

# PROYECTO PARA EL DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA INTEGRAL DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL VALLE DE MÉXICO 2001-2010

*Mario Molina*

*Instituto Tecnológico de Massachusetts*

*Programa Integral sobre Contaminación Urbana, regional y Global:*

*Estudio de Caso de la Ciudad de México*

<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/282/molina.html>

Instituto Nacional de Ecología

---

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto es el producto de aproximadamente seis meses de trabajo, y forma parte del llamado "programa integral sobre Contaminación Urbana, Regional y Global: Estudio de Caso de la Ciudad de México", que es una iniciativa del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT).

El informe final lo vamos a publicar después de hacerle algunas correcciones adicionales, y va a estar disponible en Internet (<http://eaps.mit.edu/megacities>)

Para la elaboración de este programa contamos con la participación de un equipo interdisciplinario de investigaciones de la UNAM, el Colegio de México, la UAM, el Instituto Nacional de Educación Pública, el Instituto Mexicano de Petróleo, la Universidad de las Américas, el Tecnológico de Monterrey, así como consultores de otras instituciones, además de MIT y de Harvard. Además el proyecto recibió información y contó con una colaboración estrecha de funcionarios de COMETRAVI, la Secretaría de Energía y las autoridades ambientales y de transporte del Gobierno del Estado de México y del Gobierno del Distrito federal, del Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAP y de PEMEX, así como de la fundación México-Estados Unidos para la Ciencia, la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz y el Banco Mundial.

El propósito de este programa de colaboración para la investigación y la educación consiste en contribuir al entendimiento de los problemas ambientales. El objetivo más importante del programa integral sobre Contaminación Urbana es generar evaluaciones objetivas y balanceadas sobre las causas y las soluciones de los problemas de contaminación atmosférica local, regional y global. Estas evaluaciones se fundamentan en un análisis integral de los aspectos científicos, tecnológicos, sociales y económicos de dichos problemas, un análisis que toma en cuenta que haya muchas certidumbres en la información que tenemos disponible.

## EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LA ZMVM

Comparado con otras ciudades grandes en el resto del mundo, el problema de la contaminación de aire en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es particularmente difícil de resolver, pues estamos rodeados de montañas, y tenemos frecuentes inversiones térmicas que tienden a atrapar los contaminantes en el Valle.

En este Valle coexisten más de 18 millones de habitantes, más de tres millones de vehículos, ya alrededor de 35,000 industrias y servicios. En conjunto estas actividades consumen un volumen superior a los 44 millones de litros de combustible al día, y la consecuencia es la emisión de miles de toneladas de contaminantes de diversos tipos, los actuales a su vez reaccionan químicamente en la atmósfera para formar otros contaminantes de diversos tipos, los cuales a su vez reaccionan químicamente en la atmósfera para formar otros contaminantes que muchas veces son todavía más dañinos a la salud.

Algunos aspectos del problema han sido atacados acertadamente con las políticas y acciones puestas en práctica en la década de los 90. En esos años, se lograron reducciones sustanciales en las concentraciones ambiente de plomo, bióxido de azufre(SO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono(CO) aunque, por otra parte, no se avanzó sustancialmente en los referente a las concentraciones de ozono, bióxido de nitrógeno(NO<sub>2</sub>) y partículas.

En la actualidad, las normas de calidad del aire que se rebasan con mayor frecuencia en la ZMVM son la del ozono y la de las partículas PM<sub>10</sub>, mientras que el resto de los contaminantes casi siempre está en niveles dentro de la norma. en el caso del ozono la norma de una hora se rebasa más del 80% de los días y esto ha venido sucediendo año tras año desde 1988. Las concentraciones pico de ozono, cercanas a 300 ppb, son comparables a las que tenía la ciudad de Los Ángeles durante los 70 y son superiores a las observadas en la actualidad en cualquier ciudad de los Estados Unidos. En lo que respecta a PM<sub>10</sub>, la norma para 24 horas se ha excedido en más del 40% de los días en algunos años( aunque en el año pasado se rebasó la norma en menos del 10% de los días). Por otro lado, las concentraciones promedio anuales han superado los límites máximos establecidos por las normas desde 1995; inclusive en Xalostoc se han alcanzado niveles dos o tres veces mayores que la norma anual. En consecuencia el ozono y las partículas son los contaminantes más preocupantes en la ZMVM y los que merecen la atención más inmediata.

