



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ANALISIS DE LA ACEPTACION DE LOS PROGRAMAS
AMBIENTALES DIRIGIDOS A DUEÑOS DE
AUTOMOVILES PARTICULARES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERA QUIMICA
P R E S E N T A:

IBET NAVARRO REYES



MEXICO, D.F.

2001

FAC. QUIMICA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

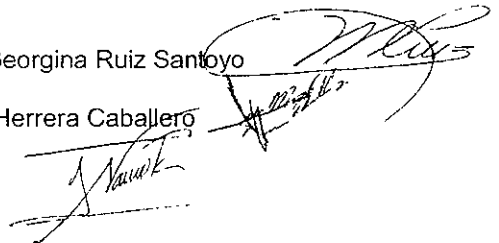
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado asignado:

Presidente	Prof. Carlos Galdeano Bienzobas
Vocal	Prof. Rodolfo Torres Barrera
Secretario	Profa. María Esther Georgina Ruiz Santoyo
1er suplente	Profa. Landy Irene Ramírez Burgos
2do suplente	Prof. Fernando de Jesús Rodríguez Rivera

Instituto Mexicano del Petróleo
Eje Central Norte Lázaro Cárdenas 152, 07730
México, D. F.

Asesor	Dra. María Esther Georgina Ruiz Santoyo
Supervisor técnico	Mtro. Juan Manuel Herrera Caballero
Sustentante	Ibet Navarro Reyes



Análisis de la aceptación de los Programas Ambientales dirigidos a Dueños de Automóviles Particulares

Resumen	1
1. <i>Introducción</i>	5
1.1 Importancia del estudio	7
1.2 Objetivos del estudio	7
1.3 Limitaciones del estudio	8
2. La contaminación atmosférica	9
2.1 Aumento de la contaminación a nivel mundial	9
2.2 Contaminación urbana	14
2.3 Contaminación en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)	16
3. Inventarios de emisiones en la ZMVM	18
3.1 Generalidades	18
3.2 Clasificación de fuentes	18
3.3 Delimitación del área de estudio	20
3.4 Estimación	22
3.5 Inventarios de emisiones de 1988 a 1998 en la ZMVM	28
3.6 Usuarios de los recursos ambientales	31
4. Estrategias para el control de la contaminación atmosférica en el Valle de México	34
4.1 El crecimiento acelerado. De 1940 a 1970	34
4.2 Reconocimiento del problema ambiental. Década de 1970	35
4.3 Asignación de atribuciones y responsabilidades. 1980	37
4.4 Diversos programas en la ZMVM para el control de emisiones	39
4.5 Papel de las autoridades ambientales	43
4.6 Políticas ambientales urbanas	47
5. Sector transporte	49
5.1 Importancia y finalidad de los Programas Ambientales	50
5.2 Responsabilidades del sector transporte	52
5.3 Sustentabilidad y tecnología en el sector transporte	55
6. Metodología	58
6.1 Justificación	58
6.2 Preguntas de investigación	58
6.3 Hipótesis	59
6.4 Diseño	59
6.5 Variables	60
6.6 Características de la muestra	60
6.7 Instrumento	61

6.8 Material	64
6.9 Procedimiento	64
7. Resultados	66
7.1 <i>Resultados y análisis</i>	66
7.2 Conclusiones	76
7.3 Anexo I	79
8. Fuentes consultadas	83
8.1 Bibliografía	83
8.2 Hemerografía	84
8.3 Internet	84
8.4 Comunicación personal	84

Resumen

La emisión de contaminantes a la atmósfera es un tema que interesa no sólo a las autoridades en la toma de decisiones y políticas ambientales, sino también a entidades como el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) que investiga y aporta soluciones a éste y otros problemas, a Petróleos Mexicanos (PEMEX) que proporciona combustibles para el desarrollo económico del país, al sector transporte que es el que arroja la atmósfera el mayor porcentaje de contaminantes en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), y a todos los sectores de la sociedad porque en mayor o menor grado contribuyen al incremento de la contaminación o son receptores de ella.

En la lucha contra la contaminación atmosférica desde principios de los años setenta se enfocó la atención de las autoridades, científicos y otros grupos interesados, que culminaron en la creación de programas específicos para su control. Estos programas comprenden una serie de acciones, la mayor parte de carácter técnico que llevarían a mejorar la calidad del aire. Sin embargo, en la mayoría de los casos se descuidó el papel que el ciudadano común puede jugar en su implementación de tal manera que se pudiera asegurar un mejor éxito, ya que en el fondo, para cada uno implica un cambio en la manera de hacer las cosas o de comportarse.

En este trabajo se analiza uno de los aspectos sociales implícito en la relación individuo-sociedad que existe detrás de la implantación de Programas Ambientales. En particular, sabedores de que en el sector transporte el 40% del consumo de combustibles en la ZMVM corresponde a los vehículos de uso particular se definieron dos programas que atañen directamente a este sector, concretamente el Programa de Verificación Vehicular (VV) obligatoria y el Programa Hoy No Circula (HNC). Después de 10 años de su inicio se cuestiona su validez y efectividad.

Para examinar si las soluciones técnicas para controlar los problemas de la emisión de contaminantes a la atmósfera son percibidas adecuadamente por los dueños de automóviles particulares, se recabó la opinión de propietarios de vehículos particulares por medio de una encuesta, se identificaron las características que en su opinión se consideran más importantes y que quieren encontrar en los Programas Ambientales (Programa de Verificación Vehicular obligatoria y el Hoy No Circula) y en el servicio que se ofrece en los Verificentros. También se pretende encontrar si existe alguna coherencia entre los Sistemas de Verificación Vehicular (SVV) y los Programas Ambientales

En el capítulo dos, se muestran los problemas de la contaminación atmosférica alrededor del mundo, así como los motivos que la han intensificado hasta llegar al punto de desequilibrio ecológico que actualmente se vive. También se mencionan las características que influyen en la concentración de la contaminación en las zonas urbanas a diferencia de las zonas rurales, continuando con las causas y características fisiográficas por las que la ZMVM se considera una de las más contaminadas del mundo.

En el capítulo tres, se resume qué son los inventarios de emisiones, para qué se utilizan, cuál es su importancia, cómo se calculan las emisiones, cómo se clasifican las fuentes emisoras de contaminantes, etc. Es decir, se presentan las generalidades de la elaboración de los inventarios de emisiones y su importancia, así como una comparación de la confiabilidad de las técnicas de estimación con relación a los costos de las misma. También se muestran los inventarios de emisiones de la ZMVM desde 1989 (el primero que se realiza) hasta el actual (1998) para analizar cómo han sido sus cambios más notables. La delimitación de la zona de estudio, es un punto muy importante en la realización de los inventarios de emisiones, así, dicha zona también debe ser definida perfectamente para no tener inconsistencia en el trabajo. Es por ello que se define qué es la ZMVM, pues en muchos documentos se encuentran distintos nombres para la zona

metropolitana, por ejemplo no es lo mismo considerar la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) que la ZMVM, siendo esta última más grande. Por otro lado, se pone de manifiesto, con base en los resultados que se reportan en los inventarios, que el sector que más aporta contaminantes a la atmósfera en el área de estudio es el transporte, de allí que se tomen medidas muy importantes con relación a este sector, basadas, obviamente, en los resultados de dichos inventarios de emisiones.

En el siguiente capítulo se expone el desarrollo que ha tenido el control de la contaminación atmosférica en la ZMVM a lo largo de este siglo, cómo ha sido la planeación, implementación y avance de los Programas Ambientales, cuál es el papel de las autoridades ambientales, así como los puntos más importantes que se deben considerar en las políticas ambientales urbanas.

El capítulo cinco, se enfoca al sector transporte, la importancia y finalidad de los programas dirigidos a este sector, específicamente se muestran los objetivos de dos de ellos, el Hoy No Circula (HNC) y Verificación Vehicular obligatoria (VV), y cuáles han sido sus resultados. Además se analiza cuál es la responsabilidad del sector en el contexto integral del problema de la contaminación atmosférica, qué tecnologías se utilizan y cuál es el futuro previsible y finalmente, cuáles son las expectativas del sector transporte ante estas medidas que le afectan directamente.

La parte medular de este trabajo, capítulo seis, detalla los pasos que se dieron para la realización y aplicación de una encuesta descriptiva diseñada para identificar la opinión de uno de los grupos más importantes dentro del sector transporte, y son los Dueños de Automóviles Particulares (DAPs), fuertemente involucrados en los programas HNC y VV, así como las características que consideran más importantes y que quieren encontrar los Programas Ambientales además de la evaluación del grado de involucramiento en los mismos.

Finalmente se analizan los resultados obtenidos de acuerdo con la hipótesis del trabajo, para así presentar las conclusiones y sugerencias.

Capítulo 1

Introducción

1. Introducción

La preocupación por la contaminación atmosférica no es un fenómeno nuevo ya que encontramos referencias a ésta desde el siglo XII. Maimonides (1135-1204) se refiere a la contaminación en las ciudades y la compara con la pureza del aire de los desiertos y otras zonas despobladas. Un siglo después, cuando la sustitución de la leña por carbón para su uso como combustible doméstico e industrial hizo el problema evidente y se sabe que el Rey Eduardo II (1307-1327) prohibió la quema de carbón mientras el Parlamento estaba en sesión. Sin embargo, la revolución industrial del siglo XVII equiparó la emisión de humo como símbolo del progreso. Fue hasta después de la Segunda Guerra Mundial que dos hechos llamaron la atención al problema, el primero de ellos en 1948 en el Valle de Donora, Pennsylvania (EUA) y el segundo en 1952 en Londres, Inglaterra, que se asociaron las muertes de 18 personas en el primer caso y más de 4,000 en el segundo que se atribuyó a la contaminación atmosférica como la causa más probable de estos decesos.

A partir de entonces, se acuñó el término *esmog* de las palabras inglesas *smoke* (humo) y *fog* (neblina) para definir las condiciones de una densa niebla acompañada de temperaturas frías y estabilidad atmosférica (calma) que contiene concentraciones altas de dióxido de azufre (SO_2) y monóxido de carbono (CO) hasta siete y dos veces, respectivamente, sus valores normales. Posteriormente, en 1951 se mostró que en el aire ambiente existían compuestos, particularmente ozono, que producían daños en las cosechas en la región de Los Ángeles, California. Las condiciones físicas que acompañan este segundo caso son de una temperatura alta, humedad relativa baja (usualmente caliente y seca), presentándose las mayores concentraciones por las tardes. A pesar de que las condiciones son completamente diferentes, al fenómeno que se presenta en Los Ángeles se le conoce como *esmog fotoquímico*; ya que el ozono es un contaminante secundario que se forma en la atmósfera debido a la radiación solar

Una vez identificados los fenómenos y compuestos que contribuyen a la contaminación atmosférica, los países han decidido definir normas de calidad del aire que representan las concentraciones máximas de ciertas sustancias, antes de que amenacen el bienestar de los individuos, animales, plantas y bienes materiales. Los contaminantes gaseosos, generalmente reglamentados en los distintos países son: el SO_2 , los óxidos de nitrógeno (NO_x), CO , partículas, ozono (O_3) y otros oxidantes fotoquímicos. A estas sustancias se les conoce también como contaminantes criterio, ya que se puede fijar un valor umbral o criterio permitido. Existen otros compuestos cerca de las zonas industriales que se relacionan con daños a la salud o los materiales como es el caso del ácido sulfhídrico (H_2S), amoníaco ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), ácido fluorhídrico (HF) y algunos hidrocarburos (Anexo 1) que no han sido reglamentados.

Los hidrocarburos (HC), y los NO_x son precursores de la formación del ozono, llegan a la atmósfera a partir de las actividades del sector transporte, industrial y de servicios. Definir las aportaciones que cada uno de estos sectores hace, es uno de los pasos imprescindibles para integrar un inventario de emisiones. Los inventarios de emisiones son la base para definir estrategias de control de la contaminación y programas para mejorar la calidad del aire.

La regulación ambiental en México está basada, casi en su totalidad, en el control directo y tiene un alto nivel de detalle. Prueba de ello es que existen normas técnicas ecológicas definidas hasta por giros industriales. Las causas de este fenómeno se resumen a continuación (Juan Carlos Belausteguigoitia Ríos, Medio ambiente: problemas y soluciones, Antonio Yúnez-Naude, compilador 1994):

- Los reguladores aprecian tener mayor control sobre el resultado final
- Los regulados creen tener mayor poder de negociación si la regulación se adapta a sus condiciones específicas

-
- Gran parte de la regulación ambiental en México se debe a presiones políticas
 - Con frecuencia las medidas de control directo buscan crear infraestructura para el tratamiento y prevención de la contaminación

A pesar de que en los Programas para Mejorar la Calidad del Aire existen capítulos dedicados a la difusión y educación ambiental, no se ha hecho énfasis en la participación social y en la transmisión de los valores detrás de los programas, de modo que se modifiquen los patrones de consumo y los factores sociales que los determinan, debido a que no se han asignado las responsabilidades a los distintos agentes: productor, distribuidor y consumidor. En particular se han diseñado programas enfocados directamente al uso de vehículos particulares sin una consulta amplia de todos los agentes involucrados. Es por tanto interesante hacer un análisis cuantitativo de la respuesta de los individuos hacia los programas propuestos.

1.1 Importancia del estudio

La principal aportación de este trabajo es utilizar un instrumento de investigación que examina los Programas Ambientales para Mejorar la Calidad del Aire encaminados a disminuir las emisiones contaminantes del sector transporte, Programa de Verificación Vehicular (VV) obligatoria y Hoy No Circula (HNC), desde la perspectiva de los Dueños de Automóviles Particulares (DAPs), además, con los datos obtenidos es posible encontrar si ellos relacionan el Sistema de Verificación Vehicular (SVV) con dichos programas, y de esta forma se puede analizar si al mejorar el servicio que reciben en el SVV es posible que ellos interactúen con la conservación del ambiente.

1.2 Objetivos del estudio

- ◆ Determinar las características más importantes que los dueños de automóviles particulares (DAPs) esperan encontrar en el Programa de

- ◆ Verificación Vehicular (VV) obligatoria y su Sistema así como el Programa Hoy No Circula (HNC)
- ◆ Identificar la afinidad del SVV que desean los DAPs y los Programas Ambientales HNC y VV.
- ◆ Obtener el grado de involucramiento que tienen los entrevistados (DAPs) con respecto a la percepción del SVV vigente.
- ◆ Identificar los factores que influyen o determinan la aceptación de los Programas Ambientales.

1.3 Limitaciones del estudio

Se hizo un enfoque meramente del aspecto social del problema y no se inspeccionó la satisfacción de los DAPs con respecto a los aspectos técnicos de los programas, como puede ser el funcionamiento de los analizadores, la normatividad, o el costo de los servicios.

Se presentó un sesgo involuntario en la muestra ya que la mayoría de los entrevistados pertenecen al sexo masculino, este sesgo no permite hacer un análisis más profundo, por lo que se escogieron como variables de análisis la escolaridad de los entrevistado, la situación económica actual que ellos consideran tener, además el grado de involucramiento en los Programas de Protección de la Calidad del Aire.

Para lograr una respuesta más espontánea no se preguntó el nivel de ingreso en forma cuantitativa, la cual debe incluirse en futuros estudios para correlacionarla con estudios económicos de valoración contingente que estiman la disposición a pagar que tienen los habitantes para mejorar la calidad del aire.

Capítulo 2

La contaminación atmosférica

2. La contaminación atmosférica

2.1 Aumento de la contaminación a nivel mundial

Hablar de contaminación en la actualidad, ya no causa admiración, por el contrario, se ha llegado al punto en que pertenece al lenguaje cotidiano. No es extraño escuchar comentarios de sus efectos nocivos. Sin embargo, es necesario recordar que ésta se origina desde la existencia del hombre y, específicamente, cuando rompe el equilibrio. Pero se intensifica de manera súbita al comienzo de este siglo.

Existen diversas definiciones de contaminación, pero siempre se refieren a la alteración de las condiciones naturales de equilibrio. Las sustancias que podemos considerar contaminantes en la actualidad, siempre han existido y cumplen con un ciclo de vida en armonía con su entorno, pero desde la reproducción descontrolada de la raza humana, esos ciclos se rompen cada vez con mayor gravedad.

A partir de la Segunda Guerra Mundial, aumenta en forma desmesurada la población humana y sus actividades económicas. El producto mundial bruto también se incrementa desde hace medio siglo. Esto ha dado como resultado una contaminación incontrolada y una presión excesiva sobre los recursos naturales.

La contaminación atmosférica global no atañe a un país o a una zona específica únicamente. Es un problema mundial provocado por todos y cada uno de los habitantes de este planeta.

A medida que ha aumentado el consumo de combustibles fósiles, se han incrementado las emisiones de óxidos de azufre (SO_x, nomenclatura general), de carbono (CO₂ y CO, dióxido y monóxido de carbono, respectivamente), y de nitrógeno (NO_x) entre otras sustancias nocivas, tales como el ozono y las partículas suspendidas.

