (SAEH) de la Secretaría de Salud del Estado de Morelos reporta para todo el estado de Morelos que las enfermedades del sistema respiratorio en el 2006 ocuparon el 4% de los egresos hospitalarios por capítulo (que incluyen los grandes grupos de enfermedades) y el 6.2% de las defunciones hospitalarias. Del total de egresos hospitalarios para ese año en menores de 5 años, el 16% tuvo como causa las enfermedades respiratorias agudas (el 56% en menores de un año y el 44% en niños de 1 a 4 años). Del año 2001 al 2006, la media de egresos hospitalarios por enfermedades respiratorias es del 4.7% y las defunciones hospitalarias es del 6.6% en relación a todas las causas de egreso y defunción. La población sensible por localidades y municipios se presenta en el anexo II.

Figura 4-6 Egresos y defunciones hospitalarias por enfermedades respiratorias



Fuente: Datos tomados del SAEH, 2007. Subsistema Automatizado de Egresos Hospitalarios. Secretaría de Salud del Estado de Morelos

En estos nueve años la ocurrencia media de infecciones respiratorias agudas atendidas y registradas en centros de salud pública es de 345,386 personas, con una desviación estándar de 131,879. Para el año 2000, el 34% de la población del estado fue atendida por algún tipo de infección respiratoria aguda. Llama la atención que sólo en las instituciones públicas haya sido registrada alrededor de un tercio de la población total estatal con estos padecimientos. Esto no significa necesariamente que la calidad del aire sea el motivo directo o causa de todos los casos de infecciones respiratorias, sin embargo, la incidencia sugiere la necesidad de investigaciones epidemiológicas que expliquen el origen de estas enfermedades y su relación con la calidad del aire.

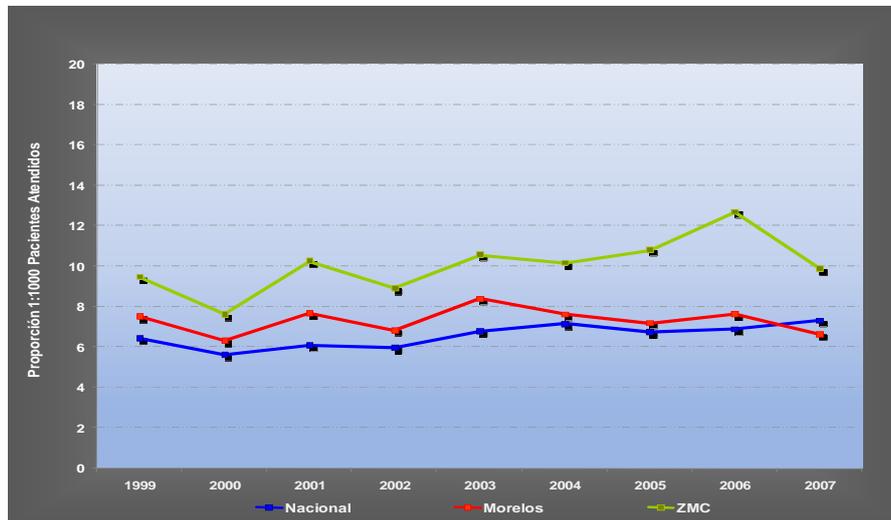
Tabla 4-2 Incidencia de infecciones respiratorias agudas³

Año	No. personas
1992	332,595
1993	364,093
1994	378,282
1995	231,662
1996	327,795
1997	194,485
1998	193,149
1999	536,648
2000	549,761
Total	3,108,470
media	345,386

Entre los padecimientos respiratorios que pueden estar asociados a la calidad del aire en la ZMC se encuentra el asma, que es uno de los padecimientos con incidencia por arriba de las medias nacional y estatal, alcanzando valores de hasta más de 10 casos por 1,000 pacientes atendidos por esta causa, en los años de 2001 a 2007 (de acuerdo a la información del Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica, SUIVE, en el período de 1999 a 2007), como se aprecia en la siguiente figura:

³ Secretaría de Salud del Estado de Morelos. 2006. Boletín Epidemiológico. Vol. 37 /Semana Epidemiológica No. 37, del 10 al 16 de Septiembre

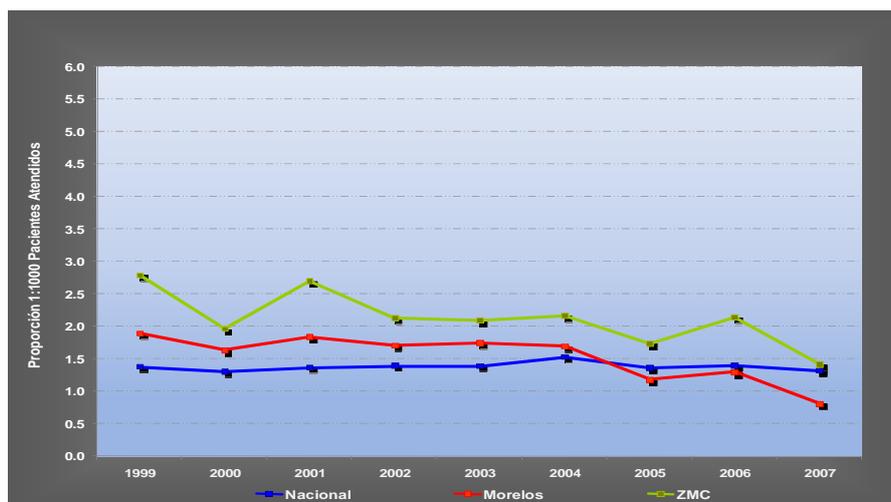
Figura 4-7 Distribución de proporciones de casos de Asma en población general (SUIVE/DGEPI). Nacional, Estatal (Morelos) y ZMC (1999-2007)



Fuente: COFEPRIS (SUIVE 1999-2007)

Otro de los padecimientos que se presenta por arriba de la media nacional y estatal en la ZMC son las enfermedades isquémicas del corazón, las cuales se asocian potencialmente a la contaminación del aire ambiente, excediendo valores de más de 1.5 casos por cada 1000 pacientes atendidos en el período de 1999 a 2006, con una ligera disminución en el año 2007.

Figura 4-8 Distribución de proporciones de casos de Enfermedades Isquémicas del corazón en población general (SUIVE/DGEPI). Nacional, Estatal (Morelos) y ZMC (1999-2007)

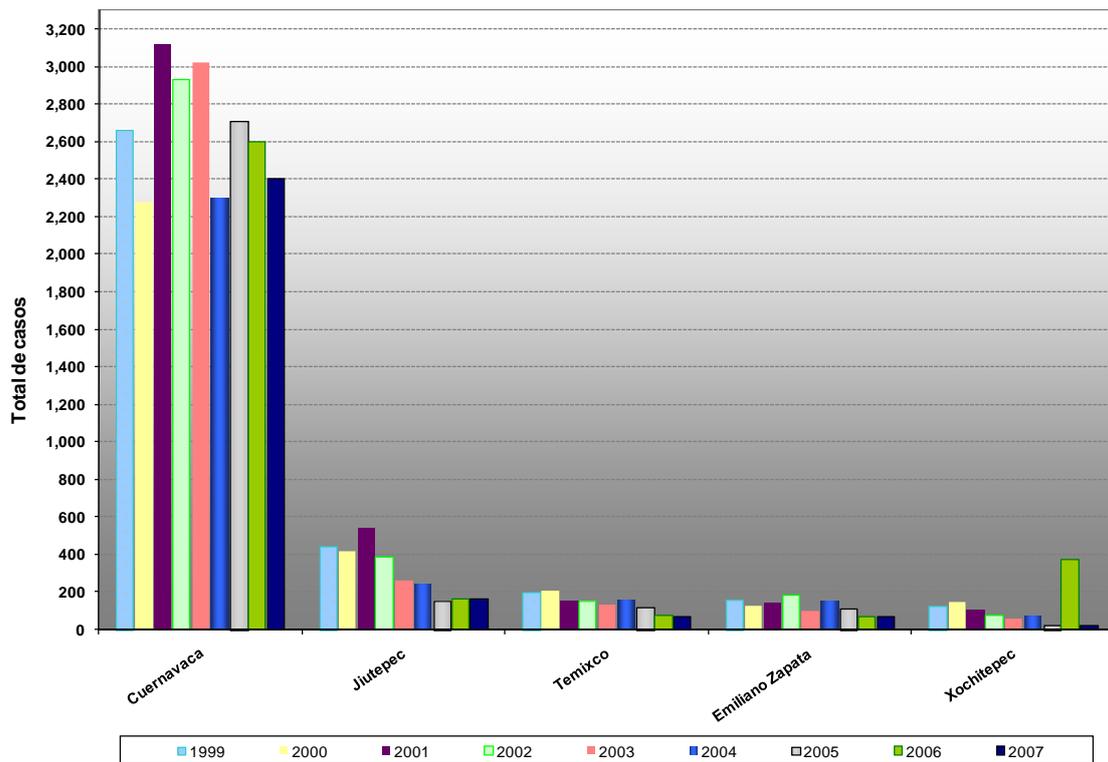


Fuente: COFEPRIS (SUIVE 1999-2007)



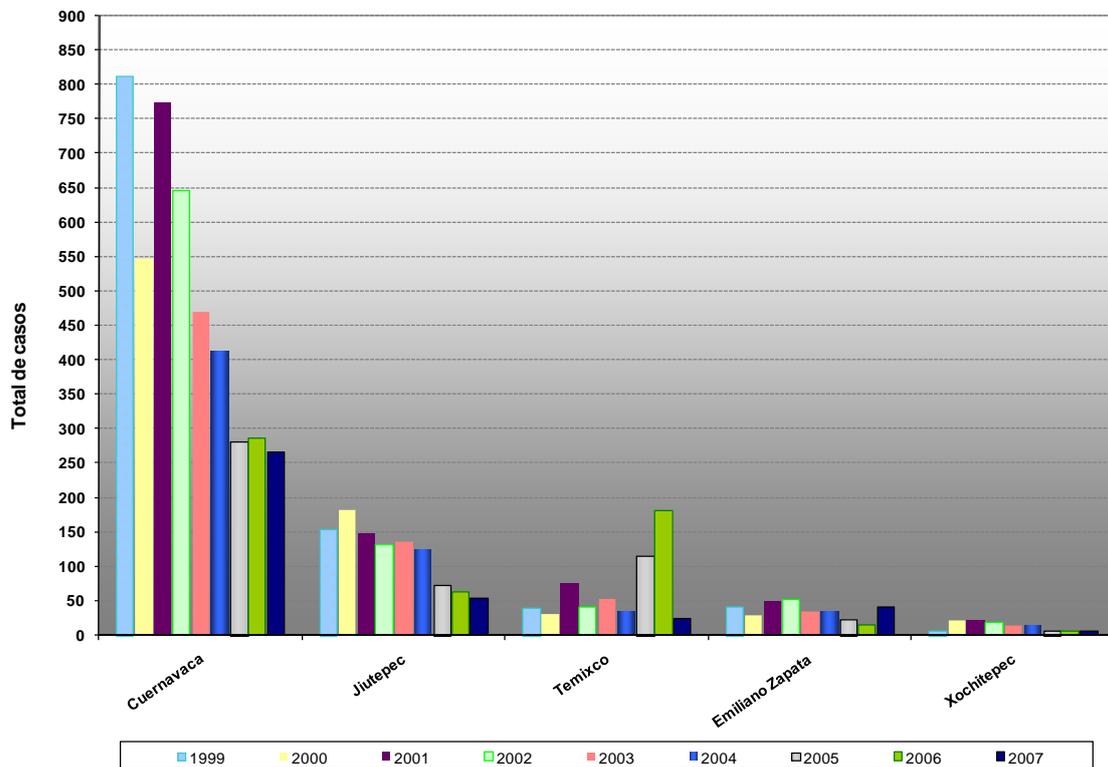
En el caso de los padecimientos de asma y estado asmático, el municipio de Cuernavaca registra el total de casos más altos excediendo los 2,200 en el período de 1999 – 2007.

