Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez 1998-2002

Juarez

Chihuahua

Secretaría de Salud

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA
SEMARNAP

Lic. Francisco Barrio Terrazas
Gobernador Constitucional del Estado
de Chihuahua

Ing. Enrique Flores Almeida
Presidente Municipal de Juárez

M. en C. Julia Carabias Lillo
Secretaria de Medio Ambiente,
Recursos Naturales y Pesca

Dr. Juan Ramón de la Fuente Ramírez
Secretario de Salud

Lic. Enrique Provencio
Presidente del Instituto Nacional
de Ecología

Primera Edición: Mayo de 1998

Gobierno del Estado de Chihuahua
Dirección General de Desarrollo
Urbano y Ecología
Departamento de Ecología
Aldama 1317
31000, Chihuahua, Chihuahua.

Gobierno Municipal de Juárez
Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología
Presidencia Municipal
32000, Cd. Juárez Chihuahua.

Secretaría de Medio Ambiente,
Recursos Naturales y Pesca
Instituto Nacional de Ecología
Av. Revolución 1425,
Col. Tlacopac San Ángel
Delegación Alvaro Obregón
01040, México, D.F.

Delegación Federal Semarnap
Chihuahua
Av. Américas 300 – B
31240, Chihuahua, Chihuahua.

Impreso y Hecho en México

CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN 5

2. INTRODUCCIÓN 9

3. ASPECTOS GENERALES 13
   - 3.1 Reseña histórica 13
   - 3.2 Situación geográfica y aspectos socioeconómicos 15
   - 3.3 Clima y aspectos meteorológicos 26

4. CALIDAD DEL AIRE Y EFECTOS A LA SALUD 33
   - 4.1 Normas de calidad del aire 33
   - 4.2 Efectos de los contaminantes 35
   - 4.3 Diagnóstico de la calidad del aire 48
   - 4.4 Estudios sobre calidad del aire en Paso del Norte 64

5. INVENTARIO DE EMISIONES 79
   - 5.1 Balance energético 79
   - 5.2 Calidad de los combustibles 81
   - 5.3 Inventario de emisiones 1996 84

6. INICIATIVAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN EN LA REGIÓN PASO DEL NORTE 105
   - 6.1 Iniciativas en Ciudad Juárez 105
   - 6.2 Iniciativas en El Paso-Sunland Park 115
   - 6.3 Iniciativas binacionales 118

7. HACIA UNA GESTIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD DEL AIRE EN PASO DEL NORTE 131
   - 7.1 Integración de políticas urbanas en Ciudad Juárez 131
   - 7.2 Una visión de la gestión de la calidad del aire de la región Paso del Norte 134

8. OBJETIVOS, METAS Y ESTRATEGIAS GENERALES DEL PROGRAMA 141
8.1 Construcción del Programa 141
8.2 Objetivos 141
8.3 Metas 142
8.4 Estrategias 142
9. ACCIONES DEL PROGRAMA 143
9.1 Industria, comercios y servicios 170
9.2 Vehículos 171
9.3 Gestión urbana y transporte 172
9.4 Recuperación ecológica 173
9.5 Investigación y acuerdos internacionales 173
10. BIBLIOGRAFÍA 175
11. GLOSARIO DE TÉRMINOS 179
12. ANEXOS 195
Anexo A. Monitoreo de la calidad del aire 197
Anexo B. Índice metropolitano de la calidad del aire 201
Anexo C. Resumen de datos de la calidad del aire 205
Anexo D. Métodos de cálculo de las estimaciones de emisiones por sector 207
Anexo E. Memoria de cálculo de estimaciones de reducciones de emisiones y de costos e inversiones 221
Anexo F. Programa de control y reducción de emisiones vehiculares 229
Anexo G. Acuerdo de la Paz de 1983 249
13. LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS 263

1. PRESENTACIÓN

El *Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez 1998-2002* representa el esfuerzo conjunto de la sociedad y sector económico local, y de los tres niveles de gobierno para diseñar e implantar un conjunto de acciones tendientes a controlar las fuentes de contaminantes que degradan la calidad del aire de la ciudad y la región.

Debido a su gran dinamismo urbano, demográfico, fabril y empresarial, así como a su localización de vecindad con los Estados Unidos, Cd. Juárez juega un papel relevante en la economía nacional, que la hacen junto con Tijuana, una de las dos ciudades fronterizas más importantes de México. Este dinamismo trae beneficios sociales y económicos, pero también problemas relacionados con el desarrollo urbano y con la dotación de infraestructura y servicios, así como de tipo ambiental, en particular de calidad del aire.

El crecimiento poblacional observado en las últimas cuatro décadas, así como la proliferación de un sinnúmero de actividades industriales, comerciales y de servicios, han provocado una degradación de la calidad del aire en Ciudad Juárez, especialmente por el mal estado de los vehículos de transporte público, y la falta de una adecuada planeación en la dotación de este servicio, así como por el acelerado crecimiento del parque vehicular, tanto por la adquisición de autos nuevos como por la importación de autos usados que generalmente se encuentran en mal estado de funcionamiento. En estas condiciones, si bien es cierto que han existido intentos considerables de los tres niveles de gobierno para solucionar el problema, estos no han sido siempre aplicados de manera coordinada, ni han surgido como resultado de una planeación estratégica por lo que sus recursos y esfuerzos se han atomizado disminuyendo con ello su efectividad.

Adicionalmente, la existencia en la *Región Paso del Norte* de autoridades mexicanas y norteamericanas de los tres niveles de gobierno con diferentes responsabilidades y estructuras jurisdiccionales, de aglomeraciones urbanas con diferentes niveles de desarrollo, la diversidad de actividades industriales y comerciales; los parques vehiculares con edades mayores al promedio nacional y con diferentes tecnologías de control, hacen que la solución del problema de contaminación del aire requiera de enfoques integrados y complejos.

El *Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez* propone 40 medidas que permiten en el mediano plazo ir disminuyendo paulatinamente la contaminación de la ciudad hasta que eventualmente se cumplan las normas de calidad del aire. Para su elaboración se contó con la participación de las autori-

dades ambientales municipales, estatales y federales, de miembros de la comunidad académica y sobre todo de organizaciones no gubernamentales que han venido trabajando por muchos años en la región. En particular destaca la labor del Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte que ha tenido una gran presencia y relevancia por lo innovador de su accionar en proponer medidas para abatir la contaminación del aire a nivel de la cuenca atmosférica binacional como un todo.

El Programa pretende constituirse en una guía de acciones a ejecutar, cuyo beneficio se dará no solamente en Ciudad Juárez sino en toda la cuenca atmosférica binacional.

La solución del problema de la contaminación atmosférica en esta cuenca sólo será factible en la medida del grado de involucramiento de la gente que vive y trabaja en la región del Paso del Norte y de la congruencia de las autoridades en la aplicación de las medidas necesarias. El seguimiento permanente de los avances en el desarrollo del Programa permitirá evaluar su eficacia y orientar de manera dinámica su rumbo.

El documento consta de dos partes, la primera formada por los capítulos dos al seis que presentan un diagnóstico de la situación actual de la calidad del aire y una revisión de los esfuerzos más importantes realizados hasta la fecha para el control de la contaminación. La segunda parte incluye un análisis conceptual de la interacción e interdependencia que guardan las políticas de otros sectores con el ambiental y una visión de la gestión de calidad del aire en la cuenca atmosférica binacional. Así mismo, se describe el primer inventario de emisiones completo elaborado para Ciudad Juárez y se detallan los objetivos, metas y acciones concretas del Programa. A continuación se describe brevemente el contenido de cada capítulo.

En el capítulo 2 se presenta un marco de referencia general sobre los motivos que dan lugar a la elaboración del Programa.

El capítulo 3 aborda los aspectos generales de Ciudad Juárez y la región, presentándose una reseña de su evolución histórica y sus características socioeconómicas, geográficas, climáticas y meteorológicas.

En el capítulo 4 se mencionan las normas de calidad del aire y los efectos de los contaminantes, y se presentan las estadísticas y evolución de los diferentes contaminantes medidos por la red de monitoreo; así mismo, se describen brevemente los estudios de investigación en calidad del aire realizados en años recientes y las principales conclusiones a que se ha llegado en el entendimiento de la emisión, formación y comportamiento de los contaminantes en la cuenca binacional.

A continuación el capítulo 5 presenta el balance energético de los combustibles y el inventario de emisiones que identifica las fuentes de contaminación desagregadas en cuatro sectores: industria, comercio y servicios, transporte y suelos que generan partículas.

El capítulo 6 reseña las actividades más importantes que se han venido realizando en Ciudad Juárez y en los Condados de Doña Ana, Nuevo México, y El Paso, Texas, por las autoridades y la sociedad civil, para prevenir y controlar la contaminación del aire.

En el capítulo 7 se plantean un conjunto de conceptos sobre la integración de políticas de desarrollo urbano, transporte y calidad del aire y se identifican elementos que podrán en un futuro armonizar y promover la integración de actividades y políticas de gestión de la calidad del aire de la cuenca atmosférica en un contexto binacional.

En el capítulo 8 se explican los objetivos y metas del Programa, mientras que en el capítulo 9 se describen las acciones específicas de control para cada sector, indicándose en cada una de ellas a los responsables de su ejecución, así como una estimación de su costo y de la reducción de emisiones que traerá consigo.

Finalmente, el documento cuenta con bibliografía, glosario de términos y una serie de anexos técnicos de apoyo a los diferentes capítulos.

El *Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez* está disponible en la página de internet del Instituto Nacional de Ecología, en donde puede ser consultado, o si se desea, recuperado en el disco de la computadora: http://*www.ine.gob.mx*.

2. INTRODUCCIÓN

Mejorar la calidad del aire de una determinada región requiere en primer lugar identificar las principales fuentes de emisión de contaminantes, cuantificar sus emisiones y evaluar si las concentraciones de contaminantes pudieran estar causando efectos al ambiente y a la salud de la población. Es también necesario conocer las condiciones socioeconómicas e históricas de la región, con el fin de diseñar estrategias de política ambiental que permitan modificar actividades y actitudes con el apoyo de los diversos sectores económicos, sociales y gubernamentales.

Al igual que en otras áreas de la frontera entre México y los Estados Unidos, en la *Región Paso del Norte*, el esfuerzo por mejorar la calidad del medio ambiente implica connotaciones de tipo binacional, caracterizadas históricamente por las relaciones de interdependencia en los ámbitos económico y social, a tal grado que a lo largo del tiempo se ha generado una fusión cultural que se diferencia inclusive de otras regiones al interior de cada país.

Tal vez la definición más general de frontera entre dos países, consiste en una línea artificial que establece los límites de las jurisdicciones políticas en una región con recursos naturales comunes y en donde existe un permanente intercambio o flujo bidireccional que va desde hábitos, empleos, bienes y servicios, hasta contaminantes. En este sentido la peculiaridad de la región fronteriza determina que si bien la cantidad y tipo de las emisiones contaminantes pueden ser diferentes en ambos lados de la frontera, los efectos son comunes, de ahí la necesidad de explicar las condiciones ambientales con un enfoque binacional integrado.

Ciudad Juárez, Chihuahua, está situada en un lugar estratégico en la frontera con los Estados Unidos, desde la época virreinal funcionó como el único punto de paso en el Camino Real hacia el norte con las provincias de Nuevo México. Posteriormente, al modificarse su conformación política a través de la segregación de Texas y Nuevo México del territorio nacional, se mantiene como un paso y frontera entre dos países con diferente cultura. A partir de esta circunstancia política en el siglo pasado, la actividad de la ciudad se modificó constituyéndose el comercio y la actividad turística como elementos fundamentales de su desarrollo. Hoy en día, la proximidad del nuevo siglo y la modificación de las condiciones legales derivadas del Tratado de Libre Comercio de América del Norte plantea un panorama de retos y oportunidades.

La ubicación de Cd. Juárez y su integración metropolitana con las ciudades de El Paso, Texas, y Sunland Park, Nuevo México, constituyen una característica única en el país, que lleva a la consideración de una cuenca atmosférica internacional. Esto aunado a la creciente actividad productiva, especialmente debido

al desarrollo de la industria maquiladora, le dan importancia, no solo a nivel fronterizo, sino también a nivel nacional.

El desarrollo y evolución que tuvo la región, ha traído como consecuencia que la calidad del aire se haya deteriorado en los últimos años. La cuenca atmosférica binacional Paso del Norte está definida actualmente por la región que forman Ciudad Juárez, Chihuahua, El Paso, Texas, y Sunland Park, Nuevo México. En El Paso no se cumple con los estándares de calidad del aire norteamericanos para el ozono, las partículas y el monóxido de carbono. En Ciudad Juárez tampoco se cumple con las Normas Oficiales Mexicanas para estos contaminantes.

En 1990 con la promulgación del Acta del Aire Limpio en los Estados Unidos, varias de sus ciudades que no cumplían con las normas de calidad del aire debieron poner en práctica lo que se conoce como un Plan de Implementación Estatal (*State Implementation Plan-SIP*), siendo El Paso una de estas ciudades en donde, a partir de 1972, se han venido aplicando medidas de mejora de combustibles y regulaciones estrictas para la industria, entre otras medidas. En julio de 1997, el estado de Nuevo México presentó revisiones a su SIP para ozono, en el cual se incluye al Condado de Doña Ana del cual forma parte Sunland Park. Este Condado tampoco cumple con el estándar de calidad del aire de partículas finas (PM10), por lo que a partir de 1991 ha implementado medidas de mitigación.

En contraste, en Ciudad Juárez los esfuerzos han sido esporádicos y sin formar parte de una planeación estratégica. Las principales acciones emprendidas hasta ahora son resultado de esfuerzos de las autoridades locales y federales (e.g. el monitoreo de la calidad del aire y la operación del programa de verificación vehicular), o bien derivadas del Grupo de Calidad del Aire del Programa Frontera XXI. Este programa sirvió como base para sustentar los esfuerzos de cooperación ambiental entre México y los E.U.A. Recientemente, las autoridades locales han buscado dar una proyección y ordenamiento de largo plazo al desarrollo de la ciudad, a través de un conjunto de lineamientos y acciones contempladas en el Plan Director de Desarrollo Urbano publicado en julio de 1995.

Los esfuerzos binacionales y la coordinación de los tres niveles de gobierno han conducido a resultados importantes, como el contar con una red de monitoreo regional y la conjunción de información sobre las fuentes y volúmenes de contaminantes. Sin embargo, estos esfuerzos no han sido suficientes para poder establecer metas y acciones precisas de reducción de emisiones y sobre todo para abatir los niveles de contaminación a escala regional.

El *Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez* busca promover el control de las emisiones contaminantes y representa una manera novedosa de gestionar la calidad del aire en una región que presenta características particulares. Así, por ejemplo, en lo que se refiere a las responsabilidades de gobierno, por la parte norteamericana participan las autoridades federales (EPA), estatales de

Texas (TNRCC) y Nuevo México (NMED) y locales (Condados de El Paso y Doña Ana); por la parte mexicana están involucrados la Semarnap a nivel federal, el Gobierno del Estado de Chihuahua y el Municipio de Juárez.

Algunos de los contrastes más marcados entre ambos lados de la frontera están en los parques vehiculares, pues mientras que existen más vehículos en El Paso, la antigüedad y deterioro de los automóviles es mayor en Ciudad Juárez. Otros ejemplos de estas diferencias son las redes viales y la existencia de algunas fuentes fijas que se dan únicamente en Ciudad Juárez, como son los hornos ladrilleros y la existencia de un gran número de calles sin pavimentar. Por otra parte, la espera de los vehículos automotores en los puentes o cruces fronterizos constituyen una fuente importante de contaminantes a lo ancho de la franja fronteriza.

Un elemento adicional que hace aún más compleja la solución de la problemática ambiental, es la existencia de un marco legal diferente en cada lado de la frontera al cual deben sujetarse las fuentes de contaminación, ya sea que se refiera a legislación de orden municipal, estatal o federal.

En este marco complejo, el *Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez* propone una agenda de trabajo con medidas concretas que permitan en un tiempo razonable, alcanzar las normas de calidad del aire y con ello garantizar la protección de la salud de la población. Para su elaboración se contó con la participación de las autoridades y de la sociedad civil. Esta participación se ve reflejada en las metas y acciones del Programa a través de la integración de la información, conocimiento y experiencias de los sectores locales, incluyendo a la iniciativa privada, a los grupos no gubernamentales y a los centros de enseñanza e investigación.

En los últimos años se han iniciado una serie de investigaciones con carácter binacional, que permitirán contar con información más precisa para los tomadores de decisiones. En particular, los estudios sobre la formación del ozono y la caracterización de las partículas suspendidas y sus fuentes permitirán identificar medidas de control cuyo beneficio se dará no solamente en Ciudad Juárez sino en toda la cuenca atmosférica binacional.

Es necesario mencionar que aun cuando se considera que la problemática de la contaminación del aire es en principio una responsabilidad compartida de las autoridades federales y locales, su solución sólo será factible en la medida en que se involucre la propia gente que vive y trabaja en la región de Paso del Norte y de la cultura ecológica que se logre establecer y desarrollar.

Retomando el espíritu de participación que se ha tenido por parte de la sociedad, este Programa debe considerarse como un instrumento dinámico que deberá enriquecerse y adecuarse permanentemente.

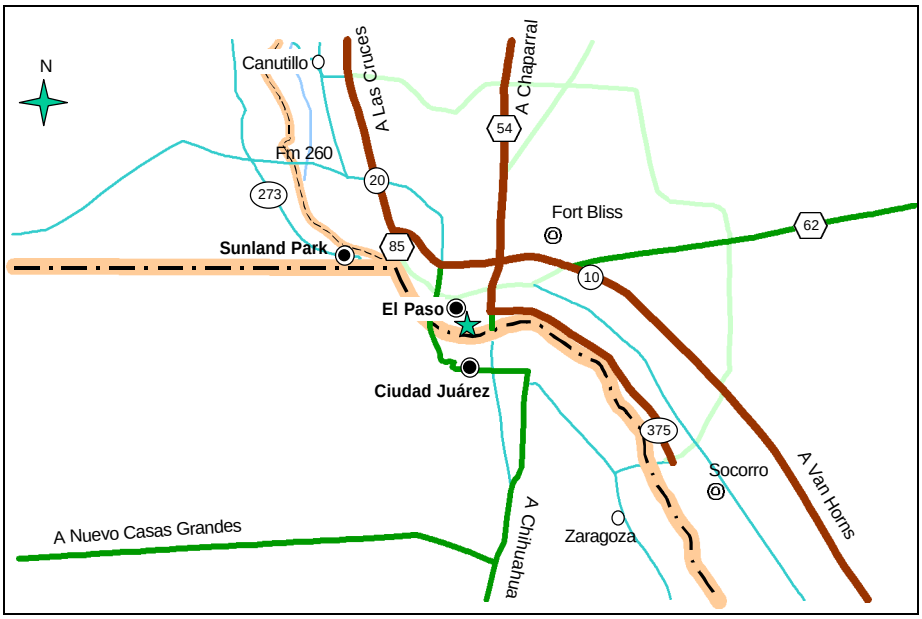
3. ASPECTOS GENERALES

1. Reseña histórica

El asentamiento poblacional de Ciudad Juárez, Chihuahua, y El Paso, Texas, en la región conocida como Paso del Norte, tiene sus orígenes en la época de la conquista española. Su situación estratégica entre el centro de México y la frontera norte por el Camino Real de esa época, la hicieron un sitio privilegiado de intensa actividad que perdura hasta nuestros días.

Hace 400 años Don Juan de Oñate hacía la declaración del Paso del Norte en su tránsito hacia Nuevo México, constituyéndolo territorio de la corona española. En 1659, se fundó la misión de Nuestra Señora de Guadalupe del Paso del Norte. Posteriormente fue constituida en Presidio, luego en Villa, siempre de Paso del Norte, llamado así por el punto de cruce más adecuado del río, hacia el norte. Sirvió como parada de los primeros pobladores españoles que llegaron a la región; su crecimiento fue lento, desarrollándose básicamente como un punto de escala para los viajeros que transitaban del centro de México hacia Nuevo México y viceversa.

Fig. 3.1. Ubicación de Cd. Juárez-El Paso-Sunland Park



En 1836 nuestro país sufrió la separación de Texas, que se convirtió años más tarde en uno de los estados de la Unión Americana y frontera internacional con México después de la guerra de 1847 con Estados Unidos.

En 1865 durante la intervención francesa y el Imperio de Maximiliano, la ciudad dió asilo al presidente Benito Juárez, quien instaló ahí la capital provisional del país.

Muchas de las batallas de la Revolución Mexicana tuvieron lugar en la región, particularmente la toma de Ciudad Juárez significó el triunfo de la Revolución Maderista contra Porfirio Díaz. El Customs House Building de El Paso fue el sitio donde se firmaron los llamados Acuerdos de Cd. Juárez en mayo de 1911, que contemplaron la salida del general Díaz y el llamado a elecciones democráticas.

La prohibición de producción, venta y consumo de alcohol en los E.U.A. en los años 30's, permitió que esta ciudad fuera centro de atracción para los habitantes de la ciudad de El Paso y del suroeste de los E.U.A., prosperando su actividad comercial. En esa época la Compañía Eléctrica de El Paso operó el sistema de tranvías que conectaba a El Paso y Cd. Juárez; los ciudadanos americanos cruzaban al lado mexicano por entretenimiento y los juarenses visitaban El Paso para realizar compras, fenómeno que sigue presentándose intensamente. Durante esta época se observa el mayor auge en la economía de la ciudad; el fin de la misma redujo el turismo y la depresión hizo efecto en su economía.

En la década de los 40's, la segunda Guerra Mundial dió un nuevo auge a la economía de la región, debido al enorme flujo de hombres al servicio de los E.U.A. que se concentraban en el Fuerte Bliss de El Paso, quienes frecuentaban los centros de entretenimiento de Cd. Juárez.