## **La definición de políticas de calidad del aire efectivas requiere una evaluación integral del problema y de sus soluciones**

El Proyecto de la Ciudad de México ha empleado un enfoque de evaluación integral para desarrollar recomendaciones que faciliten la interacción de áreas tan diferentes como la salud, la ciencia ambiental, la economía, la tecnología y la política.

## **La contaminación del aire afecta seriamente la salud e impone elevados costos económicos a la sociedad..**

Los problemas de contaminación del aire imponen costos económicos y de salud muy significativos.

Gran parte del conocimiento sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la salud proviene de estudios que analizan las fluctuaciones diarias en el número de muertes, las admisiones a hospitales, y los síntomas respiratorios, estudiados a la par que las fluctuaciones

diarias en los niveles de contaminación del aire en las grandes ciudades( por ejemplo Filadelfia, Londres, la Ciudad de México)alrededor del mundo. Estos estudios han analizado los efectos de varios de los contaminantes criterio(PM10, ozono, CO.NO2, So2, entre otros)

Los hallazgos más claros y consistentes de estos estudios se relacionan con los incrementos en mortalidad debidos a partículas PM10.Se estima que por cada incremento de 10ug/m<sup>3</sup> en los niveles de PM10, se puede esperar un aumento de 1% en la mortalidad diaria. la mayor parte de estas muertes adicionales se debe a causas cardiovasculares, y ocurre probablemente en gente relativamente mayor que sufre de enfermedades coronarias. Existe sin embargo, alguna evidencia reciente(aunque sin confirmar) que indica que algunas de estas muertes prematuras pueden registrarse en infantes. Con una población del tamaño de la que tiene la Ciudad de México, cercana a las 20 millones, y con una tasa anual de muertes de aproximadamente 5/1000, estudios implican que una reducción de 10 % en las concentraciones de PM10 podrá reducir el número de muertes prematuras en la ZMVM en hasta 1000 muertes cada año.

Tal vez lo más preocupante es la posibilidad de que la exposición de largo plazo a PM10 pueda incrementar la mortalidad crónica debida a causas respiratorias y cardiovasculares(esto es, la mortalidad no relacionada día a día con la contaminación) Dos grandes estudios desarrollados en los Estados Unidos(ACS, Seis ciudades)sugieren que tales efectos existen. Estos resultados no han sido confirmados en México, pero de ser reales, provocarían impactos en salud( en términos de disminución en la esperanza de vida) que podrían ser varias veces mayores que los impactos de la mortalidad aguda( esto es, la relacionada con las fluctuaciones diarias en la contaminación).

Las partículas PM10 están también consideradas como una causa en los incrementos de los casos de bronquitis crónica, admisiones hospitalarias por causas respiratorias o cardiovasculares, visitas a las salas de emergencia por problemas respiratorios, ataques de asma, síntomas en las vías respiratorias superiores, y días de actividad restringida.

El ozono tiene efectos obvios y significativos en la función respiratoria, en la manifestación de síntomas respiratorios( tales como irritación de ojos y tos), y en el número de admisiones a hospitales causadas por asma o por otras enfermedades respiratorias.

algunas estimaciones preliminares sugieren que una reducción del 10% en los niveles de PM10 en términos económicos tendrían un valor equivalente en el rango de 100 a 3,000 millones de dólares al año.

## **Recomendaciones sobre efectos a la salud**

Nuestras recomendaciones caen en dos categorías, las que tienen que ver con la normatividad y el control de la contaminación del aire y las relacionadas con las investigaciones y evaluaciones que convendría desarrollar.