Figura 4-9 Número de Casos de Asma y Estado Asmático por Municipio de la Zona Metropolitana de Cuernavaca (1999-2007)



Fuente: COFEPRIS (SUIVE 1999-2007)

Figura 4-10 Número de Casos de Enfermedades Isquémicas del Corazón por Municipio de la Zona Metropolitana de Cuernavaca (1999-2007)

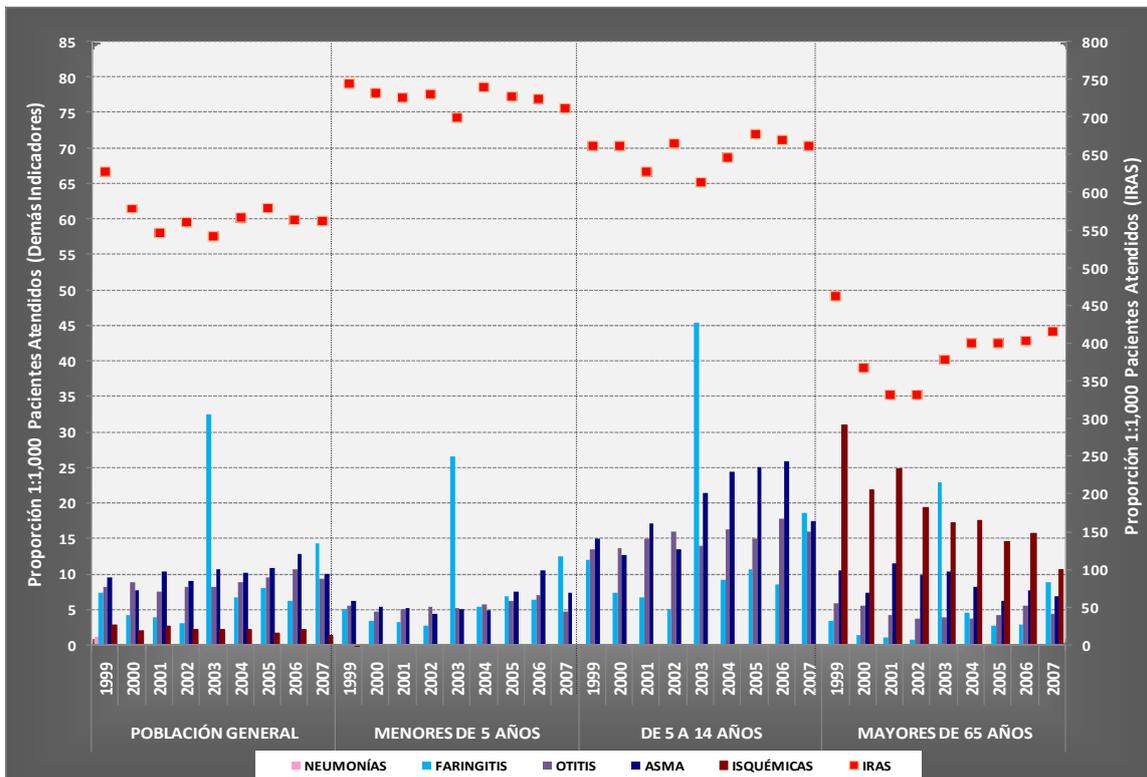


Fuente: COFEPRIS (SUIVE 1999-2007)

El comportamiento de los indicadores de padecimientos asociados a la contaminación atmosférica, en la ZMC para el período de 1999 a 2007 muestra que la mayor proporción de padecimientos atendidos para el caso de asma y estado asmático se presenta en el grupo de edad de los cinco a catorce años y las enfermedades isquémicas del corazón se observan en el grupo de edad de los mayores de 65 años de edad, como se muestra en la Figura 4-11.

Los datos de padecimientos presentados a partir de evidencias registradas, pueden ser indicadores de la calidad del aire, aunque no prueban de manera contundente la relación directa entre contaminantes y enfermedades. Uno de los factores que limitan esta asociación es que si bien, en 1996 iniciaron las acciones de monitoreo atmosférico en el estado de Morelos, éstas fueron interrumpidas y fue hasta el año 2000 cuando inició el monitoreo automático continuo en las estaciones de Cuernavaca y Ocuilco (para medir las emisiones provenientes del volcán Popocatepetl), por lo que no se cuenta con información suficiente y validada de los contaminantes atmosféricos presentes en la zona.

Figura 4-11 Proporción Anual de Casos Nuevos de Indicadores en Salud por Grupos de Edad (SUIVE/DGEPI). ZMC, Mor. (1999-2007)



Fuente: COFEPRIS (SUIVE 1999-2007)

Otro factor importante a tomar en consideración es la etiología de los padecimientos la cual es multifactorial y por lo tanto compleja de medir.

Es también importante aclarar que los indicadores (padecimientos) registrados por el Sistema Único Automatizado de Vigilancia Epidemiológica (SUIVE) se hacen por unidad de salud notificante y no por residencia del caso de enfermedad, por lo tanto algunas unidades como los hospitales atienden personas residentes en todo el estado y en estados vecinos cuando éste es regional.

Con base en estas conclusiones y las acciones descritas en el capítulo 6 de este PROAIRE, se espera contar con sistemas automáticos y validados tanto para medir las concentraciones de los contaminantes atmosféricos que se relacionan con la salud de la población, como de los sistemas de vigilancia de indicadores en salud para dichos contaminantes en tiempo real y de acuerdo a las necesidades de las metodologías establecidas para la interpretación de los datos.



5. Objetivos, metas y estrategias



5. Objetivos, metas y estrategias

5.1 Objetivos

El Programa para el Mejoramiento de Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca, está orientado a minimizar los efectos adversos en la salud de la población y los ecosistemas derivados de la exposición a los contaminantes del aire, y se ha planteado como objetivos principales los siguientes:

Objetivo general

Mejorar la calidad del aire a partir de la implementación de medidas y acciones por parte de los sectores público, privado, académico y sociedad en general para lograr una reducción efectiva de las emisiones de contaminantes del aire que tienen lugar en la ZMC

Objetivos particulares

- Integrar el tema de gestión de la calidad del aire en los instrumentos de política pública afines.
- Incrementar la infraestructura y capacidades de monitoreo de calidad del aire y de análisis y registro de resultados.
- Informar a la población sobre la calidad del aire.
- Fortalecer las capacidades institucionales para implementar de manera efectiva las acciones del Programa.
- Elaborar un diagnóstico de los efectos de los contaminantes del aire sobre la salud de los habitantes de la ZMC. Lograr las metas de reducción de emisiones derivadas de las medidas y acciones planteadas en el presente PROAIRE.

5.2 Metas

Las metas que se plantean en este programa están orientadas a lograr reducciones de las emisiones de contaminantes específicos, a partir de las del inventario de emisiones de la ZMC del año base 2005 que se llevó a cabo para fines del diagnóstico.

Las metas son:

1. Reducir en un 15 % las emisiones de COV de la ZMC,
2. Reducir en un 15 % las emisiones de CO de la ZMC.
3. Reducir en un 15 % las emisiones de NOX de la ZMC.
4. Reducir en un 15 % las emisiones de PM₁₀ de la ZMC.
5. Reducir en un 15 % las emisiones de SO₂ de la ZMC.



5.3 Estrategias

Para el seguimiento de los objetivos y la definición de acciones para cumplir cada uno de ellos, se establecieron cinco líneas estratégicas que se relacionan con diferentes procesos y niveles de actuación:

Tabla 5-1 Estrategias y objetivos	
Estrategia	Objetivos
1. Prevención y control de la contaminación	Reducir las emisiones de los contaminantes provenientes de la fuentes móviles, fijas y de área establecidas en la ZMC
2. Medición, estimación e investigación	Fortalecer las capacidades de monitoreo de la calidad del aire y de actualización del inventario de emisiones
	Generar información de los efectos de los contaminantes en la salud de la población y los ecosistemas de la ZMC
3. Planeación	Integrar el tema de gestión de la calidad del aire en los instrumentos de política pública afines
	Actualizar el marco jurídico vigente.
	Desarrollar y ampliar la información sobre los efectos de los contaminantes del aire en la salud de la población y los sistemas ambientales
4. Fortalecimiento institucional	Fortalecer los recursos humanos de la CEAMA para la implementación del PROAIRE.
5. Comunicación y educación ambiental	Informar a la población sobre el estado de la calidad del aire y difundir las medidas que deberán tomarse para proteger la salud. Fomentar los programas de educación ambiental formal e informal en la ZMC.



6. Medidas a implementar



6. Medidas a implementar

6.1 Prevención y control de la contaminación

6.1.1 Reducción de emisiones generadas por fuentes móviles

Objetivo

Garantizar que los vehículos que circulan en la ZMC cumplan con la normatividad ambiental vigente, de acuerdo al Programa de Verificación Vehicular Obligatoria para el Estado de Morelos.

Justificación

Las emisiones provenientes de fuentes móviles carreteras son de 164,509 toneladas por año, que equivalen al 77% del aporte total de la ZMC de contaminantes a la atmósfera según datos del Inventario de Emisiones de la ZMC 2005. Las emisiones vehiculares registradas en la ZMC representan el 97% del monóxido de carbono; el 46% de los óxidos de nitrógeno; el 40% de los COV; el 4% de las partículas menores a diez micrómetros; el 4% del bióxido de azufre y el 4% de las partículas menores a 2.5 micrómetros. El mayor volumen de contaminantes de este sector corresponde al monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno.

Estos volúmenes pueden tener una reducción significativa, la cual se expresa a través de las metas del PROAIRE, por medio de la instrumentación y cumplimiento del Programa de Verificación Vehicular. En 2008 se tuvo una verificación del 51 % del parque vehicular estatal, estimado al 16 de octubre del 2007, en 303,679 unidades según datos de la Dirección General de Control Vehicular del Estado de Morelos, desprendiéndose que en los municipios que comprenden la zona metropolitana de Cuernavaca se concentra el grueso del parque vehicular, por lo que se plantea la meta de incrementar este porcentaje a un 80% entre 2009 y 2012.

Beneficios esperados

- Aumentar el porcentaje de vehículos que cumplen con la verificación vehicular.
- Crear una cultura de responsabilidad en el uso de los vehículos en los habitantes de la ZMC.
- Contribuir al logro de las metas globales planteadas en el PROAIRE generadas por fuentes móviles (CO, NOx y COV)

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.1.1.1 Identificar de manera permanente los vehículos oficiales municipales y estatales que no cumplen con la verificación vehicular, para su regularización.	CEAMA, Municipios				
6.1.1.2 Alcanzar y mantener el 80% de la verificación vehicular de la flota total en los municipios de la ZMC.	CEAMA, Municipios				
6.1.1.3 Diseñar e instrumentar un programa de concientización y capacitación dirigido al personal de las dependencias encargadas de la aplicación de los programas de verificación vehicular y otras dependencias municipales.	CEAMA, municipios				
6.1.1.4 Asesorar y capacitar al personal técnico para la eficaz operación y supervisión de los equipos en los centros de verificación vehicular.	CEAMA				
6.1.1.5 Intensificar los operativos de detención de vehículos que no hayan verificado en tiempo y forma y aquellos que sean ostensiblemente contaminantes en los municipios de la ZMC, en coordinación con Tránsito municipal.	CEAMA y municipios				
6.1.1.6 Realizar visitas de inspección al 100% de los centros de	CEAMA				



verificación vehicular para asegurar su adecuado funcionamiento.					
6.1.1.7 Suscribir y en su caso actualizar convenios con los Gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México para homologar la verificación vehicular "cero" y "doble cero".	CEAMA				
6.1.1.8 Supervisar la instalación de nuevos centros de verificación.	CEAMA				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

Costo Estimado: \$500,000.00

Instrumentación

Los municipios y la CEAMA coordinarán las actividades necesarias, dentro de sus ámbitos de competencia y destinarán los recursos correspondientes

Actores Involucrados

CEAMA y áreas administrativas municipales correspondientes conforme a sus respectivos reglamentos y/o aquellas que sean designadas por los Presidentes Municipales.

6.1.2 Mejorar la estructura vial y el transporte público y privado

Objetivo

Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes del transporte público y privado que circula en los municipios, a través del mejoramiento del tránsito vehicular y la reorganización del sistema de transporte colectivo y la estructura vial.

Justificación

Derivado de la información del Inventario de Emisiones a la Atmósfera de la ZMC 2005, la contaminación total emitida por todas las fuentes generadoras es de 213,829 toneladas por año y la originada por la circulación de los vehículos automotores es de 164,509 toneladas por año, que equivale al 77% del aporte total de contaminantes a la atmósfera, mismo que desagregado en toneladas por año, es para las partículas PM₁₀ 57, de bióxido de azufre 90, de monóxido de carbono 138,299, de óxidos de nitrógeno 5,778 y para

compuestos orgánicos volátiles 9,936 toneladas/año, que equivalen en porcentaje al 4% para partículas PM₁₀, 4% para bióxido de azufre, 97% para monóxido de carbono, 46% para óxidos de nitrógeno y 40% para compuestos orgánicos volátiles. En relación al total estatal, en la ZMC es donde se localiza el mayor número de vehículos circulando y no se cuenta con una estructura vial adecuada a las demandas actuales, ni un programa actualizado de ingeniería de tránsito, por lo que es necesaria la organización de la estructura de las vialidades del transporte público y privado para propiciar una mejor circulación vehicular, lo cual reducirá las emisiones de contaminantes atmosféricos en los municipios.