En los años 50’s y 60’s el Programa de Braceros significó un aumento en la afluencia de connacionales a la región.

En 1964, los presidentes de los Estados Unidos y de México firmaron el acuerdo mediante el cual los EUA regresaron 177 hectáreas de territorio (El Chamizal). Como parte de la ceremonia de la firma del acuerdo, se inauguró el cruce internacional conocido como "Américas", el cual por las características que le dieran origen, es el único puente que no requiere del pago de cuota para su uso.

Durante los años 60's a los 80's se presentó un incremento en la industrialización de Cd. Juárez. El Programa de Industrialización de la Frontera se inició con empresas maquiladoras, donde la gran mayoría de ellas fueron de compañías americanas que abrieron filiales en México para obtener bienes y mano de obra más competitiva que en los E.U.A.

A continuación se pasa a describir algunos aspectos que caracterizan a Cd. Juárez en su situación actual, y que servirán de marco general para su programa de gestión de la calidad del aire.

2. Situación geográfica y aspectos socioeconómicos

Ciudad Juárez se localiza dentro de las coordenadas geográficas extremas de 31 grados 47 minutos, y 31 grados 7 minutos de latitud norte y entre los 106 grados 11 minutos, y 106 grados 57 minutos de longitud oeste, y a una altitud de 1,127 metros sobre el nivel medio del mar.

El municipio de Juárez representa el 1.5% de la superficie del Estado de Chihuahua. Colinda al norte con los estados norteamericanos de Texas y Nuevo México; al este con Texas y el municipio de Guadalupe; al sur con los municipios de Guadalupe, Villa Ahumada y Praxedis Guerrero; y al oeste con el municipio de Ascensión.

Se ubica sobre un sistema de terrazas, compuesto por dos gradientes significativos, valle bajo y valle alto, con respecto al Río Bravo. El valle bajo tiene pendientes planas que varían entre 0 y 5% y en el valle alto del 5 al 15% en la zona poniente; en la zona sur las pendientes son mínimas. Además de la Sierra de Juárez, existen otros relieves topográficos notables que circundan la zona. Estos son la Sierra del Presidio, que se localiza al sureste, la Sierra de Samalayuca localizada al suroeste y El Barreal que es un bajo topográfico o playa que capta la corriente que baja de la Sierra de Juárez durante la época de lluvias.

Al suroeste se localizan también los cerritos El Mesudo y El Picacho que conforman la Sierra del Mezquite y finalmente el desierto de los Médanos de Samalayuca, que se encuentran al sur de la Sierra de Samalayuca.

La mayor parte de lo que hoy constituye la mancha urbana de la ciudad se extiende sobre lo que es "El Valle de Juárez", esta superficie es depositaria y está formada por materiales lacustres y principalmente fluviales en su mayoría.

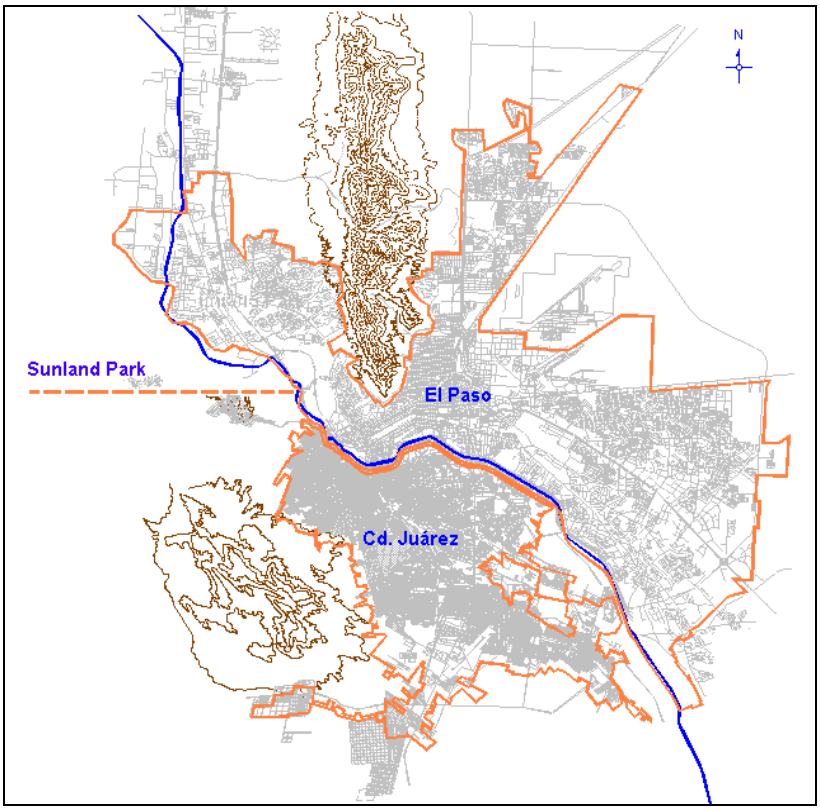
La región Paso del Norte corresponde a la zona fronteriza de los E.U.A. y México, e incluye el Condado de El Paso en el estado de Texas, la parte del estado de Nuevo México que está al sur de los 32 grados 00 minutos de latitud norte, y al este de los 106 grados 40 minutos de longitud oeste, y la parte del estado de Chihuahua que está al norte de los 31 grados 20 minutos de latitud norte como al este de los 106 grados de longitud oeste.

Ciudad Juárez y las ciudades de El Paso y Sunland Park comparten una cuenca atmosférica común, por eso la importancia que reviste considerar la interrelación que se da entre las tres ciudades, ya que los contaminantes atmosféricos se mueven libremente cruzando la frontera bajo la influencia de los vientos de la zona.

La Figura 3.2 presenta un mapa de las ciudades de Juárez, El Paso y Sunland Park, mostrando las principales formaciones montañosas de la cuenca atmosférica binacional.

Como se puede observar, en el área sobresalen la sierra de Juárez, las montañas Franklin, y el cerro de Cristo Rey en el vértice de los tres estados. La mancha urbana de las tres ciudades se localiza sobre superficies planas, sin relieves significativos.

Fig. 3.2. Topografía de la Región Paso del Norte

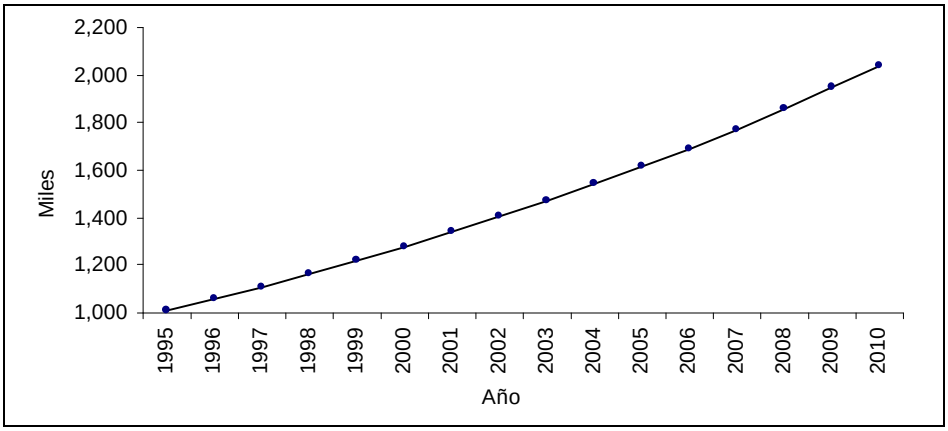


Población

El Municipio de Juárez tiene una población de un poco más de un millón de habitantes que representa el 36% de la población total del estado de Chihuahua, con una tasa de crecimiento anual promedio de 4.8% y una densidad de 5,600 habitantes por km^2. Entre 1950 y 1990 la población de Cd. Juárez se incrementó en seis veces, debido en gran parte, a los flujos migratorios. El ritmo de crecimiento durante el periodo 1980-1990, fue a una tasa anual de 3.6%.[1]

[1] INEGI (1995). Conteo de Población y Vivienda. México, 75 páginas.

Fig. 3.3. Proyección de población de Ciudad Juárez 1995-2010
(crecimiento con una tasa anual del 4.8%)



En la Figura 3.3 se muestra una proyección de la población de Cd. Juárez para un periodo de 10 años, tomando como base el dato de población del año de 1995, que fue de 1.01 millones de habitantes. Como se puede observar, de acuerdo con esta proyección, en un lapso de 15 años, la población podría ser de más de 2 millones de habitantes, es decir habría un incremento de casi el 100% de la población registrada en 1995.

Comparativamente para 1995, la ciudad de El Paso contaba con una población de un poco más de 650 mil habitantes, con una tasa de crecimiento anual promedio de 2.1% y una densidad de población de mil habitantes por kilómetro cuadrado.[2]

Una revisión de la información acerca de la dinámica poblacional en la región nos permite identificar que el fenómeno demográfico está asociado al desarrollo económico de la ciudad, observándose que éste ha sido una condición que ha propiciado el crecimiento de la misma y que ha traído un incremento en la demanda de bienes y servicios por la población, como son el transporte colectivo, el uso intensivo del automóvil, el aumento en el consumo de energéticos, tanto en las actividades productivas como domésticas.

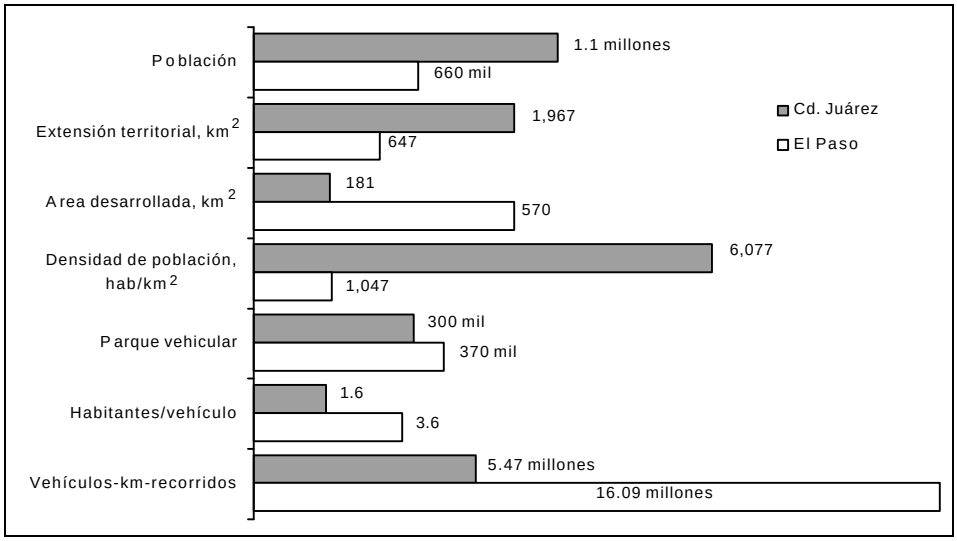
La interdependencia internacional ha generado una gran concentración de la actividad económica y de la población en Cd. Juárez, lo que ha restado posibilidades de desarrollo a otras zonas en la región como Casas Grandes y Ojinaga; la identificación del potencial de desarrollo económico en estas áreas podría llevar a la promoción de inversiones con la intención de lograr un desarrollo más

[2] IMIP (1988). Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Ciudad Juárez. Datos Estadísticos de Ciudad Juárez.

equilibrado en la región y disminuir en lo posible la tendencia creciente a la concentración señalada.[3]

Otros indicadores de la dinámica de la región pueden ser muy ilustrativos de los contrastes existentes entre las ciudades hermanas. La Figura 3.4 presenta cifras comparativas para el área urbana, población, densidad de población, tamaño del parque vehicular y los vehículos-km-recorridos para Cd. Juárez y El Paso. De ello se concluye que existen marcadas diferencias en los aspectos socioeconómicos y territoriales en ambas ciudades; por ejemplo, en el número de habitantes, la ciudad mexicana casi duplica a la cifra registrada en la ciudad estadounidense; otra diferencia ilustrativa es en relación al número de habitantes por vehículo y al kilometraje vehicular recorrido que se presenta en ambas ciudades.

Fig. 3.4. Cifras comparativas para el área de Cd. Juárez- El Paso



Actividades productivas

La evolución de los factores productivos del municipio de Juárez se ha expresado en una transformación de las actividades económicas, que obedecen a una serie de cambios en el crecimiento de la misma.

Al referirse al proceso de desarrollo, la ciudad se transformó al pasar de ser una región aislada y alejada de los ejes económicos tradicionales en el contexto de una economía cerrada, para convertirse en un polo de desarrollo que se beneficia y aprovecha de su localización. Se afirma que el perfil de economía abierta que los

[3] Treviño, F. J. C. (1996). Manejo Transfronterizo de la Calidad del Aire en la Región Paso del Norte, Crecimiento de la Población y la Economía Regional. Juárez, México, 20 páginas.

regímenes fiscales de zonas libres y franjas fronterizas han otorgado a esta región, aunado a las ventajas de su ubicación geográfica y bajo costo laboral, fueron los factores principales que promovieron la radicación de inversión extranjera, principalmente, y nacional en menor medida, responsables del crecimiento económico de los últimos años.

En particular, Cd. Juárez está experimentando una fase acelerada de desarrollo económico y social propiciado por la industria maquiladora. El desarrollo de esta industria ha facilitado el acceso de la población en edad de trabajar a las fuentes formales de empleo. Esto explica porqué casi la mitad de su población económicamente activa trabaja en el sector secundario (industria de la transformación). Así mismo se ha propiciado un incremento en otras actividades económicas, sobre todo en los sectores industrial, comercial y de servicios. Recientemente, acciones de planeación y fortalecimiento de la infraestructura la han mantenido competitiva con otros destinos de inversión maquiladora, con quienes compite en el plano nacional e internacional.

El 24% del total de empleos generados por la industria maquiladora en México corresponden al municipio de Juárez, considerado como el municipio mexicano con más empleados en esta industria.[4]

Para el año de 1995 existían en la ciudad 309 plantas maquiladoras; en comparación, Tijuana, Mexicali y Nogales, contaban con 525, 143 y 73 plantas respectivamente. Es relevante señalar que, a pesar de que tenía un menor número de plantas, el número de obreros empleados era superior en más de un 50% con respecto a Tijuana.[4]

En 1990 la industria maquiladora contaba con un poco más de 124 mil trabajadores, hoy cuenta con más de 200 mil, sin embargo más allá de este impacto en el empleo existen otros aspectos que deben destacarse, particularmente las repercusiones urbanas y ambientales, así como su directa dependencia de los ciclos económicos internacionales, enfatizando que el reto principal del desarrollo no es promover su crecimiento sino planearlo y ordenarlo.

Es conveniente señalar que Cd. Juárez aporta el 25% de la producción industrial del Estado[4]. En el año de 1995, la actividad manufacturera registraba un total de 2,279 establecimientos, la industria maquiladora de exportación 309 y el sector comercio 11,293.[5]

En la Tabla 3.1 y Figura 3.5 se muestra la distribución de empleos en Ciudad Juárez, para el periodo de enero a junio de 1997.

---

[4] Chávez, O. E. y Suárez y Toriello, E. (1996). Perfil de la Frontera México-Estados Unidos. FEMAP, México, 153 páginas.

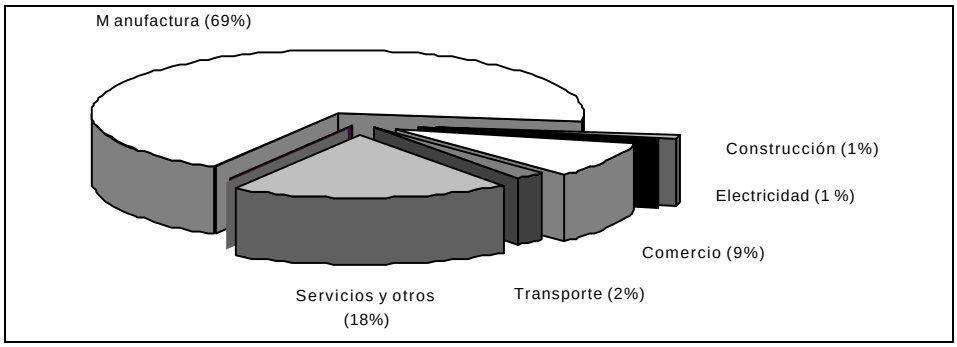
[5] INEGI (1996). Anuario Estadístico de Chihuahua.

Tabla 3.1. Población económicamente activa (PEA)

Actividad	**Número (miles)**	**Porcentaje**
Manufactura	211.3	69
Servicios y otros	56.5	18
Comercio	28.4	9
Transporte	5.7	2
Construcción	4.2	1
Electricidad	1.7	1
Total	**307.8**	**100**

Fuente: Gobierno del Estado de Chihuahua, 1998.

Fig. 3.5. Población económicamente activa (PEA)



Fuente: Gobierno del Estado de Chihuahua, 1998.

Se observa que en Cd. Juárez el 69% de la población económicamente activa se dedica a las actividades del sector manufacturero (maquila principalmente), seguido del sector comercio y servicios que juntos emplean a casi el 30% de la PEA, enseguida se tiene al transporte contribuyendo con el 2%.

Con relación a los residentes Juarenses que trabajan en los Estados Unidos, representaron en 1996, el 4.4% del total de la población.[4]

Desarrollo urbano

Ciudad Juárez cuenta con una superficie urbana de 188 km^2, presentando una tendencia de crecimiento hacia el oriente y hacia el sur de su territorio.

Para el análisis urbano resulta indispensable conocer los impactos que produce la actividad industrial tanto en términos de requerimientos de infraestructura como en deterioro ambiental; pero sobre todo es necesario conocer los efectos multiplicadores de la actividad económica, que finalmente tendrán incidencia en la dinámica demográfica, incrementando las presiones por mayores y mejores servicios y niveles de equipamiento.

Entre los temas de mayor relevancia para establecer una estrategia de desarrollo en Juárez, destaca el referido al futuro previsible de las actividades económicas, de

donde será posible inferir la generación de empleo directo e indirecto y en consecuencia los requerimientos de infraestructura, equipamiento, vivienda y servicios necesarios. [6]

Uso de suelo

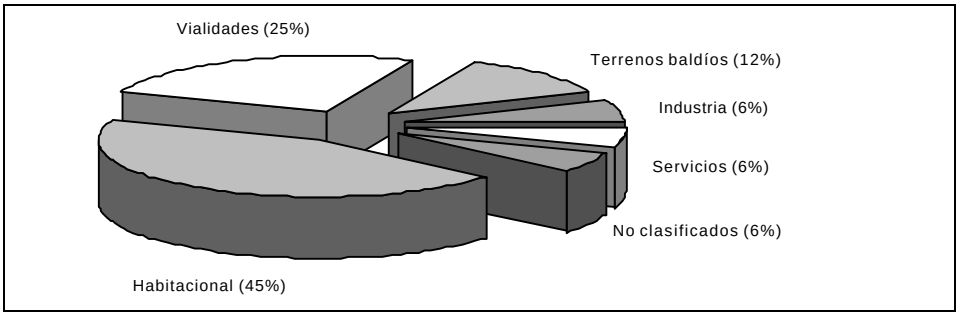
En la tabla y gráfica siguientes se muestran los principales usos del suelo en Cd. Juárez. Un 45 porciento de la superficie urbana tiene un uso habitacional seguido por el utilizado en vialidades que es del orden del 26% y los terrenos baldíos con el 12%. La industria ocupa un poco más del 6% del suelo y los servicios casi el 6%.

Tabla 3.2. Usos del suelo

Actividad	**Superficie (km^2)**	**Porcentaje**
Habitacional	84.2	44.8
Vialidades	47.9	25.5
Terrenos baldíos	22.2	11.8
Industrial	12.1	6.4
Servicios	10.8	5.7
No clasificados	10.7	5.7
Total	**187.9**	**100.0**

Fuente: Plan Director de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez, 1995.

Fig. 3.6 Usos del suelo



Fuente: Plan Director de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez, 1995.

Vialidades

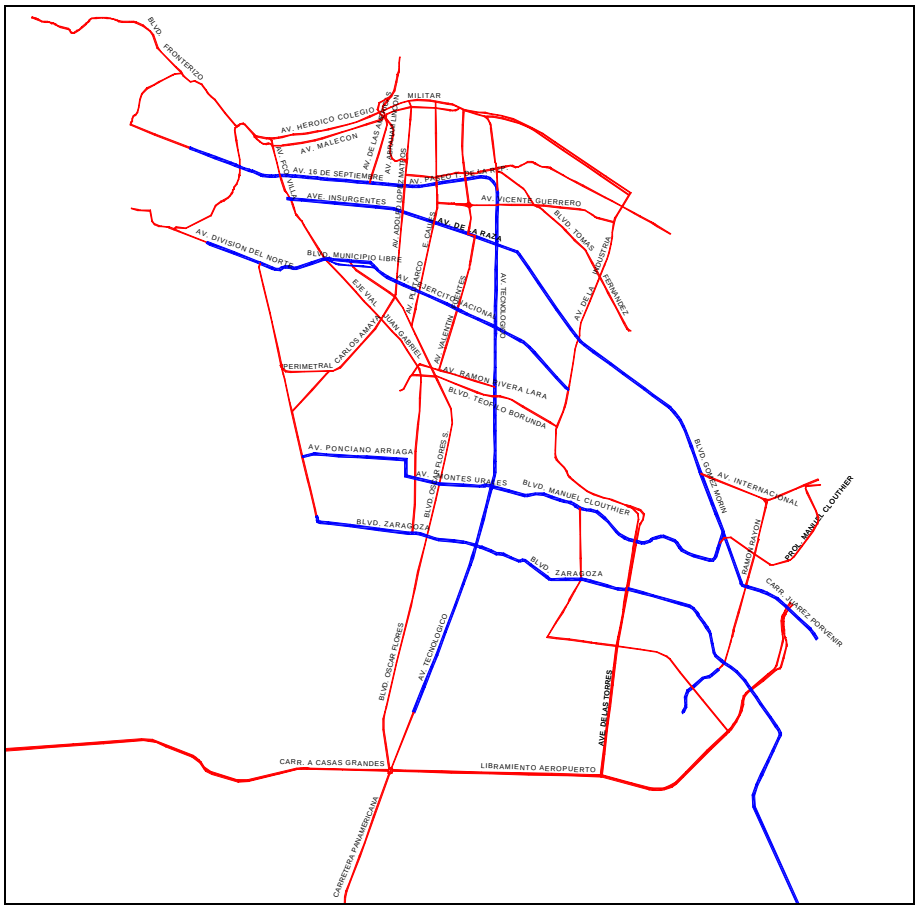
Cd. Juárez tiene una estructura vial que interconecta las diferentes zonas del área urbana y su diseño urbano está basado en dos arterias principales por medio de las cuales ingresan vehículos provenientes del sur del estado y del país. Estas son la prolongación de la carretera Panamericana y de la carretera a Casas Grandes, identificándose 25 vialidades primarias, entre las que destacan el boulevard Aeropuerto (o Av. Tecnológico) con 13.3 km de longitud, seguido por Av. Paso del Norte (o Av. de la Industria) con una longitud de 12.9 km y el Boulevard Oscar Flores Tapia con una extensión de 12.0 km.