Con respecto al ozono en la tropósfera se hacen investigaciones en todo el mundo para controlar su generación, ya que es uno de los problemas más graves actualmente. De acuerdo con lo que menciona Ma. Esther G Ruiz S y Elizabeth Vega R. en el artículo "Formación de Ozono y Reactividad de la Atmósfera en la Ciudad de México", al nivel de la tropósfera, la atmósfera baja, el ozono solamente se produce mediante la fotólisis del óxido de nitrógeno, y es el responsable de la generación de ozono en los procesos de formación del esmog fotoquímico.

Su transformación se inicia con el bióxido de nitrógeno obteniéndose una molécula de monóxido de nitrógeno y una de oxígeno, donde el ozono, que es una molécula muy inestable de tres átomos de oxígeno, se combina una vez más con un óxido de nitrógeno. Es por ello que en cualquier parte del mundo las tendencias de concentración máxima de ozono se presentan luego del medio día, es decir después del período de irradiación solar máxima.

La lluvia ácida, es otra de las manifestaciones de la contaminación. Se ha establecido que ésta se genera a partir de emisiones de NO • (óxido nítrico en su forma de radical) y SO_2 (dióxido de azufre). Las emisiones directas a la atmósfera se les conoce como contaminantes primarios. Una vez en ella, se transforman en otras sustancias llamadas contaminantes secundarios. Los contaminantes primarios no le confieren acidez al agua por sí mismos sino hasta convertirse en contaminantes secundarios al paso de algunas horas o hasta días. Los mecanismos de transformación incluyen la generación de sulfatos y nitratos, los cuales son muy solubles en agua y ácidos fuertes y débiles, el ácido sulfúrico, H_2SO_4 , y nítrico, HNO_3 , entre los primeros y ácido carbónico entre los segundos, que ya sea por lavado o por arrastre se depositan sobre los materiales y compuestos. Por ello, las emisiones de algunos contaminantes primarios están íntimamente relacionadas con el fenómeno de la lluvia ácida (Colin Baird Environmental Chemistry, 1995).

El dióxido de carbono (CO_2) es un gas que resulta del uso de combustibles fósiles, además de su importancia en la formación de ácido carbónico y bicarbonatos en la atmósfera, es señalado como el principal culpable de la intensificación del efecto invernadero. Este gas, al igual que los gases ya mencionados se encuentran en la atmósfera naturalmente cumpliendo con sus ciclos de vida. El CO_2 funciona como una capa térmica que absorbe los rayos provenientes del Sol y mantiene el calor en la superficie terrestre, este fenómeno permite que la Tierra tenga una temperatura adecuada para la vida. Sin embargo, al acumularse excesivamente provoca un desequilibrio en las condiciones habituales y con ello la contaminación. P. Aarne Vesilind, J. Jeffrey Pierce y Ruth F. Weiner en su libro de Ingeniería Ambiental 1988 (Environmental Engineering, título original). Es posible que la acumulación de este gas atrape suficiente calor como para aumentar la temperatura habitual de la Tierra y, ocasionalmente la fusión de los casquetes polares. Los impactos regionales son difíciles de predecir con certeza, la circulación general de la atmósfera y algunos vientos generadores de lluvias, como los monzones. La modificación de las condiciones climáticas tienen sin duda una repercusión sobre las actividades económicas humanas en muchas zonas. Los cambios sospechados son: un ascenso de los niveles del mar y la consecuente inundación de las áreas costeras, la modificación de corrientes oceánicas y las actividades de pesquería. Pocas especies vegetales y animales sobrevivirán al reducirse los hábitats favorables. Las ondas cálidas, sequías, huracanes y otras anomalías meteóricas, pueden dañar a la gente, cultivos y bosques expuestos.

En el Estudio de Energía y Ambiente de la Industria de Refinación del Petróleo de los Estados Unidos publicado en diciembre de 1998 (Energy and Environmental Profile of the U. S. Petroleum Refining Industry, 1998), se discute los resultados de la cumbre internacional en Kyoto, Japón, en 1997, en la cual se intenta discutir y formular un acuerdo internacional para reducir la generación de gases invernadero (CO_2). El Protocolo de Kyoto, como es nombrado, pretende que los Estado Unidos

y las Naciones Europeas reduzcan sus emisiones de dichos gases en un 7 y 8% para el año 2010, respectivamente, por debajo de los niveles reportados en 1990. Estados Unidos no ha firmado este acuerdo, pues representa realizar grandes inversiones económicas para modificar los sistemas de producción, este país asegura que el cambio de clima no está comprobado aún.

El humo negro es la forma más obvia de contaminación atmosférica. Este humo está formado por partículas pequeñas tanto sólidas como líquidas suspendidas en el aire que se desprenden con el uso de combustibles como el diesel, combustóleo, etc. Estas partículas individuales junto con algunas formadas a partir de transformaciones en la atmósfera, como los sulfatos y nitratos mencionados anteriormente, son imperceptibles al ojo humano, pero al estar en concentraciones altas alcanzan a restringir la visibilidad. Pero no es este el único inconveniente, ya que su tamaño y composición es lo que realmente puede afectar a la salud humana, las partículas de mayor tamaño son retenidas por los vellos nasales, sin embargo, las de diámetros menores a 10 micrómetros (partículas respirables) penetran al sistema respiratorio y las menores a 2.5 micrómetros que llegan hasta los alvéolos pulmonares, pudiendo provocar enfermedades respiratorias graves. Además, al ser tan pequeñas, la fuerza de gravedad no alcanza a actuar sobre ellas quedando suspendidas por días o hasta semanas en el aire y al mismo tiempo pueden transportarse en dicho fluido por distancias muy largas. En particular algunas ácidas (que contienen ácido sulfúrico, H_2SO_4 , ácido nítrico, HNO_3 o iones amonio, NH_4^+) se asocian con episodios críticos en los asmáticos y otras alteraciones en el resto de la población, aumentando los índices de morbilidad y mortalidad.

No sólo en la combustión se producen partículas. La mayor cantidad de estas proviene de los fenómenos naturales, como la erupción de volcanes, arena del mar, polen de plantas, entre otros. Sin embargo, es evidente que poco podemos controlar estos fenómenos y por lo tanto es necesario diseñar estrategias de control dirigidas hacia aquellas emisiones provenientes de los procesos

antropogénicos (generados por el hombre) Otra buena cantidad de partículas contaminantes cuyo efecto en la salud es conocido, esta relacionado con el humo arrojado por los fumadores, a los que no se aplican restricciones contundentes, que no sólo afectan su salud personal sino la de las personas que les rodean, la mayoría de las veces los fumadores no son conscientes, ni quieren hacerse responsables del daño que provocan

Otro aspecto importante de carácter global en la contaminación atmosférica es la disminución de la capa de ozono de la estratósfera que actúa como protección natural contra las nocivas radiaciones solares, especialmente la radiación ultravioleta-B, o UV-B, al disminuir la concentración de ozono por la presencia de hidrocarburos halogenados de origen antropogénico, conocidos también como clorofluorocarburos (CFC) o freones (producidos por la compañía Du Pont principalmente), disminuyen la filtración de la radiación solar, por lo que alcanza la superficie de la tierra y provoca el rompimiento de enlaces en la materia. Su efecto sobre los humanos se ha relacionado con el cáncer de piel y algunos casos de ceguera. G. Tyler Miller, Jr. en su libro Ecología y Medio Ambiente (1994) menciona que desde 1974, los químicos Sherwood Roland y Mario Molina proponen el mecanismo de reacción entre estos compuestos, la radiación solar y el ozono. Sin embargo no es sino hasta 1989 que se llega a un acuerdo internacional, el Protocolo de Montreal, en la que se propone la disminución de la manufactura de los CFC. Estos compuestos descubiertos en 1930, se veían como un gran descubrimiento dadas sus propiedades fisicoquímicas, gases incoloros, químicamente estables, no inflamables, no tóxicos y no corrosivos, que su primera aplicación fue como refrigerantes, sin embargo muy pronto para otros fines, espumantes, propelentes, entre otros. Los compuestos que contienen bromo, también muy utilizados se conocen como halones y se emplean como extinguidores o para tener atmósferas inertes en la fabricación de componentes electrónicos. Junto con ellos otras sustancias químicas, como el tetracloruro de carbono y metil-cloroformo (1,1,1-tricloroetano) afectan fuertemente la capa de ozono.

El mecanismo de acción sobre el ozono ocurre de la siguiente manera. dependiendo del tipo, los clorofluorocarburos son tan poco reactivos que permanecen intactos en la atmósfera de 60 a 400 años. Esto les da mucho tiempo para elevarse lentamente a través de la tropósfera, hasta que alcanzan la estratósfera. Estando allá, por influencia de la radiación UV de alta energía del Sol, se degradan y liberan átomos de cloro, que aceleran la descomposición del ozono (O_3) en O_2 y O . Con el tiempo, un solo átomo de cloro puede convertir en O_2 hasta 100 000 moléculas de O_3 . Por ejemplo, una sola taza hecha de poliestireno contiene mil millones de moléculas de CFC

2.2 Contaminación urbana

Aunque las ciudades parecen autosuficientes e independientes de los procesos naturales, no son sustentables, es decir, necesitan hacer uso de los recursos de su ambiente, tales como el aire, agua, energía, animales y otros que por su abundancia no consideran la degradación que se produce como una parte importante de sus procesos de producción. La mayoría de las ciudades modernas utiliza los recursos en forma ineficiente, desperdiciando mucha más energía de la necesaria y produciendo contaminación del aire y del agua, así como desechos sólidos y peligrosos. Esto resulta de atender de preferencia el aumento en el crecimiento económico a corto plazo con muy poco interés en las consecuencias ambientales y económicas a largo plazo. Además muchos de los procesos dan lugar a residuos en grandes cantidades, y en algunos casos de alta peligrosidad, la disposición final de los residuos o la degradación de los recursos ambientales debe tomarse en cuenta, para definir la sustentabilidad de una población y sus actividades económicas (G. Tyler Miller, Jr, Ecología y medio ambiente, 1994)

Las zonas urbanas están sujetas a concentraciones mucho más altas de contaminantes que las rurales. Sin embargo, algunos contaminantes del aire y el agua producidos en las primeras son transportados por los vientos y el agua corriente, al resto del ambiente. El desorden, el desaseo y la basura son evidentes en los barrios bajos y clandestinos, donde a menudo no existen servicios que

recojan los desechos sólidos, sin embargo, los servicios municipales no siempre están bien organizados y hacen una disposición de los desechos de una manera amigable con el ambiente

Ahora, el smog es un aspecto virtualmente inevitable de la vida urbana en la mayor parte del mundo. El mayor porcentaje en peso de la contaminación urbana del aire (75%, ProAire 1995-2000) es generado por los vehículos de motor interno que circulan en las ciudades, por lo que muchas de las medidas para controlar este problema están específicamente diseñados hacia este sector.

Sin embargo, no pueden despreciarse otras fuentes de contaminación atmosférica, en especial en los países subdesarrollados, como son las fábricas que producen humo y la combustión de madera y carbón vegetal y mineral para cocinar y para calefacción. En 1988, la Organización Mundial de la Salud (OMS) advirtió que casi un millar de millones de habitantes de ciudades están siendo expuestos a riesgos de salud por los contaminantes del aire. El plomo, por ejemplo, está presente en la pintura, el enyesado y el encalado de los edificios viejos que se encuentran en los barrios bajos. Muchos niños sufren de envenenamiento por dicho elemento, después de ingerir o inhalar partículas de estos materiales tóxicos.

El control de la contaminación del aire desde 1970, ha ayudado a mantener estables los niveles de algunos contaminantes, en muchas áreas urbanas de los países desarrollados, pero estos controles de salida están sobrepasados por haber cada vez más automóviles y fábricas que queman combustibles fósiles. El esfuerzo realizado para mitigar el problema es insuficiente, debido en parte a, falta de observancia y seguimiento de los reglamentos y medidas de control establecidas, equipo de monitoreo inadecuado y escasez y quizá mal manejo de fondos.

2.3 Contaminación en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)

En algunas partes de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) existe contaminación, ruido, congestión vehicular, además de una alta densidad de población y una tasa de criminalidad elevada. Se sabe que todavía un porcentaje de la población vive sin servicios básicos.

De acuerdo al ProAire 1995-2000 (Departamento del Distrito Federal, et al.) en la ZMVM existen más de tres millones de automóviles, 15 000 autobuses, 40 000 taxis y 130 000 fábricas (constituyendo así la mitad de la industria del país) que arrojan contaminantes a la atmósfera. La contaminación del aire se intensifica porque el Valle de México, posee una serie de características fisiográficas y climáticas que contribuyen de manera determinante en la severidad de los problemas de contaminación. Como son que:

- Se encuentra a una altitud de 2 240 metros, por lo que el contenido promedio de oxígeno del aire es 23% menor que al nivel del mar. Esto hace que los procesos de combustión interna sean menos eficientes y produzcan mayor cantidad de contaminantes.
- Está rodeado por las montañas de las sierras del Ajusco, Nevada, Chichinautzin, Las Cruces, Guadalupe y Santa Catarina, las que constituyen una barrera física natural para la circulación del viento, *impidiendo el desalojo del aire contaminado fuera del valle.*
- Se localiza dentro de la región central del país, por lo cual está sujeto también a la influencia de sistemas anticiclónicos, generados tanto en el Golfo de México como en el Océano Pacífico. Estos sistemas ocasionan una gran estabilidad atmosférica, inhibiendo el mezclado vertical del aire.
- Presenta con frecuencia inversiones térmicas que provocan el estancamiento de contaminantes. Por las mañanas, la capa de aire que se encuentra en contacto con la superficie del suelo adquiere una temperatura menor que las capas superiores, por lo que se vuelve más densa y pesada.

Las capas de aire que se encuentran a mayor altura y que están relativamente más calientes actúan entonces como una cubierta que impide el movimiento ascendente del aire contaminado.

- Recibe una abundante radiación solar debido a su ubicación geográfica, a 19 grados de latitud norte, lo que hace que su atmósfera sea altamente fotoreactiva (reacciones provocadas por la presencia de luz). En presencia de la luz solar, los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno reaccionan fácilmente para formar ozono y otros oxidantes. Según el Departamento de Distrito Federal et al. 1995-2000 las concentraciones altas de ozono constituyen hoy en día el principal problema de contaminación atmosférica en el Valle México

Capítulo 3

Inventarios de emisiones en la ZMVM

3. Inventarios de emisiones en la ZMVM

La estimación de las emisiones contaminantes no es sencilla, como tampoco lo es la integración final de un inventario de emisiones. Sin embargo, esta dificultad es compensada con la utilidad que representan para la toma de decisiones de las autoridades y planeadores siendo así una herramienta fundamental.

3.1 Generalidades

Es necesario, primeramente, definir qué es un inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos. Como es sabido, un inventario es la reunión de datos en forma ordenada que enumera la cantidad de cosas que se tienen en una zona o lugar determinado. De igual manera, un inventario de emisiones, según lo que menciona la Secretaría del Medio Ambiente en su página web del 20 de julio de 2000 (<http://www.df.gob.mx>), es un conjunto de datos que caracterizan las emisiones de las fuentes emisoras, a través de las cuales se identifica el tipo de contaminantes que son emitidos y cual es su concentración, además sirve para identificar qué tipos de fuentes existen en un área determinada y cómo están distribuidas geográficamente, qué tipos de contaminantes emiten, en qué cantidad, qué tipo proceso y tecnología existen en el área, qué equipos de control se emplean, cuál es el grado de control que se tienen en las fuentes y qué impactos tienen en el área, así como la identificación de las fuentes de riesgo como resultado de los niveles altos de contaminación. Para el Departamento del Distrito Federal et al. es un instrumento estratégico para el manejo de la cuenca atmosférica y refleja la intensidad con que diferentes usuarios de la capacidad de carga de la atmósfera utilizan este recurso común ambiental.