Beneficios esperados

- Contar con una mejor estructura vial.
- Mejorar el sistema de transporte que circula en la ZMC.
- Reducir las emisiones generadas por el transporte público y privado.
- Contribuir al logro de las metas globales planteadas en el PROAIRE generadas por fuentes móviles (CO, NO_x y COV)

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.1.2.1 Desarrollar e implementar un programa de vialidad y transporte de la ZMC.	SDUOP, Municipios				
6.1.2.2 Revisar y actualizar los Reglamentos de Transporte Urbano de los Municipios.	Secretaría de Gobierno del Estado, Municipios				
6.1.2.3 Vigilar la aplicación del Reglamento de Transporte Público.	Secretaría de Gobierno del Estado, Municipios				
6.1.2.4 Desarrollar un programa para la renovación del parque vehicular.	CEAMA, Municipios				
6.1.2.5 Realizar acciones de mejoramiento y mantenimiento vial de los municipios de la ZMC.	SDUOP, Secretaría de Gobierno del Estado, Municipios				
6.1.2.6 Promover el uso colectivo de vehículos particulares.	CEAMA, Secretaría de Gobierno del				



	Estado Municipios				
6.1.2.7 Promover el uso del transporte no motorizado.	CEAMA Municipios				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

Costo: \$250,000.00

Instrumentación

Los municipios gestionarán o en su caso destinarán, el presupuesto requerido para su elaboración e implementación; asimismo en coordinación con la CEAMA, gestionarán ante el Gobierno del Estado de Morelos y con los concesionarios la renovación de flotillas. Para el desarrollo del Programa de Mejoramiento Vial, será necesario elaborar un acuerdo de colaboración entre el Gobierno del Estado de Morelos y el Instituto Mexicano del Transporte.

Actores Involucrados

SDUOP, Secretaría de Gobierno del Estado, CEAMA y áreas administrativas municipales correspondientes conforme a sus respectivos reglamentos y/o aquellas que sean designadas por los Presidentes Municipales.

6.1.3 Reducir las emisiones generadas por vehículos pesados con motores a diesel de transporte federal, de carga local y pasajeros

Objetivo

Disminuir las emisiones contaminantes provenientes de vehículos pesados con motores a diesel, mediante el reforzamiento de los programas de verificación vehicular federal y local, y de la implementación de programas para mejorar las prácticas operativas y el uso de la energía.

Justificación

Los vehículos a diesel contribuyen con aproximadamente el 33% de las emisiones de partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀). La verificación de este tipo de vehículos se rige por la NOM 045-SEMARNAT-2006, que es una norma que requiere una evaluación cualitativa de la emisión de partículas. Por lo anterior, es necesario que aquellos vehículos que circulan dentro de los Municipios cuenten con un engomado de verificación y el certificado correspondiente.



Beneficios esperados

- Reducir las emisiones de los vehículos de transporte federal, local de carga y de pasajeros, para que cumplan con los límites máximos permisibles especificados en la normatividad aplicable.
- Contribuir al logro de las metas globales planteadas en el PROAIRE generadas por fuentes móviles (CO, NO_x, COV y PM₁₀)

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.1.3.1 Implementar y promover el programa de verificación vehicular del transporte federal, de carga local y de pasajeros.	SCT, SEMARNAT, CEAMA, Municipios				
6.1.3.2 Aplicar y verificar el cumplimiento de la NOM-045-SEMARNAT-2006 en vehículos pesados federales y locales con motores a diesel.	SCT, SEMARNAT, CEAMA, Municipios				
6.1.3.3 Identificar la necesidad de instalar y operar más centros de verificación vehicular para el transporte federal dentro de los municipios o en los municipios circunvecinos.	SCT, CEAMA, Municipios				
6.1.3.4 Promover programas de ahorro de combustible y reducción de emisiones contaminantes en transporte de carga y pasajeros.	SEMARNAT, CEAMA SCT, Municipios				
6.1.3.5 Promover la modernización del transporte de carga y pasaje, mediante la aplicación del Programa de Transporte Limpio.	Municipios, SEMARNAT				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.



Costo no estimado

Instrumentación

La CEAMA en coordinación con los municipios gestionarán ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes el cumplimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria de Emisiones Contaminantes para Unidades del Servicio Público Federal, requiriéndole se realicen operativos en los municipios de la ZMC para la detección de vehículos sin verificar y aquellos que sean ostensiblemente contaminantes, a fin de que se cumpla con la NOM-045-SEMARNAT-2006.

Actores Involucrados

SEMARNAT, SCT y CEAMA y áreas administrativas municipales correspondientes conforme a sus respectivos reglamentos y/o aquellas que sean designadas por los Presidentes Municipales.

6.1.4 Fortalecer el programa de detección de vehículos ostensiblemente contaminantes del transporte público y privado de los municipios

Objetivo

Reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes móviles que circulan en los municipios, mediante el control de vehículos ostensiblemente contaminantes.

Justificación

Los vehículos que no se encuentran en condiciones óptimas de servicio por falta de mantenimiento, liberan a la atmósfera mayores emisiones contaminantes durante su operación, principalmente de CO, NOx, HC y PM₁₀ debido a procesos de combustión incompleta o a la operación incorrecta de sus sistemas electromecánicos, por lo que es necesario restringir su circulación a fin de que se les dé el mantenimiento correspondiente.

Beneficios esperados

- Reducir emisiones de CO, NOx, COV y PM₁₀ provenientes de fuentes móviles ostensiblemente contaminantes.
- Contar con un programa para el control de vehículos ostensiblemente contaminantes.



CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.1.4.1 Aplicar de manera generalizada en los municipios el programa para la detección de vehículos ostensiblemente contaminantes, mediante la firma de un convenio.	CEAMA, Municipios				
6.1.4.2 Promover la reducción a 8 años la antigüedad promedio de los vehículos oficiales de los municipios.	Municipios				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

Costo Estimado: \$100,000.00

El costo para la reducción de la edad promedio de vehículos oficiales no ha sido estimado.

Instrumentación

Para asegurar su implementación, las instancias participantes deberán considerar la firma de convenios y el presupuesto necesario por parte de los municipios para su cumplimiento.

Actores Involucrados

CEAMA y áreas administrativas municipales correspondientes conforme a sus respectivos reglamentos y/o aquellas que sean designadas por los presidentes municipales.

6.1.5 Reducir las emisiones provenientes de fuentes fijas

Objetivo

Reducir las emisiones generadas por el sector industrial de jurisdicción federal, estatal y municipal, a través de la implementación de programas de regulación, inspección y vigilancia que promuevan el cumplimiento de la normatividad en materia de emisiones a la atmósfera.



Justificación

Fortalecer la regulación, inspección y vigilancia en materia de atmósfera, de la industria de jurisdicción federal, estatal y municipal ubicada en los municipios de la ZMC, a través del cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de acuerdo a la normatividad aplicable.

Beneficios esperados

- Prevenir, reducir y controlar las emisiones contaminantes a la atmósfera de las fuentes fijas de jurisdicción federal, estatal y municipal.
- Verificar el cumplimiento de la normatividad.
- Regular a los establecimientos industriales asentados en los municipios.
- Contar con un directorio de los establecimientos industriales de los municipios.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.1.5.1 Regular el 100% de las fuentes fijas federales.	SEMARNAT PROFEPA				
6.1.5.2 Regular el 100% de las fuentes fijas estatales.	CEAMA				
6.1.5.3 Regular el 100% de los comercios y servicios.	MUNICIPIOS				
6.1.5.4 Realizar visitas de inspección y de verificación a empresas de jurisdicción federal, estatal y municipal.	PROFEPA, CEAMA, Municipios				
6.1.5.5 Promover la autorregulación de la industria mediante la adhesión a los Programas Voluntarios de Gestión.	PROFEPA, Municipios, CEAMA				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

Costo no estimado



Instrumentación

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la CEAMA y los Municipios mantendrán actualizado el padrón de establecimientos industriales y de servicios de acuerdo a sus respectivas competencias. A partir de los directorios se implementarán programas de reducción de emisiones para dichos establecimientos, a través de los instrumentos jurídicos aplicables.

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, la CEAMA, la Secretaría de Salud del Estado y en su caso los Municipios, realizarán visitas de inspección y verificación, así como otras actividades relacionadas, a fin de identificar empresas irregulares y verificar el cumplimiento de la normatividad en el ámbito de sus respectivas competencias.

Se coordinarán la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la CEAMA y los Municipios para revisar los procedimientos establecidos, con la finalidad de analizar la simplificación de trámites administrativos para la regulación de fuentes fijas de jurisdicción Federal, Estatal y Municipal.

Actores Involucrados

CEAMA, PROFEPA, SEMARNAT, y áreas administrativas municipales correspondientes conforme a sus respectivos reglamentos y/o aquellas que sean designadas por los Presidentes Municipales.

6.1.6 Reducir emisiones de gases de efecto invernadero por el manejo y disposición final de residuos

Objetivo

Elaborar los programas municipales de gestión y manejo integral de los residuos sólidos, que tenga entre sus principales objetivos, la eliminación de tiraderos a cielo abierto; la creación de infraestructura adecuada a las diversas corrientes de residuos y la disminución del volumen de gases generados en los procesos de descomposición de los residuos.

Justificación

Actualmente existen numerosos tiraderos a cielo abierto donde los residuos son frecuentemente quemados sin control, lo que genera importantes emisiones de contaminantes atmosféricos. Por otro lado, existen modernas tecnologías que pueden aplicarse a los rellenos sanitarios para disminuir emisiones de carbono y metano, entre otros contaminantes. El propósito es tener mayor control e infraestructura adecuada con todas las ventajas ambientales que ello implica y, particularmente, en la disminución de gases con efecto invernadero.



Beneficios esperados

- Disminuir las emisiones de metano, dióxido de carbono, benceno y óxido nitroso generadas en los basureros y/o rellenos sanitarios que no cumplen las especificaciones normativas y buenas prácticas de ingeniería.
- Contar con fuentes alternas de generación de energía para satisfacer demandas locales.
- Incorporar a los municipios en Proyectos de Desarrollo Limpio que suponen ingresos económicos.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.1.6.1 Desarrollar el Programa Regional (ZMC) de Manejo de Residuos Sólidos.	CEAMA, Municipios				
6.1.6.2 Implementar el Programa Regional de Manejo de Residuos Sólidos.	CEAMA, Municipios				
6.1.6.3 Clausura de tiraderos a cielo abierto.	CEAMA, Municipios, PROFEPA				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

Costo estimado: \$6, 000,000.00

El costo para la clausura de tiraderos a cielo abierto no ha sido estimado.

Instrumentación

El caso de los tiraderos es relevante no sólo por sus emisiones de gases, particularmente metano, sino porque éstos pueden convertirse en Proyectos de Desarrollo Limpio mediante los cuales, no sólo dejarían de ser un problema ambiental, sino que podrían convertirse en fuente de ingresos y generación de energía limpia para los municipios.

La CEAMA en coordinación con los municipios y actores involucrados llevarán a cabo la revisión y ejecución de las acciones, así como el seguimiento al programa operativo anual de cada municipio.



Actores Involucrados

CEAMA, PROFEPA, y áreas administrativas municipales correspondientes conforme a sus respectivos reglamentos y/o aquellas que sean designadas por los Presidentes Municipales.

6.1.7 Reducir las emisiones por fuentes de área

Objetivo

Regular y verificar los establecimientos de jurisdicción municipal y reducir las emisiones de partículas suspendidas en los municipios de la ZMC

Justificación

Las fuentes de área contribuyen aproximadamente con el 35% de los COV, el 5% de NO_x y el 32% de partículas PM₁₀, provenientes de las emisiones totales de los municipios. Por lo que es necesario establecer acciones específicas para la disminución de emisiones enfocadas a estos contaminantes.

Beneficios esperados

- Regular los establecimientos de jurisdicción municipal
- Reducir las emisiones de COV, NO_x y partículas suspendidas

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.1.7.1 Revisar y en su caso adecuar el marco jurídico municipal para la regulación de comercios y servicios.	Municipios				
6.1.7.2 Verificar las condiciones y mantenimiento de equipos de combustión y buenas prácticas sobre manejo de gas y otros combustibles en establecimientos de jurisdicción municipal.	Municipios				
6.1.7.3 Integrar al 100% el padrón de hornos de cerámicas asentados en	Municipios				



los municipios.					
6.1.7.4 Realizar visitas de verificación y de inspección hasta cubrir el 100% de los talleres cerámicos.	CEAMA, Municipios				
6.1.7.5 Realizar inspecciones para revisar el correcto funcionamiento de los equipos presurizados y de gas utilizados en los talleres cerámicos.	Municipios				
6.1.7.6 Cumplir con el programa de pavimentación de vialidades municipales.	SDUOP, Municipios				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

Costo Estimado: \$2,000,000.00

El costo para la pavimentación no ha sido estimado

Instrumentación

Los municipios de la ZMC a través de las áreas administrativas involucradas de acuerdo a sus reglamentos, instrumentará un Sistema de Información Geográfica que permita actualizar anualmente el número de establecimientos de jurisdicción municipal para su regulación. Asimismo, instrumentarán las acciones necesarias para llevar a cabo los programas de pavimentación respectivos.