[6] Treviño, F. J. C. (1996). Manejo Transfronterizo de la Calidad del Aire en la Región Paso del Norte, Crecimiento de la Población y la Economía Regional. Juárez, México, 20 páginas.

De acuerdo al Instituto Municipal de Investigación y Planeación, en 1997 la red vial de calles fue de 3,069 kilómetros, de los cuales 1,590 kilómetros están pavimentados y 1,480 kilómetros no poseen pavimento, es decir, un 52% y un 48%, respectivamente. De las calles pavimentadas 394 kilómetros corresponden a vialidades primarias.

La estructura vial de la ciudad presenta una traza reticular con vías de sección suficiente al tráfico vehicular; sin embargo, la falta de continuidad de algunas de ellas, de pavimentación en otras y las malas condiciones de mantenimiento, generan problemas de congestionamiento vehicular y de contaminación ambiental, los cuales se agudizan por el creciente índice de motorización y el progresivo deterioro del parque vehicular.

Fig. 3.7. Principales vialidades de Cd. Juárez



De acuerdo a estudios de aforo vehicular realizados en las principales avenidas de la ciudad, se han identificado los cruceros con mayor densidad de vehículos. Entre ellos destacan: el crucero de avenida Tecnológico y Av. Ramón Rivera Lara que registra un aforo de 5,216 unidades/hora; la intersección de avenida Tecnológico con Av. Teófilo Borunda con 4,500 unidades/hora; y el crucero avenida Rafael Pérez Serna con avenida Hermanos Escobar que registró un aforo de 4,518 unidades/hora. Es importante señalar que se tomaron registros de aforos vehiculares en cuarenta y ocho cruceros de la ciudad y como promedio general se obtuvo un flujo de 2,456 unidades/hora.

Por otra parte los cruces fronterizos presentan severas condiciones de congestionamiento, debidas más que a la capacidad de las vías, al tiempo que se lleva en efectuar los trámites y revisiones aduanales. Las molestias que causa la operación ferroviaria, además del riesgo que implica el transporte de sustancias peligrosas al interior del área urbana, afectan la calidad de vida de la población.

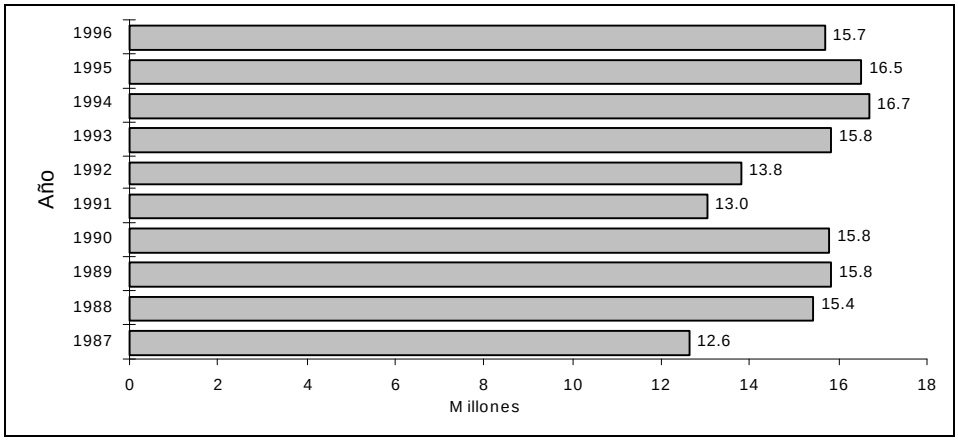
Cruces internacionales

La región cuenta con cuatro accesos internacionales en operación, que comunican a El Paso con Cd. Juárez. Los dos primeros en las calles Lerdo y Av. Juárez, que conectan las áreas céntricas de ambas ciudades, y cuentan con cruce para ferrocarril a través de un puente sobre el Río Bravo, con un alto nivel de congestionamiento vehicular. Este congestionamiento se presenta en dirección norte en el puente Av. Juárez, mientras que en el Lerdo es en dirección sur. El tercer acceso se ubica también en el centro de El Paso al final de la carretera 54 y se conoce como el Puente de las Américas, encontrándose también en esta zona terrenos del parque del Chamizal. Esta entrada se consideraba sólo de paso peatonal, no obstante su uso se ha ampliado al paso de autos y camiones. Por último, el cuarto acceso es Zaragoza, localizado al sureste de ambas ciudades y destinado principalmente al cruce de transporte de carga, dando servicio principalmente a los transportes de la industria maquiladora. Las figuras 3.8 y 3.9 muestran el número anual de cruces vehiculares y peatonales por los puentes fronterizos de Ciudad Juárez-El Paso (de sur a norte).

Según datos recientes,[7] en el año de 1996 se registraron alrededor de 600 mil cruces de vehículos de carga y 15 millones de cruces de vehículos de pasajeros en la frontera de Cd. Juárez con los Estados Unidos.

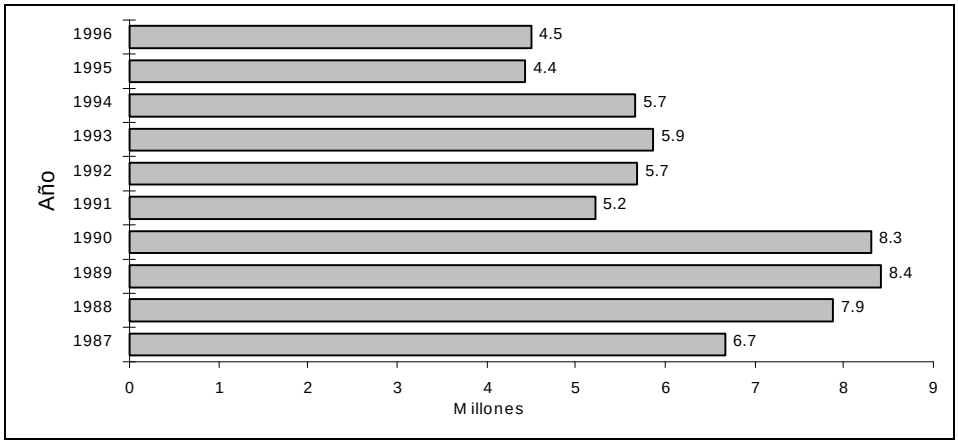
[7] Vickers, D. (1997). Comunicación Personal, octubre 1997.

Fig. 3.8. Cruce vehicular por los puentes fronterizos
de Ciudad Juárez-El Paso (de sur a norte)



Fuente: Departamento de Planeación. Investigación y Desarrollo, con datos del Departamento de Tráfico y Transportación de la ciudad de El Paso, Texas, 1997.

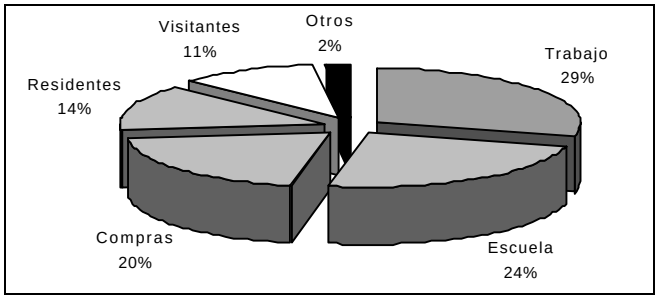
Fig. 3.9. Cruce peatonal por los puentes fronterizos
de Ciudad Juárez-El Paso (de sur a norte)



Fuente: Departamento de Planeación. Investigación y Desarrollo, con datos del Departamento de Tráfico y Transportación de la ciudad de El Paso, Texas, 1997.

Con respecto al tipo de actividad, de un cruce diario de vehículos de pasajeros de un poco más de 41,600, incluyendo los cruces de todos los puentes de sur a norte, 12,180 cruces de vehículos correspondieron a personas que van trabajar, 10,080 vehículos de personas que van a la escuela, 8,400 vehículos de personas que van de compras, 5,880 de residentes, 4,620 de visitantes y 480 vehículos no contemplados. La distribución respecto al número de cruces por día se puede observar en la Figura 3.10.

Fig. 3.10. Distribución de los vehículos que cruzan de Cd. Juárez a El Paso de acuerdo a la actividad que realizan



Fuente: Vickers, 1997.

Se puede hacer notar que el 29% de los cruces es por motivos de trabajo y que uno de cada cuatro cruces es para asistir a la escuela, seguido de uno de cada cinco para hacer compras. Estas cifras reflejan la estrecha interdependencia económica entre las dos ciudades.

De los aspectos importantes que se observan en los cruces internacionales en cuanto al flujo vehicular y peatonal se percibe que están más congestionados cuando se entra a los Estados Unidos, que cuando se entra a México. Los tiempos de espera para atravesar la frontera varían de unos pocos minutos por lo regular, hasta poco más de una hora ocasionalmente; este fenómeno se presenta principalmente en la mañana y en las horas pico de la tarde. En general las vialidades tienden a estar congestionadas sobre el Puente de las Américas, debido a que en éste el peaje no tiene costo; por ello también se le conoce como “Puente libre”. En el Puente Lerdo y de Av. Juárez, el costo para ingresar a los Estados Unidos es de 1.45 dólares por auto.

El tráfico peatonal se observa en ambas direcciones sobre el Puente Av. Juárez, siendo mayor en éste con relación al de Lerdo, ya que de usar el primero, el costo de peaje peatonal es de 25 centavos de dólar, en ambas direcciones. Cruzar por el Puente de las Américas no tiene un costo, ya sea para ingresar o salir del país, además de ser la vía de acceso más adecuada para accesar a los diferentes puntos de la ciudad.

Tomando en cuenta el alto flujo vehicular por los puentes fronterizos de Cd. Juárez-El Paso, debido a la interacción de las actividades que se realizan en ambos lados de la frontera, se considera que la calidad del aire en esta zona se ha visto en cierta manera impactada, debido principalmente a los congestionamientos vehiculares que se presentan sobre todo en las horas pico de cruce en ambas direcciones.

3. Clima y aspectos meteorológicos

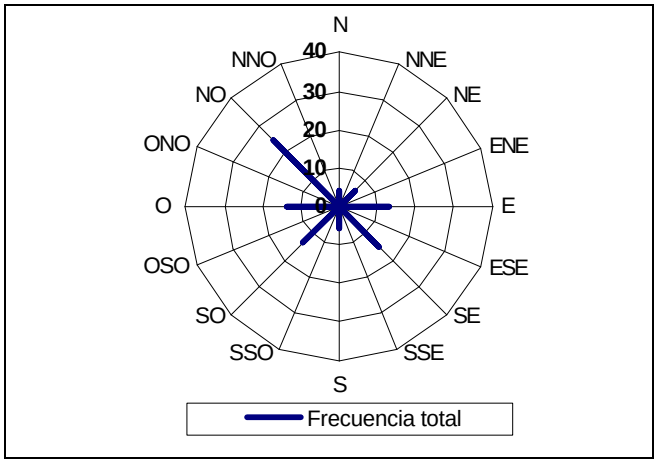
La siguiente descripción meteorológica es resultado del análisis de la información proporcionada por el Centro de Estudios de Medio Ambiente (CEMA) de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Dicha información fue recabada a través de la estación meteorológica localizada en el kilómetro 12.5 de la carretera Panamericana, cuyas coordenadas geográficas son: 31° 41' 25.08" latitud norte y 106° 25' 25.41" longitud oeste.

El periodo de tiempo que comprenden los registros obtenidos en esta estación meteorológica va de 1982 a 1997, sin embargo, el periodo comprendido entre 1990 y 1997 esta en proceso de captura, por ello el siguiente análisis comprende únicamente de 1982 a 1989.

Rosa de vientos y patrones generales de circulación en superficie

La Figura 3.11 muestra la rosa de vientos en superficie para el periodo de información considerado.

Fig. 3.11. Rosa de viento dominante en Cd. Juárez, 1982-1989 (Porcentaje y dirección)



De su análisis se observa que:

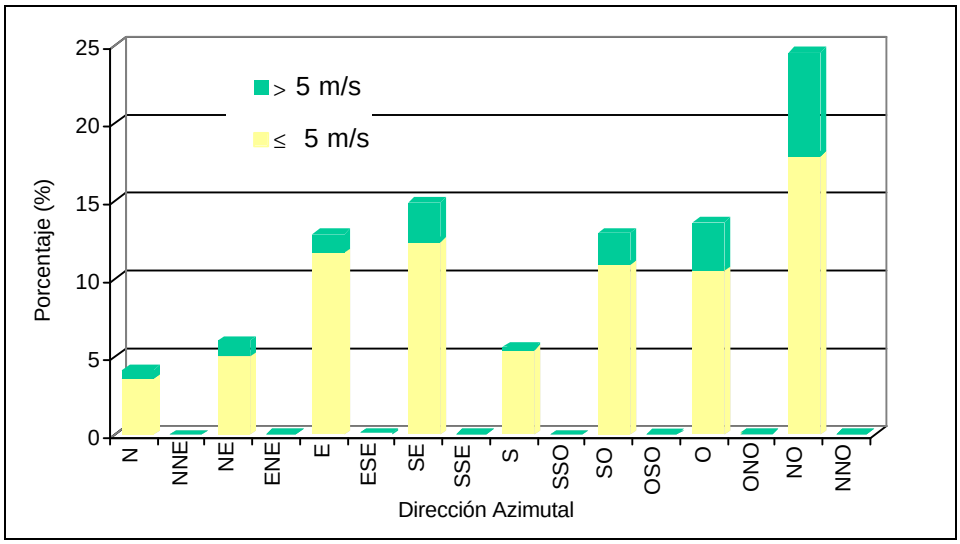
- El viento dominante con el 25% de la frecuencia total proviene del noroeste siguiendo en importancia los vientos del sureste, oeste, suroeste y este con el 15, 14, 13 y 13 %, respectivamente.
- El flujo de viento manifiesta dos patrones principales de circulación; en orden de importancia de la rosa de vientos, el primer patrón con 52% de la frecuencia total, indica un flujo de vientos occidentales, incluyendo las direcciones

noroeste, oeste y suroeste, el cual se manifiesta con claridad en los meses de noviembre a junio; el segundo patrón en importancia con el 34 % de incidencia son los vientos orientales, incluyendo las direcciones noreste, este y sureste, que tienen un claro predominio de julio a septiembre.

- Respecto a los vientos provenientes del norte y del sur, éstos representan sólo el 4 y el 6 %, respectivamente, de la frecuencia total, lo que significa una incidencia poco importante en la circulación local.

En todos los casos, ver la Figura 3.12, la intensidad de viento más frecuente es menor a los 5 m/s, aunque temporalmente alcanzan velocidades que van de los 5.1 a los 10 m/s. Tomando en cuenta todas las direcciones, cerca del 75% del tiempo el viento tiene una velocidad menor a los 5 m/s. Las intensidades de viento superiores a los 10 m/s son más frecuentes en la dirección noroeste.

Fig. 3.12. Viento dominante en Cd. Juárez, 1982-1989
(Porcentaje de ocurrencia por dirección y velocidad)



Patrones generales de circulación en altura

Un estudio realizado durante 1988 en la región (Okrasinski y Serna, 1995)[8], indica que en el verano los vientos dominantes en esta región, dentro de los primeros 3,000 metros de altura, provienen del este, sureste y sur, y que la frecuencia de estos vientos decrece en el invierno, aunque siguen siendo comunes en los primeros 1,000 metros, especialmente en las localidades del sur.

[8] Okrasinsky, R. y Serna, J. (1995). Characterization of atmospheric conditions in the region surrounding Big Bend National Park. Report prepared for the Southwest Center for Environmental Research and Policy. Physical Science Laboratory, New Mexico State University.

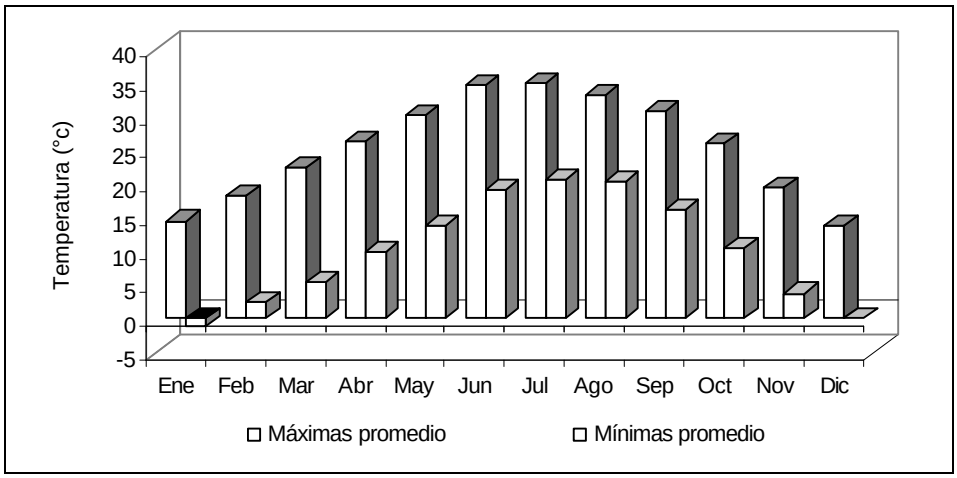
El mismo estudio reporta que el resto de los vientos proviene principalmente del norte y noroeste, cerca de la superficie y del suroeste, oeste y noroeste a 1,000 metros de altura; a 2,000 y 3,000 metros, casi todos los vientos provienen del suroeste, oeste o noroeste, aunque los vientos del oeste son los más comunes.

En la primavera y en el otoño, la frecuencia de los vientos es intermedia entre los dos patrones antes descritos.

Temperatura

Como se puede apreciar en la Figura 3.13, los meses más cálidos del año son de abril a octubre, cuyo promedio mensual de las temperaturas máximas es superior a los 25 °C, en tanto que los meses más fríos son de noviembre a febrero, con un promedio mensual de las temperaturas mínimas por debajo de los 5°C.

Fig. 3.13. Temperatura mensual en Cd. Juárez, 1982-1989
(Promedios de las temperaturas máximas y mínimas diarias)



El promedio mensual de las temperaturas máximas oscila entre los 13.7°C para diciembre y los 34.9 °C para julio. En tanto que el promedio mensual de las temperaturas mínimas varía entre los -1 °C para enero y los 20.7 °C para julio. Estas temperaturas ilustran la fuerte oscilación térmica que se presenta durante las temporadas y a lo largo de un año.

Los promedios mensuales de las temperaturas máximas por arriba de los 30 °C se presentan desde mayo hasta septiembre, siendo los meses de junio y julio los más calurosos, con promedios que superan los 34 °C.

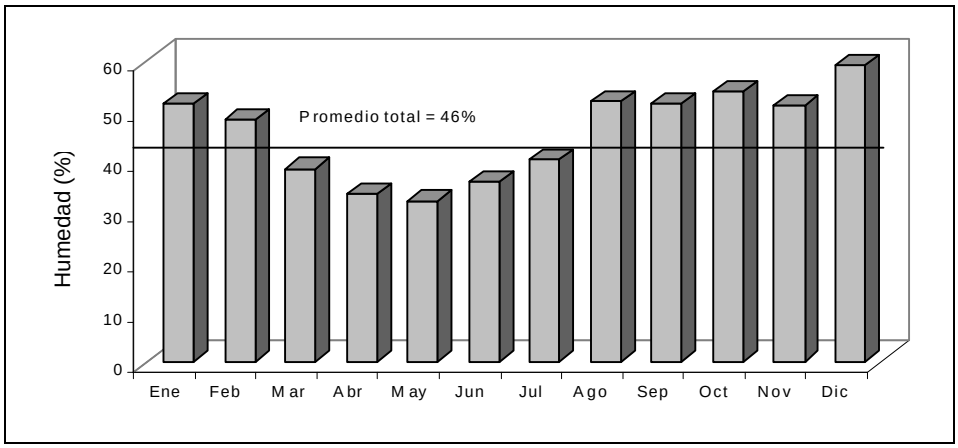
Con relación a las temperaturas máxima y mínima extremas durante el periodo de 1982 a 1989, se pueden destacar los valores extremos de 40°C alcanzados en junio y julio de 1985 y en julio de 1989, así como los -14.7 °C registrados en diciembre de 1987.

Humedad Relativa

El análisis de humedad relativa para Cd. Juárez en el periodo 1982-1989 indica que el promedio anual es de 46%, siendo los meses de agosto a febrero los que rebasan este valor, presentando registros que van de 48 % en febrero, a 59% en diciembre.

Los meses con una humedad relativa inferior al promedio anual son de marzo a julio y dentro de este intervalo los meses más secos son abril y mayo, los cuales presentan una humedad de un poco más de 30%.