## **Control de la contaminación del aire**

Sugerimos que los tomadores de decisiones le den mayor énfasis a los programas que busquen la reducción de los niveles de exposición crónica de toda la población, en lugar de enfocarse demasiado en la reducción de episodios con niveles de exposición pico(conocidos como niveles de contingencia)

## **Investigación y ejercicios de valoración**

Existen muchos asuntos importantes aún no resueltos en relación con los efectos de la contaminación del aire en la salud y con la valoración de estos impactos, que podrían solucionarse, por lo menos parcialmente, desarrollando investigaciones científicas adicionales. En particular recomendamos lo siguiente:

- (1) Estudiar si la exposición a partículas finas y ozono, en un plano largo, tiene efectos en salud significativos, además de los observados en los estudios de fluctuaciones diarias en número de muertes, admisiones a hospitales, y síntomas respiratorios en respuesta a fluctuaciones diarias en los niveles de contaminación.
- (2) Determinar si las partículas finas son más tóxicas que las partículas gruesas, y si existen diferencias significativas en la toxicidad de las partículas dependiendo de su composición química.
- (3) Explorar si la exposición a la contaminación atmosférica provoca aumentos en la mortalidad infantil y, de ser así, si éste es un componente significativo en la mortalidad total observada en los estudios de fluctuaciones diarias en número de muertes en respuesta a fluctuaciones diarias en los niveles de contaminación (la llamada mortalidad aguda).

## **La formación del ozono**

Mientras que el plomo y el CO son contaminantes de origen primario (es decir, emitidos directamente desde fuentes tales como los vehículos), el ozono es un contaminante de tipo secundario, lo cual significa que se forma en la atmósfera mediante procesos químicos en los que intervienen compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de nitrógeno (NOx), y radiación solar. Por lo tanto, en principio, las concentraciones de ozono pueden ser reducidas si se controlan las emisiones de COV, NOx, o ambos. En general, las medidas para reducir COV son menos costosas que aquellas dirigidas a abatir las emisiones de NOx.

La mayor parte de estrategias que en el pasado se han aplicado en la ZMVM para reducir ozono han estado encaminadas principalmente a reducir los COV. No obstante se han aplicado algunas medidas para controlar los NOx, como en el caso del requerimiento del uso de convertidores catalíticos de tres vías en los vehículos automotores desde 1993.

Diversas mediciones realizadas en la ZMVM han mostrado que en la atmósfera de esta zona existe una cantidad mucho mayor de COV que de NOx, ya que la relación VOC/NOx que se utiliza como indicador se encuentra en un intervalo que va de 19:1 a 34:1 ppbC/ppb. De acuerdo con algunas investigaciones de ozono en la ZMVM son más sensibles a las variaciones en las concentraciones de NO, que a las de COV.

## **Formación de partículas finas**

En vista de que las investigaciones recientes sobre la salud sugieren que las partículas de la fracción fina (PM<sub>2.5</sub>) son las que en mayor medida propician los efectos adversos a la salud, la medición de la composición química de las PM<sub>2.5</sub>; el desarrollo de un inventario de emisiones y la

creación de normas ambientales más estrictas, deben considerarse como actividades de suma importancia para la Ciudad de México.

## **Recomendaciones sobre ciencia de la contaminación del aire**

Debe reforzarse la investigación científica de los procesos que dan lugar a la formación de ozono y partículas en la atmósfera para generar fundamentos más sólidos para el desarrollo de estrategias efectivas para el control de emisiones. Igualmente deben conducirse campañas de campo para determinar las concentraciones atmosféricas de algunas de las especies clave que no son monitoreadas rutinariamente por parte de la RAMA. Algunas de estas mediciones deben cumplir con el propósito de ayudar a mejorar el entendimiento científico de la meteorología y la química de la contaminación del aire en la ZMVM, mientras que para otras el objetivo es ayudar a mejorar la precisión y confiabilidad de los inventarios de emisiones.

