

Segunda parte

Experiencia nacional y referencias internacionales de gestión de la calidad del aire

Capítulo 4. Avances logrados en los últimos 20 años en materia de política de calidad del aire en la ZMVM

Capítulo 5. Experiencias internacionales en gestión de la calidad del aire

Capítulo 4

Avances logrados en los últimos 20 años en materia de política de calidad del aire en la ZMVM

Los logros alcanzados en materia de calidad del aire en la ZMVM son el resultado de los esfuerzos de coordinación mantenidos por los gobiernos que integran la Comisión Ambiental Metropolitana y por la continuidad que se le ha dado a las políticas públicas de gestión ambiental en los tres órdenes de gobierno. Este capítulo resume los programas elaborados y las acciones aplicadas de 1990 a la fecha.

4.1 Introducción

Con el fin de proteger la salud de los habitantes, la entonces Secretaría de Salubridad y Asistencia publicó por primera vez los criterios de la Calidad del Aire en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1982. Se contaba desde 1971 con una Red Manual de Monitoreo, pero fue hasta el año de 1986 que se instaló la Red Automática de Monitoreo Atmosférico para tener un registro sistemático de los niveles de contaminación del aire en la ZMVM. Con dicha Red, fue posible dar seguimiento a las "21 Acciones para reducir la Contaminación del Aire" y a las "100 Medidas Necesarias" que se pusieron en marcha en 1986 y 1987 respectivamente. Estas acciones y medidas marcaron el inicio de la sustitución de los combustibles con alto contenido de azufre, la reducción de plomo en gasolinas, se estableció en 1988 el "Programa de Contingencias Ambientales" y el "Programa de un Día sin Auto" que posteriormente se transformó en el "Programa Hoy No Circula" en el año de 1989.

El primer programa formal con la intención de combatir la contaminación atmosférica se denominó "Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica" (PICCA) que se instrumentó en octubre de 1990. Este programa fue el primer esfuerzo sistemático para abatir los niveles de contaminación, con la participación de dependencias federales y gobiernos locales. Posteriormente, en 1992, se creó la Comisión para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en la Zona Metropolitana del Valle de México.

En 1996 la hoy SEMARNAT, el entonces Departamento del Distrito Federal y el Gobierno del Estado de México acordaron la instrumentación del Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000 (PROAIRE) para reforzar y dar continuidad a las medidas de combate a la contaminación atmosférica. En septiembre de 1996, se fortaleció aún más el trabajo metropolitano con la creación de la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM), con la participación de los Gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México, así como de todas las secretarías federales y los organismos paraestatales de Pemex y CFE.

Los resultados y experiencias obtenidas en los dos programas anteriores fueron la base para la elaboración del PROAIRE 2002-2010, en el cual se realizó la evaluación de escenarios para los años 1998 y 2010, considerando y simulando el crecimiento de la población y la mancha urbana, el transporte, la industria y los servicios con la finalidad de contar con una estimación sobre el incremento en los niveles de la contaminación atmosférica en caso de no llevar a cabo las acciones conducentes para abatirla. En este programa, hubo un esfuerzo de planeación participativa para la elaboración del programa, en el cual, además de la participación de autoridades federales y locales, se contó con la participación de diversos sectores de la sociedad.

El PROAIRE 2002-2010 se convirtió en el instrumento de gestión más importante de la última década para abatir los niveles de la contaminación atmosférica en la ZMVM.

Los programas de calidad del aire, han sido en los últimos 20 años los instrumentos de gestión más importantes para lograr la disminución de la contaminación atmosférica de la ZMVM. En estos programas se incorporaron un gran número de diferentes medidas para controlar la emisión de los contaminantes a la atmósfera a partir de sus fuentes, de forma tal que se ha disminuido el impacto a la calidad del aire y los efectos en la salud de los habitantes.

4.2 El Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica (PICCA)

En el periodo 1988-1990 la contaminación ambiental había alcanzado niveles críticos, la velocidad de ascenso de los contaminantes resultaba alarmante y el número de días al año que se excedió la norma de ozono llegó a los 286 días. Es en este contexto que se elaboró el PICCA (1990-1995).

Estrategias del PICCA

El PICCA contempló cuatro estrategias con énfasis en las opciones tecnológicas disponibles en ese momento:

- Mejoramiento de la calidad de los combustibles.
- Reducción de emisiones en vehículos automotores.
- Modernización tecnológica y el control de emisiones en industrias y servicios.
- Restauración ecológica de las áreas boscosas que circundan el Valle de México.

Compromisos del PICCA

- Industria Petrolera. PEMEX formuló un Paquete Ecológico que consistía principalmente en la mejora de combustibles y el control de emisiones en la Refinería 18 de Marzo.
- Transporte. Relacionados principalmente con mejora en la eficiencia energética y control de emisiones, así como ampliación del sistema de transporte público limpio.
- Industria privada y establecimientos de servicios. Modernización tecnológica, mayor eficiencia energética y en el control de emisiones.
- Termoeléctricas. Relacionados con el uso de combustibles más limpios al ser las mayores consumidoras.

- Reforestación y restauración ecológica de los suelos deforestados, zonas sin drenaje, reservas ecológicas ocupadas y tiraderos a cielo abierto.
- Investigación, educación ecológica y comunicación social. A realizarse por las entidades encargadas del monitoreo, de la investigación en instituciones y de la comunicación social a través de campañas e impartición de cursos.

Metas del PICCA

El PICCA se planteó las metas que se enuncian a continuación y las acciones concretas, las más relevantes, se presentan en la Tabla 4.2.1.

- No rebasar las normas internacionales de plomo.
- Lograr que no se rebasaran en forma permanente las normas nacionales e internacionales de bióxido de azufre.
- Frenar el incremento de los niveles de partículas por erosión, la destrucción de bosques y los tiraderos de basura.
- Reducir en forma significativa los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno, precursores de la formación de ozono.

Tabla 4.2.1. Acciones relevantes realizadas en la instrumentación del PICCA

Año	Acciones
1990	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción de convertidores catalíticos de dos vías. • El programa de verificación vehicular se hizo obligatorio para todos los vehículos. • Inicia suministro de gasolina sin plomo con compuestos oxigenados. • Elaboración de diesel y combustóleo con bajo contenido de azufre. • En la industria sustitución de combustóleo por gas natural.
1991	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre de la Refinería 18 de Marzo. • Emisión de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de México. • Creación de la Secretaría de Ecología del Estado de México. • Establecimiento de estándares de emisión más estrictos a los vehículos por la introducción de convertidores catalíticos. • Implementación del Sistema de Vigilancia Epidemiológica. • Inicio del Estudio Global de la Calidad del Aire.
1992	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de la Comisión para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en la ZMVM. • Creación del Fideicomiso Ambiental del Valle de México. • Creación del Instituto Nacional de Ecología. • Ampliación del Metro. • Introducción de gas LP para vehículos incluyendo camiones distribuidores y de carga.
1993	<ul style="list-style-type: none"> • Se introduce el Diesel Sin con bajo contenido de azufre. • Incorporación del convertidor catalítico de tres vías e inyección electrónica para todos los autos nuevos.
1994	<ul style="list-style-type: none"> • Publicación de las Normas Oficiales Mexicanas de Calidad del Aire.
1995	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. • Se activa el Fideicomiso Ambiental del Valle de México, estableciendo el sobreprecio al consumo de gasolina para contar con un fondo de recursos que apoyen proyectos ambientales.