Fig. 3.14. Humedad relativa en Cd. Juárez, 1982-1989
(promedio mensual)



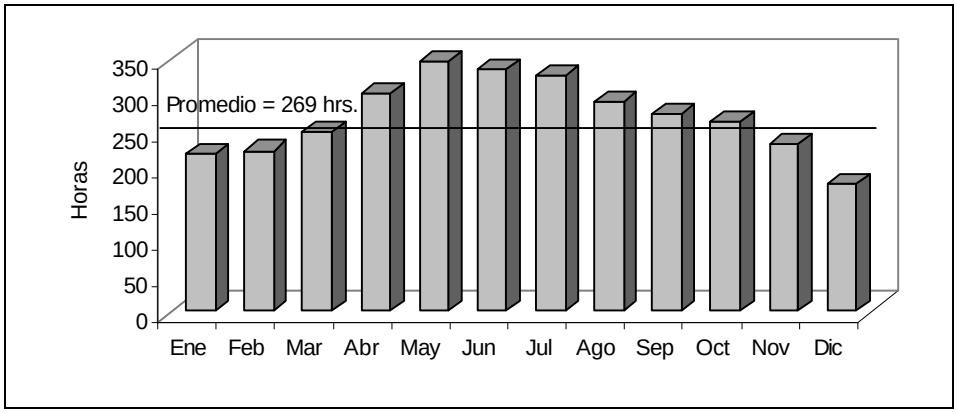
Insolación

La insolación media histórica del periodo 1982-1989 es de 269 horas al mes y los meses que rebasan dicho promedio son de abril a septiembre, periodo en el cual se sitúa un intervalo de insolación que va de 274 horas para septiembre, hasta 334 horas para mayo.

Los meses con una insolación inferior al promedio histórico son de noviembre a marzo. En este periodo, el intervalo de insolación va de 175 horas en diciembre a 250 horas en marzo.

De lo anterior se desprende que los días con más horas sol promedio son los correspondientes a los meses de mayo y junio con 11 horas, en tanto que los días con menor insolación corresponden a los del mes de diciembre y enero con 6 y 7 horas.

Fig. 3.15. Insolación en Cd. Juárez, 1982-1989
(Promedio mensual)



Inversiones térmicas

Normalmente la temperatura del aire disminuye con la altura. Cuando este proceso se invierte se dice que existe una inversión térmica. Información obtenida en el área de El Paso, indica que las inversiones térmicas en la región Paso del Norte se presentan en otoño e invierno, iniciando en septiembre cuando las noches son más largas; sin embargo, son más frecuentes en noviembre, diciembre y enero, cuando hay noches largas y días cortos; en diciembre, por ejemplo, las noches son de aproximadamente 14 horas, en tanto que los días son de 10 horas (Texas Air Control Board, 1991).

Adicionalmente, en ésta época del año el desierto presenta un poco de humedad, favoreciendo con ello un fuerte enfriamiento cuando hay cielos despejados. El aire cercano al suelo se enfría más rápidamente que el aire en las capas altas de la atmósfera, dando lugar a una inversión térmica nocturna que atrapa los contaminantes emitidos en la cuenca. Estas inversiones suelen ser poco profundas, por lo que se reduce el volumen disponible para el mezclado vertical y la dispersión, causando con ello altas concentraciones de contaminantes cerca de la superficie. Durante la mañana, el fuerte calentamiento local empieza a romper la inversión y por la tarde, la atmósfera que es usualmente inestable, favorece que los contaminantes se diluyan en la alta atmósfera.[9]

[9] Texas Air Control Board (1991). Revisions to the State Implementation Plan for Inhalable Particulate Matter (PM10). PM10 SIP for moderate area - El Paso. Appendix I. Austin, Texas 78753.

Altura de la capa de mezcla

La altura de la capa de mezcla es la región de la atmósfera en la cual se dispersan los contaminantes. El valor de esta altura (que va desde la superficie del suelo hasta el punto en el cual se vuelve estable o se encuentra la primera inversión térmica) varía en función de la estabilidad atmosférica, dependiendo de la temperatura del aire y de la velocidad del viento.

En 1997 la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos patrocinó un estudio encaminado a colectar datos meteorológicos en el área de El Paso-Cd. Juárez-Sunland Park, para dar continuidad al denominado "Estudio de Verano de Ozono", iniciado en el verano de 1996 y cuyo objetivo era lograr un mejor entendimiento de los procesos físicos y químicos que afectan la formación de ozono en esta región.

Como parte de este esfuerzo, se estimaron las alturas de mezcla en el Parque Nacional El Chamizal en El Paso para 14 días durante agosto y septiembre de 1997, usando una combinación de temperatura virtual (obtenida por radar acústico RASS), temperatura en superficie y de un perfilador de viento. Estos parámetros meteorológicos se midieron cerca del centro de la ciudad de El Paso, que se encuentra a una altitud de 1,146 metros sobre el nivel del mar. En 7 de los días de mediciones las concentraciones de ozono fueron mayores a 100 ppb. Los días restantes fueron elegidos porque precedían o seguían a los días de alta concentración de ozono. Las figuras 3.16 y 3.17 muestran la altura de la capa de mezcla para tres días de agosto y tres días de septiembre.

A partir de la información obtenida se tuvo que, en general: a) la capa límite nocturna se encuentra por debajo de los 400 a 500 metros hasta antes de las 8 de la mañana (hora de la montaña); b) a partir de ésta hora, dicha altura se incrementa, presumiblemente debido al mezclado convectivo diurno; c) las alturas de mezcla máximas variaron entre los 2,000 y 4,000 metros, y se registraron entre las 17 y 18 horas; y d). después de ésta hora, la altura de mezcla experimenta una caída abrupta, disminuyendo a valores inferiores a 500 metros, manteniéndose a ese nivel por la noche y hasta la mañana siguiente.[10]

[10] Schoel, B. M.; Roberts, P. T.; Coe, D. L.; Ray, S. E.; Kwiatkowski, J. J.; Main, H. H.; MacDonald, C. P. (1997). Supplemental Air Quality and Meteorological Data Collected During the 1997 Paso del Norte Ozone Study. Final Report STI-997310-1757-FR. Prepared for the Environmental Protection Agency under contract No. 68D30029. Work assigment III-145.

Fig. 3.16 Altura de la capa de mezcla en el Chamizal
(26, 27, y 28 de agosto de 1997)

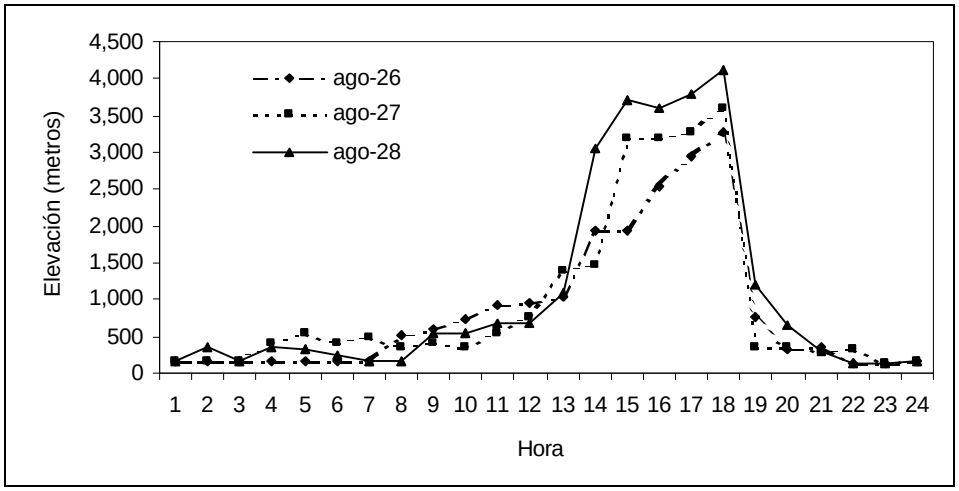
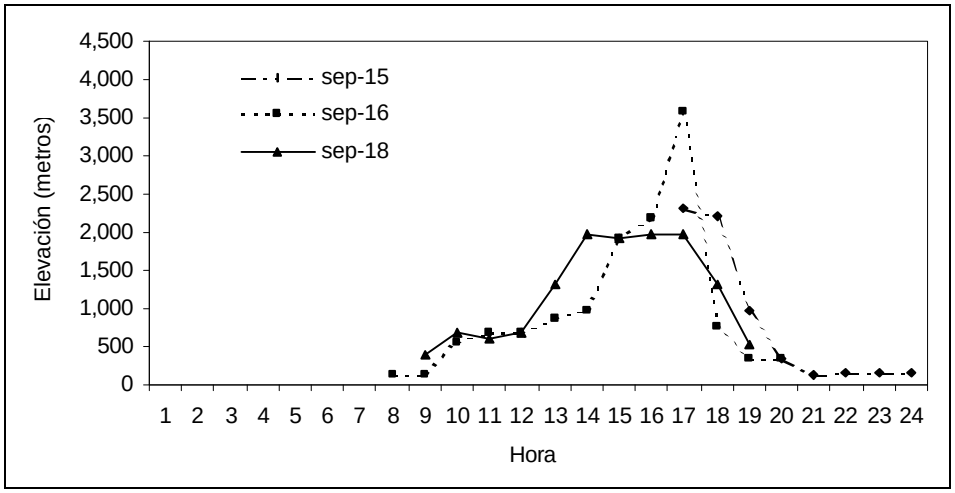


Fig. 3.17 Altura de la capa de mezcla en el Chamizal
(15, 16, y 18 de septiembre de 1997)



Estas observaciones indican por una parte que durante la noche y la madrugada los contaminantes se confinan en una capa relativamente reducida, propiciándose un incremento de sus concentraciones, y que después del medio día el volumen de la mezcla se incrementa significativamente permitiendo su dilución. Como se verá más adelante, este comportamiento se hará notorio al analizar la evolución horaria de las concentraciones de monóxido de carbono medido por la red de monitoreo.

4. CALIDAD DEL AIRE Y EFECTOS A LA SALUD

1. Normas de calidad del aire

Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire

En el año de 1994, el gobierno federal estableció normas de concentraciones de los contaminantes atmosféricos, con el objeto de proporcionar un margen adecuado de seguridad en la protección de la salud de la población en general y de los grupos de mayor susceptibilidad en particular. En su diseño, no se tomaron en cuenta como factores determinantes los aspectos económicos y tecnológicos. Las normas vigentes de calidad del aire fueron publicadas por la Secretaría de Salud, en el *Diario Oficial de la Federación* en diciembre de 1994.

Las normas de calidad del aire, fijan valores máximos permisibles de concentración de los contaminantes comúnmente presentes en las áreas urbanas. Cuando se elaboraron las normas, en México no existían los recursos ni la infraestructura para realizar estudios epidemiológicos, toxicológicos y de exposición, ni en animales, ni en seres humanos, por lo que las normas se establecieron fundamentalmente tomando en cuenta los criterios y estándares adoptados en otros países del mundo. Actualmente la Secretaría de Salud realiza estudios epidemiológicos que valoran la relación dosis/respuesta, entre los diferentes contaminantes y la salud de la población en algunas zonas del país.

Los contaminantes presentes en el aire de Cd. Juárez, se miden a través de procedimientos estandarizados a nivel internacional, los cuales permiten obtener información que proporciona valores representativos de la calidad del aire que se respira en la ciudad. El avance en la tecnología y en el conocimiento científico sobre los efectos de la contaminación en la salud, marca una tendencia a equipar las estaciones de análisis continuo con sensores remotos de largo alcance y con instrumentos de medición de otros compuestos tóxicos.

A continuación, en la Tabla 4.1, se resumen las Normas Oficiales Mexicanas para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a ozono (O_3), bióxido de azufre (SO_2), bióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO), partículas suspendidas totales (PST), partículas menores a 10 micrómetros (PM10) y plomo (Pb).

Tabla 4.1. Valores normados para los contaminantes del aire

Contaminante	**Valores límite**			**Normas Oficiales Mexicanas**
	Exposición aguda		**Exposición crónica**	
	Concentra-ción y tiempo promedio	**Frecuencia máxima aceptable**	**(Para protección de la salud de la población susceptible)**	
Ozono (O_3)	0.11 ppm (1 Hora)	1 vez cada 3 años	-	NOM-020-SSA1-1993
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm (8 Horas)	1 vez al año	-	NOM-021-SSA1-1993
Bióxido de azufre (SO_2)	0.13 ppm (24 Horas)	1 vez al año	0.03 ppm (media aritmética anual)	NOM-022-SSA1-1993
Bióxido de nitrógeno (NO_2)	0.21 ppm (1 Hora)	1 vez al año	-	NOM-023-SSA1-1993
Partículas suspendidas totales (PST)	260 $\mu g/m^3$ (24 Horas)	1 vez al año	75 $\mu g/m^3$ (media aritmética anual)	NOM-024-SSA1-1993
Partículas fracción inhalable (PM10)	150 $\mu g/m^3$ (24 Horas)	1 vez al año	50 $\mu g/m^3$ (media aritmética anual)	NOM-025-SSA1-1993
Plomo (Pb)	-	-	1.5 $\mu g/m^3$ (prom. arit. en 3 meses)	NOM-026-SSA1-1993

Fuente: Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 1994.

Estándares de calidad del aire de los Estados Unidos de América

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América (EPA) a través del Congreso de ese país, emitió las primeras enmiendas al Acta del Aire Limpio en 1970, para establecer dentro de un período de tiempo corto los Estándares de Calidad del Aire Ambiente (NAAQS, por sus siglas en inglés) y los Estándares Nacionales de Emisión para contaminantes peligrosos del aire; los datos que permitieron desarrollar estas enmiendas fueron resultado de estudios de exposición ocupacional y de estudios en laboratorio y no necesariamente de exposición ambiental a los contaminantes.

Recientemente la EPA revisó los estándares para ozono y PM10, modificando el primero a un valor promedio de 8 horas, y propuso el uso de un nuevo estándar para PM2.5. El 18 de julio de 1997, la EPA publicó las reformas a estos dos estándares; la revisión de las concentraciones fijadas en ellos obedeció principalmente a los efectos importantes que tienen sobre la salud de la población. Los estándares estadounidenses son en su mayoría similares a los de México y se muestran en la Tabla 4.2.

La EPA estima que con el cambio en los valores de estos contaminantes se estará protegiendo de efectos en la salud a 125 millones de habitantes, producto de la contaminación del aire, incluyendo la prevención de aproximadamente 15 mil muertes prematuras y 350 mil casos de asma por año.

En nuestro país, la Secretaría de Salud se encuentra actualmente revisando la normatividad sobre partículas suspendidas y evaluando la pertinencia de adoptar una norma de PM2.5 en un futuro próximo.

Tabla 4.2. Estándares Primarios de calidad del aire ambiente de los E.U.A.

Contaminante	**Valores límite (Concentración y tiempo promedio)**	**Criterio de cumplimiento**
Ozono (O_3)	0.12 ppm* (1 hora)	1 excedencia en promedio sobre 3 años
	0.08 ppm (8 horas)	La 4ª mayor excedencia diaria, promedio sobre tres años
Monóxido de carbono (CO)	9 ppm (8 horas)	1 vez al año
	35 ppm (1 hora)	1 vez al año
Bióxido de azufre (SO_2)	0.14 ppm (24 horas)	1 vez al año
	0.03 ppm (Promedio anual)	
Bióxido de nitrógeno (NO_2)	0.053 ppm (Promedio anual)	
Plomo (Pb)	$\mu g/m^3$ (Promedio trimestral)	1 vez al año
Partículas fracción inhalable (PM10)	150 $\mu g/m^3$ (24 horas)	99% percentil de la distribución anual, promedio sobre 3 años
	50 $\mu g/m^3$ (Promedio anual)	Promedio sobre 3 años
Partículas fracción respirable (PM2.5)	65 $\mu g/m^3$ (24 horas)	98% percentil de la distribución anual, promedio sobre 3 años
	15 $\mu g/m^3$ (Promedio anual)	Promedio sobre 3 años

Fuente: National Ambient Air Quality Standards.

* Continúa vigente en las áreas de "no-cumplimiento", hasta que cumplan con este estándar.

2. Efectos de los contaminantes

Por su origen, los contaminantes pueden clasificarse como primarios o secundarios. Los *contaminantes primarios* son aquellos que se emiten directamente a la atmósfera (óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, hidrocarburos, monóxido de carbono, entre otros). Los *contaminantes secundarios* se forman en la atmósfera por reacciones fotoquímicas, por hidrólisis o por oxidación (ozono, nitrato de peroxiacetilo, etc.).

Por el estado de la materia en el que se encuentran dichos contaminantes se clasifican como partículas o como gases. Las *partículas* son sólidos y líquidos finamente divididos que se pueden sedimentar, incluyen polvo, humo y cenizas. Los *gases* que incluyen también a los vapores, muchas veces son invisibles y a veces no se detectan con el sentido del olfato. Algunos de los contaminantes gaseosos más comunes son el monóxido de carbono, los hidrocarburos, el ozono, los óxidos de nitrógeno y los óxidos de azufre.

A diferencia de las partículas, los gases no sedimentan sino que tienden a permanecer en la atmósfera, y a transformarse en compuestos más simples o más complejos o a formar parte de los ciclos biogeoquímicos.

Los efectos que los contaminantes causan en la salud humana son diferentes y el grado de afectación puede variar dependiendo de la edad de las personas. A continuación se describen los efectos de algunos de los contaminantes criterio.

Ozono (O_3)

El ozono es el principal oxidante fotoquímico presente en la atmósfera, además del nitrato de peroxiacetilo, los alquil nitratos y otros compuestos más. En la naturaleza el ozono forma parte integrante de la composición química de la estratosfera, cumpliendo con la importante función de proteger a la superficie de la tierra de los rayos ultravioleta provenientes de la radiación solar. Sin embargo la presencia del ozono en la capa baja de la atmósfera (llamada troposfera), donde se desarrolla la vida de la mayoría de los organismos se debe a la transformación que sufren los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno por medio de reacciones fotoquímicas.

A pesar de que el ozono es un contaminante muy inestable, que se destruye con la misma facilidad con la que se forma, por breve que sea su permanencia, se ha demostrado a través de una gran cantidad de estudios, que es un agente irritante para el sistema respiratorio, que produce tos, flema, dolor al respirar e inflamación en el tejido pulmonar, reduciendo la capacidad de respuesta del mismo a agentes extraños. Además, reduce la capacidad respiratoria, disminuye también la capacidad mucociliar, lo que debilita las defensas naturales del aparato respiratorio. Por otra parte, se ha demostrado que las enfermedades respiratorias son más frecuentes en niños expuestos al ozono. Asimismo, se ha observado que durante episodios de contingencia ambiental con altas concentraciones de ozono, existe un incremento notable en el ausentismo escolar en niños a nivel preescolar y primaria (Romieu *et al*, 1995).[1]

Gong[2] considera que en personas saludables el ozono también causa problemas, pues hace que la respiración sea más difícil durante el trabajo y el ejercicio y causa irritación respiratoria general. Además puede marcar con una cicatriz los pulmones y causarles daño permanente. Se piensa que los síntomas de irritación tienden a desaparecer cuando se presentan exposiciones repetitivas al ozono. Sin embargo esta “atenuación de la respuesta" no es algo positivo, ya que el hecho de que no haya reacciones obvias a la exposición, no significa que el cuerpo se ha adaptado al mismo. Existen evidencias que muestran que la lesión pulmonar continúa aún durante la atenuación.

Un problema importante en la contaminación por ozono es el hecho de que los pulmones no terminan su desarrollo sino hasta que el individuo ha cumplido 18

[1] Romieu, I. (1995). Effects of urban air pollutants on emergency visits for childhood asthma in Mexico City. Am. J. Epidemiol.

[2] Gong, H. M. (1987). "Effects of ozone on exercise performance". Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.

años. Por consiguiente, los pulmones aún no desarrollados sufren un daño temprano que puede aumentar el riesgo de contraer una enfermedad respiratoria en la vida adulta.

Partículas (PST, PM10 y PM2.5)

Algunas de las acciones que dan origen a la contaminación por partículas son la destrucción de la vegetación, que a su vez causa la erosión del suelo; los incendios; algunos procesos industriales que generan gran cantidad de polvos; y actividades humanas que requieren la quema de combustibles como carbón, leña y derivados del petróleo. La inadecuada disposición de la basura y el fecalismo al aire libre también son emisores importantes de microorganismos, quistes, esporas, polen, etc., que pueden estar adheridos al polvo. Tomando en cuenta lo anterior, es necesario atacar estos problemas directamente para disminuir la contaminación por partículas suspendidas.

Dependiendo de su tamaño, las partículas pueden flotar o sedimentar. Las partículas que se mantienen flotando se conocen como partículas suspendidas totales o PST.

Las partículas cuyo diámetro es menor o igual a 10 µm se conocen como partículas de fracción inhalable o PM10, las cuales pueden estar formadas por aerosoles, polvos, metales, productos de combustión, o bien microorganismos como protozoarios, bacterias, virus, hongos y polen que pueden causar diferentes tipos de enfermedades. Cuando las partículas son inhaladas no siempre son expulsadas por los sistemas de defensa del organismo, causando problemas en el sistema respiratorio.

La contaminación por partículas puede causar, a corto y a largo plazo, disminución de la función pulmonar, lo cual contribuye a la presencia de enfermedades crónicas respiratorias y a la muerte prematura.

La exposición a PM10 ha generado una gran preocupación en los últimos años, ya que con mayor frecuencia aparecen estudios que demuestran una asociación significativa entre la concentración ambiental de partículas de la fracción respirable y la mortalidad y morbilidad de la población. En forma consistente a través de muchos estudios se ha encontrado un 3% de incremento en la mortalidad normal diaria por cada 10 $\mu g/m^3$ en PM10 a partir del valor de la norma. Siendo la asociación más significativa con cánceres cardiopulmonares y de pulmón. Es de especial preocupación el hecho de que parece no existir una concentración mínima en la cual ya no se detecten impactos en la salud.