Actores Involucrados

CEAMA, áreas administrativas municipales correspondientes conforme a sus respectivos reglamentos y/o aquellas que sean designadas por los Presidentes Municipales y Protección Civil.

6.2 Medición, estimación e investigación

6.2.1 Actualizar el inventario de emisiones

Objetivo

Contar con información actualizada de las emisiones provenientes de diversas fuentes a través de la actualización del inventario de emisiones año base 2008.



Justificación

Es necesario mantener actualizado el Inventario de Emisiones en los municipios de la ZMC, a fin de contar con un instrumento que permita identificar y cuantificar el impacto de las emisiones generadas por cada una de las fuentes. Con ello se podrá evaluar la eficacia de las medidas implementadas, y reorientar las líneas de acción de acuerdo al tipo de contaminante y fuente generadora. Esta información servirá como insumo para modelación y pronóstico de la dispersión de los contaminantes atmosféricos.

Beneficios esperados

- Contar con información específica para evaluar el impacto de las medidas implementadas.
- Generar proyecciones de escenarios futuros.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.2.1.1 Mantener actualizado el inventario de emisiones y publicar los resultados.	SEMARNAT, CEAMA, Municipios				
6.2.1.2 Proyectar escenarios futuros sobre emisiones en los Municipios.	SEMARNAT, CEAMA, Municipios				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

Costo Estimado: \$1, 500,000.00

Instrumentación

Mediante la Coordinación de la SEMARNAT, CEAMA y las áreas administrativas de los municipios que de acuerdo al reglamento correspondan, se hará la planeación del desarrollo del inventario. Se pretende hacer la actualización año base 2008 durante el ejercicio 2009-2011. Para garantizar el cumplimiento del objetivo, las dependencias involucradas deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.



Actores Involucrados

SEMARNAT, CEAMA y áreas administrativas municipales correspondientes conforme a sus respectivos reglamentos y/o aquellas que sean designadas por los Presidentes Municipales.

6.2.2 Fortalecer y ampliar la red de monitoreo de calidad del aire

Objetivo

Garantizar la generación continua de información confiable sobre el comportamiento de los contaminantes criterio y variables meteorológicas en la ZMC, mediante una adecuada operación y mantenimiento de los componentes del sistema de monitoreo atmosférico.

Justificación

El fortalecimiento de las capacidades de medición de la calidad del aire es fundamental para contar con información suficiente en cantidad y calidad que permita cumplir con algunos de los siguientes objetivos:

1. Proveer al público en general, información sobre los niveles de contaminación en aire.
2. Contar con información suficiente que permita comparar los niveles de contaminación en el aire con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de Calidad del Aire.
3. Determinar la concentración más alta de cada contaminante en la región.
4. Determinar las concentraciones típicas a las cuales la población está expuesta.
5. Determinar el impacto que tienen las fuentes de emisión en la calidad del aire de la región.
6. Evaluar la eficacia de las acciones comprometidas en el Proaire.

De las cuatro estaciones fijas de monitoreo con que cuenta el estado de Morelos, solo una está ubicada dentro de la ZMC (Palacio de Gobierno, Cuernavaca) que cuenta con equipos de medición de cinco contaminantes criterio. También se realizan mediciones de parámetros ambientales. Sin embargo, la representatividad de la estación de monitoreo es limitada, por lo que surge la necesidad de contar con otras estaciones de monitoreo atmosférico y posiblemente medir otros contaminantes, como: PM_{2.5} e hidrocarburos. Sin embargo, para asegurar una correcta operación y mantenimiento de esta infraestructura, así como para realizar una adecuada validación y análisis de la información generada; será fundamental instrumentar programas de capacitación del personal técnico, programas de control y aseguramiento de la calidad en las mediciones; y contar



oportunamente con recursos económicos suficientes que aseguren la adecuada operación de los equipos.

En un futuro se estima, se contará con las capacidades para correr modelos de dispersión y transporte de contaminantes que permita realizar pronósticos del comportamiento de los contaminantes atmosféricos, apoyando la toma de decisiones en materia de gestión de la calidad del aire.

Beneficios esperados

- Contar con información oportuna y confiable de calidad del aire en la ZMC.
- Tener un pronóstico sobre la calidad del aire, que permita la toma oportuna de decisiones.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.2.2.1 Instalar y operar estaciones automáticas de monitoreo atmosférico, para la medición de contaminantes criterio y parámetros meteorológicos.	CEAMA, INE, Municipios				
6.2.2.2 Instrumentar un sistema de control y aseguramiento de calidad que incluya, operación, mantenimiento y calibración de los componentes de las estaciones de monitoreo atmosférico.	INE, CEAMA, Municipios				
6.2.2.3 Elaborar y aplicar protocolos y procedimientos para el manejo, validación y análisis de la información de monitoreo atmosférico generada.	INE, CEAMA				
6.2.2.4 Implementar programas de capacitación en	INE, CEAMA				



monitoreo atmosférico y análisis de datos de calidad del aire.					
6.2.2.5 Determinar las necesidades de crecimiento de la cobertura de la red de monitoreo, así como la ubicación de las mismas e incluir mediciones para contaminantes específicos.	INE, CEAMA, Municipios				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

Costo estimado: \$ 8, 000,000.00

Instrumentación

La CEAMA en coordinación con el Instituto Nacional de Ecología (INE), a través de la Dirección General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (DGCENICA), determinarán las necesidades de monitoreo de los contaminantes criterio y de otros contaminantes, que permitan contar con un diagnóstico más preciso sobre la calidad del aire en la zona, sus fuentes y sus efectos. Además se fortalecerán las capacidades del personal técnico a fin de consolidar la operación del sistema de monitoreo en conjunto. Cabe mencionar que para garantizar el cumplimiento de estos objetivos, la CEAMA deberá estimar los costos derivados de las acciones correspondientes e incluirlos en su programa de operación anual.

Actores Involucrados

CEAMA, INE y áreas administrativas municipales correspondientes conforme a sus respectivos reglamentos y/o aquellas que sean designadas por los Presidentes Municipales.

6.2.3 Modelar la dinámica atmosférica, la dispersión y reacción de contaminantes en la ZMC

Objetivo

Disponer de información de las trayectorias de los contaminantes bajo diferentes escenarios meteorológicos para el posterior diagnóstico de los efectos en la salud de la población.

Justificación



En la ZMC no se cuenta con información histórica de calidad del aire ni se han efectuado estudios de modelación tendientes a determinar el posible transporte de contaminantes provenientes de la ZMVM. Asimismo, presenta condiciones muy particulares de emisiones vehiculares generadas por la afluencia de vacacionistas.

En adición, es importante conocer el comportamiento espacial y temporal de los contaminantes atmosféricos en la zona, con el fin de determinar la posible ubicación de estaciones de monitoreo atmosférico, así como para la planeación de medidas y acciones para el mejoramiento de la calidad del aire.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.2.3.1 Modelar la calidad del aire en la ZMC.	INE, CEAMA, UAEM				
6.2.3.2 Evaluar el comportamiento y efecto de los contaminantes atmosféricos.	CEAMA, UAEM Tecnológico de Zacatepec				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

Costo estimado: \$ 800,000.00

Instrumentación

La modelación se llevará a cabo a través de la aplicación de un modelo comercial de calidad del aire y se alimentará con la información meteorológica disponible y los datos de emisiones del inventario desarrollado para el PROAIRE. Las corridas serán realizadas por instituciones de investigación y educación superior.

Actores Involucrados

INE, CEAMA, UAEM y Tecnológico de Zacatepec.

6.2.4 Diagnosticar los efecto de la contaminación del aire en la ZMC en la salud pública

Objetivo

Fortalecer la vigilancia epidemiológica para contar con información específica de la zona sobre los efectos a la salud ocasionados por la contaminación atmosférica.



Justificación

El objetivo principal del PROAIRE es mejorar la calidad del aire con fines de protección de la salud de los habitantes de la ZMC, por lo que es necesario sistematizar, ampliar y desarrollar indicadores epidemiológicos relacionados con la calidad del aire.

Beneficios esperados

- Contar con información que permita desarrollar acciones para reducir los posibles efectos a la salud a corto y mediano plazo, tanto en grupos de riesgo como en la población en general.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.2.4.1 Ampliar el Sistema de Vigilancia Epidemiológica en la ZMC.	COFEPRIS, SSM, INSP				
6.2.4.2 Generar información de morbilidad y mortalidad asociada a la contaminación atmosférica.	SSM, INSP, CEAMA, INE, CENICA				
6.2.4.3 Modelar la información generada por el Sistema de Vigilancia Epidemiológica	COFEPRIS, SSM				
6.2.4.4 Diseñar programas de prevención en materia de salud.	SSM				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

Costo no estimado

Instrumentación

La Secretaría de Salud del Estado a través de la Jurisdicción Sanitaria Regional, la Dirección General de Protección contra Riesgos Sanitarios, la Dirección General de Servicios de Salud y los Municipios coordinarán las actividades que lleven a cabo los grupos de investigación. Para garantizar el cumplimiento del objetivo la CEAMA proporcionará a la SSM la información generada en las casetas de monitoreo atmosférico y en su caso los resultados de los estudios realizados a los filtros de partículas



suspendidas totales por el Centro Nacional de Investigación de la Calidad del Aire. Las dependencias involucradas deberán estimar los costos de las acciones e incluirlos en sus programas operativos anuales.

Actores Involucrados

COFEPRIS, SSM, INSP, CEAMA, CENICA

6.2.5 Actualizar el inventario de fuentes industriales, comerciales y de servicios en la ZMC

Objetivo

Contar con un padrón actualizado de las industrias, comercios y servicios de la ZMC con emisiones potenciales de contaminantes al aire.

Justificación

Para desarrollar un inventario de emisiones confiable es necesario contar con un padrón actualizado de los establecimientos industriales y comerciales en la zona. Asimismo, la localización de los parques industriales o zonas comerciales de alta intensidad permiten la planeación de medidas para mitigar los efectos de sus emisiones.

Beneficios esperados

- Contar con información básica para desarrollar programas específicos de control de la contaminación atmosférica.
- Identificar las actividades productivas en las que sea prioritario implementar medidas para disminuir sus emisiones.
- Fortalecer a los sectores productivos en el ámbito empresarial.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.2.5.1 Desarrollar y actualizar el padrón de establecimientos comerciales y de servicios en los municipios de la ZMC.	Municipios, SDE, CEAMA.				
6.2.5.2 Actualizar el padrón industrial de los municipios de la ZMC	Municipios, CEAMA, SDE, SEMARNAT				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.



Costo estimado: \$ 500,000.00

Instrumentación

CEAMA, la SDE, la SEMARNAT y los municipios de la ZMC a través de las áreas administrativas involucradas de acuerdo a sus reglamentos, definirán los listados de giros industriales y comerciales que deberán incluirse en los padrones y se revisarán las fuentes y mecanismos para la compilación de la información conducente

Actores Involucrados

CEAMA, SDE, SEMARNAT y áreas administrativas municipales correspondientes conforme a sus respectivos reglamentos y/o aquellas que sean designadas por los Presidentes Municipales.

6.3 Planeación

6.3.1 Articular los planes y programas de gestión territorial con el tema de calidad del aire

Objetivo

Fomentar la planeación del desarrollo y crecimiento ordenado de la Zona Metropolitana de Cuernavaca, a través de la integración de enfoques relacionados con la prevención y control de la contaminación del aire en las políticas y planes de desarrollo y ordenamiento ecológico estatal y municipal,

Justificación

Las acciones y políticas públicas encaminadas a mantener condiciones deseables de calidad del aire no serán efectivas si se planean a partir de un único programa sectorial, ya que en el mejoramiento de la calidad del aire intervienen diversas organizaciones y programas, como las oficinas públicas locales y federales encargadas de regular las actividades sectoriales en materia de gestión y ordenamiento territorial, así como las diferentes actividades productivas que generan emisiones de contaminantes al aire como el transporte, la industria, el comercio y los servicios

La aplicación de los diversos instrumentos de política ambiental como las manifestaciones de impacto ambiental, las auditorías y las normas oficiales mexicanas, inciden favorablemente en la gestión de la calidad del aire. Sin embargo, otros instrumentos de gestión territorial, particularmente en el estado de Morelos, no incluyen aspectos relacionados al tema de calidad del aire.



El Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2007-2012 (PDU) presenta la evaluación de la capacidad para los asentamientos humanos y su infraestructura y otro tema relativo al análisis de riesgos, pero en ninguno de estos capítulos se incluye el tema de calidad del aire. Asimismo, el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (PEOT) tampoco incluye criterios de control o regulación de emisiones en ninguna Unidad de Gestión Ambiental.

Por su parte, los programas municipales de desarrollo urbano deberán ser actualizados para incluir en sus objetivos, regulaciones y zonificación, estrategias y acciones en materia de control de emisiones al aire.

Beneficios esperados

- Lograr una estrecha relación entre los instrumentos de política ambiental y los objetivos del PROAIRE de la ZMC.
- Desarrollar y aplicar herramientas para dar seguimiento a los programas de ordenamiento territorial, desarrollo urbano y sus aplicaciones en el mejoramiento de la calidad del aire.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.3.1.1 Publicar el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial Sustentable.	CEAMA				
6.3.1.2 Actualizar el Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2007-2012.	SDUOP, CEAMA				
6.3.1.3 Elaborar, publicar y aplicar los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial de los municipios de la ZMC.	Municipios, CEAMA				
6.3.1.4 Actualizar los programas de desarrollo urbano de los municipios de la ZMC.	Municipios				
6.3.1.5 Vigilar el cumplimiento de los ordenamientos ecológicos municipales.	CEAMA, Municipios				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

Costo estimado: \$ 4,500,000.00

Instrumentación



Es necesaria la coordinación entre las tres instancias de gobierno en materia de ordenamiento ecológico territorial, y con los diferentes sectores de la sociedad organizada, para definir y establecer un programa de acciones concertadas que permitan dirigir la ocupación y el aprovechamiento del territorio, desde un enfoque sistémico.

Los ordenamientos y programas de desarrollo urbano deberán contar con cartografía usando como base ortofotos digitales y de manera complementaria, la cartografía del INEGI. Para centros de población, en algunos casos sería necesario el uso de escalas mayores. Es importante homologar el proceso de uso y elaboración de la cartografía, así como las metodologías a emplear en el desarrollo de los programas de los diferentes municipios, para que sean comparables. Asimismo, es deseable establecer un horizonte de planeación de 10 años, en congruencia con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Morelos.

Actores Involucrados

CEAMA, SDUOP y áreas administrativas municipales correspondientes conforme a sus respectivos reglamentos y/o aquellas que sean designadas por los Presidentes Municipales.

6.3.2 Actualizar la legislación y la normatividad existentes e impulsar la creación de nuevas normas y procedimientos de regulación

Objetivo

Actualizar el marco jurídico vigente para mejorar la regulación de las emisiones contaminantes atmosféricas en la ZMC.

Justificación

Actualmente dentro del plan de normalización la federación trabaja en la actualización de las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) 085, 041 y 045, cuyos campos de aplicación podrán inducir reducciones importantes de emisiones en los sectores transporte e industria.

También es necesaria la instrumentación de la Licencia Ambiental Única y la Cédula de Operación Anual (COA), y del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) a nivel estatal. Debe destacarse que, el marco legal del RETC requiere su instrumentación en las entidades federativas y en los municipios, para lograr acopiar información ambiental y vincularla a políticas y estrategias públicas.



Otra oportunidad de mejoras regulatorias a nivel estatal consiste en la actualización de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos y la elaboración de sus reglamentos y normas técnicas.

Beneficios esperados

- Contar con NOM's actualizadas que permitan mayores reducciones de las emisiones de contaminantes.
- Regular mediante la Licencia Ambiental Única y la Cédula de Operación Anual, las emisiones de fuentes fijas.
- Generar información mediante el RETC, como base para la formulación de políticas públicas y la alimentación de la base de datos nacional y local.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.3.2.1 Revisar y actualizar las Normas Oficiales Mexicanas (085, 041, 045).	SEMARNAT, PROFEPA, SS, COFEPRIS				
6.3.2.2 Actualizar la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos.	CEAMA, Municipios				
6.3.2.3 Elaborar el reglamento estatal en materia de calidad del aire.	CEAMA, Municipios				
6.3.2.4 Revisar normas técnicas estatales en materia de calidad del aire.	CEAMA, Municipios				
6.3.2.5 Instrumentar la Licencia Ambiental Única.	CEAMA, SEMARNAT				
6.3.2.6 Instrumentar la Cédula de Operación Anual.	CEAMA, SEMARNAT				
6.3.2.7 Firmar convenio de colaboración para instrumentar el RETC estatal.	CEAMA, SEMARNAT				
6.3.2.8 Instrumentar el RETC estatal.	CEAMA, SEMARNAT				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

Costo estimado: \$ 800,000.00



Instrumentación

La revisión y actualización de las Normas Oficiales Mexicanas rebasa el ámbito local y su instrumentación implica un intenso trabajo de varias instancias del gobierno federal. La creación y adecuación de los instrumentos legales estatales se realiza bajo los procedimientos establecidos en la legislación local.

Actores Involucrados

SEMARNAT, PROFEPA, Secretaría de Salud, CEAMA y áreas administrativas municipales correspondientes conforme a sus respectivos reglamentos y/o aquellas que sean designadas por los Presidentes Municipales.

6.4 Fortalecimiento institucional

6.4.1 Fortalecer el área de calidad del aire de la CEAMA

Objetivo

Fortalecer los recursos humanos y financieros del Departamento de Prevención y Control de la Contaminación.

Justificación

Para llevar a cabo varias de las acciones derivadas de este Programa y continuar con las que ya están en marcha, es indispensable que la CEAMA cuente con el personal necesario y suficiente para tal fin. La operación eficiente de las estaciones de monitoreo requiere incrementar su disposición de recursos humanos y financieros a efecto de contar con el mantenimiento preventivo y correctivo adecuado de los equipos, los consumibles necesarios y la capacitación permanente del personal. La actual plantilla del Departamento de Prevención y Control de la Contaminación es insuficiente para desarrollar las diversas tareas del área.

Beneficios esperados

Contar con personal suficiente y calificado para operar y dar seguimiento a las acciones propuestas en este Programa.



CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.4.1.1 Contratar más personal en el Departamento de Prevención y Control de la Contaminación, dedicado al tema de calidad del aire.	CEAMA				
6.4.1.2 Gestionar la asignación de mayores recursos presupuestales para que el área a cargo del PROAIRE esté en posibilidades de contratar especialistas y contar con la infraestructura y equipamiento requerido.	CEAMA				

Costo Estimado: \$500,000.00

Instrumentación

CEAMA justificará las necesidades de personal y presupuesto para la consecución de las medidas del Programa, de conformidad a la disponibilidad presupuestal.

Actores Involucrados: CEAMA.

6.4.2 Promover la creación de fuentes de financiamiento alternativas que permitan el cumplimiento de las medidas del Programa

Objetivo

Obtener recursos financieros que permitan la viabilidad económica para la ejecución de las medidas del Programa.

Justificación



El Programa plantea medidas a mediano y largo plazo, así como programas específicos, para los cuales se requiere contar con financiamiento que garantice la suficiencia de recursos, con la finalidad de cubrir los costos de implementación y operación.

Beneficios esperados

- Identificar fuentes de financiamiento complementarias a la disponibilidad no esté condicionada a una autorización presupuestal anual.
- Obtener financiamiento que permita el desarrollo de las acciones.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.4.2.1 Identificar y conseguir fuentes de financiamiento viables para el desarrollo del Programa.	Grupos de Trabajo**				
6.4.2.2 Definir los procedimientos para la preparación y financiamientos de proyectos integrales.	Grupos de Trabajo**				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

**Grupos de Trabajo conformados en el Comité de Evaluación y Seguimiento.

Costo no estimado

Instrumentación

Una vez definidos formalmente los proyectos y programas de ejecución, los grupos de trabajo revisarán las diferentes fuentes de financiamiento existentes que puedan aplicarse en cada caso. Ciertas medidas requerirán la coordinación de los gobiernos federal, estatal y municipal y el sector privado para la obtención de recursos financieros asociaciones

Actores Involucrados: Grupos de Trabajo conformados en el Comité de Evaluación y Seguimiento.

6.5 Comunicación y educación ambiental



6.5.1 Desarrollar un índice de calidad del aire y de un código de colores

Objetivo

Desarrollar y aplicar un índice de calidad del aire para la ZMC.

Justificación

La información del estado de la calidad del aire es pública y por tanto, los habitantes de la ZMC tienen derecho a conocerla. Esto es particularmente importante cuando la calidad del aire no sea satisfactoria y las personas deben conocer los riesgos a que quedan expuestos y las recomendaciones para proteger su salud.

Beneficios esperados

- Informar en forma oportuna y sencilla a la población las condiciones de la calidad del aire.
- Disponer de un instrumento de fácil acceso que oriente a la población sobre los riesgos y precauciones que deben de tomarse en función del valor y color del índice de calidad del aire

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.5.1.1 Desarrollar el Índice de Calidad del Aire	CEAMA				
6.5.1.2 Diseñar e implementar una estrategia de comunicación	CEAMA				
6.5.1.3 Informar sistemáticamente a la población las condiciones de calidad del aire a través del código de colores.	CEAMA, municipios.				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

Costo Estimado: \$300,000.00

Instrumentación

La CEAMA deberá de implementar un sistema de aseguramiento y control de calidad de los datos de calidad del aire generados por el sistema de monitoreo atmosférico de la ZMC. Posteriormente con base en los índices de calidad del aire existentes en el país al que se plante en una Norma Oficial Mexicana, se adaptará el índice específico para la



ZMC. Éste índice estará basado en un código de colores para que los habitantes de la ZMC identifiquen cual es la calidad del aire y las acciones que deben llevar a cabo para proteger su salud.

Actores Involucrados

CEAMA, áreas administrativas municipales correspondientes conforme a sus respectivos reglamentos y/o aquellas que sean designadas por los Presidentes Municipales.

6.5.2 Desarrollar e implementar una estrategia integral de educación ambiental

Objetivo

Fomentar la conciencia y cultura ambiental en la población, por medio de la difusión de temas ambientales en diferentes foros y medios.

Justificación

Los municipios de la ZMC tienen una problemática ambiental propia, debido a su acelerado crecimiento durante los últimos años, lo cual hace necesario inducir una conducta responsable por parte de sus habitantes hacia el medio ambiente

Beneficios esperados.

- Población atenta, participativa e informada, con cultura y conciencia ambiental de los problemas ocasionados por la contaminación del aire.
- Compromiso de los diferentes sectores para participar activamente en la solución al problema de calidad del aire.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acciones	Responsable*	2009	2010	2011	2012
6.5.2.1 Fomentar la participación de la población escolar en materia de cultura mediante la realización de la Cumbre Infantil Morelense de Medio	CEAMA SEMARNAT MUNICIPIOS IEBEM CONAGUA				



Ambiente.					
6.5.2.2 Incluir en los programas públicos de educación ambiental, el tema de calidad del aire.	CEAMA, Municipios, SEMARNAT				
6.5.2.3 Fomentar la cultura ambiental a través de la realización de talleres.	CEAMA, Municipios				
6.5.2.4 Publicar y difundir materiales impresos en materia ambiental.	CEAMA, Municipios				

*Áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo a los reglamentos.

Costo Estimado: \$15,000,000.00

Instrumentación.

En el fomento a la cultura ambiental deberán participar todos los sectores de la sociedad a fin de establecer las estrategias y acciones específicas en materia de educación ambiental. En su instrumentación será necesaria la coordinación entre los sectores educativo y ambiental de los tres órdenes de gobierno, quienes definirán metas y compromisos de incorporación y desarrollo de programas específicos de educación ambiental formal e informal.

Dichos programas requerirán de un seguimiento permanente y esquemas de evaluación anual de los resultados

Actores involucrados.

SEMARNAT, CONAGUA, IEBEM, CEAMA, áreas administrativas municipales correspondientes conforme a sus respectivos reglamentos y/o aquellas que sean designadas por los Presidentes Municipales, representantes de los diversos sectores sociales, económicos y políticos de los municipios de la ZMC, medios de comunicación estatales y locales, Instituciones educativas y de investigación, organizaciones de la sociedad civil y población en general.