Logros más importantes del PICCA

1. Se mejoró la calidad de los combustibles.
 - Anterior al año 1986, el contenido de tetraetilo de plomo (TEP) en las gasolinas Nova y Nova Plus era de 0.9 ml/l, el cual se redujo para el año 1991 a 0.079-0.14 ml/l, para 1992 a 0.05-0.08 ml/l y para 1994 a 0.03-0.05 ml/l.
 - Se introdujeron las gasolinas oxigenadas con los compuestos MTBE y TAME para mejorar la eficiencia en la combustión.
 - Se introdujo el diesel de bajo azufre con 0.05% en peso.
 - En 1991 el combustóleo pesado (3.8% S) se sustituye por combustóleo ligero (3% S), el cual fue sustituido a la vez por gasóleo (2% S) en 1995.
2. Se introdujo la instalación de 4 tipos de dispositivos anticontaminantes a los vehículos.
 - Convertidores catalíticos de tres vías.
 - Sistemas de reducción de emisiones evaporativas de combustibles.
 - Turbocagadores.
 - Aditamentos electrónicos de encendido e inyección de combustibles.
3. Se establecieron normas más estrictas de emisión de contaminantes vehiculares.
4. Se redujeron las emisiones a la atmósfera de plomo en más del 98%, partículas atmosféricas, bióxido de azufre, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.
 - Se redujeron los niveles atmosféricos de los contaminantes ambientales. Como consecuencia de la disminución del TEP en gasolinas, disminuyeron significativamente los niveles de plomo en la atmósfera, lo cual se consideró un gran logro en beneficio de la salud pública.
 - Desde 1992 los niveles de bióxido de azufre quedaron por debajo de la norma y el monóxido de carbono solamente la rebasaba esporádicamente.

4.3 El Programa para Mejorar la Calidad del Aire, PROAIRE 1995-2000

A diferencia del PICCA, el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000 (PROAIRE) planteó por primera vez objetivos cuantitativos en materia de calidad del aire a través de un horizonte de tiempo definido, que se basó en un conjunto de metas, estrategias e instrumentos orientados a la industria, los vehículos, la planeación del desarrollo urbano y al transporte público. Incluyó algunos fundamentos de análisis económico, complementario a los enfoques normativos tradicionales, sobre la demanda de combustibles y la utilización de vehículos, así como la consideración de medidas referidas al precio de la gasolina y a incentivos fiscales.

El objetivo del PROAIRE 1995-2000 estuvo enfocado a la reducción de las concentraciones pico y promedio de ozono, con la finalidad de disminuir el riesgo a la salud asociado con la exposición de corto y largo plazo de este contaminante, para tal fin y dado que el ozono es un contaminante que se forma en la atmósfera a partir de los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos, las medidas implementadas fueron dirigidas a la reducción de las emisiones de estos contaminantes.

Objetivos del PROAIRE 1995-2000

- Lograr gradualmente menores niveles de contaminación durante el día y tener menos contingencias al año, por el abatimiento del 50% de las emisiones de hidrocarburos, 40% de óxidos de nitrógeno y 45% de partículas suspendidas de origen antropogénico, para el año 2000.
- Esto se traduciría en desplazar hacia la izquierda la distribución de frecuencias del IMECA, logrando que la media de esta distribución se reduzca de 170 puntos en 1995 a un nivel de entre 140 y 150 puntos para el año 2000.
- Abatir en un 75% la probabilidad de ocurrencia de contingencias por encima de los 250 puntos, para el año 2000.
- Minimizar el número de días en que efectivamente el índice IMECA supere los 250 puntos.
- Duplicar el número de días en que se cumple la norma de ozono.
- Lograr importantes beneficios para la salud de la población de la ZMVM, esperando para el año 2000, una disminución de más de 300,000 casos de enfermedades respiratorias agudas.

Para lograr este objetivo se definieron las siguientes estrategias y metas.

Estrategias del PROAIRE 1995-2000

- Mejoramiento e incorporación de nuevas tecnologías en la industria y los servicios.
- Mejoramiento e incorporación de nuevas tecnologías en vehículos automotores.
- Mejoramiento y sustitución de energéticos en la industria y los servicios.
- Mejoramiento y sustitución de energéticos automotrices.
- Oferta amplia de transporte público seguro y eficiente.
- Integración de políticas metropolitanas (desarrollo urbano, transporte y medio ambiente).
- Incentivos económicos.
- Inspección y vigilancia industrial y vehicular.
- Información y educación ambiental y participación social.

Tabla 4.3.1. Acciones relevantes realizadas en la instrumentación del PROAIRE 1995-2000

Año	Acciones
1995	<ul style="list-style-type: none"> ● PEMEX refinación incorporó sistemas de recuperación de vapores (fase 0), en cuatro terminales de distribución y almacenamiento de gasolina.
1996	<ul style="list-style-type: none"> ● Se creó la Comisión Ambiental Metropolitana. ● Se publicó el "Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000". ● En la termoeléctrica Valle de México se modificó el diseño del sistema de aire y gases en la combustión de los generadores de vapor. ● Se modificó el programa Hoy No Circula, introduciendo los hologramas "1" y "2". ● Se aplicó una nueva regulación de gasolinas, limitando de manera importante la presión de vapor, el contenido de olefinas aromáticas, benceno y azufre, para lo cual PEMEX introdujo la gasolina PEMEX Premium. ● Se concluyó la instalación de Sistemas de Recuperación de Vapores en tanques de almacenamiento y descarga de combustibles (Fase 0 y 1). ● Entra en vigor la Ley Ambiental del Distrito Federal. ● Se establecieron los planes de manejo de las áreas naturales protegidas Parque Nacional Bosque de los Remedios y del Parque Estatal Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla.
1997	<ul style="list-style-type: none"> ● PEMEX puso a la venta la nueva gasolina PEMEX Magna reformulada menos reactiva que sustituyó a la PEMEX Magna. ● Se moderniza el Programa de Verificación Vehicular con la medición de 5 gases, incluyendo los NO_x. ● El diesel industrial de 0.5 % de azufre es sustituido por el diesel industrial de bajo contenido de azufre de 0.05 % de azufre. ● PEMEX deja de distribuir la gasolina NOVA en la ZMVM. ● En diciembre de 1997, PEMEX-Refinación sustituyó en la ZMVM el gasóleo industrial con 2% de contenido de azufre por un combustible industrial cuyo contenido máximo en peso era del 1%. ● El Instituto Mexicano del Petróleo emprende la campaña de monitoreo de aerosoles, enfocada a la especiación de partículas PM₁₀. ● Se pone en marcha el programa de detención y retiro de la circulación de vehículos ostensiblemente contaminantes en la ZMVM. ● La Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI) presenta la Estrategia Integral de Transporte y Calidad del Aire en la ZMVM. ● La Comisión Nacional del Agua efectúa la estabilización de salitres de carbonato de sodio en el ex Lago de Texcoco. ● Introducción de transporte eléctrico dedicado a la distribución de refrescos y alimentos perecederos en el primer cuadro de la Ciudad de México. ● En el Estado de México se publicó la norma ambiental para la restauración de bancos de materiales pétreos no consolidados. ● La CAM da a conocer el Programa Metropolitano de Recursos Naturales. ● Se incorpora el holograma "0" al Programa de Verificación Vehicular. ● Entra en vigor la Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México.
1998	<ul style="list-style-type: none"> ● Se consolida la instalación de sistemas de recuperación de vapores. ● Entró en vigor para el sector industrial la aplicación de la segunda etapa de los límites de emisión de la NOM-085-ECOL-1994, los cuales son más estrictos. ● Inicia el programa piloto de Gas Natural Comprimido (GNC), para vehículos de pasajeros y de carga de la ZMVM. ● El contenido de azufre del combustible industrial que se distribuye en la ZMVM es menor del 1%.