Las asociaciones entre mortalidad y contaminación tienden a ser más fuertes cuando el parámetro a comparar son las partículas PM2.5, también llamadas partículas

finas o partículas de la fracción respirable. Estas partículas tienen una mayor penetración en el sistema respiratorio y por lo tanto son más dañinas a la salud. Por su tamaño (situación en el rango de longitud de onda de la luz) interfieren con la dispersión de la luz contribuyendo a la disminución de la visibilidad. Un 40% de estas partículas son retenidas en los bronquios y en los alvéolos, causando síntomas respiratorios agudos, incluyendo cuadros severos de dolor y accesos de tos. Las partículas fracción PM2.5 pueden ser emitidas directamente a la atmósfera o bien formarse en ésta como producto de reacciones fotoquímicas y procesos físicos.

Plomo (Pb)

El plomo no sólo se descarga al medio de manera natural, como por ejemplo en la erosión del suelo o en emanaciones volcánicas, sino también por fuentes antropogénicas. En este último caso, durante su extracción, fundición, refinación, el procesamiento de minerales no ferrosos y la combustión de combustibles fósiles, siendo este último punto la principal fuente de emisiones ya que, el aumento de la concentración de plomo en la atmósfera se debe principalmente a la introducción de compuestos orgánicos de plomo, usados como aditivos antidetonantes para gasolina. En México, a finales de 1997 se dejó de suministrar gasolina con plomo.

El plomo que se origina a partir de los combustibles de automóviles se asocia con partículas igual o menores a 1 μm de diámetro. Estas partículas pueden alcanzar fácilmente la región interior del pulmón, donde el plomo se encuentra disponible para introducirse en el torrente sanguíneo. Una vez en la sangre, se distribuye en todos los tejidos y órganos del cuerpo, llegándose a almacenar en los huesos, hígado, corteza y médula renales, así como en el cerebro y tejido graso. Los principales sistemas del cuerpo humano que se ven afectados por la intoxicación con plomo son el hematopoyético, el renal, el nervioso central y el sistema nervioso periférico.

Los síntomas de la intoxicación crónica se presenta por la absorción de óxidos, carbonatos y otros compuestos solubles en agua a través del tracto digestivo. Existen pruebas de que los niños con niveles elevados de plomo en la sangre tienen un desarrollo mental restringido y una incidencia mayor de alteraciones en su comportamiento; los efectos se atribuyen a la inhibición irreversible del desarrollo del sistema nervioso. La intoxicación aguda suele resultar de la inhalación de tetraetilo de plomo el cual es altamente volátil y liposoluble. Los síntomas de intoxicación aguda pueden ser: diarrea, cólico, náuseas, vómito, lasitud, insomnio, convulsiones y dolor de cabeza (California Air Resources Board, 1983).[3]

El plomo atmosférico tiene una gran importancia debido a que es una fuente de exposición por inhalación para los seres vivos y, al igual que otros contaminan-

[3] California Air Resources Board (1983). "How Air Pollution Demages Health".

tes, llega a otras regiones por la acción del viento depositándose en el suelo, en el agua y en la vegetación.

Hidrocarburos (HC)

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos que en su estructura química contienen carbono e hidrógeno. Muchos componentes de la gasolina y otros derivados del petróleo son hidrocarburos los cuales, por procesos fotoquímicos, reaccionan con los óxidos de nitrógeno para formar nitrato de peroxiacetilo y ozono, entre otros compuestos.

Algunos tipos de hidrocarburos son tóxicos, otros no y muchos de ellos no representan un potencial significativo para afectar la salud en forma adversa; sin embargo, debido a que contribuyen a la formación de ozono, se consideran como contaminantes importantes.

Los hidrocarburos aromáticos son agentes cancerígenos potenciales. Existen estudios que indican que algunos de estos hidrocarburos se forman durante la combustión incompleta de casi cualquier material orgánico, incluyendo grasas, carnes, café, azúcar, hule y humo de cigarro.

Las fuentes antropogénicas de hidrocarburos pueden ser variadas. El transporte emite una gran cantidad de ellos, en tanto que el consumo de combustibles en fuentes estacionarias ocupa un lugar secundario. Por último se encuentran diversos procesos como las prácticas agrícolas y los tiraderos de basura que también contribuyen a la generación de estos contaminantes.

El transporte es considerado como la mayor fuente de emisión de hidrocarburos a la atmósfera debido a la combustión incompleta en los motores de los vehículos. Asimismo, las emisiones evaporativas en las maniobras de carga y descarga de combustible en gasolineras o en los grandes contenedores de almacenamiento contribuyen también a la emisión de hidrocarburos a la atmósfera.

Dentro de los hidrocarburos se encuentran los compuestos orgánicos volátiles (COV) como el benceno, xileno, tolueno, etilbenceno, propano y aldheídos, entre otros, los cuales son importantes como precursores de la formación de ozono y otros oxidantes; los compuestos orgánicos volátiles son motivo de especial preocupación debido a su alta toxicidad en los seres humanos. En México aún no se implanta un programa continuo y de amplia cobertura de análisis atmosférico de COV, ni tampoco se ha establecido una norma de calidad del aire para estos compuestos. En los Estados Unidos, a pesar de que se realizan mediciones de COV en muchas ciudades, no constituyen por sí mismos un parámetro de calidad del aire, debido a la diversidad de sus especies, de sus propiedades tóxicas y de su alta reactividad. A pesar de las dificultades para el establecimiento de normas para COV, algunos

de estos tóxicos como el benceno, el formaldehído, el acetaldehído y el 1,3-butadieno deberían analizarse periódicamente para identificar y prevenir problemas potenciales de salud ambiental.

Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es un gas sin color, sin sabor y sin olor, químicamente inerte en condiciones normales que, en bajas concentraciones, no produce ningún daño; sin embargo, en concentraciones superiores a la norma establecida para este contaminante, puede afectar seriamente el metabolismo respiratorio dada la alta afinidad de la hemoglobina por éste compuesto.

Las emisiones de CO en un área cerrada pueden causar la muerte por insuficiencia cardiaca o sofocación, ya que la absorción de CO se incrementa con la concentración en el ambiente, con el aumento del tiempo de exposición y con el incremento de la actividad física. La exposición a bajos niveles de CO, también puede causar daño a la salud cuando las personas están bajo medicación, consumen bebidas alcohólicas o se encuentran en lugares altos.

Se han realizado estudios que muestran que las concentraciones encontradas en microambientes como en las banquetas de calles de tráfico intenso, o en el interior de vehículos son mucho mayores que las concentraciones detectadas en las estaciones fijas de análisis continuo. Esto significa que, a pesar de que no se exceda la norma a nivel de la estación, puede haber un número considerable de personas que se vean expuestas a niveles peligrosos de este contaminante tal como se comprobó en dos estudios intensos realizados por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos, en las ciudades de Denver y Washington, D.C. (Akland et al, 1985).[4]

Óxidos de azufre (SOx)

El bióxido de azufre (SO_2) es un gas incoloro, no flamable y no explosivo, con un olor sofocante y es altamente soluble en el agua. Puede permanecer en la atmósfera entre 2 y 4 días. Durante este tiempo puede ser transportado a miles de kilómetros y formar ácido sulfúrico, el cual se precipita en forma de lluvia ácida en alguna otra región lejos de su origen.

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

[4] Akland, G.G.; Hartwell, T.D.; Johnson, T.R.; Whitmore, R.W. (1985). "Measuring human exposure to carbon monoxide in Washington, D.C., and Denver, Colorado, during the winter of 1982-1983". Environ. Sci. Technol. 19: 911-918.

En una atmósfera con partículas suspendidas el efecto dañino de los óxidos de azufre se incrementa, ya que el bióxido y el ácido sulfúrico paralizan los cilios del tracto respiratorio, las partículas de polvo penetran en los pulmones arrastrando también los compuestos azufrados, originando entonces graves daños, e incluso la muerte. Se ha comprobado que el componente ácido de las partículas estuvo implicado en la mortalidad de los episodios registrados en Londres en los años 40s y 50s.

En las plantas, el SO_2 ocasiona daños irreversibles en los tejidos, sobre todo en días soleados. Por otro lado, el ácido sulfúrico ataca los materiales de construcción como el mármol, la cantera, la cal y el mortero. Muchos de los monumentos, edificios, esculturas e iglesias se han deteriorado por esta causa. El ácido sulfúrico también daña las telas como el algodón, el lino, el rayón y el nylon. Las bibliotecas también tienen problemas a causa de este compuesto ya que las hojas de los libros se tornan amarillas, por la misma causa los artículos de piel se resecan y los metales se corroen.

La fuente principal de emisión de óxidos de azufre son los combustibles fósiles que contienen azufre. Por consiguiente, las fuentes fijas que consumen combustibles con alto contenido de azufre son la causa principal de la emisión de azufre a la atmósfera.

La contaminación del aire tiene efectos globales y regionales, es decir, no se restringe únicamente a las grandes ciudades. La lluvia ácida es un ejemplo y se origina cuando las emisiones de óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno reaccionan con el vapor de agua y con ayuda de la luz solar se convierten en ácido sulfúrico y ácido nítrico. Estos compuestos se depositan en la superficie de la tierra como aerosoles y partículas (deposición seca) o como lluvia, granizo y rocío (deposición húmeda). Los contaminantes pueden emitirse en un punto y permanecer ahí por días, hasta que el viento los arrastra grandes distancias y caen en áreas que pueden ser impactadas de acuerdo al grado de sensibilidad del ecosistema.

Óxidos de nitrógeno (NOx)

El nitrógeno forma siete diferentes óxidos, de los cuales sólo el óxido nítrico (NO) y el bióxido de nitrógeno (NO_2) se presentan como contaminantes importantes del aire. Los NOx que se forman durante la combustión son el producto de la oxidación de nitrógeno atmosférico, o bien de la oxidación del nitrógeno orgánico del combustible. En el primer caso, la producción de NOx se favorece a medida que aumenta la temperatura y, resultado de esta dependencia, la producción de NO y NO_2 es función también de la relación aire/combustible en la mezcla. El bióxido puede formar ácido nítrico y ácido nitroso en presencia de agua. Ambos pueden precipitarse junto con la lluvia o combinarse con el amoníaco de la atmósfera para formar nitrato de amonio.

El óxido nítrico al igual que el monóxido de carbono, puede combinarse con la hemoglobina de la sangre reduciendo su capacidad de transporte de oxígeno.

El bióxido de nitrógeno irrita los alvéolos pulmonares. Estudios de salud ocupacional muestran que este gas puede ser fatal en concentraciones elevadas. En contraste con el ozono, el NO_2 puede ser más abundante en interiores que en el exterior, esto se debe a que una fuente de este contaminante son las estufas de gas L.P. y los quemadores o calderas industriales que utilizan el mismo combustible.

Los óxidos de nitrógeno generan, junto con los hidrocarburos, contaminantes de tipo secundario, la llamada contaminación fotoquímica, cuyo principal componente es el ozono (O_3). Los óxidos de nitrógeno son producidos principalmente por los transportes y por el consumo de combustibles en la industria y en la generación de energía.

Benceno

El benceno es un compuesto clasificado por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer como carcinógeno del Grupo 1, lo que significa que existe suficiente evidencia científica para probar una relación positiva entre la exposición al compuesto tóxico y el desarrollo del cáncer. Más específicamente, se ha encontrado que los trabajadores expuestos al benceno tienen una mayor probabilidad de desarrollar leucemia aguda que la población en general. Asimismo, se sabe que el benceno tiene efectos hematológicos, inmunológicos y sobre el sistema nervioso central.

En estudios de exposición ambiental realizados en Los Ángeles, se encontró que la principal fuente de exposición al benceno es el cigarro (39%) y la principal fuente de benceno en la atmósfera son las emisiones de los vehículos automotores (82%), así como las pérdidas evaporativas de hidrocarburos durante el manejo, distribución, almacenamiento y abastecimiento de gasolina. A pesar de que el contenido de benceno en la gasolina en México es relativamente bajo (menos del 2%), debido a su toxicidad y al alto consumo de este combustible, es necesario establecer estaciones de medición y realizar estudios de exposición para poder llevar a cabo un análisis de riesgo que indique el porcentaje de la población que se encuentra expuesta a niveles de concentración altos de este hidrocarburo en la cuenca atmosférica de Cd. Juárez.

Formaldehído

El formaldehído puede ser emitido por vehículos automotores o ser producido por reacciones fotoquímicas en la atmósfera. Las emisiones de formaldehído de origen vehicular se incrementan con el uso de gasolinas oxigenadas.

Está bien documentado el hecho de que el formaldehído ocasiona irritación ocular y nasal, irritación de las membranas mucosas, tos, náusea y alteraciones en la respiración. El formaldehído ha sido asociado con cáncer nasal y nasofaríngeo, principalmente en ambientes ocupacionales. La exposición al formaldehído debe reducirse no sólo por su probable efecto carcinógeno, sino también por su potencial para causar daño tisular. Algunos estudios epidemiológicos recientes sobre el formaldehído sugieren que el umbral para daño tisular es 1.0 $\mu g/m^3$; sin embargo, es muy difícil hacer una evaluación de riesgo formal del efecto como carcinógeno debido al limitado número de datos disponibles actualmente (Wark, K. *y Warner, C.,* 1994).[5]

Hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA)

Los HPA son un grupo de compuestos químicos que se forman durante la combustión incompleta de la madera y otros combustibles fósiles. Las concentraciones de estos compuestos pueden ser bastante altas en las emisiones de los vehículos que usan diesel. Uno de los HPA más conocidos es el benzo-α-pireno. Estos compuestos pueden ser absorbidos en el intestino y en los pulmones.

Existe bastante evidencia experimental que indica que los HPA son mutagénicos y carcinogénicos. Estudios específicos indican un riesgo mayor de desarrollar cáncer en personas ocupacionalmente expuestas a los HPA. Más específicamente, se ha encontrado que individuos que trabajan como conductores de camiones o mensajeros tienen un riesgo significativamente mayor de contraer cáncer de vejiga (Wark, K. *y Warner, C.,* 1994).

Recomendaciones de salud pública y vigilancia epidemiológica de la población

La medición de la calidad del aire en Cd. Juárez ha identificado niveles de contaminación elevados de ozono, partículas menores de 10 micrómetros y monóxido de carbono y aunque no alcanzan los niveles tan altos de otras ciudades del país, podrían representar un peligro potencial a futuro.

Desafortunadamente no se cuenta en Cd. Juárez con información que permita evaluar, si los hubiere, que daños estarían ocasionando la contaminación del aire. Por ello será necesario establecer un programa de vigilancia epidemiológica asociado a la contaminación, que permita contar con información actualizada y permanente de las condiciones de salud de la población.

---

[5] Wark, K. y Warner, C. (1994). Contaminación del Aire, Origen y Control. Limusa Noriega Editores, México D.F.

Un sistema de vigilancia de este tipo permite conocer el comportamiento de las patologías y síntomas relacionados con los contaminantes atmosféricos, tanto en los días con bajos niveles de contaminantes como en aquellos durante los cuales podrían presentarse contingencias ambientales. Así mismo, permite conocer la frecuencia y asociación de síntomas agudos tanto en días con valores bajos de contaminantes atmosféricos, que pueden servir como datos básales para ser comparados en el futuro, con los que pudieran tenerse durante contingencias ambientales. También permite conocer la frecuencia y asociación de algunas enfermedades respiratorias con las contingencias ambientales tanto en la población en general como en los grupos de alto riesgo, los niños, los asmáticos y los ancianos.

Como ejemplo de la información que se puede obtener de un sistema de vigilancia, a continuación (Tabla 4.3) se presentan los datos obtenidos durante la contingencia ambiental en la ciudad de México del 19 de enero de 1996 en la zona noroeste para un síntoma agudo, como lo es el dolor de cabeza y su asociación con ozono y PM10. Se observó que existe una evidente dosis/respuesta, en relación a las horas por arriba de la norma y la probabilidad de presentar dolor de cabeza, ya que hubo un aumento de hasta 30% cuando la norma se rebasó por más de cinco horas, siendo este aumento significativo. Un comportamiento similar se observó para PM10 y el dolor de cabeza, cuando la norma se rebasó por más de 10 horas se incrementó la probabilidad de tener dolor de cabeza en un 40%. Asimismo, cuando los promedios de PM10 estuvieron por arriba de la norma del mismo día y del día anterior a que se realizara la entrevista, hubo mayor probabilidad de tener dolor de cabeza.

Tabla 4.3 Dolor de cabeza y asociación con ozono y PM10

	Horas por arriba de la norma	**Razón de Momios**	**Intervalos de confianza 95%**
Ozono	1-2	1.0	0.8, 1.2
	3-4	1.2	1.0, 1.4
	5-6	1.3	1.1, 1.6
	≥ 7	1.3	1.1, 1.6
Partículas PM10	1-10	1.2	0.9, 1.7
	≥ 11	1.4	1.2, 1.7

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental, SSA, 1998

Finalmente, en la (Tabla 4.4) se enumeran una serie de recomendaciones y medidas para prevenir daños a la salud, producto de los contaminantes atmosféricos.

Tabla 4.4. Recomendaciones para prevenir daños a la salud como consecuencia de los contaminantes atmosféricos

Medidas generales de control para las fuentes antropogénicas

1. Mejoría y sustitución de los combustibles de los vehículos automotores.
2. Mejoría de la tecnología de los vehículos automotores.
3. Incorporación de tecnologías anticontaminantes en la industria y los servicios.
4. Instrumentos económicos para abatir la contaminación.
5. Inspección y vigilancia industrial y vehicular.
6. Creación de normas ambientales.

Medidas de salud

1. Establecer un sistema de vigilancia de los efectos en la salud.
2. Realización de estudios epidemiológicos.
3. Difusión de medidas que contribuyan a abatir los contaminantes atmosféricos.
4. Difusión de medidas preventivas en la población.

Personas de mayor riesgo debido a la exposición a contaminantes

1. Niños.
2. Ancianos.
3. Enfermos del corazón.
4. Personas con patología pulmonar y bronquial.
5. Fumadores.

Recomendaciones a la población en general y susceptible

1 Consumo de 5 raciones de verdura y fruta fresca del día, previamente lavada.
2. Evitar fumar o permanecer cerca de fumadores.
3. En invierno, permanecer en espacios interiores cerrando entradas de aire, abrigarse adecuadamente, no encender anafres para calentarse en espacios cerrados, evitar cambios bruscos de temperatura y prestar especial atención en niños y ancianos ante cualquier infección respiratoria por insignificante que parezca.
4. Tomar abundantes líquidos.

Fuente: Dirección General de Salud Ambiental, SSA, 1998

Efectos sobre los ecosistemas

Los contaminantes atmosféricos también causan daños a la vegetación: los daños a los bosques son muy importantes así como la disminución de la productividad en zonas agrícolas. Los daños se deben principalmente al efecto de la precipitación o lluvia ácida y a los oxidantes fotoquímicos. Una característica importante de estas formas de contaminación es que sus impactos van más allá de la escala local, afectando amplias regiones que en ocasiones rebasan las fronteras del país generador de los contaminantes.

Efectos en la atmósfera

Los contaminantes del aire afectan las condiciones atmosféricas provocando reducción de la visibilidad, formación de niebla y precipitación, disminución de la radiación solar y alteración de la temperatura y de la distribución de los vientos; además que en la actualidad se analizan los posibles efectos de algunos contaminantes del aire como por ejemplo, bióxido de carbono y partículas, sobre el cambio global del clima del planeta.

El efecto más evidente de contaminación sobre la atmósfera es la reducción de la visibilidad, que es el resultado de la absorción y dispersión de la luz que provocan las moléculas del gas y las partículas. La absorción de la luz de ciertas longitudes de onda por moléculas gaseosas y partículas son las responsables en algunas ocasiones de las diferentes tonalidades de la atmósfera. Sin embargo la dispersión de luz es el principal fenómeno responsable del deterioro de la visibilidad.

Además de este efecto, la contaminación del aire afecta los climas urbanos con un aumento de la formación de niebla y un decremento en la recepción de la radiación solar. Se ha observado que la frecuencia en la formación de niebla es mayor en las ciudades que en el campo a pesar del hecho de que la temperatura del aire tiende a ser más alta y la humedad relativa más baja en las ciudades que en el campo. La explicación de este comportamiento yace en el mecanismo de formación de la niebla. Con altas concentraciones de bióxido de azufre, las gotas de ácido sulfúrico formadas por la oxidación del bióxido sirven como núcleos de condensación para la formación de niebla. Además de este fenómeno, se ha asociado un aumento en las precipitaciones en aquellas áreas con alta concentración de partículas.

3. Otra normatividad mexicana en materia de calidad del aire

El Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, señala en el artículo 7° fracción IV, que es competencia de la Semarnap, la expedición de normas “para la certificación por la autoridad competente de los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes determinadas”; para tal efecto la Semarnap ha emitido las siguientes normas para el monitoreo ambiental, las emisiones de fuentes fijas, las características de combustibles y las emisiones de fuentes móviles:

Tabla 4.5. Fuentes fijas

Norma Oficial Mexicana	Niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera
NOM-039-ECOL-1993	Bióxido y trióxido de azufre y neblinas de ácido sulfúrico en plantas productoras de ácido sulfúrico.
NOM-040-ECOL-1993	Partículas sólidas y control de emisiones fugitivas provenientes de industrias productoras de cemento.
NOM-043-ECOL-1993	Partículas sólidas.
NOM-046-ECOL-1993	Bióxido de azufre, neblinas de trióxido de azufre y ácido sulfúrico en plantas productoras de ácido dodecilbencensulfónico.
NOM-051-ECOL-1993	Gasóleo industrial que se consume por fuentes fijas en la ZMCM.
NOM-075-ECOL-1995	Compuestos orgánicos volátiles provenientes del proceso de separadores agua-aceite en las refinerías de petróleo.
NOM-085-ECOL-1994	Humos, partículas suspendidas totales, óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno en fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles.
NOM-092-ECOL-1995	Requisitos de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo ubicadas en el Valle de México.
NOM-093-ECOL-1995	Eficiencia de laboratorio de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo.
NOM-097-ECOL-1995	Material particulado y óxidos de nitrógeno en los procesos de fabricación de vidrio en el País.
NOM-105-ECOL-1996 (Proyecto)	Partículas sólidas totales y compuestos de azufre reducido total provenientes de la fabricación de celulosa.
NOM-121-ECOL-1997 (Proyecto)	Compuestos orgánicos volátiles (COV's) provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías de la industria automotriz así como el método para calcular sus emisiones.
NOM-123-ECOL-1997 (Proyecto)	Máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COV's), en la fabricación de pinturas de secado al aire base solvente y para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos.