3.2 Clasificación de fuentes

Los inventarios pueden ser estructurados de múltiples formas de acuerdo con las necesidades, pero según el Inventario de Emisiones publicado por el Gobierno del Distrito Federal et al en 1996 la forma que se utiliza en la actualidad para la ZMVM es la siguiente:

-
- **Fuentes puntuales.** Se define como una fuente puntual a toda instalación establecida en un lugar que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales o actividades que pueden generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Como ejemplos se pueden citar a las termoeléctricas, grandes industria químicas, cementerios, fábricas de vidrio, procesadoras de metales, industria de los alimentos, entre otras.
 - **Fuentes móviles.** Es todo vehículo automotor que transita por vías de circulación como calles, carreteras, caminos y avenidas. Como ejemplo se pueden mencionar a los automóviles, camionetas, pick up's, vehículos de carga, autobuses y motocicletas
 - **Fuentes de área.** Son todos aquellos establecimientos o lugares donde se desarrollan actividades que de manera individual emiten cantidades relativamente pequeñas de contaminantes a la atmósfera, pero que en conjunto sus emisiones representan ya un aporte considerable y que no llegan a considerarse como fuentes puntuales. En esta categoría se incluyen la mayoría de los establecimientos comerciales y de servicios y los hogares. Como ejemplos, se pueden mencionar a las panaderías, tintorerías, fabricación de tabiques, uso de combustibles y productos en el hogar, uso de pinturas y tintas, manejo de maquinaria de construcción, tractores, patios de maniobra de locomotoras, aeropuertos, minas de extracción de arena y grava y almacenamiento de combustibles, entre otros.
 - **Fuentes naturales.** Son fenómenos o procesos que presentan de manera natural en los ecosistemas y cuyas emisiones son el resultado de la acción de eventos meteorológicos, geológicos y/o procesos metabólicos. En este tipo de fuentes se encuentran los suelos erosionados, las emisiones volcánicas, las emisiones generadas por los incendios forestales, por la cría de ganado y por procesos metabólicos de la vegetación.

3.3 Delimitación del área de estudio

Una vez que se tiene clara la idea de cómo se clasifican las fuentes, es necesario que se haga también una buena delimitación del área de estudio, la cual es definida (según la página web del Gobierno del Distrito Federal y la Secretaría de Medio Ambiente, <http://www.df.gob.mx>, 14 de julio de 2000) por límites de división política y/o geográfica, de acuerdo con la información con que se cuente, con el grado de profundidad del estudio a realizar y con el área de impacto de los contaminantes. Según lo que menciona el Inventario de emisiones de 1996, la delimitación del área de estudio es un elemento importante en la planeación de un inventario de emisiones.

La Ciudad de México consta de 16 delegaciones políticas, pero la ZMVM es mucho mayor pues incluye los municipios conurbados. Sin embargo, no siempre es el mismo número de municipios que se incluyen en un inventario de emisiones.

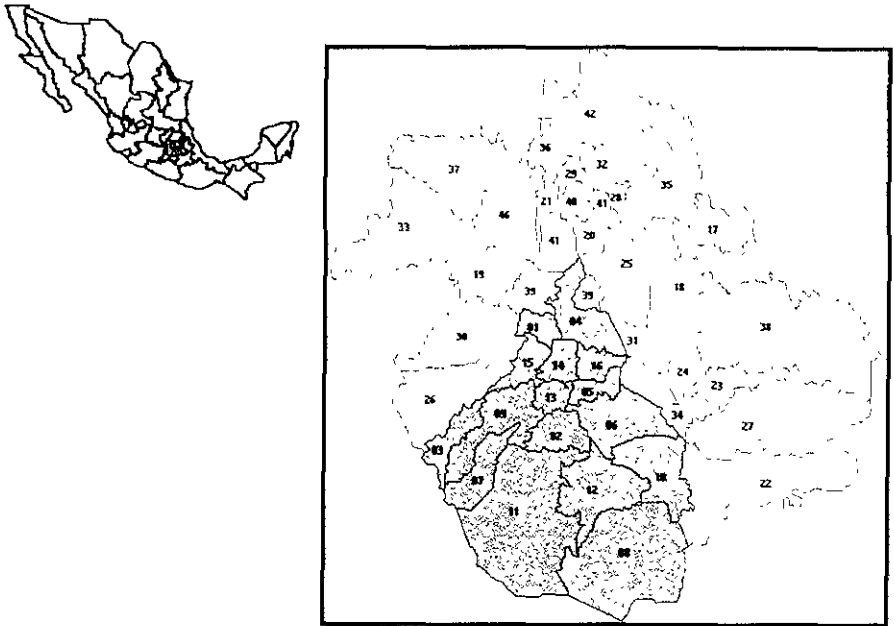
Según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1993), en el XI Censo General de Población y Vivienda de 1990, del Área Metropolitana, la ZMVM está integrada por 43 entidades, es decir 16 delegaciones y 27 municipios.

En la figura 3.1 aparecen 27 municipios conurbados, sin embargo, de acuerdo con lo que menciona el Maestro Ernesto Soto Galera, investigador del Instituto Mexicano del Petróleo (comunicación verbal, 8 de agosto de 2000), el número puede ser que en ocasiones no coincida con los que se encuentran en otra literatura, es decir que se puede encontrar en alguna fuente el reporte de más o menos de 43 entidades que pertenecen a la ZMVM, siendo este número el que reporta el INEGI, 1993. Esto sucede cuando el área de estudio difiere con el área real que, por ejemplo, en el caso del Inventario de Emisiones de 1996, se toman las emisiones de sólo 18 municipios y las 16 delegaciones, en lugar de reportar las 43 entidades. "Esta disparidad puede deberse a que no se tienen datos confiables

o suficientes como para ser tomados en la integración del inventario", Maestra Gloria Yáñez Rodríguez, Investigadora del Instituto Mexicano del Petróleo (comunicación verbal, 8 de agosto de 2000).

Figura 3.1. Zona Metropolitana del Valle de México

INEGI, 1993



Distrito Federal

Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre
01	Azcapotzalco	07	Magdalena Contreras	13	Benito Juárez
02	Coyoacán	08	Milpa Alta	14	Cuahutemoc
03	Cuajimalpa	09	Alvaro Obregón	15	Miguel Hidalgo
04	Gustavo A. Madero	10	Tlahuac	16	Venustiano Carranza
05	Iztacalco	11	Tlapan		
06	Iztapalapa	12	Xochimilco		

Estado de México

Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre
17	Acolman	26	Huixquilucan	35	Tecamac
18	Atenco	27	Ixtapaluca	36	Teoloyucan
19	Atizapan de Zaragoza	28	Jaltenco	37	Tepozotlan
20	Coacalco	29	Melchor Ocampo	38	Texcoco
21	Cuahutitlan	30	Naucalpan	39	Tlalnepantla
22	Chalco	31	Nezahualcoyotl	40	Tultepec
23	Chicoloapan	32	Nextlalpan	41	Tultitlan
24	Chimalhuacan	33	Nicolás Romero	42	Zumpango
25	Ecatepec	34	La Paz	43	Cuahutitlan Izcalli

3.4 Estimación

La estimación de emisiones es una tarea compleja, debido, entre otros aspectos, a que no existe ningún método único que pueda usarse para estimar las emisiones de todas las categorías de fuente. Se deben uniformar las técnicas que se van a utilizar para una fuente determinada, así como llegar a acuerdos de cómo se deberán hacer ciertas consideraciones pertinentes. Por ejemplo, para la utilización de factores de emisión existe el problema de que el AP-42, que es, entre otras cosas, una recopilación de factores de emisión, clasificados, para Estados Unidos, es necesario que primero sean adaptados a las condiciones de la ZMVM, lo cual implica costos altos que se tendrán que asumir, pues de no ser así, existirá una gran incertidumbre en los datos que de este cálculo se obtengan, anulando así las ventajas de un inventario de emisiones confiable

Los métodos para la estimación se pueden encontrar con diferentes nombres. La Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales A. C., (FEMISCA), el Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA), el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria (AIDIS), han publicado un trabajo respecto al curso

denominado "Inventario de Emisiones a la Atmósfera", efectuado en las instalaciones del CENICA en mayo de 1999. En dicho trabajo, entre otras cosas vinculadas a los inventarios de emisiones, se presentan las Técnica Básicas de Estimación de Emisiones (TEEs) su nivel de incertidumbre, su clasificación, su costo, y su nivel de precisión. A continuación se muestran las TEEs:

- **Muestreo en la fuente.** Son mediciones directas de la concentración de contaminantes en un volumen conocido de gas y de la tasa de flujo del gas (cantidad de gas, reportado en volumen, por unidad de tiempo) en la chimenea. Son utilizadas con mayor frecuencia para fuentes de emisiones de combustión.
- **Modelos de emisión.** Son ecuaciones desarrolladas cuando las emisiones no se relacionan directamente con un solo parámetro, es decir que son afectadas por múltiples factores (presión, temperatura, dirección del viento, velocidad del viento, altitud, latitud, etc.). Se pueden usar computadoras en el caso de que se tenga un gran número de cálculos complejos. Por ejemplo, el programa TANKS 3.0 de la U. S. Environmental Protection Agency (U. S. EPA, Agencia de protección al ambiente de los Estados Unidos) es un modelo de emisiones computarizado que se usa para estimar emisiones de tanques de almacenamiento, Aeropuertos (FAEED 2.1), Plantas de Tratamiento de Agua Residual (SIMS)
- **Encuestas.** Son cuestionarios diseñados para recopilar datos de emisiones. A menudo son utilizados para fuentes puntuales desarrollados a nivel de establecimiento o bien datos de fuentes de área de un muestreo representativo de fuentes dentro de una categoría dada
- **Factores de emisión.** Son relaciones entre la cantidad de un contaminante emitido y una sola unidad de actividad. La actividad puede consistir en

datos basados en procesos (por ejemplo producción, horas de operación, área superficial, etc.) o en datos basados en censos (población, número de empleados, etc.)

- **Balance de materiales.** Se usan mediciones de todos los componentes, de un proceso, excepto el aire para determinar las emisiones a la atmósfera. Es utilizado con mayor frecuencia para fuentes de evaporación de solventes cuando no hay datos disponibles para apoyar los otros enfoques.
- **Extrapolación.** Consiste en el escalamiento de las emisiones de una fuente dada a otra con base en un parámetro conocido para ambas fuentes (e. g., cantidad de producción, área del terreno, número de empleados).

La FEMISCA et al. presenta una ecuación fundamental para estimar emisiones:

$$E = A \times EF \times [1 - (CE/100 \times RE \times RP)] \times T \times M\%$$

donde

E = Tasa de emisión

A = Tasa de actividad (e. g., producción, población, etc.)

EF = Factor de emisión (lb/unidad de tasa de actividad)

CE = Eficiencia de control (%)

RE = Efectividad de la regla

RP = Penetración de la regla

T = Ajuste temporal

M% = Masa porcentual de contaminante

Tasa de actividad. Los datos de actividad se relacionan con los procesos emisores. En los procesos industriales, los datos de actividad por lo general están dados como tasas del proceso en peso (e. g., kilogramos, toneladas o litros de

material utilizado o manufacturado) De manera semejante, para el equipo en que se quema combustible, los datos se dan como tasas de consumo de combustible (e. g , toneladas, litros, metros cúbicos o megajoules por hora o por mes).

Factores de emisión. Un factor de emisión es una relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y una unidad de actividad. Dichos factores se clasifican en dos tipos: los basados en procesos y los basados en censos. Los primeros se usan para estimaciones de fuentes puntuales, y los basados en censos se usan mucho para estimaciones de fuentes de área. Como se menciona antes, La fuente más completa de factores de emisión específicos para los Estados Unidos, para los contaminantes criterio (es decir, un contaminante del cual se puede tener un seguimiento a lo largo de su vida) es la publicación AP-42 *Compilation of Air Pollutant Emission Factors* (U. S. EPA, 1995a, *Recopilación de Factores de Emisión de Contaminantes del Aire*). Así mismo, el documento *Factor Information Retrieval System (FIRE)* (Sistema de Recuperación de Información sobre Factores de la EPA) es una reunión de factores de emisión de contaminantes del aire, tanto criterio como tóxicos.

Eficiencia de control. La eficiencia global de control es el producto de la eficiencia del dispositivo de captura por la eficiencia del dispositivo de control. La eficiencia del dispositivo de captura indica el porcentaje de la corriente de emisión que es llevado al sistema de control y la eficiencia del dispositivo de control indica el porcentaje de contaminante atmosférico que es removido de la corriente de emisión antes de liberarla a la atmósfera.

Efectividad de la regla. Refleja la capacidad de un programa regulatorio para lograr las reducciones requeridas en las emisiones. El propósito de este factor es tomar en cuenta el hecho de que la mayor parte de los dispositivos de control no logran reducir las emisiones hasta las tasas planeadas en todo momento y en todas las condiciones. Las perturbaciones en el proceso, los errores del operador,

el mantenimiento del equipo y otras operaciones no rutinarias son ejemplos típicos de ocasiones en que el dispositivo de control no trabaje óptimamente.

Penetración de la regla. Es el grado en el que una regulación abarca las emisiones de todas las fuentes dentro de una categoría. Por ejemplo, se puede hacer una regla que indique que sólo las fábricas de pintura más grandes deben cumplir con los nuevos requerimientos de control. Si las emisiones de fuentes de área de todas las fábricas de pintura se estiman en conjunto como una sola categoría de fuente, entonces se debe desarrollar un factor de penetración de la regla, ya que no todas las fábricas estarán sujetas a la regla y, por lo tanto, no todas las emisiones de pintura deberán tener más control

Ajuste temporal. Tradicionalmente, la mayor parte de los inventarios estiman emisiones anuales. Por lo tanto, todos los procedimientos, factores de emisión y de corrección, así como los niveles de actividad utilizados en el inventario han sido desarrollados para representar condiciones anuales promedio. Para determinadas actividades de planeación de la calidad del aire deben hacerse ajustes temporales a las estimaciones anuales de emisiones. Por ejemplo, con frecuencia, los altos niveles de ozono son asociados con los meses más cálidos del año, mientras que las emisiones de algunas fuentes varían de manera estacional.

Porcentaje de masa del contaminante. En algunos casos, el contaminante o grupo de contaminantes definido por un factor de emisión no es el mismo que el definido para el inventario de emisiones. Por ejemplo, varios compuestos orgánicos volátiles (COVs) son considerados fotoquímicamente no reactivos por la Environmental Protection Agency (EPA, Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos), conforme a la Clean Air Act (CAA, Ley de Aire Limpio), y no se incluyen en los inventarios de emisiones de COVs en ese país. La gran mayoría de las emisiones de rellenos sanitarios son de metano (CH_4), que no se considera un COV. Dado que, hasta donde se sabe, las emisiones de diversos procesos están constituidas por COVs no reactivos, podrían ser excluidas de los inventarios

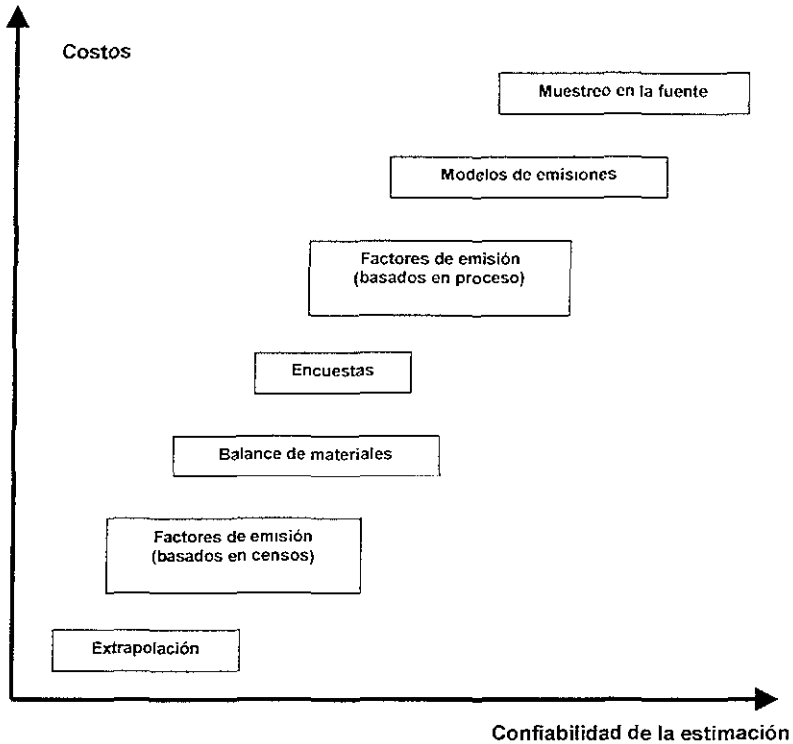
de emisiones de hidrocarburos totales (HCT). Otro ejemplo importante es el de las partículas sólidas totales (PST) de las cuales sólo un porcentaje de estas son las peligrosas a la salud humana, esto es que las menores a 10 micrómetros (PM10) son las que penetran el sistema respiratorio al no ser detenidas por los pelos nasales, y mientras más pequeñas sean (e. g. PM2.5 y menores), más peligrosas son. De esta manera, es necesario definir el porcentaje del contaminante dañino dentro de la emisión total.

Es necesario hacer consideraciones tales como el presupuesto que deberá emplearse para la realización de las estimaciones, es decir un balance entre la precisión del método y su costo para no incurrir en gastos innecesarios.

La FEMISCA et al. también presentan una gráfica (figura 3.2) que indica cómo los costos de una técnica se elevan mientras más precisa sea.