Año	Acciones
	<ul style="list-style-type: none"> • La RAMA se integra con 32 estaciones automáticas, 19 estaciones manuales, 10 estaciones meteorológicas y 2 unidades móviles. • Se inician las actividades para instalar el sistema de medición de radiación solar UV. • Se fortalece la inspección y la vigilancia de las fuentes industriales de la ZMVM para el cumplimiento de las disposiciones ambientales establecidas en la normatividad. • La Termoeléctrica "Valle de México" disminuye sus emisiones de NO_x a la atmósfera. • La Central Termoeléctrica "Jorge Luque" deja de consumir combustóleo. • Se impulsó el Programa de Educación Ambiental para la ZMVM con recursos del FIDAM 1490. • Se Inició con recursos del FIDAM 1490 el Programa para el control de la contaminación generada por la actividad artesanal de producción de tabique en los municipios del Valle Cuautitlán – Texcoco. • En el Estado de México se ponen en marcha los programas Creación de Áreas Verdes Urbanas y Manejo de Áreas Naturales. • Se da a conocer el programa de manejo del Parque Estatal Sierra de Guadalupe. • En la zona federal del ex Lago de Texcoco entran en operación sistemas de control hidráulico, dos plantas de tratamiento, se reforestan 500 ha y se da mantenimiento a 200 ha de cortinas rompevientos.
1999	<ul style="list-style-type: none"> • Se modifica el Programa Hoy No Circula, introduciendo el holograma doble cero. • El GDF hizo entrega de 100 nuevos autobuses que se incorporan al transporte público de pasajeros. • Inicia el Programa Integral de Reducciones de Emisiones Contaminantes (PIREC), para sustituir los convertidores catalíticos. • Se pone en funcionamiento el segundo tramo de de la línea B del Sistema de Transporte Colectivo (METRO), en el tramo Buena Vista a Villa de Aragón. • Se publicó el Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas en la ZMVM. • Se instrumentó el procedimiento para exentar a la industria manufacturera del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas. • Se implementa el mecanismo para exentar de la verificación vehicular y de las restricciones a la circulación, emitiendo 2 tipos de hologramas doble cero "00" con una vigencia de 2 y 1 año, respectivamente, en función de si se trata de un vehículo particular o de uno de uso intensivo. • De 1996 a 1999 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de México en el marco del Programa de Renovación del Parque Vehicular de Transporte Público, realiza la renovación de 58,620 unidades. • La Secretaría de Ecología da a conocer el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México. • En el Estado de México se concluyen las siguientes obras de infraestructura vial: Ampliación de la autopista México-Querétaro a 12 carriles, ampliación de la carretera Lechería-Cuautitlán a 6 carriles, distribuidor Ceylán, distribuidor Hidalgo-San Rafael, ampliación de las avenidas Toluca y Central; puentes vehiculares Benito Juárez, Rosario Castellanos y Carlos Fuentes, la avenida Palo Solo, distribuidor vial 1º de Mayo y Alcanfores. • Se realizó un estudio de evaluación al programa de Verificación Vehicular de la ZMVM.
2000	<ul style="list-style-type: none"> • El Gobierno Francés otorgó recursos al D.F. para que 860 microbuses (año modelo 1992 y 1993) del transporte público usaran GNC. • Se amplió el sistema de trolebuses de la Ciudad de México con 200 nuevas

Año	Acciones
	unidades. <ul style="list-style-type: none"> • Se pone en funcionamiento el segundo tramo de la línea B del Sistema de Transporte Colectivo (METRO), que va de Continentes a Ciudad Azteca. • Se concluyó la instalación de 5 nuevas estaciones meteorológicas de la RAMA: Villa de las Flores, Cuajimalpa, Tlalpan, Chapingo y Tláhuac. • Se instrumentan acciones encaminadas a otorgar incentivos fiscales a fuentes fijas que adquieran, instalen y operen tecnologías, sistemas, equipos y materiales o realicen acciones que acrediten prevenir o reducir las emisiones contaminantes, establecidas por las NOM y las normas ambientales locales. • Se inició la operación de las primeras estaciones de gas natural en la ZMVM. • La Secretaría de Salud opera el Sistema de Vigilancia Epidemiológica en la ZMVM. • Se aprueba el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal.
2001	<ul style="list-style-type: none"> • Se ponen en circulación 3,200 unidades vehiculares de uso intensivo con gas natural. • El Gobierno del D.F. incorporó 881 autobuses a la Red de Transporte de Pasajeros y retiró de la circulación 361 autobuses viejos. • Se elaboraron tres estudios de ordenamiento ecológico de la Región del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia. • El Gobierno del Estado de México inició la recuperación de suelos de la Subcuenca del Río La Compañía. • Se fortalecieron las capacidades técnicas de Inspección de las Secretarías del Medio Ambiente locales.

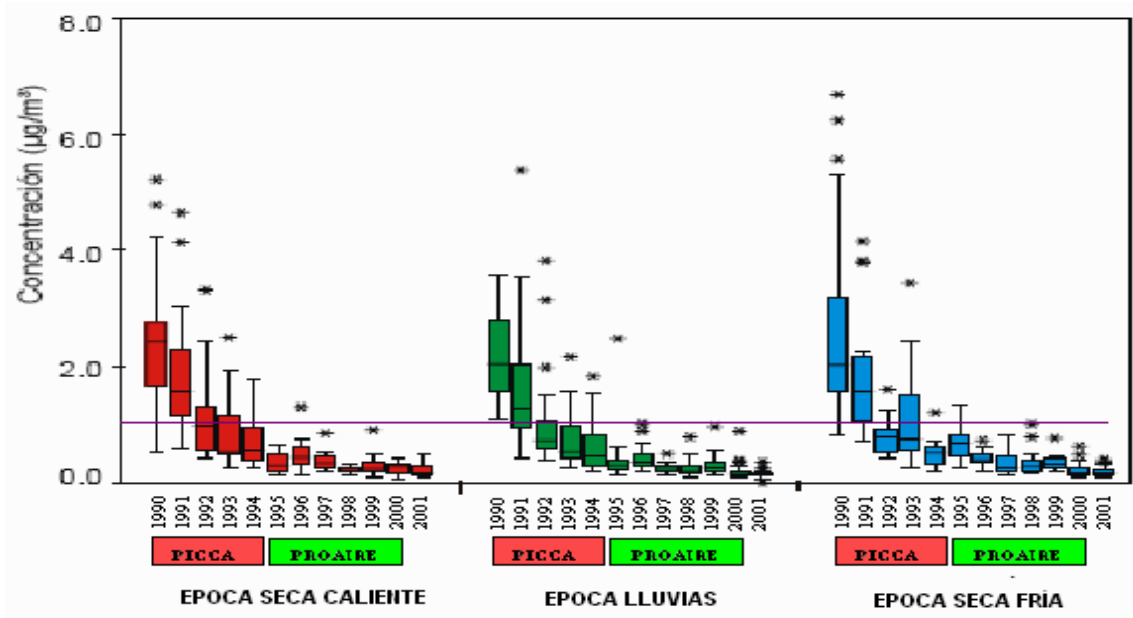
A finales del siglo XX como resultado de las acciones emprendidas por el PICCA y el PROAIRE 1995-2000, se había logrado abatir la concentración del plomo a niveles que cumplieran las normas nacionales e internacionales con reducciones de más del 99% de las registradas en 1988; una situación similar se presentaba para el bióxido de azufre aunque aún se registraban picos de alta concentración en algunas estaciones de monitoreo. Los niveles de monóxido de carbono se habían reducido significativamente y los niveles de ozono dejaron de aumentar, en contraste con la tendencia de principios de la década de 1990.

Como ejemplo, la Gráfica 4.3.1 muestra las concentraciones de plomo en partículas suspendidas totales (Pb-PST) durante los períodos del PICCA y el PROAIRE 1995-2000 para las tres épocas del año, donde es posible observar la reducción de este contaminante por la eliminación del tetraetilo de plomo en gasolinas y el cumplimiento de la norma de 1.5 µg/m³ aún en la época seca-fría al término de la aplicación del PROAIRE 1995-2000.

De acuerdo con la tendencia de Mann-Kendall para ozono en el período 1995-2000, en un promedio de las cinco estaciones de monitoreo, el porcentaje de decremento de la concentración era del 16.4%.

Los resultados indicaban que a lo largo de la década de los 90, en la ZMVM, se logró un decremento del número de días con concentraciones máximas críticas de O₃ que motivaban la aplicación del Programa de Contingencias Ambientales. Durante la aplicación del PROAIRE 1995-2000, se logró reducir el número de precontingencias por O₃ de 147 en 1995 a 24 en el año 2000. Sin embargo, la norma de O₃ en el año 2000 se rebasaba en más del 80% de los días del año.

Gráfica 4.3.1. Concentración de Pb-PST en la ZMVM por época climática



Fuente. SMA-GDF. Informe de la Calidad del Aire de la ZMVM, 2002.

Asimismo, los niveles de partículas atmosféricas también excedían con frecuencia las normas de calidad del aire por lo que se requerían nuevos programas que incorporaran los nuevos conocimientos y técnicas desarrolladas en los últimos años.