Tabla 4.6. Características de los combustibles

Norma Oficial Mexicana	Especificaciones de:
NOM-086-ECOL-1994	Combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.

Tabla 4.7. Fuentes móviles

Norma Oficial Mexicana	Niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes
NOM-041-ECOL-1996	Emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos en circulación a gasolina.
NOM-042-ECOL-1993	Hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos evaporativos provenientes del escape de vehículos en planta a gasolina o gas.
NOM-044-ECOL-1993	Hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humos provenientes de vehículos en planta a diesel.
NOM-045-ECOL-1996	Opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel.
NOM-047-ECOL-1993	Características de equipo y procedimientos de medición para la verificación de contaminantes en vehículos a gasolina, gas LP y gas natural.
NOM-048-ECOL-1993	Hidrocarburos, monóxido de carbono y humos en motocicletas a gasolina o gasolina-aceite.
NOM-049-ECOL-1993	Características de equipo y procedimiento de medición para la verificación de contaminantes en motocicletas a gasolina o gasolina-aceite.
NOM-050-ECOL-1993	Emisión de gases contaminantes provenientes de vehículos en circulación a gas LP o gas natural.
NOM-076-ECOL-1995	Emisión de gases contaminantes provenientes de vehículos nuevos en planta de peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.
NOM-077-ECOL-1995	Características de equipo y procedimiento de medición para verificar los niveles de opacidad en vehículos automotores que usan diesel.

Tabla 4.8. Monitoreo ambiental

Norma Oficial Mexicana	Método de medición y calibración de equipo para la determinación de las concentraciones de:
NOM-034-ECOL-1993	Monóxido de carbono.
NOM-035-ECOL-1993	Partículas suspendidas totales.
NOM-036-ECOL-1993	Ozono.
NOM-037-ECOL-1993	Bióxido de nitrógeno.
NOM-038-ECOL-1993	Bióxido de azufre.

4. Diagnóstico de la calidad del aire

Derivado de los compromisos internacionales del Acuerdo de la Paz, a partir de 1988, se estableció el Programa de Evaluación de la Calidad del Aire en Cd. Juárez, en donde se incluyó el establecimiento de una red de monitoreo, cuya operación inició en 1993 con equipos manuales para PM10, que se colocaron en cuatro zonas de la ciudad; posteriormente se adicionaron analizadores automáticos para monóxido de carbono y ozono. A mediados de 1996, se instaló otra estación en la zona noroeste incorporando monitores para los tres contaminantes. La red es actualmente operada por la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del Municipio de Juárez.

El sistema de monitoreo comprende las siguientes cinco estaciones: Club 20-30, Advance Transformer, Tecnológico de Monterrey, Planta Zenco, y Pestalozzi. En tres de ellas se miden ozono, monóxido de carbono y partículas fracción inhalable PM10 (Club 20-30, Advance Transformer y Tecnológico de Monterrey), y en los dos restantes (Planta Zenco y Pestalozzi) únicamente se muestrean las partículas PM10.

La estación 20-30 se encuentra entre las calles José Borunda e Ignacio Ramírez, Col. Partido Romero. La toma de muestra de aire se ubica a 5 metros de altura, en el estacionamiento de grava del Club 20-30. Se localiza a una distancia de 3 metros de una calle poco transitada (José Borunda), a 75 metros de la avenida de las Américas, y a 240 metros en línea recta del crucero de esta avenida con la avenida 16 de Septiembre (con alto flujo vehicular). El lugar tiene un uso de suelo mixto, habitacional-comercial, con 3 estadios a poca distancia (dos importantes que son el 20 de Noviembre y el Benito Juárez, y uno pequeño de beisbol); el auditorio Benito Juárez, de aproximadamente 7 metros de altura, tiene actividades de eventos vespertinos y nocturnos, y el parque recreativo Borunda presenta una alta afluencia de paseantes y puestos de venta de comida diariamente por las noches, y posee una moderada cubierta vegetal de pastos y árboles. Una barda de aproximadamente 2 metros de altura, separa el estacionamiento del Club del auditorio.

La estación Tecno se localiza en Av. Tomás Fernández No. 8945 y Av. de las Industrias, Parque Industrial Antonio J. Bermúdez, ubicada dentro de las instalaciones del Tecnológico de Monterrey en el área de estacionamiento. La toma de muestra

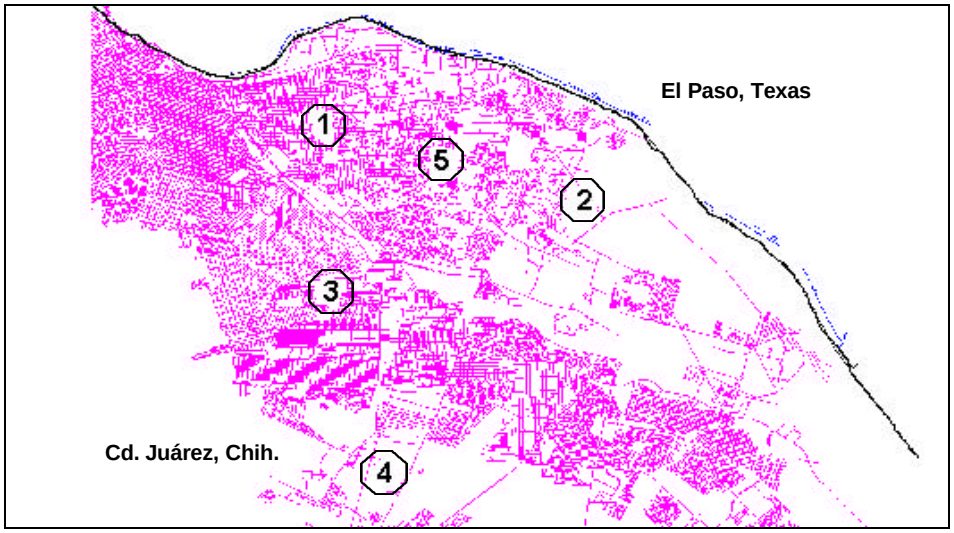
del monitor se encuentra a 5.5 metros de altura y a 345 metros de distancia del crucero de estas dos avenidas. La zona tiene un uso de suelo mixto, ya que confluyen el parque industrial con un área de integración ecológica, con campos de cultivo y la densidad habitacional es baja.

La estación Advance se encuentra en el predio de la compañía Advance Transformer, entre las calles El Cid y Magneto, Parque Industrial Juárez-Gema; el monitor se encuentra en la zona de estacionamiento a una altura de 5 metros. La estación se localiza a 180 metros de los márgenes de la colonia México 68, la zona ladrillera más densa de la ciudad; ésta es una zona industrial de maquiladoras, con un bajo flujo vehicular, y el que existe corresponde a operadores de las plantas y vehículos de transporte pesado.

La estación Pestalozzi se sitúa entre las calles Genovevo de la O. y Fray Marcos de Niza; la toma de muestra del monitor se encuentra a 6.1 metros de altura, en la azotea de una escuela de educación pre-escolar. Se sitúa a 100 metros de la calle Vicente Guerrero, que presenta un flujo vehicular escaso y lento, y a 150 metros de la calle Insurgentes, de tráfico moderado.

Finalmente la estación Zenco se encuentra entre la avenida Panamericana y la calle Roberto Fierro; está ubicada junto al campo de fútbol de la Industria Zenco de México, S.A. de C.V., con su toma de muestra a 3.7 metros de altura; el área es de carácter industrial, con una avenida (Panamericana) de importante tránsito pero de poco flujo vehicular por lo general, pero acentuado principalmente a las horas de entrada y salida laborales.

Figura 4.1. Localización de la red de monitoreo de la calidad del aire de Cd. Juárez



En la Figura 4.1 y Tabla 4.9 se muestra la localización y características de las estaciones de monitoreo de Cd. Juárez.

La información analizada es validada a través de métodos de control de calidad establecidos en guías publicadas por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América, de igual manera se lleva a cabo un proceso de calibración de los equipos de monitoreo, descartando las mediciones invalidadas obtenidas en estos lapsos de tiempo.

Tabla 4.9.Ubicación de las estaciones de monitoreo en Cd. Juárez

Estación	No.	Zona	Dirección	Uso de suelo	Contaminantes monitoreados
20-30	1	Noroeste	C. José Borunda e Ignacio Ramírez. Col. Partido Romero.	Habitacional/ comercial	O_3, PM10, CO
Tecno	2	Noreste	Av. Tomás Fernández N° 8945 y Av. de las Industrias. Parque Industrial Antonio J. Bermúdez.	Habitacional/ Industrial/ Agrícola	O_3, PM10, CO
Advance	3	Suroeste	Advance Tranformer Maquiladora. C. El Cid y Magneto. Parque Industrial Juárez-Gema.	Industrial	O_3, PM10, CO
Zenco	4	Sur	Panamericana y Roberto Fierro.	Industrial	PM10
Pestalozzi	5	Centro	Genovevo de la O. y Fray Marcos de Niza.	Habitacional/ comercial	PM10

En este apartado se presenta el análisis de la información de monitoreo generada por la red de monitoreo durante 1996 y 1997, años para los cuales se dispone de una mayor cantidad de datos para el conjunto de estaciones.

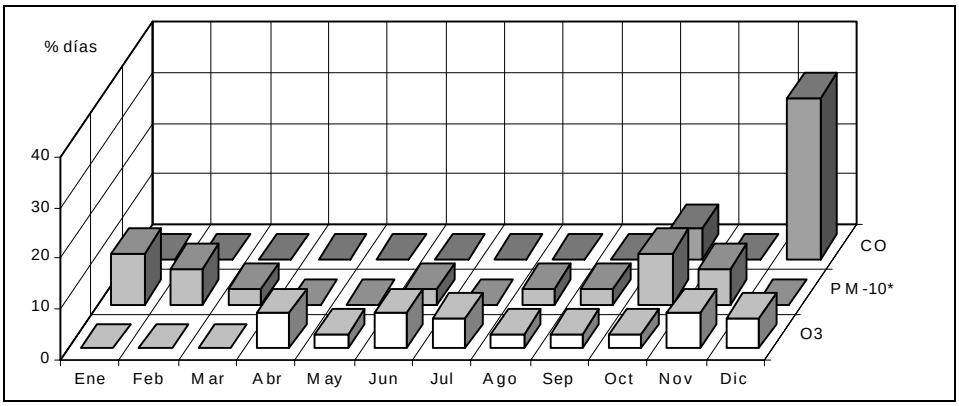
Tendencias de calidad del aire

En la Figura 4.2 se muestra el porcentaje de días y de muestreos en que ocurrieron violaciones a las normas de calidad del aire mensualmente para los contaminantes criterio monitoreados durante 1996. Destaca el comportamiento del monóxido de carbono que excedió la norma en el 32% de los días de diciembre en la estación Club 20-30. En el caso de las partículas fracción respirable (PM10), durante enero, febrero, octubre y noviembre se presentaron excedencias cercanas al 10% de los días del mes. En el caso del ozono las excedencias mensuales fueron menores al 10% y se presentaron de abril a diciembre.

La Figura 4.3 presenta el mismo análisis para 1997; se observa que el mayor porcentaje de días en que se presentaron violaciones a las normas de calidad del aire para monóxido de carbono fueron los meses de noviembre y diciembre con valores de 37% y 32%, respectivamente. En el caso de las partículas PM10, las frecuencias de violaciones a la norma respectiva fueron menores al de 1996. Al igual que las

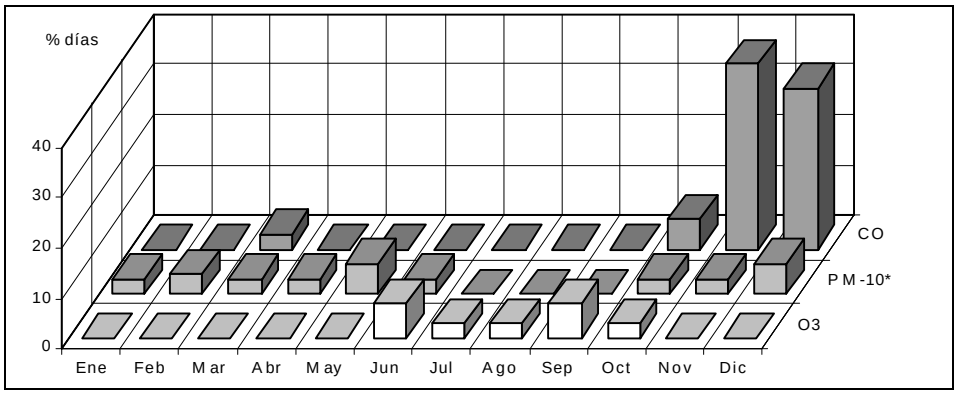
partículas, el ozono presentó durante este año menos excedencias con valores mensuales menores al 10% de los días, en esta ocasión estas excedencias se dieron sólo durante el verano y otoño, es decir de junio a octubre.

Figura 4.2. Porcentaje de días con violaciones a las normas por contaminante y por mes en Cd. Juárez, 1996



* % del total de muestreos realizados en el mes

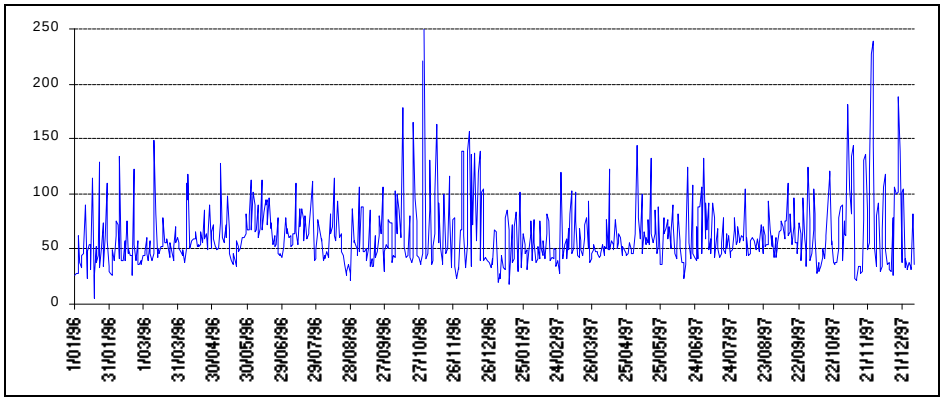
Figura 4.3. Porcentaje de días con violaciones a las normas por contaminante y por mes en Cd. Juárez, 1997



* % del total de muestreos realizados en el mes

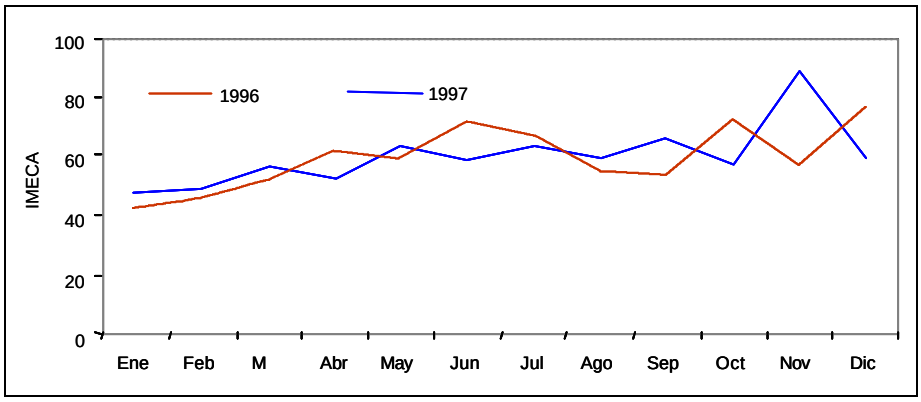
La Figura 4.4 presenta el valor máximo diario del IMECA en Cd. Juárez de enero a diciembre de los años 1996 y 1997. Se puede observar que durante los últimos meses del año (octubre, noviembre y diciembre) se registraron niveles superiores a los 150 IMECA, presentándose los valores máximos de 252 puntos IMECA en el mes de octubre de 1996 y de 239 IMECA en noviembre de 1997. Además se observa que todos los meses presentan cuando menos una excedencia a las normas de calidad del aire.

Figura 4.4. IMECA máximo diario en Cd. Juárez (enero a diciembre, 1996-1997)



En la Figura 4.5 se muestra el promedio mensual de IMECA máximo diario para 1996 y 1997. Se observa que en el periodo de enero a septiembre de ambos años se tuvo un comportamiento similar, caracterizado por valores promedios de entre 40 y 70 puntos IMECA. A partir de octubre se incrementan los niveles debido, entre otras causas probables, a las condiciones de dispersión desfavorables de la temporada fría de la zona, así como al incremento en el consumo de combustibles en esta época del año.

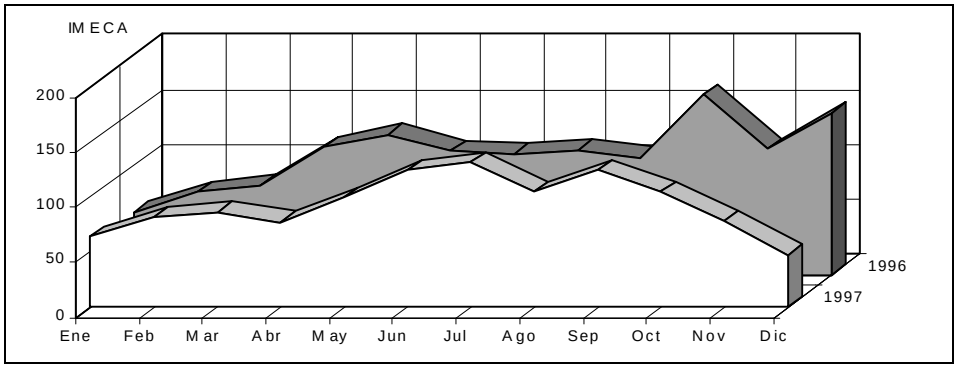
Figura 4.5. Promedio mensual de IMECA máximo diario en Cd. Juárez (1996-1997)



Con relación al número de días en que el ozono rebasó el valor de su norma, se tiene que fue de 14 (4% de los días) en 1996 y de 7 (2% de los días) en 1997, y solamente en una ocasión alcanzó un valor superior a los 150 puntos IMECA en 1996. La Figura 4.6 muestra el comportamiento de los valores IMECA máximos mensuales de ozono de enero a diciembre de 1996 y 1997, apreciándose un mayor número de valores elevados durante 1996 en comparación con 1997; además se observa que durante octubre y diciembre de ese año se presentaron

los máximos valores para este contaminante (165 y 148 puntos IMECA, respectivamente). En 1997 se presentaron valores que estuvieron siempre por debajo de los 135 puntos IMECA.

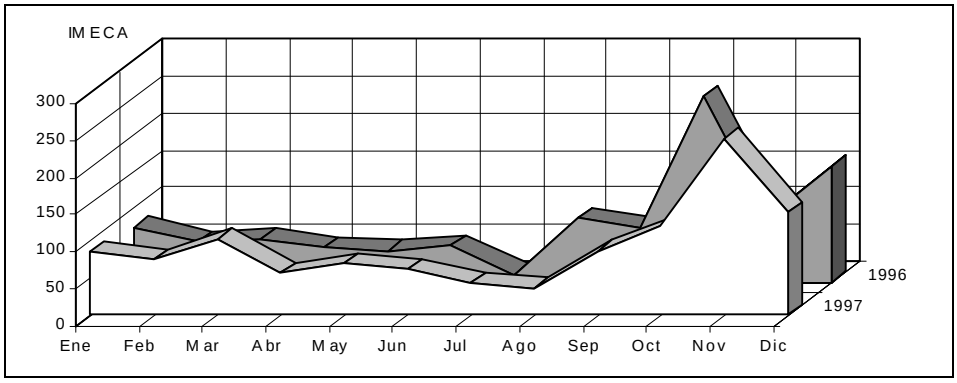
Figura 4.6. IMECA máximo mensual de ozono en Cd. Juárez, 1996-1997



En cuanto al comportamiento en el número de días por encima de los 100 puntos IMECA de monóxido de carbono durante 1996 y 1997, se tiene que se duplicó, pasando de 12 (3% de los días) a 24 (7% de los días). Las excedencias por arriba de los 200 puntos IMECA se presentaron con frecuencias similares para los dos años (2 días) y sólo se presentó un día de excedencia al valor de los 250 puntos IMECA durante 1996.

Por otra parte, como se muestra en la Figura 4.7, el monóxido de carbono presentó sus valores más elevados en los últimos meses del año (de octubre a diciembre) con un valor ligeramente superior a los 250 puntos IMECA en octubre de 1996 y de casi 240 puntos en noviembre de 1997. Para el resto de los meses el valor máximo es por lo general inferior a los 100 puntos IMECA.