Recomendamos, además, el apoyo de las instituciones gubernamentales al Centro Nacional de Investigación y capacitación Ambiental (CENICA). El CENICA tiene ya una infraestructura analítica y de monitoreo razonable que podemos usar para avanzar en el conocimiento de la contaminación del aire, pero no cuenta con suficientes recursos humanos ni presupuestales para operar adecuadamente.

## **Inventarios de emisiones**

Los inventarios de emisiones son considerados como uno de los pilares de la política de calidad del aire ya que proporcionan información crucial sobre las fuentes de la contaminación, lo que permite formular estrategias de control efectivas para mejorar la calidad del aire. Por ello, es de una alta relevancia la continuación de los esfuerzos para mejorar su precisión y confiabilidad. En el corto plazo, es indispensable generar una base de datos confiable con el registro de todos los automóviles, camionetas y camiones que circulan en la Zona Metropolitana del Valle de México. A pesar de la incertidumbre inherente a todo inventario de emisiones, ya es posible identificar las principales fuentes generadoras que requieren atención prioritaria en la ZMVM. Por ejemplo, es claro que los camiones de carga contribuyen con una proporción significativa a las emisiones de Nox y PM10. Si consideramos la importancia de las emisiones de Nox en la formación de ozono y de partículas de estrategias dirigidas a la flota de camiones de carga.

## **OPCIONES PARA REDUCIR EMISIONES GENERADAS POR EL TRANSPORTE**

En cuanto al transporte, sabemos que es un motor de la actividad económica y de su funcionamiento depende en gran medida la generación del bienestar social. Sin embargo, también es fuente importante de contaminación del aire en la ZMVM, la cual contribuye con casi todo el Co, más del 75% de los Nox, 35% de los COV, 24% del SO<sub>2</sub>, y 41% de las partículas PM10. La cuestión fundamental, por consiguiente es cómo reducir los impactos ambientales del transporte sin sacrificar los beneficios económicos y sociales que otorga la movilidad.

Este dilema se vuelve más apremiante bajo condiciones de rápido crecimiento urbano como el que ocurre en la ZMVM, lo que provoca incrementos significativos en la demanda de transporte. De

seguir las tendencias actuales, para el año 2020 la población de la ZMVM llegaría a 26 millones de habitantes, con un crecimiento mayor en el Estado de México en comparación con el Distrito Federal.

Conforme ha crecido la población y se han descentralizado las áreas residenciales, los patrones de elección modal de transporte que siguen los pasajeros en la ZMVM también han cambiado radicalmente: El número de automóviles privados ha aumentado significativamente, a una tasa de 6% anual en los años recientes, y se espera que siga creciendo a ritmos cercanos en los próximos años.

Por otro lado, del total de viajes en transporte público, el porcentaje que se realiza en autobuses de ruta fija ha caído significativamente, mientras que el servicio de colectivos (principalmente a través de microbuses) ha crecido en forma acelerada, convirtiéndose en el modo dominante de transportación masiva. Aún con los precios más altos, estos vehículos ofrecen una mayor flexibilidad en el servicio que los hacen atractivos para los consumidores, en comparación con el Metro y las rutas de autobús que son relativamente inflexibles. Por su parte, el porcentaje de viajes que se realiza en el sistema Metro también ha declinado, a pesar del crecimiento de su capacidad y extensión, y de los subsidios substanciales que otorga el gobierno.

Con respecto al transporte metropolitano, los avances alcanzados a la fecha no han logrado superar las barreras administrativas y regulatorias para la operación eficiente de autobuses entre el Estado de México y el Distrito Federal.

Por otra parte, el transporte de carga tiene una relevancia especial debido a sus emisiones contaminantes muy altas, a la excesiva antigüedad de la flota, y al efecto que su circulación intensa tiene sobre el tránsito en la Ciudad de México. La situación se complica porque una buena parte del tránsito de camiones de carga foránea que se dirige a otras ciudades del país debe atravesar la ZMVM, debido a la insuficiencia de libramientos carreteros que permitieron evitarlo.