4.4 El Programa para Mejorar la Calidad del Aire, PROAIRE 2002-2010

Al término del PROAIRE 1995-2000 se realizó una recopilación de estudios y se realizaron otros para obtener mayores datos que pudieran ser de utilidad para la elaboración de un nuevo Programa de Calidad del Aire. Entre los estudios realizados durante el PROAIRE 1995-2000, se reportaba que por cada aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en los niveles de ozono se podría tener un incremento de 0.6% en los casos de mortalidad aguda y un incremento de 1% en los casos de mortalidad prematura, mientras que cada aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en los niveles de PM_{10} podría producir un incremento de entre 0.6% y 3.5% en los casos de mortalidad aguda y de 3% a 3.8% en los casos de mortalidad crónica. Asimismo, se reportaba que un aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en los niveles de $\text{PM}_{2.5}$ puede provocar un incremento de 1.7% en la mortalidad total.

Una de las investigaciones llevadas a cabo fue el "Proyecto para el Diseño de una Estrategia Integral de Gestión de la Calidad del Aire en el Valle de México" donde se destaca la información sobre la naturaleza y magnitud de los efectos a la salud debidos a la exposición de contaminantes atmosféricos (MIT, 2004).

Los gobiernos que integran la Comisión Ambiental Metropolitana asumieron el compromiso de elaborar un nuevo programa de calidad de aire que reforzara y diera continuidad a las acciones realizadas en materia de prevención y control de la

contaminación atmosférica, con énfasis en los contaminantes que excedían en mayor número de días las normas de calidad del aire.

Metas del PROAIRE 2002-2010

Para cumplir los objetivos del PROAIRE 2002-2010 se establecieron metas relacionadas con las disminuciones que podrían alcanzarse para cada uno de los contaminantes de acuerdo con los compromisos de la CAM y los diversos actores involucrados (Tabla 4.4.1).

Tabla 4.4.1. Metas establecidas para los contaminantes atmosféricos en el PROAIRE 2002-2010

Contaminante	Metas
Ozono (O ₃)	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar las concentraciones de ozono superiores a 200 IMECA. • Reducir el número de días en que las concentraciones de ozono se encuentren en el intervalo de 101 a 200 IMECA. • Aumentar el número de días con concentraciones de ozono dentro del límite establecido por la norma (100 puntos IMECA o menos).
PM ₁₀	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el número de días en que las concentraciones diarias de PM₁₀ se encuentran dentro del límite establecido por la norma. • Reducir el promedio anual de las concentraciones de PM₁₀.
PM _{2.5}	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer oficialmente un límite a la concentración de partículas con un diámetro menor a 2.5 micrómetros.
Bióxido de azufre (SO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir las concentraciones promedio diario de bióxido de azufre. • Reducir la concentración promedio anual de SO₂. • Evitar la ocurrencia de picos extraordinarios asociados con el uso indebido de combustibles de alto contenido de azufre.
Monóxido de Carbono (CO)	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar las concentraciones de CO que excedan el límite de 9 ppm (promedio de 8 horas). • Reducir las concentraciones de CO.

Las estrategias que se formularon para cumplir con las metas se integraron en ocho rubros principales, cada uno de ellos con sus respectivas medidas:

1. Reducción de emisiones generadas por el transporte. A través de la modernización y mejoramiento tecnológico, de la capacidad de transporte de pasajeros y carga, de la vialidad y la reducción de la tasa de crecimiento de viajes por persona y distancias recorridas por viaje. Con 38 medidas.
2. Reducción de emisiones en la industria y los servicios. A través de la modernización de la gestión para el control de emisiones y el mejoramiento de la competitividad y la gestión ambiental. Con 16 medidas.

3. Preservación y restauración de los recursos naturales y prevención de la expansión de la mancha urbana. Con 15 medidas.
4. Prevención de la exposición de la población a la contaminación, mediante la evaluación y comunicación de riesgos. Con 8 medidas.
5. Fortalecimiento de la educación ambiental, investigación y desarrollo tecnológico. Con 4 medidas.
6. Fortalecimiento institucional para la gestión de la calidad del aire. Con 8 medidas.

La Tabla 4.4.2 muestra un listado cronológico de las acciones más importantes realizadas durante el período.

Tabla 4.4.2. Cronología de las acciones más importantes realizadas en el PROAIRE 2002-2010

Año	Acción
2002	<ul style="list-style-type: none"> • Inicia el Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010. • Se inicia la renovación de la flota vehicular de taxis y sustitución de microbuses. • Se modificó el esquema operativo del programa de sustitución de convertidores catalíticos (PIREC). • Las Secretarías del Medio Ambiente inician el diseño del Sistema de Verificación Vehicular (SIVEV) de la ZMVM. • Se instala el Consejo Asesor del Sistema de Monitoreo Atmosférico. • Inicia la operación del laboratorio de transferencia de estándares para los equipos de monitoreo atmosférico. • Se crean los Comités de Normalización de las Secretarías del Medio Ambiente de los Gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México. • Se establece como área natural protegida al parque estatal "Ing. Gerardo Cruickshank García", en Chimalhuacán. • Se implementa el Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra Hermosa, en Tecámac. • Con recursos provenientes del Fideicomiso Ambiental del Valle de México se impulsa la instrumentación del RETC.
2003	<ul style="list-style-type: none"> • Se concluyó el distribuidor vial de San Antonio. • Se construyeron 4 puentes vehiculares que forman parte del Eje troncal Metropolitano Lorenzo Boturini, Fray Servando, Avenida del Taller y el distribuidor vial Zaragoza. • Se reforestaron y rehabilitaron 45 áreas verdes urbanas en los Municipios conurbados de la ZMVM. • Se implementa el Programa de Manejo del Parque Estatal Sierra de Tepozotlán. • Se continúa con el programa para mitigar la emisión de partículas suspendidas en el Valle de México. De manera particular, en la zona federal del ex Lago de Texcoco se construyen 23.8 km de terraplén, se plantaron 360 mil árboles y se construyó un sistema de riego en 400 ha. Anexo al lago de Churubusco se construyeron 3.9 km de terraplenes y se plantaron siete mil árboles. • Se concluyó la primera ciclopista del D.F. a lo largo de 75 kilómetros. • Se realizó el proyecto Diseño de una Estrategia Integral de Gestión de la Calidad del Aire en el Valle de México 2001-2010. "Desarrollo de Información Científica y Sistematización de Metodologías de Evaluación Integrada de Políticas y Opciones para el Mejoramiento de la Calidad del Aire".