Figura 3.2. Jerarquía de la estimación de emisiones

FEMISCA, 1999



3.5 inventarios de emisiones de 1988 a 1998 en la ZMVM

La mejoría que muestran con el tiempo las técnicas de estimación de emisiones (la tecnología, los factores de emisión, los programas de computadora también son, etc.) se refleja en los inventarios de emisiones de la ZMVM. La inconsistencia aparente entre los inventarios que se han elaborado a través del tiempo para esta zona se refiere principalmente a las variaciones de tecnología y a la extensión del área estudiada. El crecimiento continuo del área urbana ha requerido de la integración de nuevos municipios en la zona conurbada de la Ciudad de México.

El Departamento del Distrito Federal elaboró en 1989 un primer inventario de emisiones para la Ciudad de México (Tabla 3.1 a), del cual las emisiones de las fuentes industriales y de servicios participaban con un 8.4% del total de las emisiones y los vehículos con un 77% (24% de óxidos de nitrógeno corresponde a fuentes industriales y de servicios y 75% a vehículos; 13% de hidrocarburos para fuentes industriales y de servicios y 53% para vehículos. En 1995 se elabora otro inventario de emisiones, incluyendo algunos de los municipios conurbados con la información disponible hasta 1994 (Tabla 3.1 b), el cual no puede compararse absolutamente al primero por no aplicar las mismas suposiciones y metodologías de cálculo. Este último inventario cubre las 16 delegaciones de la Ciudad de México y 18 de los municipios conurbados y es utilizado en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000, ProAire, (Inventario de Emisiones a la Atmósfera en la ZMVM 1996, 1999). Se atribuye el 75% de las emisiones totales al sector transporte, el 3% a la industria, el 10% a los servicios y el 12% a los suelos y vegetación.

Tabla 3.1 a. Inventario de emisiones 1989

Porcentaje en peso por contaminante

Avances del PICCA, 1994

SECTOR	%					
	SO ₂	NO _x	HC	CO	PST	TOTAL
Energía	35.5	5.6	5.6	1.8	1.0	4.0
Industria y servicios	42.7	18.5	7.0	0.6	2.8	4.4
Transporte	21.8	75.4	52.5	96.7	2.1	76.7
Daño ecológico	0.1	0.5	34.9	0.9	94.0	15.0
TOTAL	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabla 3.1 b. Inventario de emisiones 1994

Porcentaje en peso por contaminante

ProAire, 1995

SECTOR	%				
	PST	SO ₂	CO	NO _x	HC
Industria	1.4	57.3	0.4	24.5	3.2
Servicios	0.2	15.9	0.1	4.2	38.9
Transporte	4.2	26.8	99.5	71.3	54.1
Vegetación y suelos	94.2	0.0	0.0	0.0	3.8
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

La actualización del inventario de 1994 para obtener el de 1996 (Tabla 3.1 c), se formó un equipo interinstitucional el cual muestra las siguientes observaciones publicadas en 1999 (Inventario de emisiones 1999):

- Las fuentes puntuales contribuyen significativamente a las emisiones de partículas menores a 10 micrómetros y de óxidos de nitrógeno, y mayoritariamente a las de bióxido de azufre.
- Las fuentes de área tienen su principal aporte en los hidrocarburos y contribuyen significativamente a las emisiones totales de bióxido de azufre.
- Las fuentes vehiculares constituyen la principal fuente de emisión de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno y tienen un aporte importante en hidrocarburos, partículas menores a 10 micrómetros y bióxido de azufre.
- Con relación a las fuentes naturales su aporte es mayoritario en partículas menores a 10 micrómetros y significativo en hidrocarburos.

Tabla 3.1 c. Inventario de emisiones 1996

Porcentaje en peso por contaminante

Inventario de Emisiones. 1999

FUENTE	%				
	PM10	SO ₂	CO	NO _x	HC
Puntuales	18	55	0.5	16	3
Area	1	25	0.2	6	41
Vehiculares	26	20	99	77	33
Naturales	55	NE	NE	1	23
TOTAL	100	100	100	100	100

NE No estimado

La Bióloga Mónica Alegre González, Directora de Enlace Sectorial de la Dirección General de Planeación y Política Ambiental (comunicación personal, agosto de 2000) menciona que "el inventario de emisiones de 1998 aún no se publica, pues se están haciendo las últimas correcciones por parte de los expertos en el tema y las autoridades correspondientes, pero se espera su publicación en este año". La información de un inventario se va obteniendo lentamente, además necesita revisarse muchas veces antes de ser publicado, según el Ingeniero Carlos Felipe Carrillo Valdez, Asesor Ambiental de la Unidad Departamental de Fuentes Puntuales (comunicación personal, agosto de 2000)

3.6 Usuarios de los recursos ambientales

En una ciudad tan grande como la Ciudad de México (incluyendo la zona conurbada) se pueden encontrar una gran variedad de actores que hacen uso de los recursos que pueden obtener de ella. Cada uno de ellos obtiene beneficios de la cuenca atmosférica sin reparar en los daños que causan ni en los costos de la degradación de la calidad del aire. El Departamento del Distrito Federal et al. expone que existe una disparidad entre los beneficios, que son

privados, y los costos, que son públicos, siendo tales costos muy altos de asumir en forma individual, por ello se presenta el "problema de la acción colectiva. muchas personas buscarán la forma de comportarse de manera oportunista, esperando recibir gratuitamente y sin desempeñar esfuerzo alguno, los beneficios generados por la mayoría".

Estos usuarios de los recursos atmosféricos se pueden clasificar en sectores como establecimientos industriales, comerciales y de servicios, automovilistas privados y de transporte colectivo, entre otros. De forma más específica, estos usuarios se subdividen en los siguientes:

Sector Industria

Generación de energía eléctrica	Industria del vestido
Refinación de petróleo/petroquímicas	Productos de consumo (varios)
Industria química	Productos de impresión
Minerales metálicos	Productos metálicos
Minerales no metálicos	Productos de consumo de vida media
Productos vegetales y animales	Productos de consumo de vida larga
Madera y derivados	Artes gráficas
Productos de consumo alimenticio	Otros

Sector Servicios

Lavado y desengrase	Pintura de tránsito
Consumo de solventes	Esterilización de hospitales
Almac. y distribución de gasolina	Incineración de hospitales
Mercadeo y distrib. de gas LP	Uso de asfalto
Operación de lavado en seco (tintorerías)	Plantas de tratamiento de aguas
Superficies arquitectónicas	Combustión en hospitales
Panaderías	Combustión residencial
Pintura automotriz	Combustión comercial/institucional

Sector transporte

Auto particular	De carga
Pick-up	De carga (más de dos ejes)
Microbús	Autobús municipal
Combi	Locomotoras
Taxi	Locomotoras de patio
Autobus (R-100)	Aeropuerto
Foráneos, suburbanos	

Se observa que de alguna manera toda persona hace uso de los recursos atmosféricos, pero es necesario que cada uno se haga consciente y responsable de su consumo para mantener un equilibrio y contribuya a la sustentabilidad de la zona de estudio. Las cuestiones más apremiantes son: ¿cuál es la forma en que debe mantenerse el equilibrio evitando el desperdicio y mal uso de los recursos?, ¿cómo pueden obtenerse los fondos que los usuarios deben pagar (y buscan la forma de no hacerlo) para invertirlos en el mejoramiento de la calidad del aire? y ¿qué esfuerzos de supervisión, regulación y normatividad deben hacer las autoridades para asegurar que los ciudadanos modifiquen su forma de vida para de forma que se optimicen los recursos naturales y financieros y se haga una asignación adecuada de ellos?.

Capítulo 4

Estrategias para el control de la contaminación atmosférica en el Valle de México

4. Estrategias para el control de la contaminación atmosférica en el Valle de México

Es necesario analizar qué se ha hecho y qué logros se han obtenido en el área ambiental para tratar de revertir los daños que se presentan en la atmósfera. En las memorias del Primer Encuentro Internacional México-Japón de Contaminación Ambiental, marzo de 1996, en México, D. F., INE-JICA, Rogelio González y Xochitl Cruz Nuñez presentan el trabajo titulado Retrospectiva de las Estrategias para el Control de la Contaminación en el Valle de México, del cual se tomaron los puntos más importantes que a continuación se mencionan, además de consultar el PICCA y los avances del PICCA.

4.1 El crecimiento acelerado. De 1940 a 1970

A partir de 1940 el Valle de México sufre una transformación vertiginosa en cuanto al desarrollo económico, como también se vio en muchos lugares del mundo. La mancha urbana que existía en 1930 pasa a una zona totalmente conurbada en 1985 de más de 2 000 km² ocupados. Este crecimiento de la población propició la proliferación de otros muchos efectos negativos, ya mencionados

A partir de este período, conocido como de la industrialización, se inicia la actividad urbana e industrial de la ZMVM. En los años de la década de 1940 se inicia el proceso de crecimiento desmesurado: el indicador en ese entonces de la contaminación era la visibilidad que, de acuerdo con los datos del Observatorio Nacional de Tacubaya, era de 4 a 10 kilómetros, que para los años de la década de 1950 disminuye a un intervalo de 2 a 4 kilómetros y que al final de los años de 1970 se reduce a un promedio entre 1 y 2 kilómetros.

Desde esa década se realizan estudios en el área de protección y conservación de los recursos naturales. La Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública crea a raíz de la promulgación de la Ley Federal del Trabajo y posteriormente del

Reglamento General de Higiene y Seguridad, un área específica para la investigación de las enfermedades profesionales. Esta área, que a la postre se convierte en la Dirección General de Higiene Industrial, es fundamental en el desarrollo de los estudios relacionados con la contaminación atmosférica en todo el país.

En la evolución de esta Dirección y la participación de toda la ciudadanía, que adquiere conciencia ambiental, junto con las autoridades, se sientan las bases para que el Gobierno de México tome una decisión relacionada con la prevención y el control de la contaminación en el país. En 1967 se inicia la Operación de la Red Panamericana de Muestreo Normalizado, base de los sistemas de monitoreo atmosférico posteriores.

4.2 Reconocimiento del problema ambiental. Década de 1970

En 1970, el presidente Luis Echeverría remite al H. Consejo de la Unión la iniciativa de Ley para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, decretada el 12 de marzo de 1971.

En 1972, con la creación de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente se pretende encaminar la solución de la problemática desde los dos aspectos siguientes: prevención de enfermedades y salud pública, y la conservación e incremento de los bienes y recursos disponibles; entonces la Dirección General de Investigación se encarga de la evaluación del medio ambiente a través de un estudio de la concentración de los diferentes contaminantes, y a su vez las direcciones generales de Operación y Control se ocupan de la elaboración del inventario de fuentes y de los factores de emisión, los cuales resultan poco fructíferos. A fines de este año, se crea el Departamento de Monitoreo, cuyas primeras acciones tendieron a la validación de los procedimientos de medición, pues los datos obtenidos hasta ese período son meros indicadores y no datos utilizables para la toma de decisiones.

De 1972 a 1976, primer período de la administración ambiental en México, son tres las dependencias involucradas en la prevención y el control de la contaminación del aire: las Direcciones de Investigación y Operación, y el Consejo Técnico de la misma Subsecretaría.

El período administrativo 1976- 1982 llega precedido por la entonces recién expedida Ley de Asentamientos Humanos que incluye el propósito del mejoramiento ambiental a través de una adecuada planeación de los asentamientos humanos y lo inherente a la conservación de los elementos naturales y el entorno, especialmente en los centros de población. En 1978, se crea la Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental, cuyo objetivo principal es coordinar y dar coherencia a los programas y acciones del mejoramiento ambiental.

Este período administrativo se ve complicado por una serie de eventos que tienen enormes consecuencias para el país. La administración de referencia, que había comprometido el desarrollo del país basado en la explotación de los recursos naturales minerales, en especial el petróleo, tiene que reconocer que la estrategia es equivocada y que, entre otras cosas, logra hacer de áreas enormemente productivas en recursos renovables, en zona de destrucción ecológica. La aparente bonanza económica que se disfrutó entre 1977 y 1981 propicia un desmesurado uso de los recursos naturales y un incremento sustancial en consumos de combustible, tanto para uso industrial como automotriz, lo que complicó el monto de carga contaminante en la ZMVM.

Sin embargo, dentro de los propósitos para racionalizar y coordinar acciones, la municipalización del transporte de superficie en el DF permite desarrollar cierta lógica y cierta coordinación y, sobre todo, el trazo de los ejes viales dentro de la mancha urbana del D.F., que resuelve en buena parte los cuellos de botella derivados de la falta de continuidad en vialidades, ya que, probablemente, la única vía sin obstáculos es la Avenida de los Insurgentes.

4.3 Asignación de atribuciones y responsabilidades. 1980

En el cambio de administración de 1982, se plantea desde el inicio una política ambiental como parte de la política general del gobierno. El Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988 presenta estrategias interesantes para la recuperación del medio ambiente, a través de la racionalización de los recursos y la necesidad urgente del control y la disminución de la contaminación ambiental, así como el estímulo a los proyectos de ordenamiento y restauración con la participación de la iniciativa privada, el sector público y las poblaciones locales

En lo concreto, el plan marcaba la realización de un inventario de fuentes fijas, la adecuación de las normas de calidad del aire, así como el diseño de sistemas de monitoreo, incluyendo redes de alarma, la promulgación de los reglamentos de emisión de los contaminantes más importantes, la reducción y el control de las emisiones de fuentes móviles y la elaboración de un programa de acción para contingencias. Los resultados de estas acciones se observan en la operación total del sistema de monitoreo en el Valle de México, para lo cual se termina la instalación del nuevo sistema de monitoreo que es elevada a 25 estaciones.

A partir de 1983, queda establecido un sistema de concertación de acciones entre una parte normativa, SEDUE y otra operativa, el DDF. Este esquema deja pendiente el problema de los municipios conurbados pertenecientes al Estado de México, que se integran en un programa denominado Horizonte de Control, dirigido a frenar su crecimiento desmedido. En febrero de ese año, se inicia una consulta popular que arroja un diagnóstico general que establece la necesidad de controlar y disminuir la contaminación ambiental, otorgando un papel principal a la contaminación atmosférica.

Sin embargo, los buenos propósitos del período 1983-1984 quedan en gran parte como proyectos, ya que la dependencia coordinadora no realiza sus funciones a cabalidad y el DF, por su parte, no cumple con sus compromisos programados, por lo que en 1985 las condiciones ambientales siguen su deterioro sin cambios.

Teniendo estos antecedentes, en febrero de 1986, el Ejecutivo decide atacar en forma más incisiva expidiendo el Decreto de la 21 medidas. En este se plantea de nuevo una serie de estrategias enmarcadas en un conjunto de 55 acciones específicas con el fin, entre otras cosas, de reforzar la infraestructura del transporte público, verificar los vehículos particulares y oficiales, reordenar los espacios históricos y de interés cultural, proteger áreas forestadas, sustituir el combustible de la Termoeléctrica Valle de México, disminuir el contenido de azufre del diesel de uso industrial y vehicular, reubicar las grandes empresas contaminantes, etc. Cabe señalar que en ese entonces ya se prevén medidas como la instalación obligatoria de dispositivos anticontaminantes en los vehículos automotores en la ZMVM, y lo más relevante de este conjunto de medidas fue la introducción, en junio de 1986, de la gasolina con bajo contenido de tetraetil de plomo, con un intervalo de 0.5 a 1.0 mL/gal.

Con la nueva toma de conciencia por parte de la ciudadanía, se crean algunos grupos ecologistas, entre los que destaca el *Grupo de los 100*, que presionan fuertemente al gobierno para tomar decisiones más drásticas acerca del problema ambiental de la Ciudad. Como resultado, el Gobierno de la República encomienda a la entonces Comisión Nacional de Ecología la elaboración de una respuesta que se concreta en el documento *Las 100 Acciones Necesarias de Ecología*, de las cuales 35 corresponden al sector de la calidad del aire.

En el aspecto de la normatividad ambiental, en 1988 se promulga la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que se encarga de designar responsabilidades y atribuciones de cada dependencia en el ejercicio de

la normatividad ambiental en todos los sectores, federal, estatal y municipal, limitando la acción del gobierno federal a aquellos casos en que la extensión del problema implique la participación directa de ese nivel, así como cuando la extensión del problema abarque más de una entidad federativa o municipios conurbados. La nueva ley permite establecer como fundamento para la

planeación del desarrollo nacional la capacidad de acogida del territorio con base en las características regionales tanto territoriales y de dotación de recursos, permite una visión holística del problema al presentar por primera vez como necesidad de interpretación jurídica y de aplicación administrativa la relación entre el hombre y su entorno.