El incremento en la congestión genera una operación vehicular muy poco eficiente, y en consecuencia genera niveles de contaminación por kilómetro recorrido mayores de los que se tendrían con flujos más rápidos.

Las autoridades de la ZMVM han dado algunos pasos para reducir las emisiones del transporte. Entre ellos, los más importantes son i) el establecimiento de límites de emisión cada vez más estrictos para los vehículos nuevos; ii) las mejoras en la calidad de los combustibles particularmente eliminado el plomo de la gasolina, reduciendo el contenido de azufre tanto de la gasolina como del diesel, e introduciendo gasolina oxigenada y reformulada al mercado; iii) el Programa de Verificación vehicular técnicamente sofisticado, que dispone que se inspeccionen los niveles de emisión de los vehículos dos veces al año.

Sin embargo, persisten problemas serios relacionados con el cumplimiento de la verificación y la edad de la flota, por lo que aún persisten niveles muy altos de emisiones del sector transporte en la ZMVM. Una alta proporción de los vehículos en circulación carece de equipos de control de emisiones básicos. En 1999, cerca del 43% de los automóviles privados en circulación eran de modelos 1991 y anteriores, que en la mayoría de los casos no cuentan con convertidores catalíticos. A pesar de que existen reglamentos que fijan una edad máxima permitida a los taxis y microbuses, no ha sido posible aplicar esta medida. Muchos son ya más viejos de lo permitido, y no cuentan con equipos de control de emisiones. Por el uso tan intensivo que se les da a estos vehículos, los taxis y microbuses se han convertido en una de las fuentes más importantes de contaminación. La flota de camiones de diesel de México también es muy vieja (cerca de 30% tiene 15 o más años) esta flota se renueva muy lentamente, tiene un mantenimiento muy pobre y carece, en la mayoría de los casos de equipos de control de emisiones. Este es un problema serio, dado los volúmenes de Nox y partículas que emiten los camiones a diesel.

Recomendaciones sobre transporte:

Voy a citar, como ejemplo, nada más algunas de las recomendaciones de nuestro proyecto sobre el transporte.

\* En cuanto a la composición y operación de la flota se sugiere:

el establecimiento de incentivos y desincentivos para aumentar la tasa de renovación de las flotas de camiones, taxis, colectivos y automóviles privados.

La vigilancia estricta de la aplicación de las normas existentes sobre verificación y sobre la edad máxima permitida a taxis y colectivos.

el establecimiento de normas e incentivos para estimular un mejor mantenimiento de unidades y la instalación de tecnologías de control de emisiones en camiones a diesel.

la realización de auditorías periódicas a los centros de verificación de Vehículos y llevar a cabo las adecuaciones tecnológicas y administrativas pertinentes.

\*Combustibles-

establecimiento de nuevas especificaciones con límites más estrictos de contenido de azufre en la gasolina y diesel que hagan posible la introducción de las futuras tecnologías automotrices (Tier 11 o equivalente) de menores emisiones contaminantes, para lo cual será necesario programar en el menor plazo posible las inversiones necesarias en el sistema de refinación nacional.

continuar impulsando proyectos para la introducción de gas natural como combustible para el transporte, especialmente para autobuses urbanos y camiones intra-urbanos.

instrumentar acciones para detener las conversiones ilegales de vehículos a gas LP ya que, en muchas ocasiones no cuentan con los controles de emisión adecuados y constituyen un riesgo a la seguridad de los usuarios.