Año	Acción
	<ul style="list-style-type: none"> • Se inaugura el Parque Ecológico Arcos del Sitio localizado en el Parque Estatal Sierra de Tepozotlán.
2004	<ul style="list-style-type: none"> • Se actualizó el Programa Hoy No Circula, haciendo más estrictos los criterios de exención. • Se adquieren 100 unidades nuevas de RTP además de que el 70% fueron renovadas en los últimos cuatro años. • Se realizan cambios al software de verificación con el objeto de evitar la manipulación de los motores por parte de los preverificadores y para identificar convertidores catalíticos en mal estado. • Se concluye la implantación del Sistema de Verificación Vehicular (SIVEV) en el D.F. • Se inauguró la red de monitoreo de partículas menores a 2.5 micrómetros PM_{2.5}. • Se publica la norma técnica NTEA-002-SEGEM-AE-2004, que regula la exploración, explotación y transporte de materiales pétreos; instrumento que coadyuva en la prevención y recuperación de suelos erosionados del Estado de México. • Se establece como área natural protegida, con la categoría de "parque estatal santuario del agua" a la Presa Guadalupe, ubicada en los municipios de Cuautitlán Izcalli y Nicolás Romero; y a las Lagunas de Xico, en Valle de Chalco.
2005	<ul style="list-style-type: none"> • Se construyó el corredor confinado para el transporte de pasajeros sobre la vialidad de Avenida Insurgentes (Metrobús). • Se sustituyeron en todas las líneas de verificación, parte de los sistemas de análisis de gases contaminantes, para incluir mecanismos de seguridad. • Se publicó la NOM 042 para asegurar que los vehículos nuevos que se comercialicen en México presenten niveles de emisión hasta 4 veces más bajos a los actuales, equivalentes a las normas de EUA (TIER 2) y Europeas (EURO IV). • Finalizó la renovación de los autobuses de la RTP, con la cual el 100% de los vehículos actuales son unidades con tecnología anticontaminante disponible en el país. • Con apoyo de la EPA se realizó el proyecto piloto de RETROFIT en autobuses de la RTP, para reducir más del 90% en las emisiones de partículas utilizando filtros de partículas y diesel de ultra bajo contenido de azufre. • Para la recuperación de suelo se construyeron 49 presas de infiltración, gavión y mampostería en 2 áreas naturales protegidas en la ZMVM: Sierra de Guadalupe y Sierra de Tepozotlán. • Se da a conocer el Programa de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de México 2005-2025, del cual a su vez se derivan los programas "Reforestación y Recuperación de Microcuencas" y "Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos", los cuales inciden en la creación, el cuidado y mantenimiento de los reservorios para la captación de los GEI.
2006	<ul style="list-style-type: none"> • Se concluyó el segundo piso de San Antonio a San Jerónimo. • Se inauguró el distribuidor vial Ermita Iztapalapa- Eje vial 3 Oriente. • Se publicó la NOM-086, que establece las condiciones fisicoquímicas que deberán cumplir los combustibles en la ZMVM. • Se publicó la Norma NADF-008-AMBT-2005, para el aprovechamiento de la energía solar. • PEMEX inicia en la ZMVM el suministro de gasolina Premium UBA, de ultrabajo contenido de azufre. • Se publicó la norma NADF-001-RNAT-2006 que establece los requisitos que se deben cumplir para la poda, derribo trasplante y restitución de árboles en el D.F. • Se realizó la campaña y estudios MILAGRO para caracterizar los contaminantes atmosféricos. • Se ajustaron y disminuyeron los niveles IMECA para la aplicación del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas para ozono y PM₁₀.

Año	Acción
	<ul style="list-style-type: none"> • Se publicaron las normas locales que establecen los requisitos para elaborar el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA). • Se realizó el Estudio Integral Metropolitano de Transporte de Carga y Medio Ambiente para el Valle de México. • Se construye el Centro de Capacitación para la Sustentabilidad Ambiental de la Sierra Nevada: Incalli Ixcahuicopa en el oriente del Valle de México. • La SMAGEM rehabilita 45 áreas verdes urbanas en 15 municipios conurbados de la ZMVM. • Se expide el Código para la Biodiversidad del Estado de México. • Se publica la norma técnica NTEA-005-SMA-RN-2005, que establece las especificaciones y criterios que deben observarse para el desarrollo de acciones y usos compatibles sustentables en las áreas naturales protegidas del Estado de México. • Se concluyó la primera etapa de saneamiento de los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos Neza II y Neza III en Nezahualcóyotl, así como el de Chimalhuacán. • Se incentiva el uso de vehículos híbridos gasolina-eléctricos en el Valle de México. • Se publica la norma técnica estatal NTEA-004-SMA-DS-2006, que establece las especificaciones de protección al ambiente que deberán seguir las estaciones de servicio. • En el Valle de México se decretaron 7 ANP como santuarios del agua con una extensión de 140,572 ha. • Se realizó la construcción de 45 presas filtrantes en los parques estatales Sierra de Guadalupe y Sierra de Tepoztlán. • Se pone en operación el tramo de la vialidad del Arco Norte que abarca el entronque de Jilotepec, Estado de México hasta Tula, Hidalgo.
2007	<ul style="list-style-type: none"> • Entró en vigor la norma NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece límites de emisión más estrictos a los vehículos en circulación. • Se publicó la NOM-045-SEMARNAT, referente a la opacidad de humo de vehículos a diesel. • Se firma convenio de la primera etapa para el Tren Suburbano Sistema I y II. • Se terminó el distribuidor vial Zaragoza. • Entran en operación tres nuevas estaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico: Acolman, Chalco e Iztacalco. • A partir del segundo semestre del 2007 se modificó el esquema de asignación de hologramas a vehículos eliminándose el holograma de verificación número 1. • Los gobiernos que integran la Comisión Ambiental Metropolitana implementaron un mecanismo para la regulación de emisiones de vehículos con placas de otras entidades que circulan en la ZMVM. • Se obtuvo financiamiento de parte del Banco Mundial para la realización del plan estratégico para la creación de una red de ciclovías en la Ciudad de México. • Se inició el proyecto "Muévete en Bici", como parte del Programa de Movilidad no Motorizada. • Se publicó la norma local NADF-010-AMBT-2006 que establece el método de prueba para determinar la eficiencia de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina. • La SMA del Distrito Federal fortaleció el programa ostensiblemente contaminante con 30 patrullas. • Se publicaron la Agenda Ambiental y el Plan Verde de la Ciudad de México. • El Metrobús recibió el primer pago por reducciones de las emisiones de CO₂. • Se inició la formación de 8 cuerpos de agua en el Parque Estatal Cerro Gordo en el oriente del Valle de México para la mitigación de partículas suspendidas. • Con recursos del Fondo Metropolitano, se reparó el puente vehicular Monte

Año	Acción
	<p>Líbano. Asimismo, se inició la construcción de un distribuidor en el Bordo de Xochiaca, en Nezahualcóyotl, y un puente vehicular en el municipio de La Paz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realiza la construcción, modernización y ampliación de carreteras destacando las de Romero-Villa del Carbón-Jilotepec, Chalco-Tláhuac, Chalco-Huitzilzingo, Tlalnepantla-Villa del Carbón y Zumpango-Los Reyes. • Se publica el Programa Especial de Transporte Masivo del Estado de México, el cual incluye 3 líneas de trenes suburbanos y 4 de corredores con vehículos de alta capacidad. • Se establece el acuerdo para crear el corredor Ciudad Azteca-Tecámac, atendido por vehículos de alta capacidad y en carriles exclusivos. • Se instrumenta el Programa de Eficiencia Energética y bajas emisiones para vehículos nuevos en la ZMVM, con el refrendo del holograma "00" hasta por dos ocasiones. • Inicia la operación del Circuito Exterior Mexiquense. • Se celebra el convenio entre la SMAGEM y la Cámara Regional de la Industria Arenera para el control de las partículas.
2008	<ul style="list-style-type: none"> • Se publicó la NADF-011-AMBT-2007 que establece límites máximos permisibles de emisiones de COV por fuentes fijas en el Distrito Federal. • Se realizaron actualizaciones y modificaciones al PCAA en el que se establecen la reducción gradual de los límites de activación de precontingencia y contingencia por ozono y PM₁₀ en la ZMVM. • Inicia operaciones el Tren Suburbano Buenavista-Cuautitlán. • Se inaugura la Línea 2 del Metrobús, Tacubaya-Tepalcates. • Se implementan siete medidas para reducir la contaminación del aire: Extensión del HNC a los sábados, se reduce la edad máxima a 8 años para que los vehículos obtengan el holograma "0", reforzamiento de verificación vehicular a transporte de carga y a operativos de retiro a vehículos contaminantes, auditorías a verificadores y restricción de circulación a vehículos de otras entidades o del extranjero que no porten holograma "0" o "00" y ajuste a los niveles de activación de las contingencias y precontingencias ambientales atmosféricas de la ZMVM. • Los gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México acuerdan la homologación del programa de verificación vehicular. • Se inicia la generación de electricidad a pequeña escala con energía solar. • Se establece el programa de mejoramiento y recuperación de espacios públicos y adopción de espacios verdes. • Se presentó el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012. • Se publicó la Norma NADF-013-RNAT-2007, que establece las especificaciones técnicas para la instalación de sistemas de naturación. • Se inició el Plan Estratégico para la Creación de una Red de Ciclovías en la Ciudad de México. • Se construyó el vivero regional tecnificado "Los Insurgentes Bicentenario" en el parque estatal Sierra Hermosa. • Se construyó el Centro Ecoturístico y Educación Ambiental Sierra de Guadalupe en el municipio de Coacalco.