4.4 Diversos programas en la ZMVM para el control de emisiones

El control y la prevención de la contaminación atmosférica en el Valle de México han cambiado a medida que la dinámica de la zona metropolitana lo hace: la visión limitada y hasta inocente de la contaminación en los años de la década de 1960 y 1970 contrasta con la administración actual, la que, con un conocimiento profundo de las causas y efectos de la contaminación, encauza los esfuerzos de los sectores industrial, automotriz, de servicios y de los ciudadanos en general, en el centro del ojo crítico de los grupos ecologistas y de la ciudadanía, pasando por los tientos y omisiones de la década de los ochenta, caracterizada por una política ambiental en la que prevalece la conceptualización de una serie de proyectos truncados, entre otros factores, por la discontinuidad de la política federal gubernamental.

Al inicio de la década de 1990 la conciencia ambiental en la Ciudad de México y los municipios de Estado de México conurbados a ella ya forman parte de la vida cotidiana de la ciudadanía y las medidas encaminadas al control y la prevención de la contaminación, que se enfatizan con la implantación permanente del programa Hoy No Circula (HNC), son tomadas con alegría por unos y con enojo por muchos más.

El Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica (PICCA) se concibe como una estrategia ambiciosa en la lucha contra la contaminación del aire. Sus medidas, que involucraron a una gran cantidad de sectores, toman además en cuenta aspectos no contenidos en estrategias anteriores, como la reforestación, la educación ambiental, y sobre todo, el apoyo a la investigación científica.

Las áreas de acción del PICCA fueron seis 1) la industria petrolera; 2) el transporte, 3) la industria privada; y los establecimientos de servicios, 4) las termoeléctricas, 5) la reforestación y la restauración ecológica; 6) la investigación, educación ecológica y comunicación social.

Entre las medidas de cada área comprometida, destacan, en la industria petrolera, la elaboración de diesel con bajo contenido de azufre, la elaboración de compuestos oxigenados (TAME y MTBE), el suministro de gasolina sin plomo a los vehículos con convertidor catalítico y la instalación de techos flotantes con membrana interna en los tanques de almacenamiento. Además, el 18 de marzo de 1991, por decreto presidencial, se cierra la Refinería 18 de marzo

En el sector transporte se implanta la permanencia del programa HNC, se introduce el convertidor catalítico en los vehículos nuevos 1991 y posteriores y se promovió, entre otros, los Programas para la reconversión a gas LP de los camiones de carga.

Las medidas referentes a la industria privada y los establecimientos de servicios incorporan medidas tales como la sustitución de combustóleo por gas natural, el control de las emisiones y la reubicación de fundidoras. Para las termoeléctricas, se compromete la sustitución de combustóleo por gas natural, la suspensión invernal de dos unidades de generación y la instalación de monitores continuos. Por su parte, la reforestación y restauración ecológica contempla, dentro del PICCA, el programa de reforestación urbana y la reforestación del Valle de México y su área de influencia ecológica

Por último, el área de investigación, educación ecológica y comunicación social implementa el programa de medición de dispositivos anticontaminantes y las pruebas con combustibles alternos en la flota vehicular, la ampliación de la Red Automática de Monitoreo atmosférico, el desarrollo del Estudio Global de la

Calidad del Aire, el sistema de vigilancia epidemiológica y diversos Programas de capacitación en las escuelas.

En 1992 se crea la Comisión Metropolitana para la Prevención y el Control de la Contaminación Ambiental, organismo encargado única y exclusivamente para atender los problemas asociados con la contaminación del aire en el Valle de México. En ella convergen las tres instancias responsables de su manejo la ahora Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), el Departamento del Distrito Federal y el Gobierno del Estado de México. La Comisión se encarga desde entonces de canalizar los recursos disponibles para la elaboración de proyectos, ha planteado la política de manejo de la atmósfera de la Ciudad de México y sus municipios conurbados y enfrenta la solución de los enormes problemas que implican la reducción de los niveles de ozono a través de la reducción de sus precursores, los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles y el problema de las partículas suspendidas, entre otros, tratando de equilibrar, con las medidas de reducción, una compensación de tipo social.

Esta Comisión publica un documento en el que analiza los avances logrados hasta 1994 gracias al PICCA. Las medidas tomadas se reflejan principalmente en: la reducción de los niveles de plomo, ha logrado que a la fecha no se viole el criterio internacional para este contaminante, en la gasolina Nova la reducción fue del 92% y se introduce la gasolina Magna Sin, cuyo consumo es del 37% del total. Las emisiones de dióxido de azufre se reducen en 75% de 1989 a 1994,

debido a la disminución del contenido de azufre en los combustibles, y casi en 79% respecto a 1990, por medidas adicionales como el Hoy No Circula. El monóxido de carbono disminuye también, de diciembre de 1989 a diciembre de

1994 los promedios mensuales de CO se reducen de 6.0 a 3.1 ppm, esto es, casi 50%, mayor al 37% esperado con las doce medidas asociadas. En el mismo

período, sin embargo, el aumento en la venta de gasolina es de 22%. En cuanto al ozono, principal contaminante atmosférico en la Ciudad de México, tiene tendencias favorables, pues para 1993 sufren 60% menos episodios de contingencia con respecto a 1992, y en 1994 no es necesario aplicar la Fase II del Programa de contingencias. Las acciones que están contempladas para PEMEX son emprendidas con éxito, lo cual tiene un significado importante a nivel internacional en la industria petrolera.

Para 1995, dicha Comisión realiza un nuevo análisis de los avances del PICCA. En este documento se mencionan las siguientes acciones: en diciembre de 1992 el consumo de la gasolina Magna Sin representa el 26% de las ventas totales y para agosto de 1995 alcanza el 44%, esto es aproximadamente 48 mil barriles diarios. En el Programa Integral de Transporte se continúa con la ampliación y modificación de líneas del Metro, y en cuanto al transporte por medio de autobuses urbanos se realiza únicamente con aquellos que cumplan con la normatividad establecida por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica para 1996 (EPA 1996); otras acciones importantes de este programa son los logros en la construcción de obras viales urbanas como la construcción y adecuación de pasos a desnivel y vialidades, de las cuales destacan la adecuación vial del puente vehicular ubicado en Eje 10 Sur y Autopista México- Puebla, el mantenimiento de taludes de salida a Pachuca, la construcción del puente vehicular Eje 6 Sur y Periférico, la obra de los carriles centrales Gran Canal, y la adecuación geométrica Viaducto- Insurgentes- División del Norte (en obra). El Programa de Verificación Vehicular (PVV) obligatoria resulta ineficiente porque hay un nivel bajo de rechazo, venta de calcomanías de

verificación, competencia desleal entre los Centros-Taller y Macrocentros, todo esto incurriendo, por supuesto, en corrupción; Para disminuir al máximo estos problemas, se plantea la desaparición de los Centros-Taller en diciembre de 1995 y su sustitución por Macrocentros a partir de enero de 1996

4.5 Papel de las autoridades ambientales

Las autoridades ambientales tienen la responsabilidad de disminuir el deterioro ecológico, realizar programas de saneamiento del ambiente, restaurar sitios afectados por el manejo inadecuado de residuos y desechos peligrosos y conservar áreas para la protección de la biodiversidad.

Para lograrlo, es necesario contar con diversas instituciones que actúen en comunión, impulsando las actividades que mejoren la calidad de vida de la población. En México las decisiones acerca de las políticas del medio ambiente y el uso de recursos están a cargo de diferentes organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que se encuentran en interacción. A continuación se mencionan las actividades que realizan algunas de las instituciones responsables de la política ambiental.

SEMARNAP. La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP, <http://www.semarnap.gob.mx>, 10 de julio de 2000) se creó el 28 de diciembre de 1994. Es la dependencia del gobierno federal encargada de coordinar la administración y aprovechamiento de los recursos naturales para alcanzar un desarrollo sustentable, cuyos objetivos son generar un aprovechamiento duradero de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, que faciliten el desarrollo actual y futuro de los mexicanos; permitir una mejor calidad de vida para todos; propiciar la superación de la pobreza y contribuir a fortalecer una economía productiva basada en procesos y tecnologías que no degraden los recursos ni la calidad ambiental.

La SEMARNAP opera con tres subsecretarías:

- Planeación
- Recursos Naturales
- Pesca

Además, son órganos desconcentrados del sector:

- La Comisión Nacional del Agua
- El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
- El Instituto Nacional de Ecología
- El Instituto Nacional de la Pesca
- La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

PROFEPA. La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (<http://www.profepa.gob.mx>, 10 de julio de 2000) tiene las siguientes responsabilidades:

- Vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales aplicables relacionadas con la prevención y control de la contaminación ambiental, los recursos naturales, los bosques, la flora y fauna silvestres, terrestres y acuáticas, pesca, y zona federal marítimo terrestre, playas marítimas y terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, áreas naturales protegidas, así como establecer mecanismos, instancias y procedimientos administrativos que procuren el logro de tales fines;
- Recibir, investigar y atender, o en su caso canalizar ante las autoridades competentes, las quejas y denuncias administrativas de la ciudadanía y de los sectores público, social y privado, por el incumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables relacionadas con el medio ambiente, los recursos naturales, los bosques, la flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas y la pesca,
- Salvaguardar los intereses de la población y brindarle asesoría en asuntos de protección y defensa del ambiente y los recursos naturales competencia de la Secretara;
- Coadyuvar con las autoridades federales, estatales y municipales en el control de la aplicación de la normatividad relacionada con el medio ambiente,

-
- Emitir resoluciones derivadas de los procedimientos administrativos en el ámbito de su competencia;
 - Expedir recomendaciones a las autoridades competentes para controlar la debida aplicación de la normatividad ambiental, así como vigilar su cumplimiento y dar seguimiento a dichas recomendaciones;
 - Promover y procurar la conciliación de intereses entre particulares y en sus relaciones con las autoridades, en asuntos derivados de la aplicación de las leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas y Programas Ambientales;
 - Realizar auditorias y peritajes ambientales, respecto a la realización los sistemas de explotación, almacenamiento, transporte, reducción, transformación, comercialización, uso y disposición de desechos y compuestos, así como respecto a la realización de actividades que por su naturaleza constituyen un riesgo para el ambiente,
 - Formular a solicitud de la autoridad competente o de los particulares, dictámenes técnicos respecto de daños o perjuicios ocasionados por infracciones a la normatividad ambiental;
 - Imponer las medidas técnicas y de seguridad, así como las sanciones que sean de su competencia en los términos de las disposiciones jurídicas aplicables;
 - Investigar las infracciones a la legislación ambiental, y en su caso, hacerlas del conocimiento de las autoridades correspondientes cuando no sean de su competencia;
 - Denunciar ante el Ministerio Público Federal los actos, omisiones o hechos que impliquen la comisión de delitos, a efecto de proteger y defender el medio ambiente y los recursos naturales y la pesca;
 - Coordinarse con las demás autoridades federales, estatales y municipales para el ejercicio de sus atribuciones, así como participar en la atención de contingencias y emergencias ambientales;
 - Participar con las autoridades competentes, en la elaboración y aplicación de normas oficiales mexicanas, estudios, programas, proyectos, acciones,

obras e inversiones para la protección, defensa y restauración del medio ambiente y los recursos naturales,

- Canalizar a través de la Unidad de Contraloría Interna de la Secretaría, las irregularidades en que incurran servidores públicos federales en ejercicio de sus funciones, en contra del medio ambiente o la autoridad que resulte competente;
- Coordinarse con las autoridades federales, estatales y municipales para tramitar las quejas y denuncias que se presenten por irregularidades en que incurran servidores públicos locales, en contra del ambiente o los recursos naturales, para que se proceda conforme a la legislación aplicable, y;
- Resolver los recursos administrativos que le competan

INE. El Instituto Nacional de Ecología (<http://www.ine.gob.mx>, 10 de julio de 2000) se mantiene como un órgano desconcentrado de la SEMARNAP. Tiene a su cargo el diseño y manejo de los diferentes instrumentos de regulación y gestión ambiental con diversos grados de complejidad en su implementación

Sus responsabilidades están basadas en los siguientes criterios básicos:

- Atención específica a sectores prioritarios
- Consolidación de instrumentos complementarios de política
- Construcción de enlaces intersectoriales
- Jerarquización consistente con prioridades y niveles de complejidad

- Mayor penetración de instrumentos estratégicos
- Generación, recuperación y aprovechamiento de información
- Equilibrio y conjugación de planos sectoriales y regionales de actividad
- Eficiencia y alta calidad profesional
- Vinculación académica
- Dimensión de apoyo a la política social.

4.6 Políticas ambientales urbanas

La ZMVM es un sistema complejo que requiere del análisis exhaustivo de los Programas Ambientales, es decir, deben evaluarse continuamente para encontrar soluciones a los problemas ambientales, y para lograrlo se necesita repensar, renovar y enriquecer sus políticas

De acuerdo con lo que menciona Tyler Miller (1994), la política es el proceso según el cual, personas o individuos y grupos tratan de influir o controlar los objetivos y acciones de los gobiernos de las comunidades locales, estatales, nacionales o internacionales. La política trata, además, la distribución de los recursos y beneficios: quién obtiene qué, cuándo y cómo; es decir, tiene una función significativa regulando los sistemas económicos del mundo e influyendo en las decisiones económicas. "Resolver los problemas de recursos y ambiente que se encaran es básicamente un problema político porque requiere la unidad y fuerza públicas para que los oficiales de elección, locales, estatales y a nivel nacional hagan cambios sustanciales en las erogaciones (subsidios) y en las exenciones (impuestos y reglamentaciones) que las corporaciones ricas y poderosas reciben por usar los recursos de la Tierra de ciertas maneras. Esto implica reestructurar el mundo en que se hacen los negocios desplazando la producción y ganancias de la degradación de la Tierra a las empresas sustentadoras de la Tierra. Aunque este cambio beneficiará a todos a largo plazo es visto como una seria amenaza a los intereses políticos y económicos atrincherados. Sin embargo, se ha llegado al punto en el que las antiguas formas de hacer negocios son muy amenazadoras para la seguridad ambiental,

económica y militar, y a los procesos de la ecósfera de los cuales depende toda la vida, que se debe tener sabiduría y el valor para efectuar cambios drásticos y económicos"

El INE (<http://www.ine.gob.mx>, 18 de julio de 2000) propone diseñar las bases de una política ambiental urbana que pretenda

- Definir y divulgar criterios de sustentabilidad urbana que permitan fundamentar y orientar la planeación, el funcionamiento y la regulación de los procesos de desarrollo urbano-ambientales.
- Crear mecanismos de integración entre la política ambiental y otras políticas sectoriales, como las de desarrollo urbano y transporte, mediante instrumentos que vinculen a la estructura espacial-territorial de las ciudades con los criterios de sustentabilidad.
- Propiciar el uso racional de recursos comunes ambientales más importantes de las ciudades.
- Crear un marco regulatorio y de incentivos que fomente permanentemente la innovación y el cambio tecnológico en los procesos urbanos, de servicios y de transporte, para mejorar su eficiencia energética y su calidad ambiental.
- Generar cambios en la estructura modal del transporte urbano, que aseguren una mayor eficiencia funcional y ambiental de las ciudades.
- Orientar el debate nacional sobre la definición y las implicaciones del desarrollo urbano sustentable.
- Definir y promover nuevos instrumentos de política ambiental urbana, en los que se incluyan incentivos económicos, criterios de sustentabilidad y elementos de ordenamiento territorial.

Capítulo 5

Sector transporte

5. Sector transporte

Como se ha establecido, los inventarios de emisiones son, entre otras cosas, una herramienta útil en la toma de decisiones encaminadas a la aplicación de planes y programas de prevención y control de la contaminación del aire.

Por ello, las medidas aplicadas con el objetivo de mejorar la calidad del aire deben examinarse minuciosamente para obtener resultados satisfactorios, pues se ha comprobado que no todos los Programas Ambientales han tenido el éxito que se espera. Como un ejemplo claro de esta idea, son los programas dirigidos al sector transporte y éste permanece entre los sectores que menos han contribuido a la mejora de la calidad del aire a pesar de que muchas de las medidas emprendidas son de carácter obligatorio.

Entre los principales instrumentos y acciones en la ZMVM para el sector transporte (Instituto Nacional de Ecología, Gestión de la calidad del aire en México, 2000) se encuentran los siguientes:

- Aplicación del Hoy No Circula y Doble Hoy No Circula de manera diferencial para que sirva como instrumento de modernización tecnológica del parque vehicular con base en nueva normatividad
- Normas crecientemente estrictas para vehículos nuevos y en circulación
- Extensión y operación eficiente de los Sistemas de Verificación Vehicular
- Revisión progresiva de la normatividad para gasolinas
- Incorporación a mediano y largo plazo de costos ambientales en precios de combustibles automotores
- Reestructuración y ampliación del transporte público de superficie
- Ampliación de los sistemas de transporte público no contaminante
- Reorganización de los sistemas de tránsito y de operación del transporte público

5.1 Importancia y finalidad de los Programas Ambientales

Los programas se conciben como una medida importante en la estrategia del mejoramiento de la calidad del aire en la ZMVM. Se puede pensar que la amplia participación del sector transporte se debe a que ha adquirido conciencia ambiental para colaborar tanto en el Programa VV como en el HNC. Sin embargo, esta idea deja mucho que desear, sobre todo cuando se escuchan frecuentemente comentarios de desacuerdo con dichos Programas.