\*Instituciones

se requiere fortalecer la coordinación entre las instituciones locales y federales responsables de la gestión del transporte en la ZMVM, incluyendo el fortalecimiento y rediseño de la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad para dotarla de mayor capacidad ejecutiva y facultades legales para la efectiva realización de sus responsabilidades de coordinación.

por otra parte, se requiere fortalecer la coordinación entre las instituciones locales y federales responsables de la gestión del transporte en la ZMVM, incluyendo el fortalecimiento y rediseño de la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad para dotarla de mayor capacidad ejecutiva y facultades legales para la efectiva realización de sus responsabilidades de coordinación.

Por otra parte, se requiere también el diseño y la adopción de una política integral de transporte, uso del suelo y calidad del aire, en el ámbito metropolitano.

Con respecto a la verificación vehicular, se requiere una modernización tecnológica continua y la completa armonización de los programas del Distrito federal y el Estado de México, y mejor fiscalización de unidades que evaden la verificación.

El desarrollo de una base de datos regional para el registro de vehículos es una herramienta esencial para mejorar los inventarios de emisiones y para integrar la gestión ambiental y del transporte.

## **OPCIONES PARA REDUCIR EMISIONES EN OTRAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE ADICIONALES AL TRANSPORTE**

En cuanto a emisiones en otras fuentes de contaminación del aire adicionales al transporte, sabemos que en los últimos 15 años se han alcanzado avances en la reducción de contaminantes generados por las termoeléctricas Jorge Luque y Valle de México, ubicadas en la zona metropolitana. No obstante, aún continúan siendo las fuentes individuales de óxidos de nitrógeno de mayor magnitud en la ZMVM. Un estudio reciente del Banco Mundial indica la posibilidad y conveniencia de sustituir estas centrales de generación por nuevas termoeléctricas, con tecnologías avanzadas, menores emisiones contaminantes y mayor capacidad de generación para satisfacer las crecientes demandas de la ZMVM. De acuerdo con el mencionado estudio, dichas termoeléctricas podrían ubicarse fuera del Valle de México, donde serían más eficientes al operar a una altitud menor. Por otra parte, la Comisión federal de Electricidad (CFE) ha sometido a la consideración del INE un proyecto para repotenciar una de las unidades de generación de la central Valle de México, lo cual podría reducir en un 40% sus emisiones de Nox, de acuerdo con estimaciones de la propia CFE. Ante esta disyuntiva, consideramos conveniente que las autoridades ambientales en coordinación con las autoridades del sector energía analicen cuidadosamente y en forma integral estas alternativas, para determinar la opción que tendría el mayor beneficio ambiental al menor costo para la sociedad.

## **FORTALECIMIENTO DE LAS INSTITUCIONES**

La fortaleza de las instituciones y la capacidad de gobernar son condiciones fundamentales para mejorar la calidad del aire en la ZMVM. Se requiere una reestructuración de las instituciones a cargo de diseñar los reglamentos, normas y políticas sobre contaminación del aire. La comisión ambiental Metropolitana (CAM) requiere una estructura que le otorgue mayor capacidad para desarrollar políticas integradas, y que le permita proponer formas de llevarlas a la práctica.

Se propone que la CAM sea reestructurada, de forma que permita la planeación de largo plazo, cumpliendo, entre otras, con las siguientes tareas: (1) la definición de objetivos verificables, con metas de corto, mediano y largo plazo; (2) coordinación de políticas ambientales, que incluya aire, agua y suelo; (3) búsqueda de la integración de las políticas ambientales entre los diferentes sectores de la administración pública en el ámbito local, estatal y federal; (4) el seguimiento, evaluación y revisión periódica de las políticas y programas, a través de mecanismos legalmente verificables; evaluación de políticas, con el propósito de retroalimentar a los demás actores respecto a la efectividad de las medidas aplicadas; y (5) supervisión del grado de aplicación de las leyes, reglamentos y normas.