Resumen de medidas

Estrategia	Medida	Costo Estimado	Actores Involucrados
6.1 Prevención y control de la contaminación	Por fuentes móviles		
	6.1.1 Reducción de emisiones generadas por fuentes móviles.	\$500,000.00	CEAMA y Municipios
	6.1.2 Mejorar la estructura vial y el transporte público privado.	\$ 250,000.00	SDUOP, SG, CEAMA y Municipios
	6.1.3 Reducir las emisiones generadas por vehículos pesados con motores a diesel de transporte federal, de carga local y pasajeros.	Costo no estimado	CEAMA, SCT, SEMARNAT y Municipios
	6.1.4 Fortalecer el programa de detección de vehículos ostensiblemente contaminantes del transporte público y privado de los municipios.	\$100,000.00	CEAMA y Municipios
	Por fuentes fijas		
	6.1.5 Reducir las emisiones provenientes de fuentes fijas.	Costo no estimado	SEMARNAT, CEAMA, Municipios y PROFEPA
	Por fuentes de área		
	6.1.6 Reducir emisiones de gases de efecto invernadero por el manejo y disposición final de residuos.	\$ 6,000,000.00	CEAMA, Municipios y PROFEPA
	6.1.7 Reducir las emisiones por fuentes de área.	\$2'000,000.00	CEAMA, Municipios y SEDUOP
6.2 Medición, estimación e investigación	6.2.1 Actualizar el inventario de emisiones.	\$1,500,000.00	SEMARNAT, CEAMA y Municipios
	6.2.2 Fortalecer y ampliar la red de monitoreo de	\$ 8,000,000.00	CEAMA, INE y Municipios

Estrategia	Medida	Costo Estimado	Actores Involucrados
	calidad del aire.		
	6.2.3 Modelar la dinámica atmosférica, la dispersión y reacción de los contaminantes en la ZMC.	\$ 800,000.00	INE, CEAMA, UAEM y Tecnológico de Zacatepec.
	6.2.4 Diagnosticar los efectos de la contaminación del aire en la ZMC en la salud de la población.	Costo no estimado	COFEPRIS, SSM, INSP y CEAMA
	6.2.5 Actualizar el inventario de fuentes industriales, comerciales y de servicios en la ZMC.	\$ 500,000.00	CEAMA, SDE, SEMARNAT y Municipios
6.3 Planeación	6.3.1 Articular los planes y programas de gestión territorial con el tema de calidad del aire.	\$4,500,000.00	SEDUOP, CEAMA y Municipios
	6.3.2 Actualizar la legislación y la normatividad existentes e impulsar la creación de nuevas normas y procedimientos de regulación.	\$ 800,000.00	SEMARNAT, PROFEPA, SS, COFEPRIS, CEAMA y Municipios
6.4 Fortalecimiento institucional	6.4.1 Fortalecer el área de calidad del aire de la CEAMA.	\$ 500,000.00	CEAMA
	6.4.2 Promover la creación de fuentes de financiamiento alternativas que permitan el cumplimiento de las medidas.	Costo no estimado	Grupos de Trabajo
6.5 Comunicación y educación ambiental	6.5.1 Desarrollar un índice de calidad del aire y de un código de colores.	\$ 300,000.00	CEAMA y Municipios
	6.5.2 Desarrollar e implementar una estrategia integral de educación ambiental.	\$ 15,000,000.00	SEMARNAT, CONAGUA, IEBEM, CEAMA y Municipios



7. Seguimiento y Evaluación

7. Seguimiento y evaluación

Para lograr el éxito del Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca 2009-2012, es indispensable definir los mecanismos de evaluación y seguimiento. Para ello, se contará con el apoyo de todos los sectores involucrados, entre los cuales se definirán los responsables de llevar a cabo dichas acciones.

Así, se prevé la creación de un Comité de Seguimiento y Evaluación (CSE), que se encargue de la supervisión general y seguimiento del programa. Dicho Comité estará coordinado por la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente del Estado de Morelos, y se conformará por representantes de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Secretaría de Salud del Estado, Secretaría de Educación del Estado, Gobiernos de los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Emiliano Zapata y Xochitepec, así como integrantes de Instituciones de Educación Superior, Institutos de Investigación y Organizaciones de la Sociedad Civil del Estado de Morelos.

Para garantizar la operatividad del CSE se integrarán siete grupos de trabajo, que permitan la implementación de las estrategias establecidas a través del cumplimiento de las acciones comprometidas; cada grupo tendrá un responsable y quedará de la siguiente manera:

Grupo	Estrategias	Responsable
1	Prevención y control de la contaminación por fuentes móviles	CEAMA
	Prevención y control de la contaminación por fuentes fijas	SEMARNAT
	Prevención y control de la contaminación por fuentes de área	Municipios
2	Medición, estimación e investigación	CEAMA
3	Planeación	CEAMA y municipios
4	Fortalecimiento institucional	CEAMA
5	Comunicación y educación ambiental	CEAMA

Los responsables de cada grupo de trabajo realizarán el seguimiento de cada una de las medidas acordadas y deberán aplicar los indicadores definidos para cada estrategia; asimismo, deberán entregar un informe semestral de cumplimiento y avances al CSE. Éste deberá reunirse al menos cada seis meses y tendrá como funciones principales:

- Recopilar y revisar los informes semestrales de cumplimiento y avances.
- Evaluar, fortalecer y reorientar en su caso los objetivos, metas y acciones del programa de acuerdo a los resultados obtenidos.
- Identificar y proponer estrategias de prevención y reducción de la contaminación del aire en la región, de acuerdo a las evaluaciones realizadas.
- Impulsar la integración de políticas ambientales locales y regionales que permitan el cumplimiento y la continuidad del Programa.
- Elaborar un informe anual sobre los avances de las medidas y acciones incluidas.



- Dar seguimiento, evaluar y difundir los resultados del Programa en todos los sectores de la sociedad.

El CSE convocará a los diversos sectores que participan en la implementación del Programa para establecer grupos de trabajo. Para el buen funcionamiento de éstos, se deberá nombrar un representante de cada instancia involucrada de acuerdo a las medidas consideradas para cada grupo, de manera que participe permanentemente y verifique el cumplimiento de los compromisos adquiridos.

7.1 Desarrollo de Indicadores de desempeño.

Para la evaluación efectiva de este Programa a continuación se incluyen los indicadores mediante los cuales serán evaluadas las medidas implementadas, y que deberán ser incluidos en el primer informe del CSE.

INDICADORES PARA EL PROAIRE DE LA ZMC

ESTRATEGIA	MEDIDA	INDICADOR POR MEDIDA
6.1 Prevención y control de la contaminación	6.1.1 Reducción de emisiones generadas por fuentes móviles	Toneladas reducidas de CO, NOx y COV de las fuentes móviles
	6.1.2 Mejorar la estructura vial y el transporte público privado	Programas publicados
	6.1.3 Reducir las emisiones generadas por vehículos pesados con motores a diesel de transporte federal, de carga local y de pasajeros	Toneladas reducidas de CO, NOx, COV y PM10 del transporte a diesel
	6.1.4 Fortalecimiento del programa de detección de vehículos ostensiblemente contaminantes del transporte público y privado de los municipios	Toneladas reducidas de CO, NOx, COV y PM10 de vehículos que utilizan gasolina como combustible
	6.1.5 Reducir las emisiones provenientes de fuentes fijas	Toneladas reducidas provenientes de las fuentes fijas
	6.1.6 Reducir emisiones de gases de efecto invernadero por el manejo y disposición final de residuos	Toneladas reducidas de GEI provenientes del manejo y disposición final de residuos



	6.1.7 Reducir las emisiones por fuentes de área	Toneladas reducidas de NOx, COV y PM10 provenientes de fuentes de área
6.2 Medición, estimación e investigación	6.2.1 Actualizar el inventario de emisiones	Publicación del inventario de emisiones año base 2008
	6.2.2 Fortalecer y ampliar la red de monitoreo de calidad del aire	Nuevas estaciones de monitoreo en la ZMC incorporarlas al Sinaica
	6.2.3 Modelar la dinámica atmosférica y la dispersión y reacción de los contaminantes en la ZMC	Información generada empleada para tomar decisiones sobre la dispersión de contaminantes y sus efectos en la salud de la población de la ZMC
	6.2.4 Diagnosticar los efectos de la contaminación del aire en la ZMC en la salud de la población	Herramienta desarrollada para diagnosticar los efectos de la contaminación en la ZMC
	6.2.5 Actualizar el inventario de fuentes industriales, comerciales y de servicio	Padrón actualizado anualmente de fuentes industriales, comerciales y de servicio
6.3 Planeación	6.3.1 Articular los planes y programas de gestión territorial con el tema de calidad del aire	Publicación y ejecución de planes y programas de ordenamiento territorial y desarrollo urbano
	6.3.2 Actualizar la legislación y la normatividad existentes e impulsar la creación de nuevas normas y procedimientos de regulación	Instrumentos legislativos y normativos desarrollados y actualizados



6.4 Fortalecimiento institucional	6.4.1 Fortalecer el área de calidad del aire de la CEAMA	Incremento del personal adscrito al Departamento de Prevención y Control de la Contaminación
	6.4.2 Promover la creación de fuentes de financiamiento alternativas que permitan el cumplimiento de las medidas	Fuentes de financiamiento alternativas impulsadas a partir de la publicación del PROAIRE
6.5 Comunicación y educación ambiental	6.5.1 Desarrollo de un índice de calidad del aire y de un código de colores	Índice de calidad del aire desarrollado para la ZMC
	6.5.2 Desarrollar e implementar una estrategia integral de educación ambiental	Estrategia de educación ambiental desarrollada e instrumentada



Es de hacerse notar que estos indicadores cuentan con características mínimas que permiten evaluar objetivamente las medidas; las cuales pueden variar dependiendo de la información disponible para su seguimiento y evaluación, debiendo:

- Ser representativos y comprensibles.
- Ser sensibles a cambios.
- Ser confiables y relevantes.
- Permitir fijar objetivos y metas.
- Ser comparables.
- Favorecer la interrelación entre ellos.
- Contar con una cobertura geográfica.
- Contar con validez técnica.
- Considerar el costo-beneficio de su implementación.
- Permitir la predicción.



8. Financiamiento

8. Financiamiento

Es claro que los beneficios ambientales recibidos de la naturaleza no son gratuitos y que conservarlos tiene un costo, el cual debe asumirse. Los recursos invertidos en la operación de programas, infraestructura y sistemas para la prevención y remediación de la contaminación es lo menos que demanda la naturaleza.

Por ello, se plantea la necesidad de atraer financiamientos existentes en los diferentes fondos ambientales para el cumplimiento de las medidas.

Actualmente se conocen esquemas de financiamiento como el del Fondo para proyectos de prevención de la contaminación (FIPREV), que permite el desarrollo de proyectos para el mejoramiento ambiental.

Las principales instituciones internacionales de financiamiento son: Banco Interamericano de Desarrollo –BID-, Banco Japonés de Cooperación Internacional –JBIC- y Banco Mundial –BM-, actualmente cooperan con las autoridades mexicanas apoyando programas y prestando asistencia técnica para la preparación de los proyectos en materia ambiental. Una de las condicionantes para el uso de estos recursos crediticios es la recuperación de las inversiones. Para aquellos programas ambientales donde no es posible lograr una recuperación total de la inversión requerida para su instrumentación, se debe estudiar la posibilidad de ejecutar una parte del financiamiento mediante donación, esto es posible mediante la realización de estudios de factibilidad.

El Fondo Global Ambiental (GEF) que maneja el Banco Mundial, financia estudios que permiten diseñar acciones de abatimiento de gases de efecto invernadero y proyectos que requieren un apoyo económico marginal para darles competitividad en el mercado. Otro organismo que financia este tipo de estudios y proyectos es la agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica (EPA), la cual puede proporcionar recursos económicos en forma directa a través de asociaciones y apoyos con empresas u organismos especializados. Además, existen varias organizaciones y agencias de desarrollo de países interesados en la cooperación técnica y financiera, como GTZ de Alemania, JICA de Japón y el Fondo Francés para el Medio Ambiente.

Asimismo, en México y en el Estado de Morelos se cuenta también con organismos financieros de la investigación y el CONACYT, como posibles fuentes de apoyo para realizar proyectos relacionados con la mejora del medio ambiente en cualquier nivel de desarrollo: ciencia básica, ciencia aplicada o desarrollos tecnológicos.

El objetivo primordial de los esquemas de financiamiento será la conciliación de la necesidad de diseño y puesta en marcha de mecanismos flexibles, que cubran nuevas temáticas de los problemas de calidad del aire, con la facilitación del otorgamiento de financiamientos, principalmente para los sectores productivos, ofreciendo tasas competitivas y soluciones integrales. El diseño e implementación de esta tarea tendrá que ser un trabajo conjunto entre los órdenes de gobierno y las instituciones de banca de desarrollo de nuestro país.