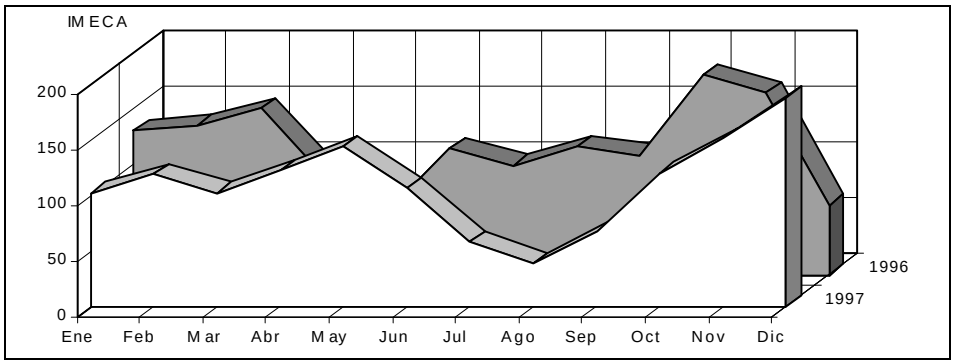
Figura 4.7. IMECA máximo mensual de monóxido de carbono en Cd. Juárez, 1996-1997



En el caso de las partículas PM10, los 100 puntos IMECA se excedieron en el 23 % de los muestreos durante 1996, y para 1997 el porcentaje disminuyó a un 18%. Cabe aclarar que debido a que el monitoreo de PM10 se hace con equipo manual marca Wedding, tomando en promedio muestras de 24 horas una vez cada 6 días, el número de mediciones al año es de alrededor de 61, valor que corresponde al 100% de las muestras realizadas. Si bien en términos del número de eventos las excedencias a la norma de PM10 es similar al del ozono, cuando se comparan el porcentaje que representan resulta mucho más elevado para las partículas finas (del orden del 20%). Por ello será muy importante incorporar a las estaciones de la red de monitoreo, equipo continuo para medir PM10, ya que este contaminante pudiera ser el de mayor relevancia en Cd. Juárez. Por otra parte, aunque en México no se cuenta con una norma de calidad del aire para las partículas menores a 2.5 micrómetros, es altamente recomendable iniciar su monitoreo en la cuenca Paso del Norte.

La Figura 4.8 indica que los valores máximos mensuales de las partículas fracción inhalable (PM10) alcanzan en ocasiones valores cercanos a los 200 puntos IMECA. En 1996 a excepción de abril, mayo, julio y diciembre, todos los demás meses se encuentran con valores superiores a los 100 puntos IMECA. Para 1997 sucede más o menos lo mismo presentándose todos los meses valores por arriba de los 100 puntos IMECA, a excepción de julio, agosto y septiembre.

Figura 4.8. IMECA máximo mensual de muestreos de partículas menores a 10 micrómetros en Cd. Juárez, 1996-1997



Comportamiento de los contaminantes por zona

En la Figura 4.9 se muestra el porcentaje de días en que se rebasó la norma de calidad del aire para ozono en cada una de las zonas monitoreadas en Cd. Juárez durante 1996 y 1997. En el diagrama se puede apreciar que en todas las zonas se rebasó la norma de calidad del aire para este contaminante, con frecuencias no mayores al 2% de los días del año. Las excedencias, disminuyeron de 1996 a 1997, a excepción de la zona noroeste que incrementó su valor a más del doble.

Figura 4.9. Porcentaje de días en que se rebasó la norma de calidad del aire de ozono durante 1996-1997

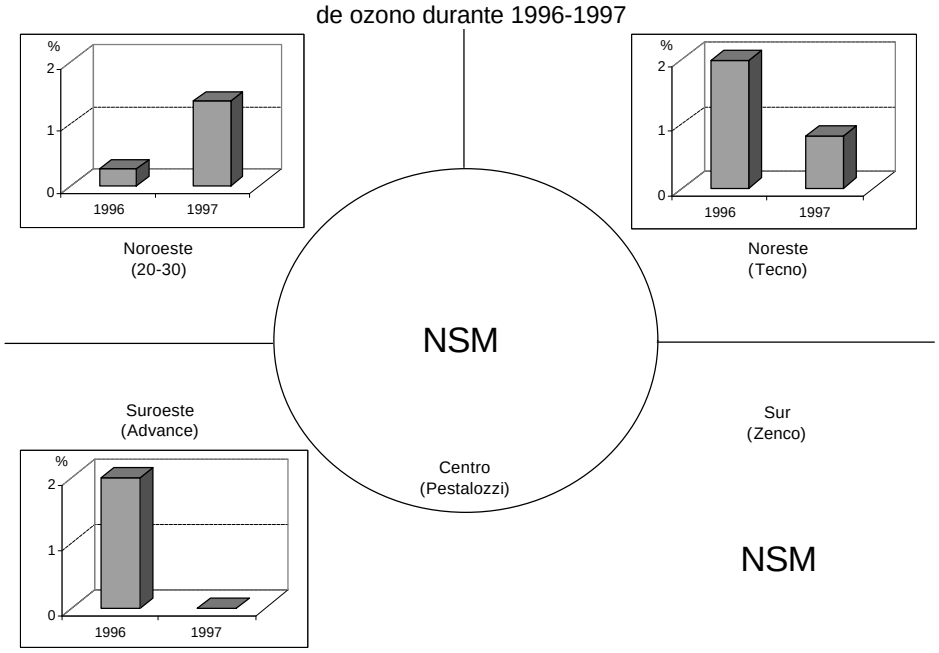
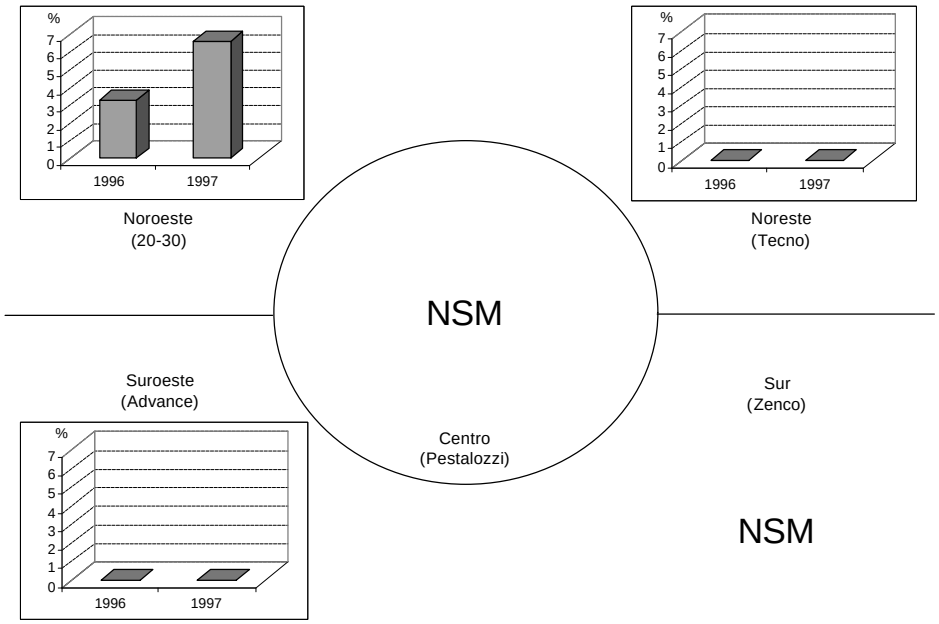


Figura 4.10. Porcentaje de días en que se rebasó la norma de calidad del aire de monóxido de carbono durante 1996-1997

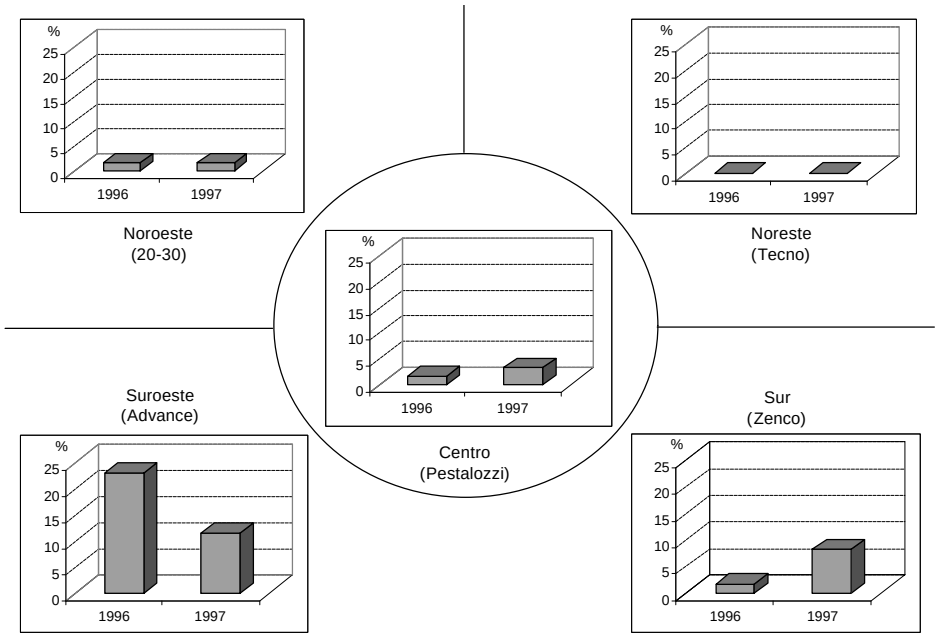


NSM = No se midió

En la Figura 4.10 se muestra el porcentaje de días que se rebasó la norma de monóxido de carbono en cada una de las zonas monitoreadas en 1996 y 1997. En el diagrama se puede apreciar que la zona que rebasa la norma de calidad del aire para este contaminante es la noroeste, incrementándose casi al doble de un año al otro (pasando de un 3% a un 7% de 1996 a 1997); esto podría ser debido a la ubicación de la estación (Club 20-30), ya que se encuentra cerca del "Parque Borunda", lugar comercial en donde confluye una gran cantidad de vehículos, además de la proximidad con la calle 16 de Septiembre que es una de las avenidas principales de Cd. Juárez, con tránsito vehicular durante las 24 horas del día.

La Figura 4.11 se muestra el porcentaje de días muestreados en que se rebasó la norma para las partículas en cada una de las zonas de la ciudad. La zona que con mayor frecuencia rebasa la norma de calidad del aire es la suroeste. En esta zona se empezaron a medir las PM10 en el segundo semestre de 1996, periodo durante el cual se rebasó la norma en un 20% de los muestreos. En 1997 el porcentaje fue de menos del 10% para muestreos realizados a lo largo de todo el año.

Figura 4.11. Porcentaje de días muestreados en que se rebasó la norma de calidad del aire para partículas fracción respirable durante 1996-1997



Funciona a partir de julio de 1996.

Las Figuras 4.12 a 4.16 presentan la frecuencia mensual de excedencias a la norma de cada contaminante por zonas. En estas figuras se puede observar que:

- La zona con mayores concentraciones de PM10 es la suroeste, seguida por la sur y la centro. En la zona suroeste hubo excedencias a la norma en 14 meses del periodo analizado; en las otras dos sólo ocurrieron en 2 y 6 meses respectivamente. Las excedencias se produjeron en su mayor parte en los meses de clima seco y frío.
- Por lo general las excedencias a la norma de ozono se dieron en los meses de junio a octubre, y se presentaron con mayor frecuencia en la zona noreste, sobre todo en 1996, y en menor grado en la suroeste y en la noroeste.
- El monóxido de carbono presentó excedencias a la norma únicamente en la zona noroeste, presentándose en los meses de clima seco y frío.

Figura 4.12. Porcentaje de días con violaciones a las normas zona suroeste (Estación Advance), 1996-1997

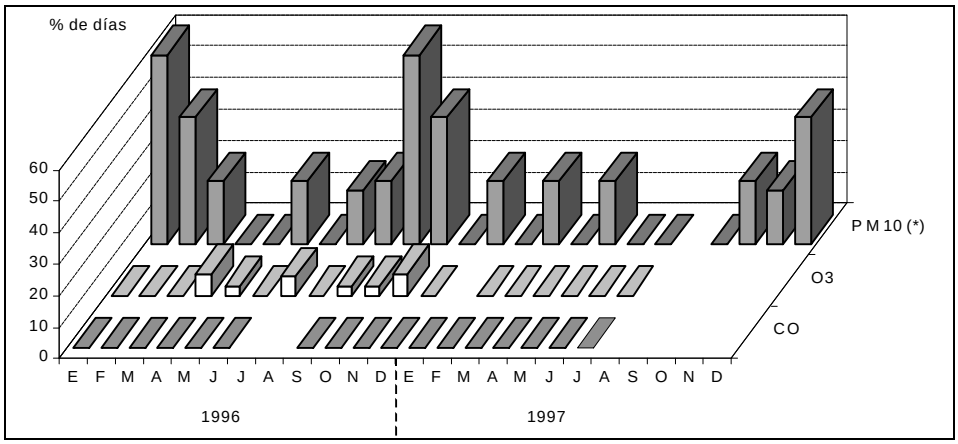
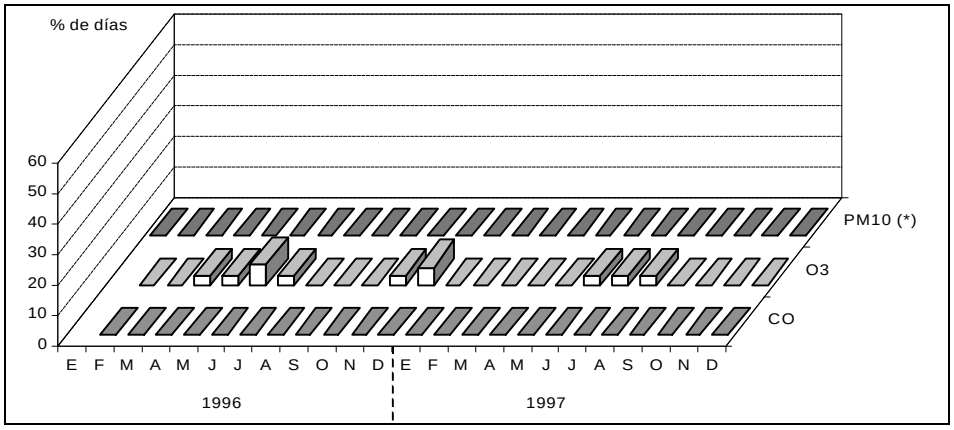
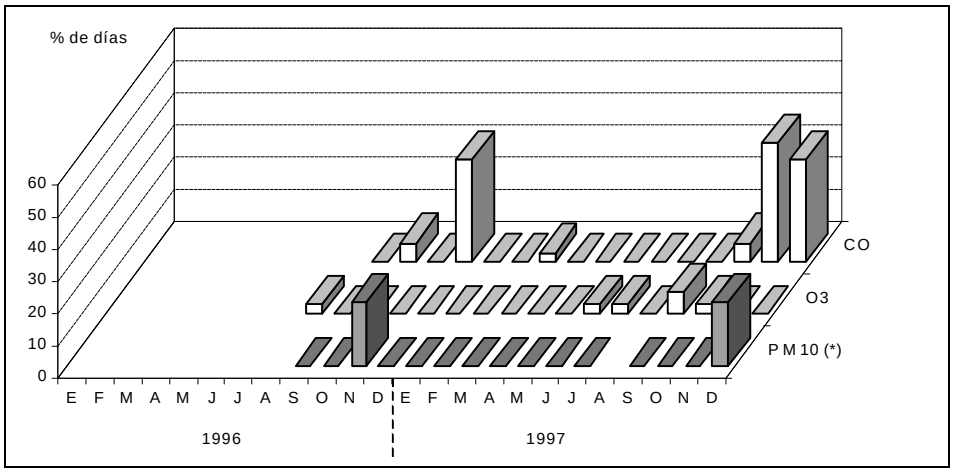


Figura 4.13. Porcentaje de días con violaciones a las normas zona noreste (Estación Tecnológico), 1996-1997



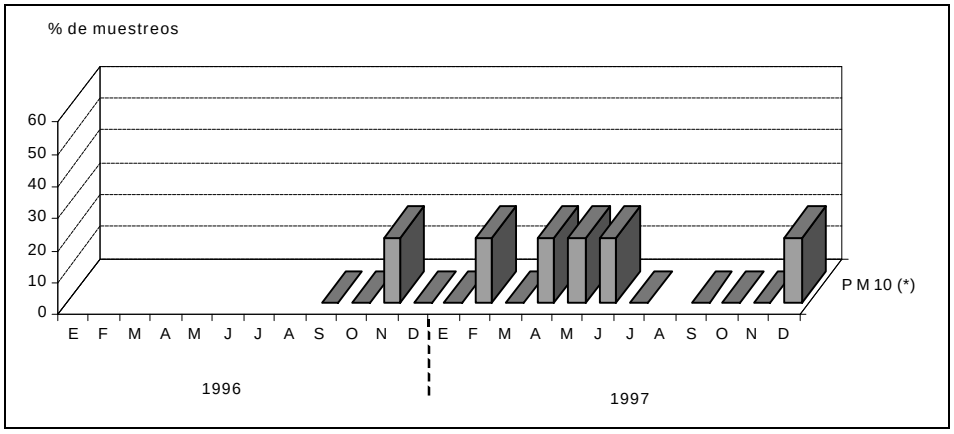
* % del total de muestreos realizados en el mes

Figura 4.14. Porcentaje de días con violaciones a las normas zona noroeste
(Estación 20-30),
1996-1997



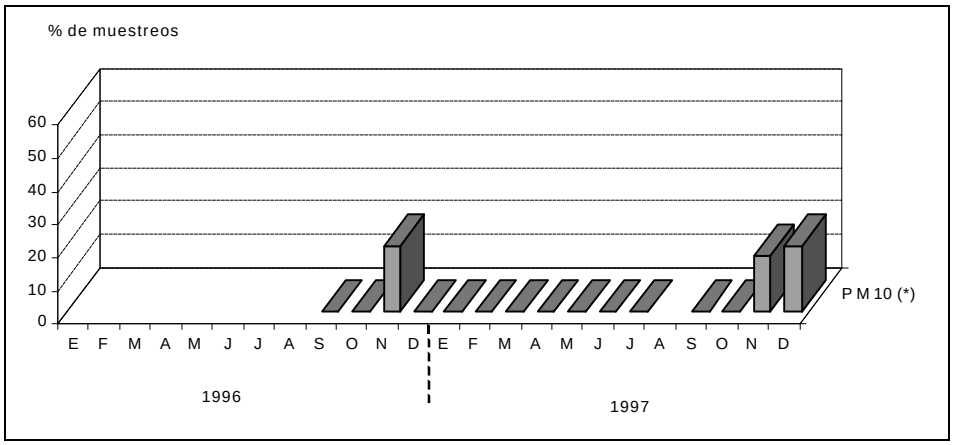
* % del total de muestreos realizados en el mes

Figura 4.15. Porcentaje de muestreos con violaciones a la norma de PM10 zona sur
(Estación Zenco),
1996-1997



* % del total de muestreos realizados en el mes

Figura 4.16. Porcentaje de muestreos con violaciones a la norma de PM10 zona centro (Estación Pesta), 1996-1997



* % del total de muestreos realizados en el mes

Variaciones horarias de ozono y monóxido de carbono

La concentración de cada contaminante medida a nivel del piso en un sitio determinado fluctúa en función de una serie de factores de la dinámica urbana (intensidad del flujo vehicular, actividad industrial y comercial, entre otras), de las condiciones meteorológicas cíclicas diarias y de su variación estacional, y de las características fisicoquímicas de los propios contaminantes. A continuación se describe el comportamiento horario durante 1997 para ozono y monóxido de carbono en las tres estaciones donde se miden estos contaminantes.

La Figura 4.17 se construyó con los datos horarios de ozono de 1997. Se observa que la naturaleza fotoquímica del ozono se manifiesta al incrementarse su presencia en función de la incidencia de la radiación solar. Las concentraciones de ozono se incrementan a partir de las 7:00 horas; alcanzando su valor máximo entre las 12:00 y las 14:00 horas, para luego descender hasta su valor más bajo a partir de las 19:00 horas. Se aprecia que este comportamiento se presenta de manera similar para las 3 estaciones monitoreadas.

Las Figuras 4.18 y 4.19 presentan la misma información separándola en 2 períodos. El primero que va de diciembre a mayo, comprendiendo la época invernal o fría, y el segundo de mayo a agosto que es la época más cálida en Cd, Juárez.

Por una parte se observa que comparando los valores, estos son mayores durante el verano en comparación con el resto del año; los valores más elevados se dan en la zona noreste (Tecno), y luego en la noroeste (20-30). En el invierno los valores son similares en las tres estaciones.