## **EDUCACIÓN Y COMUNICACIÓN AMBIENTAL**

Quiero también decir algunas palabras sobre educación ambiental. El éxito y sustentabilidad de las políticas ambientales depende en gran medida de un alto nivel de conciencia ciudadana y de una

participación social activa e informada. Para lograr este objetivo, es necesario desarrollar una cultura ambiental y elevar la educación en todos los niveles y con esto lograr un cambio permanente de actitudes y conductas. Asimismo, es indispensable el mejoramiento continuo de la capacidad de los recursos humanos responsables del diagnóstico de problemática ambiental, así como a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de las políticas y programas dirigidos a la reducción de la contaminación atmosférica, tanto en el ámbito gubernamental como privado, incluyendo al sector académico y a las organizaciones no gubernamentales.

## **RECOMENDACIONES SOBRE EDUCACIÓN Y COMUNICACIÓN**

Así pues, nuestra recomendación es que deben de continuar las actividades educacionales y de comunicación que han formado una parte integral e importante del proyecto, tales como talleres y cursos de gestión de la calidad del aire, además de tener intercambios de profesores e investigadores visitantes y de hacer investigación con estudiantes de maestría y doctorado. Además se recomienda que continúen vigorosamente las actividades de las autoridades gubernamentales en la ZMVM destinadas a elevar la conciencia ambiental del público, como ha sido el programa PREMIA de educación ambiental.

## **EL FINANCIAMIENTO DE PROGRAMAS DE CALIDAD DEL AIRE**

En cuanto al financiamiento de programas de educación e investigación, y de manera más general de programas para mejorar la calidad del aire, la sociedad debe reconocer que los beneficios ambientales que recibe de la naturaleza no son gratuitos y que debe pagar para conservarlos. Los costos de preservación, mantenimiento y restauración de los ecosistemas deben de transferirse al contaminador, y a quienes reciben estos beneficios. Los recursos invertidos en la prevención y remediación de la contaminación, junto con los costos de operación de programas, infraestructura y sistemas, deben recuperarse para así poder reproducir los beneficios eficientemente.

Sugerimos que se reactive de inmediato la recaudación de fondos para el Fideicomiso Ambiental de la zona Metropolitana, que se amplíe el monto del sobreprecio a las gasolinas y que se aplique también un pequeño sobreprecio ambiental al diesel.

## **PASOS SIGUIENTES**

El programa de la Ciudad de México involucra investigaciones de largo plazo. Aún se encuentra en su etapa inicial, y continuará avanzando para permitir en el futuro un análisis más profundo de las políticas. La tarea de este proyecto no es desarrollar el programa de calidad del aire gubernamental. Las recomendaciones que se señalan en este documento deben considerarse como guías que señalan cierta dirección, buscando dar claridad sobre las áreas de conflicto que requieren mayor atención. El equipo de investigación a cargo de este proyecto continuará trabajando muy de cerca con las autoridades ambientales presentes y futuras, para desarrollar recomendaciones respecto a las líneas de acción y de investigación que debieran impulsarse.

En resumen, la solución del problema de contaminación del aire de la ZMVM requiere un gran esfuerzo que debe mantenerse en el largo plazo. el desarrollo y aplicación efectiva de soluciones no es un lujo, sino una necesidad para garantizar la salud de los habitantes de la ZMVM y el bienestar de la sociedad. Para ello es indispensable la colaboración activa e informada de la gente, del sector privado, de la comunidad académica, de las organizaciones sociales y del gobierno, ya

que el combate a la contaminación requiere la implantación de diversas estrategias en múltiples campos de acción.

Es importante destacar que, para el mejoramiento sostenido de la calidad del aire en la ZMVM se requiere tanto de un compromiso político permanente del más alto nivel como del apoyo de la sociedad. Es prioritario que los esfuerzos emprendidos tengan una visión de largo plazo y que incluyan mecanismos de actualización permanente y de renovación de los compromisos. Algunas de las medidas necesarias podrán parecer costosas y molestas. No obstante, cualquier retraso en abordar y atacar la contaminación del aire puede orillar a la necesidad de aplicar acciones más drásticas en el futuro, o a poner en un mayor riesgo la salud y la economía de los habitantes de la Ciudad de México.