2009

- Pemex inicia el suministro a la ZMVM de gasolina Pemex Magna y Pemex Diesel de ultrabajo contenido de azufre.
- Se inicia construcción de ampliación del Metrobús en Insurgentes.
- Se inicia la construcción de la línea 12 del Metro que correrá de Mixcoac a Tláhuac 24 km.
- Se redujeron los límites de activación del PCAA por ozono y PM₁₀ en la ZMVM.
- Inició actividades la policía ambiental para proteger el suelo de conservación.
- Se otorga el holograma "0" a vehículos a diesel con tecnología Euro III o superior.
- Inicia el programa para sustitución de vehículos con placas federales.
- Se proponen 11 corredores para Mexibús en los municipios conurbados del Estado de México.
- Se inaugura el corredor Cero Emisiones en el Eje Central con trolebuses eléctricos, limitando la circulación de vehículos de carga de 7:00-22:00 hs y sacando de la circulación a los microbuses.
- Se inicia el servicio expreso en 10 rutas de autobuses del D.F.
- Se puso en marcha la primera etapa del Mexipuerto Ciudad Azteca Bicentenario.
- Se inauguró la primera etapa del Viaducto Elevado Bicentenario Toreo-Lomas Verdes en el Estado de México.
- Inició el programa de vivienda sustentable que contempla el calentamiento de agua con energía solar.
- Se publicó el acuerdo para el Programa de Transporte Escolar del Distrito Federal.
- Se conformaron los planes maestros de rescate integral de los ríos Magdalena y Eslava.
- Se puso en operación el primer tren suburbano Cuautitlán–Buenavista.
- La SMAGEM puso en marcha el proyecto de recuperación y fijación de suelo en sub-cuenca del río Papalotla.
- Se construyó un sistema de riego por goteo en la zona aledaña a "El Caracol" en el municipio de Ecatepec.
- Se fortaleció y puso en marcha el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes RETC en la ZMVM.
- Se implementó el Programa de Fortalecimiento de Capacidades Técnicas para la Prevención y Combate de Incendios Forestales en Áreas Naturales Protegidas de la ZMVM.
- Se publica la "Iniciativa ante el Cambio Climático en el Estado de México".
- Entra en operación la autopista urbana Naucalpan-Ecatepec, con 6 km.
- Se da a conocer el Programa de Conservación y Manejo del Parque Estatal y Santuario del Agua Presa Guadalupe, en el norponiente del Valle de México.
- Se pone en operación la estación de transferencia multimodal Ciudad Azteca, en Ecatepec.
- Se pone en operación el tramo de la vialidad del Arco Norte que abarca desde el entronque de Jilotepec – Tula – Pachuca – Tulancingo - Puebla.
- Se recuperan 46 hectáreas del tiradero de basura Neza 1, con la construcción de un centro de desarrollo económico, deportivo, cultural, y de servicios denominado Ciudad Jardín Bicentenario en el oriente del Valle de México.
- Se lleva a cabo la consolidación y renovación física del Circuito Interior del D.F.

2010

- Inicia el Sistema de Transporte Público Individual ECOBICI de la Ciudad de México.
- Inicia la operación de la línea 3 del Metrobús.
- Se crea el Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México (CVCCCM).
- Se puso en operación un Sistema Telemático de Monitoreo Ambiental en las ANP ubicadas en los municipios conurbados del Valle de México.
- Se concluyeron los trabajos de recuperación y fijación de suelo en la sub-cuenca del río San Juan Teotihuacán que tiene un impacto en la reducción de partículas suspendidas en el Valle de México.
- Se concluyó la Evaluación Integral de los Programas de Verificación Vehicular Obligatoria de la Zona Metropolitana del Valle de México.
- La SMA del Estado de México fortalece el "Programa Vehicular de Reducción de Contaminantes" con la operación de 36 patrullas ecológicas de bajo consumo de combustible, equipadas con analizadores de gases.
- Se publica el acuerdo por el que se crea el corredor Chimalhuacán – Nezahualcóyotl – Pantitlán, atendido con autobuses de alta capacidad circulando en carriles exclusivos.
- Se inaugura el Parque Ambiental Melchor Ocampo, ubicado en el norte del Valle de México.
- Se inaugura el Parque Ecológico Ehécatl en el municipio de Ecatepec.
- En materia de salud ambiental, se publica la norma oficial mexicana NOM-022-SSA1-2010, que establece los criterios para evaluar la calidad del aire ambiente respecto al SO₂.
- Inician actividades los centros de educación ambiental para el cambio climático en el Estado de México, los cuales forman parte de la red mundial de las "Casas de la Tierra".
- Inicia operaciones la primera línea de Mexibús Cd. Azteca-Tecámac en el Estado de México.
- La Secretaría de Transporte del Estado de México de 2005 al 2010, renueva 52,000 unidades de transporte público en sus distintas modalidades.
- Se inaugura la segunda etapa del Viaducto Elevado Bicentenario Lomas Verdes-Cuautitlán en el Estado de México.

4.5 Evaluación del PROAIRE 2002-2010

En términos de la mejora de la calidad del aire, el PROAIRE 2002-2010 arrojó los siguientes resultados:

1. Aunque el ozono sigue siendo el principal problema de contaminación atmosférica en la ZMVM, las tres metas establecidas en el PROAIRE 2002-2010 para este contaminante se alcanzaron: se eliminaron las concentraciones de ozono superiores a 200 IMECA; se redujo en forma considerable el número de días con concentraciones de ozono entre 101-200 IMECA y han aumentado paulatinamente los días con buena calidad del aire.
2. Para las PM₁₀ se registra una tendencia general decreciente en todos los indicadores de este contaminante. Sin embargo aunque ha disminuido el número de eventos extraordinarios registrados por PM₁₀ en la ZMVM, la meta de no rebasar el promedio anual de 50 µg/m³ no se cumple en todas las estaciones.
3. Se cumplió la meta de implementar la norma para PM_{2.5} en 65 µg/m³ promedio de 24 horas y de 15 µg/m³ promedio anual. Este contaminante ha tenido una reducción gradual en todos sus indicadores desde 2004 que se comenzó a medir y para fines del 2009, la norma de 24 horas se cumple todos los días del año, pero no se ha logrado el objetivo de alcanzar los 15 µg/m³ de promedio anual.
4. Las metas de reducir las concentraciones promedio diario de dióxido de azufre y reducir la concentración promedio anual se alcanzaron desde el año 2003 ya que a partir del mismo no se ha presentado ninguna excedencia. Sin embargo, no se ha logrado eliminar la presencia en forma esporádica de picos horarios con concentraciones mayores a 0.2 ppm en las zonas industriales de la ZMVM.
5. Se cumplió la meta de reducir las concentraciones de CO ya que desde 2002 se ha tenido una reducción neta hasta 2008 de alrededor del 40% y una reducción acumulada desde 1989 superior al 70%.

Por lo que se refiere a la reducción de emisiones por la aplicación de acciones contenidas en el PROAIRE 2002-2010, se estimaron reducciones de 5,078 ton/año de partículas PM₁₀, 506 ton/año de SO₂, 817,132 ton/año de CO, 64,779 ton/año de NO_x y 85,706 ton/año de COV.

Recomendaciones

En 2009 la SEMARNAT financió un estudio de evaluación del desarrollo de las acciones y medidas aplicadas en el PROAIRE 2002-2010 (Mugica, 2009), en el cual se hicieron las siguientes recomendaciones:

a) Para el mejoramiento de la calidad del aire y protección de la salud

- Seguir priorizando las reducciones de ozono, PM₁₀ y PM_{2.5}.
- Para el ozono, la meta a diez años deberá ser el cumplimiento de las normas todos los días del año, con énfasis en el cumplimiento del límite permisible de 0.08 ppm para el quinto máximo (concentración promedio móvil de 8 horas). Considerar la reducción de la norma horaria de 0.11 ppm.
- En este mismo sentido deberá haber una fuerte estrategia de reducción de COV, hidrocarburos y NO₂ (aunque ya no se rebase la norma) con el fin de

alcanzar los objetivos de reducción para el ozono, por lo que, dentro de estas estrategias debe considerarse la disminución del nivel normado de NO_x y NO₂.