Es necesario mencionar cuáles son originalmente sus objetivos y en qué consisten para después de analizar cuál es la percepción que tiene la población ante estas medidas ambientales se pueda hacer un diagnóstico de las causas que han originado que no se llegue al resultado esperado.

Hoy No Circula (HNC). De acuerdo con los Avances a Junio de 1994 del Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica, el Programa HNC se inicia el 20 de noviembre de 1989. Pretende retirar el 20% del parque vehicular de circulación, y por lo tanto disminuir las emisiones al menos 11%, tomando en cuenta que los vehículos en circulación presentarían mayores recorridos para sustituir el uso de los vehículos que no circulan.

Esta restricción consiste en que los automóviles dejarán de circular un día a la semana, de lunes a viernes (días laborales), de acuerdo con el último dígito de su placa, esto significa que dos dígitos diferentes no circulan de la siguiente forma: lunes 5 y 6, martes 7 y 8, miércoles 3 y 4, jueves 1 y 2, y viernes 9 y 0. Además, cada día es identificado con un color en el engomado de la placa para ser fácilmente identificable. Los números y el color del engomado fueron asignados por sorteo.

Todos los automóviles, camiones o camionetas con motor a diesel y gasolina que transitan en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) y municipios

conurbados respetan esta restricción, con excepción de los vehículos dedicados al transporte público, ambulancias, autos de bomberos y de policía

En 1991, este programa es ampliado a taxis, combis y microbuses, dejando de circular 12 horas, de 9 AM a 9 pm, según el color de su engomado. Para los vehículos de turismo y los taxis del aeropuerto les es prohibido circular un día a la semana.

Según Gobierno del Distrito Federal et. al., este programa tuvo como objetivos principales la disminución de las emisiones vehiculares, así como el control en la demanda de gasolina, de esta manera la población se ve obligada a usar el transporte público

En un principio, el HNC se presenta como un programa temporal que muestra resultados satisfactorios, es decir, que la cantidad de emisiones realmente disminuye. Pero a partir de que éste se convierte en programa permanente cambia la actitud de los habitantes debido a que no hay disponibilidad de sustituir el tipo de transporte, esto significa que el transporte público es visto como un mal sustituto del automóvil particular a causa, principalmente, de lo incómodo que resulta.

De esta manera se pierde el objetivo principal, pues la gente prefiere hacer un gasto mayor comprando otros automóviles para cubrir sus necesidades en el día en que el otro auto no circula, pero sin ser conscientes de que esto trae mayores problemas al ambiente, pues los autos adquiridos son generalmente viejos, contaminan más y aumentan el parque vehicular de la ZMVM.

Sin embargo, se considera un avance muy importante en el aspecto de política pública local nunca antes vista, aplicada al sector más contaminante en la ZMVM.

Verificación Vehicular Obligatoria (VV obligatoria). Según el PICCA este programa se inicia en diciembre de 1989. La intención es disminuir las emisiones contaminantes. Para lograrlo es necesario que los motores de todos los vehículos en circulación trabajen en condiciones óptimas. Por ello, los Verificentros cuentan con equipos de medición que analizan la cantidad de contaminantes arrojados de acuerdo con diferentes condiciones de operación.

En un inicio se cuenta con sólo 16 centros de verificación, para llegar a 795 centros en únicamente seis meses. De esta manera se logra verificar a todo el parque vehicular, estimado en 3.5 millones de vehículos, de acuerdo con el discurso pronunciado por el secretario del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, Alejandro Encinas, el día 17 de mayo de 2000 en el World Trade Center esta Ciudad.

Respecto a los vehículos foráneos a diesel, la desaparecida Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) firman un acuerdo en el cual se establece que los vehículos que circulen por caminos de jurisdicción federal deben ser verificados obligatoriamente cada seis meses. Esta última Secretaría extiende a nivel nacional el programa de verificación desde el 1 de junio de 1990. Para ese entonces se estima un parque vehicular de 200 mil unidades de transporte público federal. Las unidades pertenecientes a los Gobiernos Federal, Estatal y Municipal que transitan por caminos de jurisdicción libre, estimadas en 100 mil, también deben cumplir con este programa. Para 1993 los equipos de verificación son modernizados, siendo los actuales más precisos y confiables (dificultan la manipulación de datos)

5.2 Responsabilidades del sector transporte

De acuerdo con lo anterior, se observa que los Programas efectivamente tienen como objetivo una disminución importante de emisiones contaminantes a la atmósfera causada por los vehículos automotores

Ante esto, muchos automovilistas se preguntan por qué existe tanto control hacia los automóviles particulares si no son los únicos que aportan contaminantes a la atmósfera. Al respecto, Pieter T Tanja, (Memorias de la Conferencia Internacional "Hacia un Transporte Limpio", Ciudad de México, 1994), menciona que "es obvio que todos los medios de transporte contribuyen a al impacto ambiental, pero los automotores son responsables de una proporción particularmente importante".

Se ha comprobado por innumerables fuentes que el sector transporte es efectivamente el que tiene mayores contribuciones a la contaminación del aire. Por ello existe el compromiso de que toda persona que posea un automóvil debe comprometerse con las emisiones contaminantes, de su control y del ambiente, sin tratar de que sólo los demás lo hagan.

Si bien es cierto que el sector transporte también aporta beneficios socioeconómicos deseables, como el traslado de personas y bienes, es lógico que de igual forma acarrea efectos adversos de alto impacto ambiental. Sus contaminantes son de alta peligrosidad para la salud humana y el equilibrio natural. Un ejemplo claro de estas afirmaciones se presenta en la publicación llamada Estimación de Emisiones Provenientes de Vehículos Automotor en la ZMCM realizada por Schifter, Díaz, López-Salinas, Ramos, Ávalos, López-Vidal y Castillo dentro del IMP (Schifter, 2000), en la cual se presenta la siguiente información:

- ◆ "El benceno está presente en emisiones del escape y evaporativas de vehículos. Estudios epidemiológicos en trabajadores han identificado al benceno como un carcinógeno causante de leucemia en humanos. Aproximadamente el 85% de todas las emisiones de benceno provienen de vehículos. Las diferentes fracciones de benceno de los escapes de autos dependen de la tecnología de control y de la composición de la gasolina. Algunos reportes indican que los aromáticos no bencénicos en la gasolina pueden causar cerca del 70 a 80% del benceno formado en escapes.

Adicionalmente, algunas formas de benceno provienen también de la combustión industrial de gasolina no aromáticas

- ◆ El 1,3-butadieno tiene en 1993 el nivel más alto de riesgo de cáncer entre los tóxicos del aire emitido por vehículos en los Estados Unidos. El 1,3-butadieno aparece en el escape de vehículos a partir de la combustión incompleta de gasolina. Por ello, no se encuentra presente en las emisiones evaporativas y de carga de gasolina y aparece en porciones altas en las emisiones totales de hidrocarburos. Debido a su reactividad, se estima que su tiempo de vida en la atmósfera es corto, además depende de las condiciones del medio
- ◆ El formaldehído es el aldehído que prevalece en el escape de vehículos y proviene de la combustión incompleta de gasolina. Este compuesto es de especial afectación debido a que es precursor en la formación de ozono y se cree que es carcinógeno. El formaldehído puede ser a corto plazo un irritante de la piel y del sistema respiratorio, especialmente para individuos sensibles. Es también el compuesto orgánico volátil (COV) más importante precursor del esmog en la atmósfera urbana. El acetaldehído es otro compuesto tóxico en el aire también formado en la combustión ineficiente de gasolina. Este compuesto se descompone en la atmósfera por fotooxidación y oxidación por radicales hidróxilo. Mientras que el formaldehído produce monóxido de carbono (CO) en la reacción de fotólisis, el acetaldehído produce radicales orgánicos que finalmente forman nitrato peroxiacetilico y formaldehído.
- ◆ La tasa de renovación de la flota vehicular es considerablemente más baja que en Estados Unidos. La incorporación de aditamentos de control en vehículos nuevos fue retrasada en México comparando también con Estados Unidos. Los autos más viejos son menos eficientes y más contaminantes. Aproximadamente el 60% de la flota vehicular no está equipada con el sistema de convertidor catalítico, pues hasta 1991 se empleó esta medida para autos nuevos. La gasolina sin plomo se introduce

en la ZMVM en 1990, y es oxigenada en 1994 para disminuir las emisiones de CO. La eliminación de plomo en la gasolina ocurre por etapas: en enero de 1998, desaparece de todas las gasolineras en México. En 1996, la gasolina sin plomo es reformulada nuevamente (sin compuestos aromáticos y olefinas y con concentración limitada de benceno), y la gasolina premium, con alto octanaje, es introducida en muchas ciudades de México”.

Aún no existen medidas claras para reducir el ruido de los autos, el cual es notablemente contaminante, ya que se sabe que exposiciones constantes a este tipo de contaminación provoca afecciones irreparables en el sistema auditivo

Otro problema ambiental asociados a este sector, como se sabe, es el cambio del clima global y, particularmente, los vehículos son fuentes importantes de bióxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógeno

Es necesario que exista la interacción entre la sociedad y las políticas ambientales para disminuir los efectos nocivos. También se debe incrementar la aceptación de responsabilidades para superar estos problemas.

5.3 Sustentabilidad y tecnología en el sector transporte

Como se mencionó, lograr que la calidad del aire sea cada vez mejor, es responsabilidad de todo individuo que haga uso de este recurso atmosférico, pero sobre todo debe ser un objetivo generalizado

Para lograr que la calidad del aire sea por lo menos adecuada, es necesario que se mantenga un balance entre, lo que se consume y es contaminado, y lo que se arroja y purifica. Es decir, se debe mantener un equilibrio que permita hacer uso del aire de tal manera que en un lapso de tiempo relativamente corto se regenere su calidad, como mínimo, a las condiciones en que se encontraba al ser utilizado o, de ser posible, a la calidad que se tenía originalmente en el lugar, que en este

caso, es la ZMVM antes de que la contaminación atmosférica alterara su estado natural

Esta idea se refiere al concepto de "uso sustentable de los recursos atmosféricos", que es precisamente el uso de los recursos a la misma velocidad en que pueden ser renovados, es también el satisfacer las necesidades actuales sin poner en riesgo la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.

En el caso del aire se tiene la dificultad de que no puede ser purificado, como en el caso del agua o el suelo, pues únicamente se puede controlar desde el origen de su fuente contaminante. Además existen paradojas acerca de su sustentabilidad, pues por un lado existen Programas para Mejorar la Calidad del Aire y por otro la cada vez mayor producción y venta de vehículos automotores. Para la ZMVM, se puede suponer que el crecimiento de la población irá en aumento y por ello también será inminente la necesidad de transporte.

Otro punto importante que debe considerarse para lograr la sustentabilidad es la evolución tecnológica en el transporte. Según Pieter T. Tanja (1994), la tecnología desempeña un papel importante en la reducción de los efectos ambientales adversos de los transportes de motor. Sin la intervención adicional del gobierno, el crecimiento controlado del tráfico, compensa las ganancias derivadas de la introducción de vehículos autónomos limpios y de consumo de combustible más eficiente, cuando menos a mediano plazo. Otro factor importante se refiere a cómo se supera la necesidad de dirigirse al sector transporte en general. La tecnología de los vehículos por sí sola no dará los resultados deseados, es necesario analizar medidas diferentes dirigidas a todas las áreas que conforman el sector en cuestión. Dichas áreas son:

- Tecnología de vehículos y motores
- Tipo de energía utilizada: combustibles alternos, electricidad, en última instancia de fuentes de energía renovables

- Planeación física
- Infraestructura
- Administración del transporte y el tráfico
- Comportamiento (decidir una ruta, adquisición de vehículos, mantenimiento y comportamiento al conducir)

Además.

- Las combinaciones de medidas pueden mostrar efectos de sinergia
- Algunas medidas individuales limitadas a un aspecto específico del transporte podrían tener repercusiones adversas si no son apoyadas por medidas en otras áreas
- Seleccionar alternativas que encuentren menor resistencia pero que produzcan cuando menos el mismo efecto
- Los instrumentos de política (como impuestos, subsidios y reglamentos) pensados como incentivos para promover ciertas medidas, en general influyen simultáneamente en diversas áreas

Para el caso de la infraestructura es necesario desarrollar vías que minimicen la congestión vehicular, la circulación de vehículos de cargase realice por vías alternas, se implemente un sistema de transporte colectivo más eficiente, seguro, lo menos contaminante posible y que la gente pueda utilizar con mayor aceptación.

Capítulo 6

Metodología

6. Metodología

6.1 Justificación

La implementación de Programas Ambientales que pretenden disminuir la cantidad de contaminantes emitidos a la atmósfera afecta fuertemente al sector transporte, debido a que, de acuerdo con los inventarios de emisiones desde 1989 a la fecha, se demuestra que dicho sector, en general, es el que aporta los porcentajes más altos de contaminantes (aproximadamente el 75%).

Sin embargo, es conveniente que dichos Programas consideren el involucramiento directo de los dueños de automóviles particulares (DAPs) que se sabe consumen al menos el 40% de los combustibles vendidos. Los DAPs se ven obligados a cumplir con especificaciones cada vez más estrictas de acuerdo con el Programa de VV. El mensaje que recibe el ciudadano común es que es necesario pasar la prueba y obtener el comprobante correspondiente (engomado), pero no está claro que el objetivo del Programa de VV es la disminución de las emisiones contaminantes. Alrededor de este programa surgieron desviaciones que lo convierten en una obligación detestable. Es posible que si ellos encuentran un mejor servicio en el SVV y una difusión más amplia de los objetivos del programa los haga conscientes de que la finalidad no es pasar la prueba, sino mejorar la calidad del aire, y por lo tanto su calidad de vida. De esta manera, se tendrá mayor éxito al establecer Programas Ambientales a personas dispuestas a participar y contribuirán a su funcionamiento óptimo.

6.2 Preguntas de investigación

- 1) ¿Qué es lo que los DAPs quieren encontrar en el sistema de verificación?
- 2) ¿Cuál es el desempeño que los dueños y trabajadores de los Verificentros deben ofrecer en el SVV según los DAPs?
- 3) ¿Hay alguna afinidad entre el servicio en los Verificentros y la participación de los DAPs en los Programas Ambientales?
- 4) ¿Existe alguna relación entre el nivel de estudios de los DAPs y forma en que perciben el SVV y los Programas VV y HNC?

-
- 5) ¿Existe alguna relación entre el grado de interés de los DAPs en los objetivos de los Programas Ambientales y la forma en que perciben el SVV y los Programas VV y HNC?

6.3 Hipótesis

La hipótesis principal es que los DAPs no están conscientes de que existe una relación entre los Programas Ambientales, concretamente el Programa VV y el HNC, y la mejoría en la calidad del aire además que proyectan en los programas su percepción acerca de los atributos de la medida específica (SVV). Por lo cual se diseñó un instrumento de medición de opinión bajo las siguientes hipótesis de trabajo:

- 1) H0: No hay diferencia estadísticamente significativa entre las medidas de opinión acerca de los atributos del SVV por parte de los DAPs y las medidas de opinión acerca de los atributos de los Programas Ambientales.
H1: Existe diferencia estadísticamente significativa entre las medidas de opinión acerca de los atributos del SVV por parte de los DAPs y las medidas de opinión acerca de los atributos de los Programas Ambientales.
- 2) H0: No existe la posibilidad de que del SVV y los programas ambientales estén correlacionados según los DAPs.
H1: Existe la posibilidad de que del SVV y los Programas Ambientales estén correlacionados según los DAPs.

6.4 Diseño

Se decidió llevar a cabo una medición única, con diseño no experimental, transeccional y correlacional (Hernández Sampieri, 2000) con objeto de inferir el origen de la percepción de los individuos, este tipo de prueba se conoce como G01 donde G se refiere a que es una prueba aplicada a un grupo y 01 a que es única. Una prueba con diseño experimental implica emplear variaciones a sujetos específicos, sin embargo, en este caso no se podría representar adecuadamente las diferencias regionales y temporales de los sujetos encuestados.

6.5 Variables

Definición conceptual

Variable independiente

- 1) Dueños de automóviles particulares (DAPs): son aquellas personas que tienen un automóvil propio y tienen la responsabilidad de efectuar Verificación Vehicular.

Variables dependientes:

- 1) Sistema de Verificación Vehicular (SVV): se encarga de establecer el calendario y los lineamientos conforme a los cuales todos los vehículos automotores que circulan en el Distrito Federal y en el Estado de México deberán cumplir ante los Verificentros autorizados por ambas entidades durante el periodo de tiempo correspondiente.
- 2) Programas Ambientales referentes a calidad del aire: son aquellos programas dirigidos al sector transporte que tienen como propósito proteger la salud de la población que habita la ZMVM, abatiendo para ello de manera gradual y permanente los niveles de contaminación atmosférica. En este trabajo se contemplan sólo dos que son los de mayor importancia para el sector transporte: Verificación Vehicular Obligatoria y Hoy No Circula.