Anexo I

Categorías y subcategorías de los vehículos



Para la realización del inventario de emisiones de fuentes móviles en México, se requiere clasificar la flota existente en el país y así poder estimar sus emisiones, al caracterizarla se consideran los siguientes puntos:

1. Peso vehicular
2. Tipos de combustible
3. Uso del vehículo
4. Marca y submarca

Esta información es indispensable ya que permite identificar técnicamente los diferentes tipos de vehículos y con base en esto se estiman las emisiones de contaminantes, como resultado de esta estandarización los vehículos se agrupan inicialmente con base en su peso, tipo de combustible y finalmente por el uso del vehículo, esta información se estandariza al utilizar el modelo Mobile 6, con el cual se estimaron las emisiones.

El modelo Mobile 6 agrupa los diversos tipos de vehículos en un total de 28 categorías vehiculares, para clasificar la flota vehicular en el caso de la Zona Metropolitana de Cuernavaca se utilizaron los parámetros antes mencionados obteniéndose que, los vehículos LDGV que corresponden a los vehículos de pasajeros tipo sedan a gasolina, los LDGT3 corresponden a vehículos menores a 3 toneladas a gasolina, los HDDV8b son vehículos pesados a diesel mayores a 27,216 kilogramos a diesel y corresponden a la categoría de tractocamiones, y así sucesivamente.

Para hacer comprensible la clasificación vehicular del Mobile 6, los vehículos registrados en esta entidad se han agrupado en 10 subcategorías de vehículos a gasolina y diesel, tanto de uso privado como para transporte público de pasajeros y de carga, como se observa en la siguiente tabla en la que se muestra las equivalencias entre la clasificación Mobile 6 y las subcategorías del inventario.

Cabe resaltar que en estas fuentes móviles no se incluyen otros emisores de este tipo, como aviones, trenes o embarcaciones, debido a la diferencia metodológica para estimar sus emisiones.



Vehículos que circulan en México	Categorías del modelo Mobile 6 México	
	Gasolina	Diesel
Autos particulares (tipo sedán)	LDGV	LDDV
Taxis (tipo sedán)	LDGV	
Camionetas de transporte público de pasajeros	LDGT1	
Microbús	HDGV3	HDDV3
Pick-up	LDGT1 LDGT2	LDDT1 LDDT2
Vehículos privados y comerciales con peso < 3 toneladas (incluye SUV)	LDGT3	LDDT3
Tractocamiones	HDGV8b	HDDV8b
Autobuses de transporte urbano	HDBT	HDDT
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas	HDG2B HDGV3 HDGV6 HDGV7 HDGV8A	HDDV2B HDDV3 HDDV6 HDDV7 HDDV8A
Motocicletas	MC	

Tipo de Vehículo	Descripción	Ejemplos	
LDGV y LDDV	Autos particulares Taxis (tipo sedán) Vehículos ligeros a gasolina y diesel (autos de pasajeros, tipo sedán exclusivamente) PBV1 de 0 a 2,722 kg		
LDGT1 y LDDT1	Autos particulares Taxis (tipo sedán) Vehículos ligeros a gasolina y diesel (autos de pasajeros, tipo sedán exclusivamente) PBV1 de 0 a 2,722 kg		
LDGT2 y LDDT2	Pick_up Camiones ligeros 2 a gasolina y diesel (PBV1 de 0 a 2,722 kg; PP2 > 1,701 a 2,608 kg)		
LDGT3 y LDDT3	Vehículos privados y comerciales con peso < 3 toneladas (incluyen SUV) Camiones ligeros 3 a gasolina y diesel (PBV1 > 2,722 a 3,856 kg; PPA3 de 0 a 2,608 kg)		

Tipo de Vehículo	Descripción	Ejemplos	
HDGV2b y HDDV 2b	Vehículos privados y comerciales con peso >3 toneladas Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 2b (PBV1 > 3,856 a 4,536 kg)		
HDGV3 y HDDV3	Vehículos privados y comerciales con peso >3 toneladas (Microbuses) Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 3 (PBV1 > 4,536 a 6,350 kg)		
HDGV4 y HDDV4	Vehículos privados y comerciales con peso >3 toneladas Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 4 (PBV1 > 6,350 a 7,258 kg)		
HDGV5 y HDDV5	Vehículos privados y comerciales con peso >3 toneladas Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 5 (PBV1 > 7,258 a 8,845 kg)		

Tipo de Vehículo	Descripción	Ejemplos	
HDGV6 y HDDV6	Vehículos privados y comerciales con peso >3 toneladas Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 6 (PBV1 > 8,845 a 11,794 kg)		
HDGV7 y HDDV7	Vehículos privados y comerciales con peso >3 toneladas Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 7 (PBV1 > 11,794 a 14,969 kg)		
HDV8a y HDDV8a	Vehículos privados y comerciales con peso >3 toneladas Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 8a (PBV1 > 14,969 a 27,216 kg)		
HDV8B y HDDV8b	Tractocamiones Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 8b (PBV1 > 27,216 kg)		

Tipo de Vehículo	Descripción	Ejemplos
MC	Motocicletas (a gasolina)	
HDGB	Autobuses a gasolina (escolar y transporte urbano e inter-urbano)	
HDDBT	Autobuses de transporte urbano e inter-urbano a diesel	
HDDBs	Autobús escolar a diesel (utilizado para transporte escolar)	

1. PBV (GVWR por sus sigla en inglés) = Peso Bruto Vehicular (es el peso máximo de un vehículo, incluyendo; el peso del vehículo vacío sumado al de su máxima capacidad de carga, con el tanque de combustible lleno a su capacidad nominal)
2. PP (LVW por sus siglas en inglés) = Peso de Prueba (es el peso total de carga recomendado para un vehículo)
3. PPA (ALVW por sus siglas en inglés) = Peso de prueba alternativo (es el promedio del peso del vehículo y el peso bruto vehicular)



Anexo II

Población sensible por localidad y municipio



Municipio Cuernavaca				
Localidad	P. total	0-14 años	65 años y más	15-64 años
Colonia Paraíso	23	4	2	17
Las Minas (Las Minas del Tecolote)	25	10	1	14
Tlachichilpa	23	7	0	16
Cerritos de García	237	94	3	140
Loma del Tzompante	23	8	1	14
La Cañada	243	70	11	162
Tlaltecuañuitl	35	8	0	27
El Cerrito (Cuautenco)	28	12	0	16
Lomas de Ahuatepec	259	77	9	173
Villa Santiago	2,842	902	77	1,863
Colonia Alarcón	305	99	10	196
Los Ailes	39	15	1	23
La Unión	335	123	16	196
Cuernavaca	332,197	80,343	23,416	228,438
Colonia Rodolfo López de Nava (Los Naranjos)	344	103	20	221
Colonia Unidad Deportiva	344	124	7	213
Colonia el Mirador	37	10	2	25
Colonia Cuauhtémoc	41	17	2	22
Colonia Tenochtitlán	54	20	2	32
Colonia los Cerritos	536	197	19	320
Colonia las Flores	60	23	3	34
Ampliación la Cruz (Ampliación los Ramos)	51	18	2	31
Colonia Nueva Santa María	56	23	0	33
Colonia San Miguel Apatlaco	58	26	1	31
Jardines del Edén	70	25	3	42
Colonia Lomas de la Herradura	71	19	3	49
Santa María	77	26	4	47
Fraccionamiento Lomas de Ahuatlán	7,811	1,980	196	5,635
Buenavista del Monte	839	274	42	523
El Cebadal	82	29	6	47
Colonia el Copalito	92	20	3	69



Municipio Cuernavaca				
Localidad	P. total	0-14 años	65 años y más	15-64 años
Fraccionamiento Universo	913	310	34	569
Loma del Tecolote	88	29	7	52
Lomas de Chamilpa	15	4	1	10
Colonia Santa Elena de la Cruz	106	37	3	66
Colonia Jardines de Zoquipa	17	3	1	13
Colonia las Cuatalatas	20	9	0	11
Colonia Rancho Alegre (Kilómetro 7.5)	143	32	11	100
Loma de los Amates (Loma de la Lagunilla)	144	65	6	73
Colonia San Antonio del Jagüey	15	6	3	6
Los Limones	176	71	2	103
Colonia Milpillas	177	64	9	104



Municipio de Xochitepec				
Localidad	P. total	0-14 años	65 años y más	15-64 años
La Presa	18	8	2	8
Santa Fe	205	51	31	123
La Guamuchilera	238	105	6	127
Carretera a Atlacholoaya	224	80	8	136
Colonia el Crucero de Atlacholoaya	249	89	8	152
Colonia las Flores	227	105	3	119
Campo Casa Grande	27	10	0	17
Lomas del Manantial	29	13	1	15
Campo San Rafael	28	11	0	17
Los Laureles (Barranca Ojo de Agua)	25	9	1	15
El Kilómetro Tres	27	4	2	21
Campo el Corazón	25	9	0	16
Palo Bolero	30	11	2	17
Ojo de Agua	32	10	0	22
Colonia la Cruz	33	9	1	23
Barranca Colotepec (Huerta de Limones)	31	12	2	17
Campo los Tamarindos (Los Cuartos)	42	20	0	22
Atlacholoaya	3,722	1,320	176	2,226
Colonia la Pintora (Los Laureles)	389	150	14	225
Colonia Ampliación Tres de Mayo	418	169	11	238
San Francisco	42	16	2	24
Colonia Loma Bonita	46	19	1	26
Campo el Burro	45	12	3	30
Campo los Olivos	44	11	3	30
Francisco Villa	547	194	29	324
La Esperanza	526	191	21	314
Loma Bonita	52	22	4	26
Col. Cuaxcomac (El Kilómetro Cuatro y Medio)	144	30	3	111
Campo la Leona	10	3	2	5



Municipio de Xochitepec				
Localidad	P. total	0-14 años	65 años y más	15-64 años
Atzunco	64	25	1	38
Chiconcuac	6,503	2,118	384	4,001
Campo la Tehuixtlera	68	28	1	39
Colonia Santa Cruz	72	23	2	47
Ampliación Miguel Hidalgo	59	30	1	28
Alpuyeca	7,834	2532	457	4,845
Colonia Acoculco (La Cruz)	86	31	5	50
Campo Canela	84	23	5	56
Campo Solís	81	41	1	39
Las Palmas	91	31	3	57
Campo Ameyalco	100	24	3	73
UH. José María Morelos y Pavón	9,178	3,216	395	5567
El Pedregal	99	28	7	64
Loma del Encanto	105	36	3	66
La Caseta	109	42	0	67
Fraccionamiento Paseos de Xochitepec 2	12	6	0	6
Villas de Xochitepec	1,275	445	21	809
El Camiri	135	53	6	76
Xochitepec	119	39	6	74
Unidad Jardines de Xochitepec	117	32	2	83
Campamento Kilómetro 19.5	14	7	0	7
El Aguacate (Laboratorio)	18	5	2	11
Benito Juárez (La Calera)	13	0	0	13
La Glorieta (El Zacatal)	19	6	0	13
Unidad Piscícola Atlacholoaya	17	7	1	9
Ampliación el Calvario	11	3	2	6
Xochitepec	16,627	5,255	990	10,382
Campo Huitzilac	18	3	0	15



Municipio de Temixco				
Localidad	P. total	0-14 años	65 años y más	15-64 años
Colonia Aquiles Serdán	25	6	1	18
Campo Santa Cruz (La Joya)	25	8	2	15
Asociación de Colonos de Tepeyac	34	12	2	20
Lomas de Santa Clara	22	6	6	10
La Loma	37	19	1	17
Eterna Primavera	311	106	21	184
Colonia Adolfo López Mateos	31	14	1	16
Colonia el Ajonjolinar	38	16	2	20
Milpillas	352	157	8	187
Cuatepec	3549	1407	155	1987
Colonia Miguel Hidalgo	361	123	12	226
El Cornejal	42	13	1	28
Colonia Santa Úrsula	418	159	33	226
Campo el Rayo (Acatlipa)	44	18	2	24
Ampliación de los Amates	51	22	0	29
Solidaridad	501	212	33	256
Benito Juárez (La Monera)	461	162	22	277
Campo Sotelo	560	192	19	349
Colonia Aeropuerto 5a. Sección los Pinos	61	21	1	39
Ampliación Lázaro Cárdenas	56	25	0	31
Colonia la Parota	77	26	9	42
Temixco	89,915	28,648	5,249	56,018
Colonia las Águilas de los Tehuixtles	107	44	4	59
Lomas del Carril	15	6	0	9
Paraje del Cerro Mazatepetongo	14	8	0	6
Lomas de Mejía	13	3	1	9
San Agustín Tetlama	1388	547	49	792
Campo las Martinicas (Las Higueras)	11	5	0	6