- En cuanto a las PM₁₀ y PM_{2.5}, las metas a 10 años deberán ser el cumplimiento al 100% de las normas tanto de promedio diario como de promedio anual en todas las estaciones de la ZMVM, eliminar la presencia de picos horarios, establecer el IMECA para PM_{2.5} y los métodos de referencia y equivalentes para ambos tamaños de partícula.
- Eliminar los eventos extraordinarios de SO₂ en todas las estaciones de la ZMVM y considerar la reducción del valor de la norma.
- Establecer la norma de CO en 9 ppm.
- Para proteger la salud de la población, se deberá incrementar la cobertura del SIMAT a los 59 municipios conurbados, principalmente en zonas industriales, zonas con alto grado de erosión y zonas con incidencia en incendios forestales. Asimismo, se deberán realizar estudios de exposición anuales para toda la población de la ZMVM.
- Es necesario considerar la inclusión del monitoreo de algunas sustancias tóxicas tanto en forma gaseosa como contenidas en partículas suspendidas, principalmente aquellas con potencial cancerígeno. Esto con base en los resultados aportados por el inventario de sustancias tóxicas, así como de los aportados por los múltiples estudios de investigación realizados durante el período de evaluación. Asimismo, es importante realizar el seguimiento de la presencia espacial y temporal de algunos tóxicos, a través de proyectos de investigación promovidos con la academia.
- Es necesario equipar al SIMAT con equipos de nefelometría para la determinación cuantitativa de la visibilidad en la ZMVM.
- Es necesario realizar un mayor número de estudios epidemiológicos y de riesgo a la salud relacionados con la contaminación ambiental, para determinar con mayor precisión los beneficios en la reducción de los índices de mortalidad y morbilidad, así como de su costo en servicios de salud.
- Para cumplir con la recomendación anterior, será necesario establecer un sistema de información (de preferencia certificado, o al menos con un proceso de validación de datos) en los hospitales y centros de salud, de manera que se cuente con registros exactos sobre la incidencia de enfermedades en la ZMVM.
- Promover la participación creciente de la academia en el desarrollo de estudios relacionados con la calidad del aire y su control.
- Realizar estudios costo-beneficio, que consideren además del gasto los beneficios económicos de contar con una población saludable.
- Realizar estudios de costo-beneficio que además de determinar el gasto asociado a servicios de salud, estimen la pérdida económica por inasistencias y pérdida de productividad.
- La revisión de los niveles normados de los contaminantes criterio deberá ser sistemática y constante. Se puede proponer en el corto plazo la actualización de las normas de CO, NO₂ y SO₂ a los estándares internacionales de la OMS o la EPA-California.

- Es importante realizar más estudios y difundir los resultados de aquellos ya terminados que vinculan el costo de las enfermedades producidas o agravadas por la contaminación ambiental con la pérdida de productividad y capital humano, para que tanto el sector privado como el público tomen conciencia y puedan estimar cuantitativamente el beneficio de realizar acciones e invertir en medidas de control para reducir las emisiones contaminantes.
- Los futuros programas de gestión de calidad del aire deben incluir programas de monitoreo de los contaminantes tóxicos presentes en la ZMVM.

b) Para los vehículos y transporte

- Es necesario seguir impulsando la renovación del parque vehicular, incluyendo la flota vehicular gubernamental.
- Se deberá continuar promoviendo la sustitución y chatarrización de taxis e insistir en la construcción de bases para evitar que estas unidades circulen sin pasaje.
- Para lograr una mayor reducción en las emisiones de vehículos y transportes, es impostergable la introducción de los combustibles de ultrabajo azufre en toda la ZMVM para que se puedan introducir vehículos con las últimas tecnologías anticontaminantes, por lo que se deberá insistir con PEMEX en cuanto al cumplimiento de esta medida.
- Es necesario seguir impulsando acciones relacionadas con la infraestructura vial y corredores de transporte, accesibles tanto a vehículos privados como al transporte público, así como el incremento de transporte público de alta capacidad, eficiente, seguro y poco contaminante como el Metro, las unidades RTP, el Metrobús, el Mexibús y el transporte eléctrico.
- Se debe seguir promoviendo la sustitución de los microbuses por transporte de alta capacidad. Se deberá continuar la realización de pruebas sobre nuevas tecnologías vehiculares menos contaminantes principalmente en vehículos de transporte público.
- Se debe continuar promoviendo los sistemas de transporte de alta capacidad, como el Metro y el tren suburbano que incentiven a los propietarios de autos privados y/o usuarios de microbuses a modificar su forma de transporte.
- La promoción del uso de la bicicleta, y el desarrollo de actividades que impulsen a la población a su uso, son acciones importantes ya que no solamente se promueve un medio de transporte no contaminante, sino que además genera una conciencia de participación ciudadana para lograr un mejor ambiente.
- La coordinación entre los gobiernos locales es fundamental para homologar el servicio y costo del transporte público de baja, mediana y alta capacidad para que la ZMVM cuente con un sistema de transporte público unificado.
- Se recomienda la realización de estudios costo-beneficio y de percepción en la población sobre los posibles cambios en el uso de transporte (privado a público, de baja capacidad a alta capacidad, etc.), estudios que consideren los costos en tarifas y combustibles y, principalmente, que consideren el traslado entre ambas entidades.

- Finalmente, los futuros programas de calidad del aire deberán profundizar y considerar no solamente las emisiones de contaminantes criterio, sino también de los contaminantes tóxicos y de gases de efecto invernadero. Además deberán también diseñar las estrategias y medidas de reducción comunes para lograr disminuir todas las emisiones. Para ello, es necesario que la información se actualice lo más frecuentemente posible y tener la posibilidad de obtener estimaciones y evaluaciones más precisas.

c) Para la industria y los servicios

- El incentivo actual de la exención de las industrias no es suficiente, ni tampoco lo son los estímulos fiscales para que la empresa mediana y grande se incorpore a la autorregulación y realice modificaciones para ser una industria más limpia. Será necesario incorporar nuevos esquemas y estímulos, así como impartir seminarios y cursos de costo-beneficio para que puedan sumarse la industria pequeña y la microempresa a la aplicación de medidas de control y ahorro de energía.
- En el diseño del programa de calidad del aire, se deberá incorporar el impacto de estrategias y medidas en la reducción, no solamente de contaminantes criterio, sino también de contaminantes tóxicos, considerando que ya se cuenta con un inventario de dichas emisiones. Asimismo, deberán considerarse los impactos que habría en la emisión de gases de efecto invernadero, lo cual apuntaría al aprovechamiento de otras fuentes de energía en procesos industriales sustentables y no contaminantes.
- Es muy importante contar con información periódica, actualizada e integrada de las distintas entidades para lograr una mayor certidumbre en la estimación de las emisiones debidas a las fuentes fijas. En el caso de las termoeléctricas es imperativo tener estudios sobre sus sistemas de control de contaminantes, sus emisiones a la atmósfera y la forma en que están impactando a toda la ZMVM.
- De la misma forma en que se hizo la recomendación para la industria, es importante que los gobiernos que integran la CAM fomenten y promuevan medidas para que sea rentable la mejora en el desempeño ambiental en el Sector de Servicios. La capacitación, el fomento y los estímulos para la autorregulación deben ser medidas importantes en el futuro para que este sector disminuya sus emisiones a la atmósfera. Las fuentes de área de este sector están experimentando un crecimiento importante y será necesario emitir normas que obliguen al control de emisiones principalmente de COV.
- Es necesario que se lleve a cabo una homologación de las normas establecidas en el Distrito Federal con el Estado de México, principalmente en el caso de la medida relacionada con las estaciones de servicio que ya probó su eficiencia durante este PROAIRE, y en el de la medida relacionada con la disminución de fugas de Gas LP. La promoción del uso de la energía solar en sustitución de combustibles fósiles, deberá ser una prioridad en el futuro, puesto que además representará importantes reducciones de gases de efecto invernadero.
- Las pedreras y ladrilleras, pueden representar una disminución muy importante de emisión de partículas a la atmósfera, por lo que deben ser retomadas, además de que es necesaria la realización de estudios relacionados con la emisión de contaminantes tóxicos en las tabiquerías.