6.6 Características de la muestra

El Secretario del Medio Ambiente Aarón Mastache Mondragón menciona en la página web de esta secretaría (<http://www.df.gob.mx>, septiembre de 2000), que en el Distrito Federal existe un parque vehicular de 3.5 millones, dentro del cual se contemplan autos particulares y del servicio público. Para este estudio se seleccionaron únicamente a los dueños de automóviles particulares (DAPs).

Del universo de 3.5 millones de vehículos en circulación, no se tiene la seguridad de una correspondencia biunívoca con la propiedad del vehículo por lo que para

elegir el número adecuado de la muestra se siguieron las recomendaciones de Sudman (1976) para individuos de poblaciones de organizaciones regionales que para casos similares propone una muestra entre 50 y 200 sujetos. Dentro de este contexto, el número de DAPs a los que se aplica la encuesta es de 114.

Por otro lado, se considera que este tipo de muestra es no probabilística (Hernández Sampieri, 2000), pues la elección de los elementos, o personas a las que se les aplica la encuesta, no depende de la probabilidad, sino de una relación clara entre la variable independiente (DAP) con las variables dependientes (el SVV y los Programas Ambientales HNC y VV).

6.7 Instrumento

El instrumento de medición es una encuesta elaborada con base en criterios externos, dados por cuatro jueces con experiencia en materia ambiental y dos investigadores de opinión, que se valida mediante.

- a) Un análisis de frecuencias, con el objetivo de visualizar la distribución de las respuestas y eliminar reactivos con sesgo, para utilizar únicamente aquellos cuya distribución se pareciera a la de una curva normal.
- b) Un análisis de sensibilidad de los reactivos, para analizar cómo se comportan: esto es, se sumaron todos los reactivos y se realiza una vez más el análisis de frecuencias para ver cuál es el comportamiento respecto a los percentiles quedando como bajos los menores a 248 y altos los mayores a 272.
- c) Una prueba t con los bloques alto y bajo, para ver a que grupo pertenece cada variable.
- d) Finalmente, un análisis factorial por medio de factorización alfa con el método de rotación cuartimax con normalización de Kaiser, para establecer la confiabilidad.

de la prueba

Este último análisis elimina los reactivos que corresponden a características personales y otros que no arrojan información acerca de las hipótesis a validar, por lo que de los 71 reactivos que contenía el instrumento original se obtienen 45 como la parte medular.

De esta manera, el instrumento de medición se constituye por dos factores:

F1: Opinión de los DAPs acerca de algunos atributos que deben tener los trabajadores y dueños de los Verificentros en el SVV, para que se establezca qué tan importante es cada uno de ellos:

1. Sean honestos
2. Actúen con honradez
3. Se identifiquen con la preservación del ambiente
4. No sean corruptos
5. Tengan experiencia en el tema ambiental
6. *Cumplan con los objetivos de la verificación*
7. Tengan capacidad para resolver problemas
8. No sean conflictivos / violentos
9. Tengan cercanía con los clientes
10. *Apoyen a los clientes*
11. Sean confiables
12. No hagan propuestas lucrativas
13. Conozcan los motores de los vehículos
14. *Ayuden a los automovilistas orientándolos*
15. Sean claros y específicos en los resultados
16. Sean amables con sus respuestas a las dudas
17. No manipulen los resultados
18. *No se dejen sobornar*
19. Sean objetivos en los resultados

-
20. Tomen en cuenta las opiniones de los automovilistas
 21. Ayuden al mejoramiento ambiental
 22. Atiendan las demandas de los automovilistas
 23. Tengan capacidad para la revisión
 24. Ayuden a resolver los problemas de verificación
 25. Atiendan a la gente eficientemente
 26. Sean sinceros
 27. No intimiden a los automovilistas

F2: Opinión de los DAPs acerca de algunos atributos que deben tener los Programas Ambientales, para determinar qué tan importante es cada uno de ellos:

1. Reduzcan la contaminación
2. La salud de la población ocupe el primer lugar de importancia
3. Mantengan un nivel aceptable de contaminación
4. Sea rigurosa su política energética y ambiental
5. Mayor control en la contaminación urbana del aire, causada por los vehículos de motor
6. Mayor control en la contaminación urbana del aire, causada por la actividad industrial
7. Revisen continuamente la Ley de Protección al Ambiente
8. Leyes estrictas para la contaminación
9. Una rígida observancia de los reglamentos
10. Promuevan la adquisición de una mayor conciencia ambiental
11. Controlen la contaminación del aire eficientemente
12. Identifiquen y combatan las causas y efectos de la contaminación
13. Se establezcan como un Programa Integral Contra la Contaminación
14. Establezcan oficialmente la educación ambiental
15. Promuevan constantemente la investigación y educación ecológica
16. Continúen con el programa Hoy No Circula
17. Tenga continuidad el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria

18. Se mantenga un riguroso control de los Verificentros

En la tabla 6.1 se muestra que este valor para el instrumento total fue de 0.9505; del primer factor 0.9493 y del segundo factor 0.8498. Con lo que se concluye que existe una confiabilidad alta en el instrumento.

Tabla 6.1. Valores de confiabilidad del instrumento de medición

Factores	Confiabilidad por medio de la consistencia interna con el método de alfa de Crombach	Varianza explicada por factor según el método de análisis factorial exploratorio
Factor 1: Sistema de Verificación Vehicular (27 reactivos)	0.9493	30.93
Factor 2: Programas Ambientales (18 reactivos)	0.8498	9.06
TOTAL (45 reactivos)	0.9505	40.00

6.8 Material

A diferencia de las pruebas experimentales que requieren de una instalación, en este caso solamente se requiere del instrumento de medición acerca del Sistema de Verificación Vehicular, de los Programas Ambientales y la situación personal.

6.9 Procedimiento

El procedimiento general consiste en: 1) preparación de la encuesta, 2) selección de personas y Verificentros, 3) aplicación de la encuesta.

- 1) Para preparar la encuesta se requirió de documentación previa referente a los Programas Ambientales generales para contaminación atmosférica como el de PICCA y ProAire y específicos como el de Verificación Vehicular Obligatoria y

el Hoy No Circula. Los temas de la encuesta se integran de acuerdo con los requerimientos establecidos por los jueces ya mencionados.

- 2) Dada la naturaleza de este trabajo, es necesario elegir personas que acuden en el momento a verificar sus automóviles, debido a que las respuestas que expresan se fundamentan en su experiencia inmediata.

En cuanto a los Verificentros, se eligen aquellos ubicados en la siguiente forma:

- Zona Noreste: Henry Ford 563, Col. Tres estrellas.
- Zona Noroeste: Mariano Escobedo 164, Col. Anahuac.
- Zona Centro: Aviación militar 8, Col. Puerto aéreo y Vainilla 248-B, Col. Granjas México
- Zona Sureste: Javier Rojo Gómez 554, Col. El moral.
- Zona Suroeste: Calzada del hueso 969, Col. Granjas Coapa.

- 1) Se aplica la encuesta durante tres días consecutivos por cada Verificentros. En cuanto a los DAPs se eligen al azar cuando terminan de verificar su automóvil.

Capítulo 7

Resultados

7. Resultados

7.1 Resultados y análisis

Debido al gran volumen de datos su análisis se llevó a cabo por computadora, mediante el paquete SPSS (Statistical Package for Social Sciences) para Windows. Entre las técnicas de análisis estadístico que ofrece este software se seleccionaron principalmente las que permiten encontrar inferencias entre los datos.

Como se mencionó, dentro del instrumento de medición se definieron dos variables dependientes o factores que son los que se utilizan como referencia para la presentación de los resultados. Estos son:

F1: Sistema de Verificación Vehicular (SVV)

F2: Programas Ambientales (HNC y VV)

En las figuras 7.1a y 7.1b se presenta la media aritmética de la calificación que los DAPs (N=114) dieron a cada uno de los reactivos respecto a estos factores. Este valor destaca y permite analizar las características más importantes del sistema de verificación.

Figura 71.a. Media aritmética de cada reactivo del factor 1.

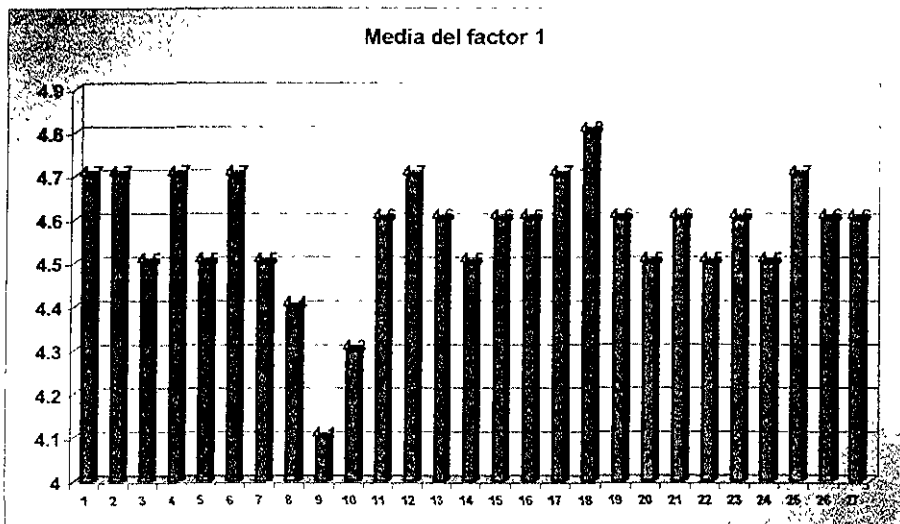
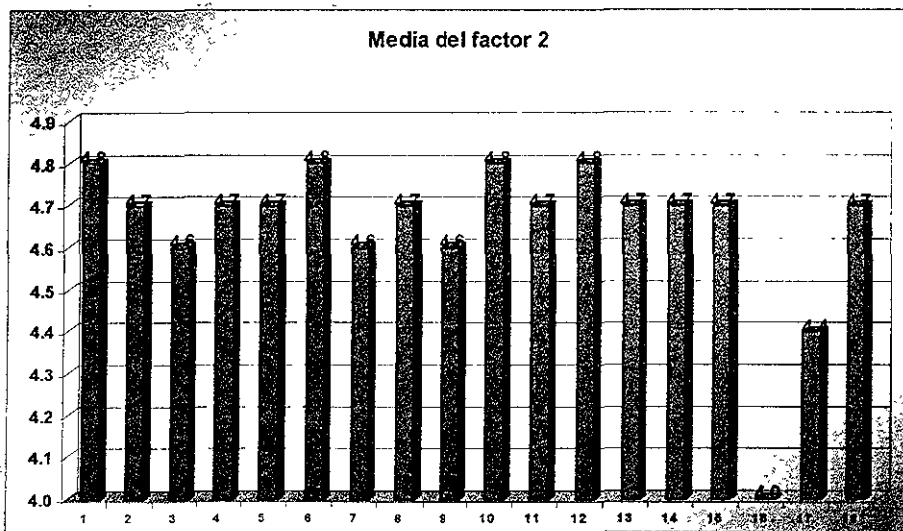


Figura 71.b. Media aritmética de cada reactivo del factor 2.



En la siguiente tabla se enlistan los atributos que en la encuesta alcanzaron mayores valores de la media sugiriendo la importancia que los DAPs dan a las diferentes características del Sistema de Verificación. Las opciones de valor fueron de 1 a 5.

Característica:	Valor de la media
• No haya sobornos	4.8
• Honestidad	4.7
• Honradez	4.7
• No haya corrupción	4.7
• Se cumpla con los objetivos de la verificación	4.7
• No se hagan propuestas lucrativas	4.7
• No se manipulen los resultados	4.7
• Se atienda a la gente eficientemente	4.7

En pocas palabras, los atributos que para los dueños de automóviles particulares son más importantes y que deben encontrarse en el Sistema de Verificación son aquellos que se refieren a la honestidad, esto es, que el objetivo se dirija a obtener el bien común por encima del lucro personal, político o institucional. Sin embargo, puede destacarse que tal declaración no necesariamente los compromete personalmente; ya que se sabe que algunas personas estarían dispuestas a actuar fuera de las reglas con tal de obtener la acreditación de su automóvil.

En lo que respecta a los Programas Ambientales dirigidos al sector transporte (HNC y VV) los DAPs otorgaron calificaciones más altas a los atributos sugeridos en la encuesta, por lo que su presentación de valores se hace en dos tablas independientes, aquellos que consideran de mayor importancia (con mayor calificación media) y los siguientes:

Característica:	Valor de la media
• Que reduzcan la contaminación	4.8
• Que haya mayor control de la actividad industrial que causa contaminación	4.8
• Que promuevan la adquisición de una mayor conciencia ambiental	4.8
• Que se identifiquen y combatan las causas y efectos de la contaminación	4.8

Además que:

Característica:	Valor de la media
• La salud de la población ocupe el primer lugar de importancia	4.7
• Sea rigurosa su política energética y ambiental	4.7
• Haya mayor control de los vehículos de motor que causan la contaminación del aire	4.7
• Tengan leyes estrictas contra la contaminación	4.7
• Controlen la contaminación del aire eficientemente	4.7
• Se establezcan como un Programa Integral Contra la Contaminación	4.7
• Establezcan oficialmente la educación ambiental	4.7
• Promuevan constantemente la investigación y educación ecológica	4.7
• Mantengan un riguroso control de los Verificentros	4.7

De acuerdo con los conceptos anteriores, se tiene que primeramente los DAPs están conscientes de que la contaminación del aire debe controlarse y combatir, además con rigor. Se destaca que prefieren que exista mayor control de la actividad industrial que provoca la contaminación, quizá porque perciben que esta medida no les afecta directamente. También consideran importantes los aspectos de la salud, educación e investigación.

Cabe mencionar uno de los aspectos más importantes a analizar en este trabajo es que los DAPs consideran que no debe continuar el HNC (4.0) ni el de VV(4.4), pero que si no es posible eliminar estos programas, entonces debe mantenerse un estricto control de los Verificentros. Analizando esta idea, quiere decir que los DAPs están dispuestos a que exista un control estricto de la contaminación del aire, sin embargo no aceptan fácilmente tener que dejar de utilizar un día a la

semana su automóvil, ni tampoco tener que verificarlo dos veces por año, es decir, que cuando se ven limitados y supervisados para poder hacer uso libre de sus pertenencias (en este caso sus automóviles), no perciben que la responsabilidad que muestran al participar en los programas les beneficie y preferirían que los entes regulados sean otros.

El siguiente paso es analizar si los DAPs relacionan el SVV y los Programas Ambientales (HNC y VV). Para ello, se analizan los dos factores con la prueba del coeficiente de correlación de Pearson y se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 7.2. Correlación de Pearson.

		F2
F1	Correlación de Pearson	0.547**
	Sig.	0.000
	N	113

** La correlación tiene significancia al nivel del 0.01

De esta manera se tiene que entre los dos factores la correlación es moderada positiva por ello existe una asociación lineal entre ellos. Es decir que los DAPs relacionan los atributos del SVV con los atributos de los Programas Ambientales de manera considerable.

Mediante el análisis factorial de varianza (ANOVA, tabla 7.3) se pretende destacar el efecto del nivel de estudios de los DAPs sobre la forma de percibir el SVV y los programas HNC y VV.

Tabla 7.3. Análisis factorial de varianza para el nivel de estudios.

	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Medias cuadráticas	Razón F	Significancia de F*
F1	Entre los grupos	475.910	3	158.637	0.992	0.400
	Dentro de los grupos	16955.809	106	159.960		
	Total	17431.718	109			
F2	Entre los grupos	22.249	3	7.583	1.417	0.242
	Dentro de los grupos	583.481	109	5.353		
	Total	606.230	112			

*significativa al nivel del 0.05

Como se puede observar en la tabla 7.3, tomando como referencia el nivel de estudios no se encuentran diferencias significativas entre los subgrupos (básico, medio, semiprofesional y profesional) de cada factor.

De esta misma forma, se realiza la prueba de ANOVA en este caso para examinar desde la situación económica actual de los DAPs si existen diferencias entre los subgrupos (muy mala, mala, regular, buena y muy buena) para cada uno de los factores. El resultado que se observa es que no existen diferencias (tabla 7.4), es decir que existe una uniformidad en la tendencia mostrada tanto en el SVV y los Programas por parte de los DAPs.

Tabla 7.4. Análisis factorial de varianza para la situación económica actual.