Municipio de Jiutepec				
Localidad	P. total	0-14 años	65 años y más	15-64 años
Lomas de Chapultepec	20	8	1	11
Lomas del Tescal	20	7	0	13
Campo Morado	248	86	3	159
Colonia Toma de la Rueda	29	5	0	24
Ampliación las Fuentes	334	92	24	218
San Francisco Texcalpan	38	17	3	18
Ejido de Cañahuatal	319	98	10	211
Colonia Luis Donald Colosio	27	13	1	13
Valle Verde	39	9	0	30
Calera Chica	4,916	1,573	250	3,093
La Quebradora	56	21	2	33
Colonia el Naranja	572	181	27	364
Colonia Agua Fría	58	16	2	40
Independencia	6,464	1,896	274	4,294
Colonia Loma Bonita	76	15	9	52
San Francisco del Rincón	92	31	4	57
Ampliación Chapultepec	85	33	2	50
Cliserio Alanís (San Gaspar)	972	296	54	622
Francisco Villa	121	35	8	78
Progreso	12,654	3,806	458	8,390
Ampliación López Portillo	143	56	3	84
Rancho Paraíso	154	61	3	90
Fraccionamiento Club de Golf Hda. San Gaspar	156	44	7	105
Jiutepec	153,704	42,413	6,870	104,421
Alfredo V. Bonfil	20	7	2	11



Municipio Emiliano Zapata				
Localidad	P. total	0-14 años	65 años y más	15-64 años
Campo el Órgano	238	102	4	132
Tetecalita	2,270	768	147	1,355
Rancho la Morenita (Campo el Callado)	27	11	0	16
Crucero Tezoyuca	3,123	973	55	2,095
Emiliano Zapata	39,702	13,763	1,636	24,303
Tezoyuca	4,048	1,216	256	2,576
Colonia Ampliación Cuauhtémoc	48	20	2	26
Colonia Modesto Rangel	42	15	0	27
Campo el Tomatal	12	5	0	7
1ª. Sección Colonia Villa Morelos	108	42	4	62
Colonia Guadalupe de las Arenas	92	33	2	57
Loma Bonita (Las Quintas)	12	2	0	10
Rancho Chicón	15	1	2	12
Palo Escrito (Colonia Benito Juárez)	110	41	4	65
Campo Chalma	12	4	2	6
San José de las Cumbres	169	52	12	105
Tepetzingo	1,542	521	121	900
Tres de Mayo	17,425	4,740	1,123	11,562



Anexo III Acrónimos



ANP	Área Natural Protegida
CEAMA	Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente del Estado de Morelos
CICC	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático
COA	Cédula de Operación Anual
CO	Monóxido de Carbono
CO₂	Bióxido de Carbono
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
COV	Compuesto Orgánico Volátil
CSE	Comisión de Seguimiento y Evaluación del Programa
HC	Hidrocarburos
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
DGPC	Dirección General de Protección Civil de Morelos
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
IEBEM	Instituto de Educación Básica del Estado de Morelos
INE	Instituto Nacional de Ecología
INSP	Instituto Nacional de Salud Pública
IRAs	Infecciones Respiratorias Agudas
ISO	Isopreno
ISSSTE	Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado
LAU	Licencia Ambiental Única
LF	Licencia de Funcionamiento
MIA	Manifestación de Impacto Ambiental
NOM	Norma Oficial Mexicana
NH₃	Amoniaco
NO_x	Óxidos de Nitrógeno
NO₂	Bióxido de Nitrógeno
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PEOT	Programa Estatal de Ordenamiento territorial
PM₁₀	Partículas fracción inhalable igual o inferior a 10 micrómetros
PM_{2.5}	Partículas fracción inhalable igual o inferior a 2.5 micrómetros
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PST	Partículas Suspendidas Totales
REMAMOR	Red de Monitoreo Atmosférico de Morelos
SO₂	Bióxido de Azufre
SSM	Secretaría de Salud de Morelos
SAGARPA	Secretaría de Ganadería, Agricultura, Pesca y Alimentación
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SDE	Secretaría de Desarrollo Económico del Estado de Morelos
SE	Secretaría de Educación del Estado de Morelos
SG	Secretaría de Gobierno del Estado de Morelos
SDUOP	Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas de Morelos
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEP	Secretaría de Educación Pública
SINAICA	Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire
UAEM	Universidad Autónoma del Estado de Morelos
ZMC	Zona Metropolitana de Cuernavaca



Anexo IV Glosario



Atmósfera: Masa de aire que circunda la tierra y que en función del perfil de temperaturas se divide en tropósfera, estratósfera, mesósfera y termósfera.

Combustión. Proceso de oxidación rápida de materiales inorgánicos acompañados de liberación de energía en forma de calor y luz.

Compuestos orgánicos volátiles: Cualquier compuesto orgánico que participa en las reacciones fotoquímicas en la tropósfera para la formación de ozono.

Concentración: Cantidad relativa de una sustancia específica mezclada con otra sustancia generalmente más grande; por ejemplo: 5 partes por millón de monóxido de carbono en el aire. También se puede expresar como el peso del material en proporción menor que se encuentra dentro de un volumen de aire o gas, esto es, en miligramos del contaminante por cada metro cúbico de aire.

Contaminación: Generalmente, la presencia de materia o energía cuya naturaleza, ubicación o cantidad produce efectos ambientales indeseables. En otros términos, es la alteración hecha o inducida por el hombre a la integridad física, biológica, química, y radiológica del medio ambiente.

Contaminante: Materia o sustancia, sus combinaciones o compuestos, derivados químicos o biológicos así como toda forma de energía, radiaciones ionizantes, vibraciones o ruido que al incorporarse y actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento del ambiente alteran o modifican su composición o afectan la salud.

Contaminante del aire: Cualquier sustancia en el aire que, en alta concentración, puede dañar al hombre, animales, vegetales o materiales. Puede incluir casi cualquier compuesto natural o artificial de materia flotante susceptible de ser transportado por el aire. Estos contaminantes se encuentran en forma de partículas sólidas, gotas líquidas, gases o combinadas. Generalmente se clasifican en los emitidos directamente por la fuente contaminante o contaminantes primarios y los producidos en el aire por la interacción de dos o más contaminantes primarios, o por la reacción con los compuestos normales de la atmósfera.

Contaminantes criterio: Son aquellos contaminantes del aire comúnmente presentes en las atmósferas urbanas para los cuales la secretaría de salud expide normas con valores límite permisibles para evaluar la calidad del aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

Contingencia ambiental: Acumulación anormal de uno o más contaminantes del aire en una ciudad, región o cuenca atmosférica debida a condiciones meteorológicas desfavorables.

Criterios ambientales: Factores descriptivos tomados en cuenta para el establecimiento de estándares de varios contaminantes. Esos factores sirven para determinar los límites de los niveles de concentración permitidos y limitar el número de violaciones anuales al respecto.

Criterios de salud ambiental: Resúmenes críticos del conocimiento existente expresado, hasta donde sea posible, en términos cuantitativos sobre efectos identificables inmediatos y a largo plazo en la salud y el bienestar humano, que pueden esperarse por la presencia de sustancias en el aire, agua, suelo alimentos, productos para el consumo y medio laboral; o por factores como el ruido, la radiación ionizante y no ionizante, el calor radiante y la humedad.



Dióxido de azufre (SO₂). Contaminante producido durante el proceso de combustión de los combustibles con contenido de azufre.

Dióxido de carbono (CO₂). Gas inorgánico compuesto por dos moléculas de oxígeno y una de carbono. Este gas no tiene color, olor ni sabor y se produce por la respiración de los seres vivos y cuando se queman combustibles fósiles.

Dióxido de nitrógeno (NO₂). Contaminante generado cuando el nitrógeno contenido en los combustibles y en el aire es oxidado en un proceso de combustión

Dispersión: Fenómeno que determina la magnitud de la concentración resultante y el área de impacto, en el cual los contaminantes se van a dispersar y diluir según las condiciones meteorológicas y geográficas del lugar donde fueron liberados o generados.

Dosis: Cantidad de sustancia administrada a un organismo que puede producir un efecto.

Efecto sinérgico: El efecto combinado de dos sustancias y que es mucho más grande que el efecto producido por la suma de los efectos individuales cuando se administran separadamente.

Emisión: Descarga de contaminantes a la atmósfera provenientes de chimeneas y otros conductos de escape de las áreas industriales, comerciales y residenciales, así como de los vehículos automotores, locomotoras o escapes de aeronaves y barcos.

Epidemiología: Estudio de la distribución de enfermedades o de otros estados de la salud y eventos en poblaciones humanas relacionados con edad, sexo, ocupación, etnia y estatus económico, con el fin de identificar y combatir problemas de la salud y promover la buena salud.

Exposición: El proceso por el cual una sustancia tóxica se introduce o es absorbida por el organismo (o población) vivo por cualquier vía.

Fracción respirable: Partículas cuyo tamaño es menor a 10 micrómetros y pueden introducirse sin ningún obstáculo al interior del sistema pulmonar hasta los alvéolos.

Hidrocarburos: Compuestos orgánicos que contienen carbono e hidrógeno en combinaciones muy variadas. Se encuentran especialmente en los combustibles fósiles. Algunos de estos compuestos son contaminantes peligrosos del aire por ser carcinógenos; otros son importantes por su participación en la formación del ozono a nivel del aire urbano.

Monóxido de carbono (CO): Gas venenoso, incoloro e inodoro producido por la oxidación incompleta de combustibles de origen fósil.

Morbilidad: Cualquier desviación, subjetiva u objetiva, de un estado de bienestar fisiológico o psicológico. En este sentido, el malestar, la enfermedad y la condición de morbilidad se definen de manera similar y son sinónimos, según la O.M.S; puede medirse en términos de tres unidades: personas enfermas, enfermedad y duración.

Ozono troposférico (O₃): Contaminante criterio secundario cuya formación es atribuible a reacciones fotoquímicas entre óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles generados por fuentes antropogénicas y naturales;



Ozono estratosférico (O₃): Se produce naturalmente en la estratósfera y cuya concentración difusa protege la tierra de la radiación Ultravioleta – B y que se conoce como la capa de ozono;.

Partículas: Contaminantes generados por los procesos de combustión, calentamiento, producción, transporte y manipulación de materiales pulverizados. Se forman de cenizas, humos, polvos, metales, etc. Su principal fuente emisora es la industria que cuenta con calderas, hornos, incineradores, etc., al igual que los vehículos automotores que utilizan diesel. Como parte de las fuentes naturales están los suelos en áreas erosionadas; áreas sin pavimentación, emisiones volcánicas, etc. Las partículas en el aire se pueden medir como PST o PM10.

Partículas fracción inhalable igual o menor a 10 micrómetros (PM10): Estándar para la medición de la concentración de partículas sólidas o líquidas suspendidas en la atmósfera cuyo diámetro es igual o inferior a 10 micrómetros y que dictan el comportamiento de las partículas dentro de los pulmones: las partículas más pequeñas PM10 penetran a las partes más profundas del pulmón. Estudios clínicos y epidemiológicos muestran que son causa de afectación a grupos de población sensible como niños e individuos con enfermedades respiratorias.

Partículas fracción inhalable igual o menor a 2.5 micrómetros (PM2.5). Estándar para la medición de la concentración de partículas sólidas o líquidas suspendidas en la atmósfera cuyo diámetro es igual o inferior a 2.5 micrómetros y que dictan el comportamiento de las partículas dentro de los pulmones: las partículas más pequeñas penetran a las partes más profundas de los alvéolos. Diversos estudios clínicos y epidemiológicos muestran su afectación en grupos de población sensible como niños e individuos con enfermedades respiratorias.

Partículas suspendidas totales (PST): Cualquier material que exista en estado sólido o líquido en la atmósfera, cuyo diámetro aerodinámico es mayor que las moléculas individuales pero inferior a 100 µm.

Salud ambiental: Parte de la salud pública que se ocupa de las formas de vida, las sustancias, las fuerzas y las condiciones del entorno del hombre que pueden ejercer una influencia sobre su salud y bienestar

Salud pública: Es la condición de completo bienestar físico, mental y social de la población.

Sistema inmunológico: Es la capacidad de los organismos vivos para responder ante agentes infecciosos. Este sistema protege al organismo de enfermedades de origen microbiano.

Toxicidad: Capacidad inherente de un agente químico para producir un efecto nocivo sobre los organismos.



GOBIERNO DEL ESTADO
DE MORELOS
2006-2012

Dedicado a ti



SEMARNAT



SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



JIUTEPEC



EMILIANO ZAPATA



TEMIXCO



Ayuntamiento
CUERNAVACA



XOCHITEPEC



CEAMA
Comisión Estatal del Agua
y Medio Ambiente