d) Para la conservación de los recursos naturales

- Es prioritario el cumplimiento estricto de la normatividad en cuanto al ordenamiento ecológico, uso de suelo y contención de la mancha urbana.
- Es necesaria la recuperación de una mayor superficie de áreas verdes en la ZMVM, tanto de zonas urbanas como de rurales y de áreas naturales protegidas.
- Es necesario incrementar los esfuerzos y las acciones para el manejo y conservación de las ANP, por lo que se requiere estrechar los vínculos entre las entidades de la ZMVM para fortalecer la protección y restauración de dichas áreas principalmente en la prevención y combate de incendios forestales. En ambas entidades se requiere continuar con planes de reforestación en las zonas más erosionadas y establecer programas para la conservación y reproducción de fauna nativa. Es necesario continuar con los apoyos y mecanismos compensatorios a campesinos y propietarios rurales que presten servicios ambientales, ya que el cuidado y protección de los suelos rurales y de conservación coadyuva en la recarga de acuíferos y en la reducción de contaminantes atmosféricos.
- Es imprescindible que en el programa de calidad de aire, se realice la estimación conjunta de la absorción de gases de efecto invernadero y de la absorción y retención de contaminantes criterio que se lleva a cabo en zonas forestales, suelos de conservación, áreas naturales protegidas y en general por cualquier cobertura vegetal, con el fin de que la conservación de los recursos naturales sea considerada también como una inversión rentable que pueda ser cuantificada en un análisis costo-beneficio.
- Se necesitan realizar estudios para establecer (con una metodología que ofrezca mayor certidumbre) la contribución de los suelos erosionados en la ZMVM a la presencia de partículas atmosféricas. Así mismo, se necesita desarrollar una metodología para estimar las emisiones de contaminantes criterio como consecuencia de los incendios forestales, de forma similar a la que se realiza para la emisión de gases de efecto invernadero.
- Para poder realizar las estimaciones cuantitativas de los beneficios ambientales alcanzados por las acciones realizadas, será necesario contar con informes anuales de ambas entidades sobre los resultados precisos alcanzados en la recuperación de suelos de conservación, agrícola y áreas naturales protegidas, así como de la reducción de suelos erosionados.

e) Para la educación ambiental

- La educación ambiental debe ser incluida formalmente en todos los niveles de educación escolar. Para ello, se debe diseñar una agenda de educación ambiental en la ZMVM con las instituciones educativas.
- Es necesario continuar e incrementar los cursos de capacitación y promoción ambiental en todos los sectores de la sociedad, para lo cual los instructores deberán profesionalizar sus conocimientos en materia ambiental.
- La educación ambiental no formal, dirigida a la ciudadanía, deberá desarrollarse de manera permanente, a través de campañas masivas pues es la base para lograr la participación total de la sociedad y alcanzar el desarrollo sustentable de la ZMVM.

- Se debe fomentar la participación de las empresas de radio y televisión para la difusión de conocimientos actualizados sobre contaminación atmosférica, así como de campañas enfocadas a la modificación de actitudes que proporcionen una mayor conciencia y convoquen a la población al cambio de hábitos y comportamientos que contribuyan a un medio ambiente saludable.
- Es importante la promoción de campañas de uso de la bicicleta y la caminata, no solamente como una alternativa al transporte contaminante, sino porque promueve una actitud de protección al ambiente asociada a una vida saludable.

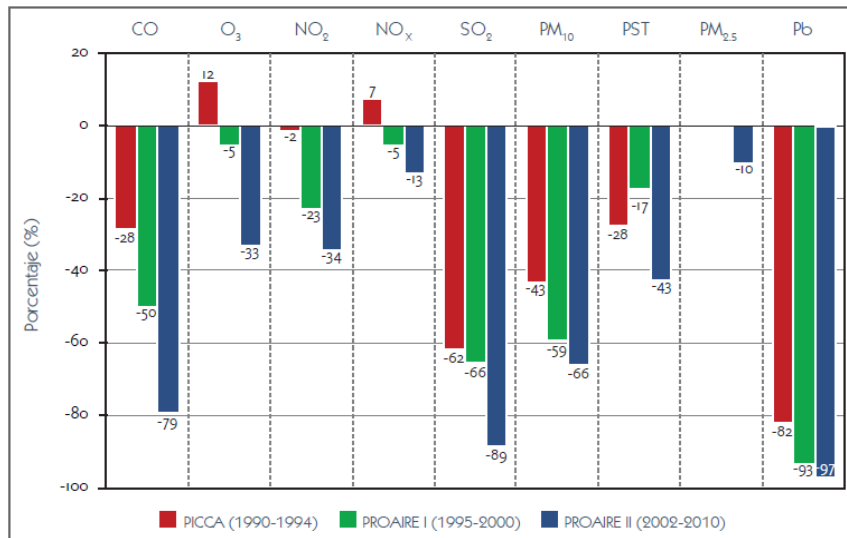
f) Para el fortalecimiento institucional

- El Sistema de Monitoreo Atmosférico deberá ampliar su cobertura en la ZMVM de tal forma que los 59 municipios conurbados queden cubiertos por la red de monitoreo.
- La medición de la visibilidad es un asunto pendiente e importante de concretar a corto plazo, ya que será un parámetro importante de seguimiento de la contaminación por partículas finas.
- El inventario de sustancias tóxicas debe ampliarse en el número de compuestos químicos, de modo que se incluyan todas las sustancias del RETC. Estos inventarios han puesto de manifiesto la necesidad de incluir y regular a un mayor número de fuentes de área, cuyas emisiones han ido en aumento y son las que más contribuyen a la presencia de COV, algunos de los cuales son tóxicos además de ser importantes precursores del ozono.
- En cuanto a la publicación bienal de los Inventarios de Emisión de Contaminantes Criterio, que constituye una herramienta fundamental de la gestión de la calidad del aire, se requiere que se continúen los esfuerzos, que se actualicen algunas metodologías y que se incorporen otras, como es el caso de la contribución de suelos erosionados, incendios forestales y suelos agrícolas a la emisión de partículas.
- Es importante que se inicie una cultura de contabilización precisa del costo de las medidas ambientales y se compare también en forma muy precisa con los beneficios económicos que se logran en salud, mantenimiento de materiales, etc. Ello coadyuvará a una mejor conciencia de la conveniencia de invertir en la promoción de un ambiente limpio.
- Se recomienda que se realicen evaluaciones de los programas, de manera que se establezca una cultura de información precisa y homogénea entre las entidades, que permita al evaluador determinar los puntos débiles del programa, las razones de los retrasos, los costos y, por supuesto, la eficacia en el desarrollo de las medidas en el abatimiento de la contaminación atmosférica.
- Reactivación del Fideicomiso Ambiental 1490.

4.6 Tendencias en la calidad del aire durante la instrumentación de los Programas de Calidad del Aire PICCA, PROAIRE 1995-2000 y PROAIRE 2002-2010

La Gráfica 4.6.1 muestra la reducción porcentual efectiva de la concentración de los contaminantes al instrumentar los programas para mejorar la calidad del aire de la ZMVM, tomando como base el promedio anual de 1989 y su actualización al año 2009. Se puede observar que en ese periodo el monóxido de carbono (CO) disminuyó un 79%, el ozono (O₃) 33%, el bióxido de nitrógeno (NO₂) 13%, los óxidos de nitrógeno (NO_x) 13%, el bióxido de azufre (SO₂) 89%, las partículas PM₁₀ 66%, las partículas PST 43%, las partículas PM_{2.5} 10% y el plomo (Pb) 97%.

Gráfica 4.6.1. Porcentaje de reducción efectiva de la concentración de los contaminantes al instrumentar los programas de calidad del aire, tomando como base la concentración promedio anual de 1989 y su actualización a 2009



Fuente: Informe de la Calidad del Aire 2009, SMA-D.F., 2010.