	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Medias cuadráticas	Razón F	Significancia de F*
F1	Entre los grupos	20.401	2	10.200	0.063	0.939
	Dentro de los grupos	17411.317	107	162.723		
	Total	17431.718	109			
F2	Entre los grupos	14.768	2	7.384	1.373	0.258
	Dentro de los grupos	591.462	110	5.377		
	Total	606.230	112			

*significativa al nivel del 0.05

Haciendo esta misma prueba para analizar si existen diferencias entre los subgrupos (nada, poco, ni mucho ni poco, mucho, y muchísimo) de acuerdo de los DAPs con el grado de involucramiento en los factores. Entonces se obtiene que:

Tabla 7.5. Análisis factorial de varianza para el grado de involucramiento.

	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Medias cuadráticas	Razón F	Significancia de F*
F1	Entre los grupos	1934.839	4	483.710	3.277	0.014
	Dentro de los grupos	15496.879	105	147.589		
	Total	17431.718	109			
F2	Entre los grupos	65.445	4	16.361	3.267	0.014
	Dentro de los grupos	540.785	108	5.007		
	Total	606.230	112			

*significativa al nivel del 0.05

Según el valor resultante en la prueba de ANOVA (0.014), en este caso si existen diferencias significativas entre los subgrupos de ambas variables.

Para poder realizar un análisis más detallado de la forma en que varían estos dos factores con respecto a qué tanto se involucran los DAPs en los Programas Ambientales promovidos por el Gobierno del Distrito Federal, se utilizó la prueba de Scheffé para saber en cuáles subgrupos están las diferencias. De esta forma en la tabla 7.6 se presentan los valores de dicha prueba para el factor Percepción del SVV, y se tiene que entre los subgrupos de DAPs que no se involucran y los que se involucran ni mucho ni poco existen diferencias.

De igual manera ocurre en el factor Percepción de Programas de Protección Ambiental (tabla 7.7), donde entre los subgrupos que no se involucran, los que se involucran poco y los que lo hacen ni poco ni mucho, existen diferencias.

De estos resultados se puede determinar que los DAPs no se están involucrando uniformemente ni en el Sistema de Verificación ni en los Programas HNC y VV.

Tabla 7.6. Prueba de Scheffé para el Factor 1.

Variable Dependiente: Percepción del Sistema de Verificación Vehicular						
(i) Qué tanto se involucra en los programas	(j) Qué tanto se involucra en los prog.	Diferencia de medias (i-j)	Error estándar	Significancia	95% Intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Nada	Poco	-13.46	4.401	0.060	-27.26	0.34
	Ni mucho ni poco	-14.48*	4.318	0.029	-28.02	-0.94
	Mucho	-9.11	4.668	0.437	-23.75	5.52
	Muchísimo	-13.62	5.582	0.211	-31.13	3.88
Poco	Nada	13.46	4.401	0.060	-0.34	27.26
	Ni mucho ni poco	-1.02	2.915	0.998	-10.16	8.12
	Mucho	4.35	3.412	0.804	-6.35	15.05
	Muchísimo	-0.16	4.584	1.000	-14.53	14.21
Ni mucho Ni poco	Nada	14.48*	4.318	0.029	0.94	28.02
	Poco	1.02	2.915	0.998	-8.12	10.16
	Mucho	5.36	3.303	0.622	-4.99	15.72
	Muchísimo	0.86	4.504	1.000	-13.27	14.98
Mucho	Nada	9.11	4.668	0.437	-5.52	23.75
	Poco	-4.35	3.412	0.804	.15.05	6.35
	Ni mucho ni poco	-5.36	3.303	0.622	-15.75	4.99
	Muchísimo	-4.51	4.840	0.929	-19.69	10.67
Muchísimo	Nada	13.62	5.582	0.211	-3.88	31.13
	Poco	0.16	4.584	1.000	-14.21	14.53
	Ni mucho ni poco	-0.86	4.504	1.000	-14.98	13.27
	Mucho	4.51	4.840	0.929	-10.67	19.69

Tabla 7.7. Prueba de Scheffé para el Factor 2.

Variable Dependiente: Percepción de Los Programas HNC y VV						
(i)Qué tanto se involucra en los programas	(j)Qué tanto se involucra en los prog.	Diferencia de medias (i-j)	Error estándar	Significancia	95% Intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Nada	Poco	-2.70*	0.779	0.022	-5.14	-0.26
	Ni mucho ni poco	-2.52*	0.766	0.035	-4.92	-0.12
	Mucho	-2.14	0.826	0.162	-4.73	0.45
	Muchísimo	-2.06	1.006	0.385	-5.21	1.09
Poco	Nada	2.70*	0.779	0.022	0.26	5.14
	Ni mucho ni poco	0.18	0.532	0.998	-1.49	1.85
	Mucho	0.56	0.616	0.934	-1.37	2.49
	Muchísimo	0.64	0.841	0.966	-2.00	3.27
Ni mucho Ni poco	Nada	2.52*	0.766	0.035	0.12	4.92
	Poco	-0.18	0.532	0.998	-1.85	1.49
	Mucho	0.38	0.599	0.982	-1.50	2.26
	Muchísimo	0.46	0.830	0.990	-2.14	3.06
Mucho	Nada	2.14	0.826	0.162	-0.45	4.73
	Poco	-0.56	0.616	0.934	-2.49	1.37
	Ni mucho ni poco	-0.38	0.599	0.982	-2.26	1.50
	Muchísimo	7.58E-02	0.885	1.000	-2.70	2.85
Muchísimo	Nada	2.06	1.006	0.385	-1.09	5.21
	Poco	-0.64	0.841	0.966	-3.27	2.00
	Ni mucho ni poco	-0.46	0.830	0.990	-3.06	2.14
	Mucho	-7.58E-02	0.885	1.000	-2.85	2.70

7.2 Conclusiones

Como se ha discutido a lo largo de este trabajo, la importancia de la participación de los dueños de los dueños de automóviles particulares en el mejoramiento de la calidad del aire cobra importancia pues las medidas de control de la contaminación atmosférica no es simplemente hacer que todo aquel que contamina cumpla con las especificaciones impuestas por las autoridades, sino también hacer conscientes a las personas de que cumplir con los Programas Ambientales que les afectan directamente puede representar mayores beneficios que obligaciones no sólo en el presente, sino también a sus generaciones descendientes, o sea, integrar, en este caso a los DAPs, en el desarrollo sustentable cada vez con mejores resultados.

Recordando que ambiente se entiende como todas las condiciones y factores externos, vivientes y no vivientes (sustancias químicas y energías) que afectan a, o interactúan, con cualquier organismo o forma de vida. En este sentido, las interacciones en el ambiente son multifactoriales, siendo esto una ventaja pues es posible estudiar el ambiente desde muchas dimensiones, pero a su vez puede, por esto mismo, ser complejo. Sin embargo, la evolución de la ciencias ambientales permite ir descubriendo cada vez con más detalle las relaciones entre los organismos y su ambiente para atacar los problemas con métodos más acordes a la naturaleza y su equilibrio.

Como ya se ha mencionado a lo largo de este trabajo, el sector transporte tiene un fuerte impacto sobre la contaminación de las zonas urbanas, en particular de la Zona Metropolitana del Valle de México, de allí que ocupe uno de los lugares más importantes en los Programas establecidos para el control de la contaminación del aire. A su vez, uno de los grupos pertenecientes a este sector es el de los Dueños de Automóviles Particulares, que *grossa modo* consumen aproximadamente el 40% de los combustibles para vehículos vendidos en la ZMVM y a los que se atribuye el 67% de la contaminación, sobre la base del consumo energético y el 33.5% en peso de los contaminantes emitidos. Por ello, en este trabajo se

examinan algunas de las posibles interacciones entre este importante grupo y las dos principales medidas encaminadas a la disminución de la contaminación del aire provocada por el sector transporte.

Los resultados que arroja esta investigación son una base crítica para el desarrollo de nuevos estudios y quizá para el diseño de nuevas estrategias que tomen en cuenta más allá de los meros factores técnicos y se basen en la estructura social de la población.

De acuerdo con el análisis de los resultados se encontró que la situación económica actual y al nivel de estudios de los DAPs no son aspectos que presenten diferencias en la manera en que opinan acerca las características que deben cumplir tanto el Sistema de Verificación como los Programas Ambientales HNC y VV. Por otro lado, se encontró que los DAPs no se están involucrando en estas medidas, por ello se recomienda, propiciar y reforzar un mayor involucramiento de este grupo con la problemática de la contaminación y sus soluciones. Aunque se han hecho algunos esfuerzos para recompensar la inversión de los DAPs en vehículos de mejor tecnología, por ende menos contaminantes, con la posibilidad de obtener una engomado que les permita circular todos los días (calcomanía 0 ó 00) las personas no adquieren la percepción de que contribuyen a una mejor calidad del aire.

Si bien es cierto que los grandes programas ambientales como el ProAire 1995 - 2000 contemplan estrategias de información, educación ambiental y participación social, las cuales proponen la retroalimentación entre los involucrados en la elaboración, ejecución y seguimiento de proyectos y programas ambientales y la comunidad en general. Este mecanismo no hace propuestas contundentes hacia el reforzamiento de la interacción e involucramiento de la comunidad y mucho menos de los DAPs con los Programas.

Reforzar la información y participación de los DAPs es ciertamente imprescindible, pero debe realizarse de una forma más efectiva para que sea recibida adecuadamente. Por ejemplo, se pueden utilizar los medios de comunicación para que la gente sea informada de los beneficios que se obtiene al participar en la mejora de la calidad del aire. Esta información debe ser muy clara y sencilla para que pueda ser entendida por cualquier persona.

Como una propuesta, se deben realizar trabajos de investigación multidisciplinaria de las interacciones entre el grupo de los DAPs y su ambiente para reforzar su participación. Además diseñar métodos que permitan medir los cambios que pueden tener los DAPs en el tiempo y analizar el desempeño de las medidas de control de la contaminación desde el punto de vista de este grupo.

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

Análisis de la aceptación de los Programas Ambientales dirigidos a
Dueños de Automóviles Particulares

Ibet Navarro Reyes

- 79 -

7.3 Anexo 1. Lista de compuesto tóxicos en el aire definidos por la
Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos (USEPA)

<http://www.lakes-environmental.com>

1,1-dichloroethane
1,1-dichloroethylene
1,1-dimethylhydrazine
1,1,1-trichloroethane
1,1,2-trichloroethane
1,1,2,2-tetrachloroethane
1,2-dibromo-3-chloropropane
1,2-dichloroethane
1,2-diphenylhydrazine
1,2-dichloropropane
1,2-epoxybutane
1,2-propyleneimine
1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane
1,2,4-trichlorobenzene
1,3-butadiene
1,3-dichloropropene
1,3-propane sultone
1,4-dichlorobenzene
1,4-dioxane
2-acetylaminofluorene
2-chloroacetophenone
2-methoxyaniline
2-methylaniline
2-nitropropane
2,2,4-trimethylpentane
2,4-diaminotoluene
2,4-dinitrotoluene
2,4-dinitrophenol
2,4-dichlorophenoxyacetic acid
2,4,5-trichlorophenol
2,4,6-trichlorophenol
3,3'-dichlorobenzidine
3,3'-dimethylbenzidine
3,3'-dimethoxybenzidine
4-aminobiphenyl
4-dimethylaminoazobenzene
4-nitrobiphenyl
4-nitrophenol
4,4'-methylenedianiline
4,4'-methylenebis(2-chloroaniline)
4,4'-methylenediphenyl isocyanate

4,6-dinitro-o-cresol
Acetaldehyde
Acetamide
Acetonitrile
Acetophenone
Acrolein
Acrylamide
Acrylic acid
Acrylonitrile
Allyl chloride
Aniline
Antimony and compounds
Arsenic and compounds
Asbestos
Benzene
Benzidine
Benzotrchloride
Benzyl chloride
Beryllium and compounds
Biphenyl
Bis(2-chloroethyl)ether
Bis(2-ethylhexyl)phthalate
Bromoform
Cadmium and compounds
Calcium cyanamide
Caprolactam
Captan
Carbaryl
Carbon disulfide
Carbon tetrachloride
Carbonyl sulfide
Chloramben
Chlordane
Chlorine
Chloromethyl methyl ether
Chloroacetic acid
Chlorobenzene
Chloroethane
Chloroprene
Chlorobenzilate
Chromium and compounds
Cobalt and compounds
Coke oven emissions
Cresols
Cumene
Cyanide

Dde

Di-n-butyl phthalate
Diazomethane
Dibenzofuran
Dichlorvos
Diethanolamine
Diethyl sulfate
Dimethylcarbamoyl chloride
Dimethyl phthalate
Dimethyl sulfate
Epichlorohydrin
Ethyl acrylate
Ethylbenzene
Ethyl carbamate
Ethylene glycol
Ethylene dibromide
Ethylene oxide
Ethyleneimine
Ethylene thiourea
Formaldehyde
Glycol ethers
Heptachlor
Hexachlorobenzene
Hexachlorobutadiene
Hexachlorocyclopentadiene
Hexachloroethane
Hexamethylene-1,6-diisocyanate
Hexamethylphosphoramide
Hydrazine
Hydrochloric acid
Hydrogen fluoride
Isophorone
Lead and compounds
Maleic anhydride
Manganese and_compounds
Mercury and compounds
Methanol
Methoxychlor
Methyl isobutyl ketone
Methyl bromide
Methyl chloride
Methylene chloride
Methyl ethyl ketone
Methylhydrazine
Methyl iodide
Methyl isocyanate

Methyl methacrylate
Methyl tert-butyl ether
N-hexane
N-nitroso-n-methylurea
N-nitrosodimethylamine
N-nitrosomorpholine
Naphthalene
Nickel and compounds
Nitrobenzene
N,n-dimethylformamide
N,n-dimethylaniline
P-hydroquinone
P-phenylenediamine
Parathion
Pentachlorophenol
Phenol
Phosgene
Phosphine
Phthalic anhydride
Polychlorinated biphenyls
Polycyclic organic matter
Propiolactone
Propionaldehyde
Propoxur
Propylene oxide
Pyrocatechol
Quinoline
Quinone
Quintozene
Radionuclides
Selenium and compounds
Styrene
Styrene oxide
Tetrachloroethylene
Titanium tetrachloride
Toluene
Toluene 2,4-diisocyanate
Toxaphene
Trichloroethylene
Triethylamine
Trifluralin
Vinyl acetate
Vinyl bromide
Vinyl chloride
White phosphorus
Xylenes

Capítulo 8

Fuentes consultadas

8. Fuentes consultadas

8.1 Bibliografía

Petroleum Industry of the Future
Energy and Environmental Profile of the U. S. Petroleum Refining Industry
Energetics
United States of America. Columbia, Maryland Department of Energy. December 1998

Vesilind, P. Arne Pierce, J. Jeffrey Weiner Ruth F.
Environmental Engineering, Second Edition
United States of America Butterworth Publishers 1988

Baird, Colin
Environmental Chemistry
United States of America W. H. Freeman and Company 1995

Finlayson, Bárbara J. Pitts, James N. Jr.
Atmospheric Chemistry: Fundamentals and experimental techniques
United States of America John Wiley & sons. 1986

Miller, G. Tyler, Jr.
Ecología y Medio Ambiente
Estados Unidos de América. Iberoamérica 1994

Departamento del Distrito Federal et al.
Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000
México. Fideicomiso Ambiental del Valle de México. Agosto 1997

Gobierno del Distrito Federal et al.
1996 Inventario de Emisiones a la Atmósfera en la ZMVM
México. s. e. 1999

Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales, A. C. et al.
Curso "Inventario de Emisiones a la Atmósfera"
México. s. e. Mayo 1999

Ciudad de México et al.
Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica, Un Compromiso Común
México. s. e. s. a

Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el
Valle de México et al.
Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica en la Zona Metropolitana de la
Ciudad de México, Avances a Junio de 1994
México. s. e. 1999

8.2 Hemerografía

Rogelio González García, Xochitl Cruz Nuñez

"Retrospectiva de las Estrategias para el Control de la Contaminación Atmosférica en el Valle de México".

Memorias del Primer Encuentro Internacional México- Japón de Contaminación Ambiental México, s. e , 1996

Ruiz Santoyo M.E.G. y Vega R. E.

"Formación de Ozono y Reactividad de la Atmósfera en la Ciudad de México"

México, Educación Química, 1995.

Tanja, Pieter T

Memorias de la Conferencia Internacional "Hacia un transporte limpio: vehículos limpios de bajo consumo"

México, s e., 1994

8.3 Internet

[http //www.df.gob.mx](http://www.df.gob.mx)

[http //www.semamap.gob.mx](http://www.semamap.gob.mx)

[http //www.profepa.gob.mx](http://www.profepa.gob.mx)

[http //www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx)

[http //www.lakes-environmental.com](http://www.lakes-environmental.com)

8.4 Comunicación personal

Alegre González, Mónica

México, agosto de 2000

Carrillo Valdez, Felipe

México, agosto de 2000