Figura 4.17. Variación horaria promedio del ozono en las estaciones Tecnológico, Advance Transformer y Club 20-30, durante 1997

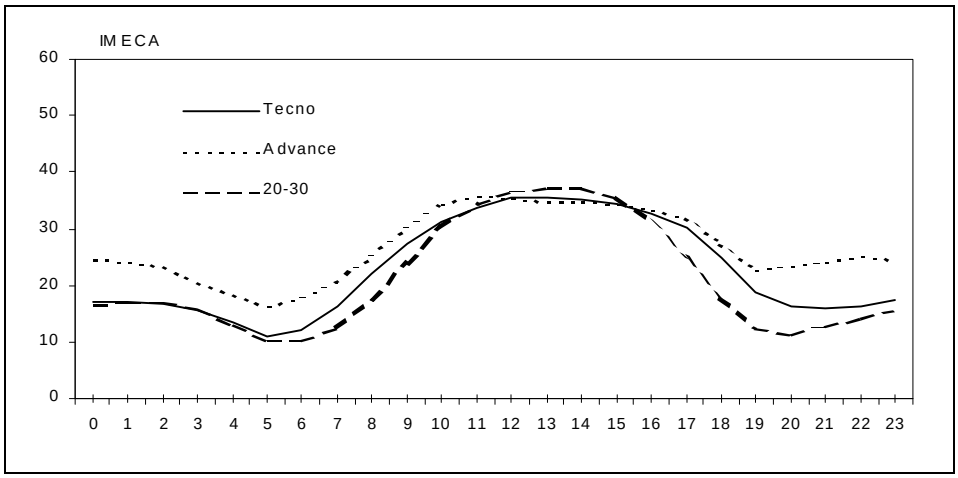
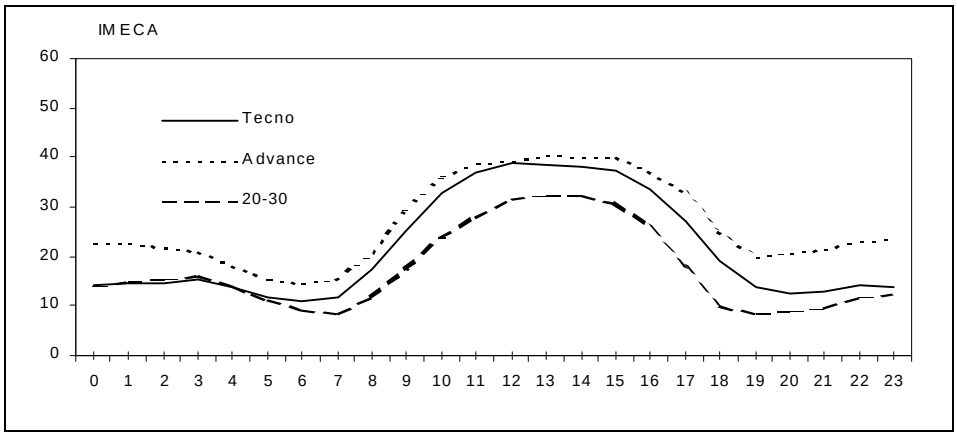


Figura 4.18. Variación horaria promedio del ozono en la estaciones Tecnológico, Advance y Club 20-30, de diciembre de 1996 a marzo de 1997



En el caso del monóxido de carbono, la Figura 4.20 indica que las concentraciones horarias de las 5 de la mañana a las 5 de la tarde son en promedio bajas (de alrededor de 10 puntos IMECA) y similares en las tres estaciones. A partir de las 18:00 horas de la tarde y durante la noche y la madrugada, la zona noroeste (Club 20-30) presenta un comportamiento diferente incrementándose los niveles a más del doble.

Figura 4.19. Variación horaria promedio del ozono en la estaciones Tecnológico, Advance y Club 20-30, de mayo a agosto de 1997

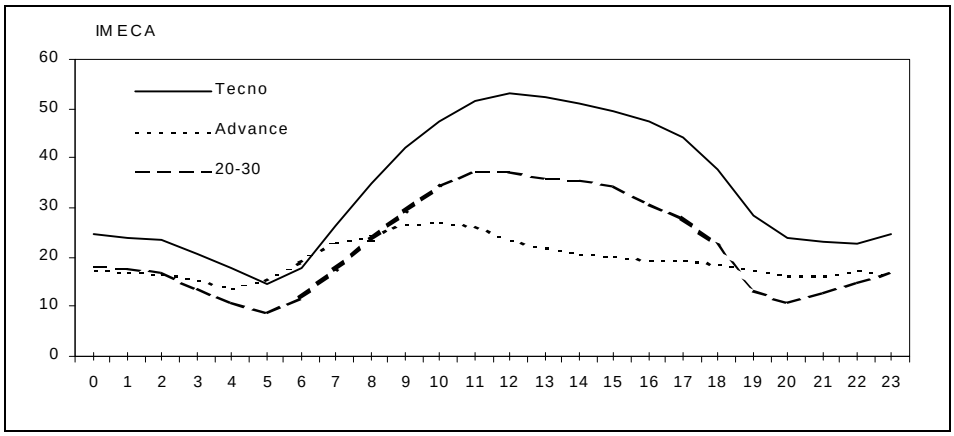
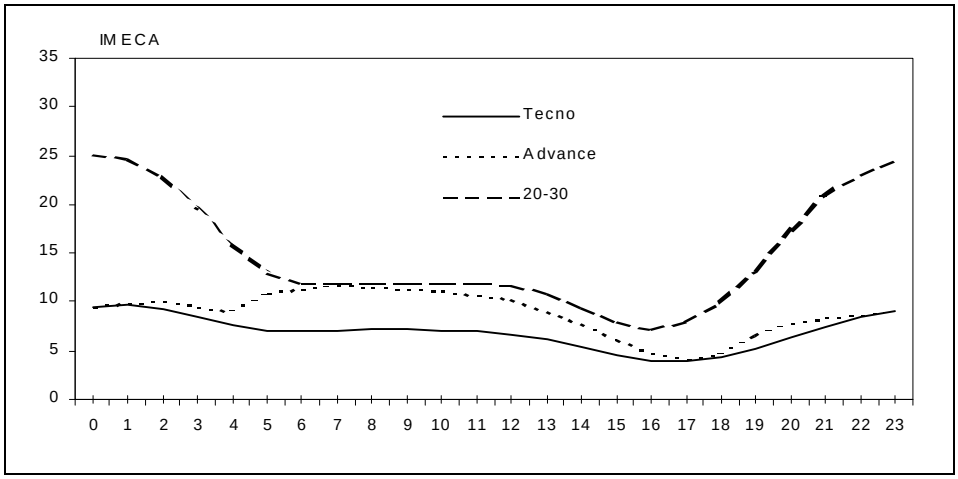


Figura 4.20. Variación horaria promedio del monóxido de carbono en las estaciones Tecnológico, Advance y Club 20-30, durante 1997



El comportamiento observado en la Figura 4.20, se analizó más a fondo cortando la información en períodos iguales a como se hizo para el ozono, es decir, de diciembre de 1996 a marzo de 1997, considerándola como la época de invierno, y de mayo a agosto de 1997 como la época de verano (ver Figuras 4.21 y 4.22).

La comparación de las Figuras 4.21 y 4.22 muestra que los niveles de CO son en general mayores durante el invierno y que el comportamiento ya descrito se da de manera más manifiesta en la zona noroeste, como consecuencia probablemente a la ubicación de la estación ya que cerca de ella por las noches fun-

cionan algunas taquerías y puestos de carne asada y es una zona en la cual existe un gran movimiento vehicular.

Figura 4.21. Variación horaria promedio de monóxido de carbono en la estaciones Tecnológico, Advance y Club 20-30, de diciembre de 1996 a marzo de 1997

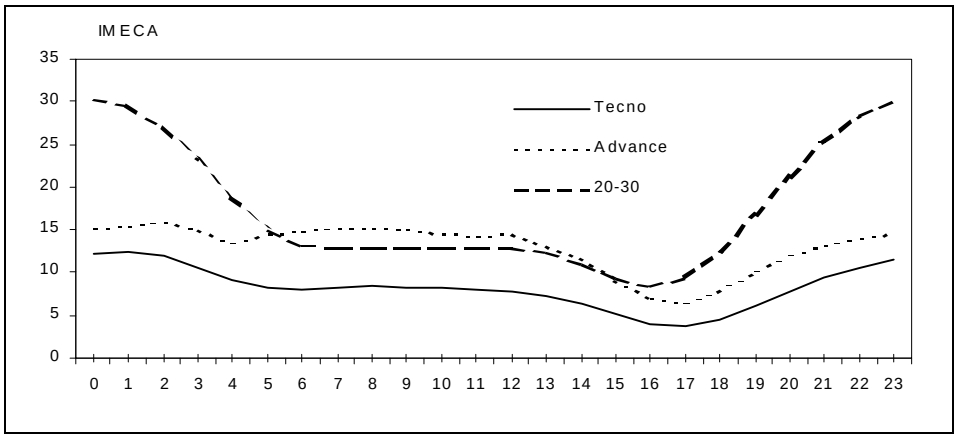
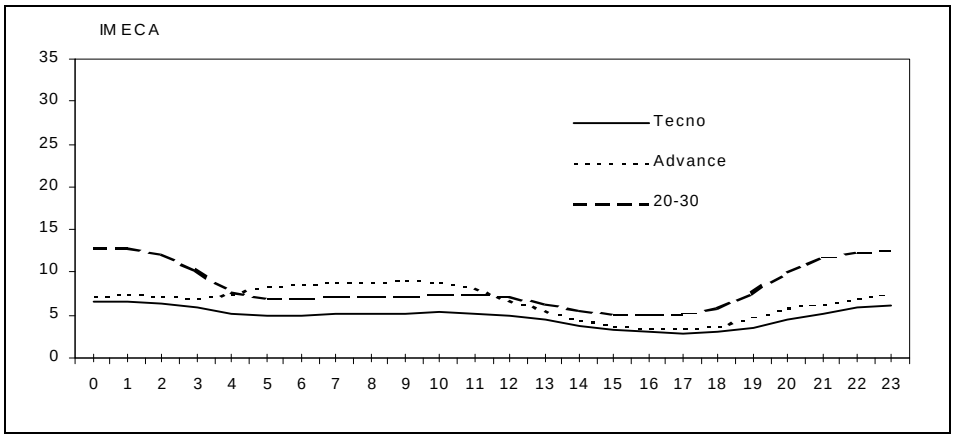


Figura 4.22. Variación horaria promedio de monóxido de carbono en la estaciones Tecnológico, Advance y Club 20-30, de mayo a agosto de 1997



Calidad del aire en Cd. Juárez y El Paso

Los datos que a continuación se describen corresponden a 1997, año para el que se tiene la base de datos más completa y confiable, lo que permite contrastar el cumplimiento de las normas en Ciudad Juárez con el cumplimiento de los estándares de calidad del aire en la ciudad hermana de El Paso, Texas.

Durante 1997 en El Paso se excedió en una ocasión el estándar de calidad del aire de monóxido de carbono y de ozono, y no se rebasó el estándar de las partículas PM10. En contraste, en Cd. Juárez se tuvieron 24 días con excedencia a la norma de monóxido de carbono, 7 días a la norma de ozono y 11 días a la de las partículas PM10. Estas cifras no pueden ser comparadas directamente, ya que por una parte existen diferencias en los valores normados y por otra los criterios para definir una excedencia no son iguales.

Sin embargo, por la magnitud y frecuencia de las excedencias en Ciudad Juárez, es posible aseverar que estas se deben a fuentes localizadas cerca de las estaciones de monitoreo, en particular aquellas que emiten partículas y monóxido de carbono.

Conclusiones sobre calidad del aire

De la información analizada para 1996 y 1997, se pueden establecer algunas conclusiones sobre la calidad del aire de Cd. Juárez:

- Actualmente en Cd. Juárez se rebasan las normas de calidad del aire en un 2% de los días del año para el ozono, en un 7% para el monóxido de carbono y en el 18% de los muestreos de las partículas finas PM10, y ocasionalmente se exceden los valores superiores a los 200 puntos.
- En el caso del monóxido de carbono, se destacó el incremento en el número de violaciones a la norma, pasando de 12 días en 1996, a 24 días en 1997. Los valores IMECA máximos registrados son del orden de 250 puntos.
- El período en que se incrementan los niveles de monóxido de carbono en Cd. Juárez es el invernal, probablemente debido al incremento en el uso de combustible para la calefacción, y a que las condiciones de dispersión son menos favorables durante esta temporada del año.
- El ozono presentó un menor número de días con excedencia a la norma de calidad del aire durante 1997, en comparación con 1996, pasando de 14 a 7 días. Este contaminante registra ocasionalmente valores de más de 150 puntos IMECA.
- Las partículas finas PM10 excedieron su norma de forma similar en 1996 y 1997 (14 y 11 días, respectivamente), si bien en términos del porcentaje de muestreos fuera de norma, las excedencias son del orden del 20%, lo cual resulta preocupante y hace urgente el que se instalen monitores continuos para este contaminante. Adicionalmente, las concentraciones máximas son cercanas a los 190 puntos IMECA.
- La situación que enfrenta Cd. Juárez en términos de contaminación atmosférica, aunque no es del todo grave, podría incrementarse con el tiempo, por lo que es necesario instrumentar medidas tendentes a mejorar la calidad del aire.
- Se observó que el comportamiento que ha tenido el monóxido de carbono en Cd. Juárez no pareciera del todo normal y que incluso pudiera ser factible que las es-

taciones no estén bien situadas, reflejando la influencia de fuentes de emisión cercanas. Por ello, será conveniente verificar que las estaciones están ubicadas adecuadamente o en su caso se determinen las causas que ocasionan este comportamiento aparentemente anómalo.

- Derivado de la variabilidad que presentan los datos de una estación a otra y de la cobertura que éstas tienen, será necesario conocer con precisión cuantas y donde hacen falta instalar estaciones de monitoreo, para que se obtenga información representativa de la calidad del aire de toda la cuenca atmosférica.
- Considerando que prácticamente se ha conjuntado información continua de un año, y que no todas las estaciones poseen monitores para todos los contaminantes, ésta no es suficiente para poder definir en este momento las tendencias del comportamiento de los contaminantes en la ciudad. Estas tendencias se podrán obtener cuando exista información de 5 a 10 años de monitoreo continuo. Por otra parte, para poder explicar de forma más completa el comportamiento de los contaminantes, será necesario contar con información meteorológica, de tal forma que se pueda sustraer el efecto de las variaciones climáticas que cambian de un año a otro.

4. Estudios sobre calidad del aire en Paso del Norte

A continuación se resumen los resultados obtenidos en investigaciones y estudios realizados en los últimos años para caracterizar las fuentes de contaminación y la situación de la calidad del aire en la región Paso del Norte. Especial atención se da a los estudios tendientes a lograr un mejor entendimiento de los procesos físicos y químicos que conducen a altas concentraciones de partículas finas y ozono. Igualmente se hace una breve descripción de los estudios que están en ejecución o por desarrollarse en el futuro próximo.

Estudio de saturación de PM10 en El Paso/Juárez (Kemp, 1990)[6]

Dado que la ciudad de El Paso había reportado excedencias a la norma estadounidense de calidad del aire para PM10 desde la promulgación de este estándar en 1987, la Texas Air Control Board (TACB) fue requerida para diseñar un Plan de Implementación Estatal (SIP por sus iniciales en inglés) para el control de éste contaminante en el área. Como consecuencia de este requerimiento, en diciembre de 1989 se llevó a cabo este estudio, que también representó la primera oportunidad de realizar un trabajo conjunto en ambos lados de la frontera. Los objetivos generales de este estudio fueron:

a) Caracterizar los niveles de PM10 en el área y responder las siguientes preguntas: 1) ¿Cuáles son las concentraciones de PM10 en las áreas de la

[6] Kemp, M. (1990). "El Paso/Juárez Saturation PM10 Study". Report No. 906-R-92-001. U.S. EPA Region 6. Dallas, Texas.

cuenca que no son regularmente muestreadas? y 2) ¿Está la actual red de monitoreo de PM10, caracterizando adecuadamente el aire ambiente?

b) Desarrollar los lineamientos y protocolos para la operación de un equipo portátil de monitoreo de PM10 en futuros estudios de corto plazo.

Entre los resultados más sobresalientes de este estudio se puede mencionar que conforme a las muestras de 3.5 horas tomadas en la primera quincena de diciembre de 1989, las concentraciones de PM10 registradas variaron entre 24 $\mu g/m^3$ en la vecindad de Sunland Park, cerca de la frontera entre Texas y Nuevo México, y 745 $\mu g/m^3$ en el oeste de Cd. Juárez. Los niveles de PM10 en la parte este de la cuenca fueron de aproximadamente 90 $\mu g/m^3$.

Las muestras de 22 horas tomadas el 11 de diciembre de 1989 fueron utilizadas para interpolar datos y generar un mapa de contornos para estimar las concentraciones en toda la cuenca. Conforme a dichas estimaciones, los mayores niveles de PM10 se observaron al sur del empalme entre las fronteras de Nuevo México, Texas y México.

Las conclusiones generales del estudio señalan que: a) los niveles más altos fueron encontrados regularmente a lo largo de ambos lados de la frontera, en las regiones que no son cubiertas por la red de monitoreo local, y b) la red de monitoreo de PM10 es marginal para la caracterización de este contaminante en la cuenca.

Patrones de viento en la región fronteriza de México-Nuevo México-Texas observados con Lidar (Barr *et al*, 1994)[7]

En colaboración con el Laboratorio de Ciencias Físicas de la Universidad Estatal de Nuevo México y otras instituciones, el Laboratorio Nacional de Los Alamos participó en una corta pero intensa campaña de campo, durante la primera quincena de septiembre de 1994, para estudiar los patrones de circulación del viento que contribuyen a la presencia de altos niveles de ozono en la región.

Algunos de los principales resultados obtenidos en este estudio indican que el crecimiento de la capa de mezcla, para los días analizados, puede ser descrito en tres etapas: i) de crecimiento lento, casi uniforme (200 m/h) desde las 8 de la mañana (hora de la montaña) hasta después del medio día, ii) de crecimiento intermedio (aproximadamente 400 m/h) con heterogeneidad convectiva hasta entrada la tarde, cuando la convección húmeda se inicia, y iii) de crecimiento vigoroso, cuya rapidez esta gobernada por la magnitud de la convección húmeda.

[7] Barr, S.; Buttler, W.F.; Clark, D.A.; Cottingame, W.B.; Eichinger, W.E. (1994). Lidar-observed wind patterns in the Mexico-New Mexico-Texas border region. Lidar Environmental Applications. Los Alamos National Laboratory. Los Alamos, New Mexico.

Por otra parte, el uso de los datos aportados por el sistema LIDAR permitieron visualizar algunas características de los patrones de transporte y dispersión. Así por ejemplo, se identificó que, al menos en los días analizados, los vientos dominantes en el área de Sunland Park fluyeron generalmente del suroeste.

De los resultados anteriores, los autores concluyen que la poca profundidad de la capa de mezcla combinada con los vientos del sur y del este probablemente sea la fuente de la nube café que se observa más adelante en el norte, cerca de Las Cruces. Así mismo, establecen que, dado que el ozono es producido como resultado de reacciones fotoquímicas con los óxidos de nitrógeno, y que el aire en la vecindad de Sunland Park generalmente no está estancado, el área que debe ser incluida cuando se consideren problemas de ozono en Sunland Park debe extenderse varios kilómetros al sur y al este, considerando que los problemas de ozono que se presentan en esta zona son producto de los contaminantes arrastrados a este lugar desde sitios distantes ubicados en estas direcciones.

Contaminación del Aire en época de invierno en El Paso-Cd. Juárez (Wayne *y* Hugh, 1995)[8]

Este reporte identifica y resume numerosos esfuerzos de investigación realizados desde los años 80s en Paso del Norte, destacando aquellos trabajos realizados bajo el patrocinio del Congreso Estadounidense y administrados por la Agencia de Protección Ambiental de este país. Los resultados resumidos de los estudios revisados delinean aspectos tales como la distribución espacial y temporal de los contaminantes y el potencial contaminador tanto de fuentes móviles como estacionarias ubicadas en ambos lados de la frontera.

La Tabla 4.10 indica los estudios considerados en esta revisión, lo mismo que las instituciones que los llevaron a cabo. De acuerdo con los autores, algunas de las principales conclusiones reportadas en estos trabajos son:

- Las fuentes industriales no son una fuente significativa de partículas en la región Paso del Norte.
- Los niveles de PM10 en la temporada de invierno, son mayores en las áreas centrales de Cd. Juárez y El Paso. En general se aprecia un gradiente de concentración que tiende a aumentar a medida que uno se mueve hacia Cd. Juárez.
- Las emisiones promedio de los vehículos en Cd. Juárez, son tres veces mayores a las emisiones promedio de los vehículos en El Paso.
- El kilometraje que recorren los vehículos en El Paso es tres veces mayor que el de los vehículos de Cd. Juárez.

[8] Wayne, E. y Hugh, W. C. (1995). Winter Air Pollution in El Paso-Cd. Juárez. A review of air pollution studies in an international airshed. Prepared by Environmental Characterization Department for the US Environmental Protection Agency. Region 6. Dallas, Texas. Air, Pesticides and Toxics Division. Report No. SAND95-0273. March.

- Los eventos de estancamiento (estabilidad atmosférica) en el invierno y el terreno complejo, limitan significativamente la dilución de los contaminantes en la región.
- En la temporada invernal, las concentraciones de PM10 en la región Paso del Norte alcanzan niveles que exceden la norma estadounidense de calidad del aire para este contaminante.

Tabla 4.10. Investigaciones sobre calidad del aire realizadas en Paso del Norte de 1983 a 1994.

Nombre del estudio	Instituciones participantes
Estudios de monóxido de carbono	Universidad de Texas en el Paso, 1983
Evaluación de partículas fracción respirable	Environmental Research and Technology, Inc. 1983
Base de datos de calidad del aire	Radian Corporation, 1983
Estudio de microscopía cuantitativa en El Paso	Energy Technology Consultants, 1983
Estudio con LIDAR	Environmental Monitoring Systems Laboratory, 1989
Estudio de visibilidad y vientos en altura	Universidad de Texas en el Paso, 1989
Estudio de saturación de PM10	EPA región 6, 1989
Estudio de la presión de vapor de la gasolina en Cd. Juárez	SEDESOL y otros, 1990
Investigación sobre la mutilación de dispositivos de control de emisiones	Universidad Estatal de Colorado, 1990
Inventario de emisiones de Cd. Juárez	Alliance Technologies y otros, 1990
Estudio de corto plazo sobre partículas en el invierno	Texas Air Control Board, Sandia National Laboratories, 1990
Evaluación y recomendaciones del plan de modelación de PM10	Systems Application International, 1991
Desarrollo de un Plan de Implementación Estatal para PM10	Texas Natural Resource Conservation Commission, 1991
Estudio de emisiones industriales en Cd. Juárez	EPA-SEDESOL, 1992-93
Estudio de emisiones vehiculares con sensor remoto	Universidad de Denver, 1993
Revisiones del MOBILE5	Energy and Environmental Analysis Inc, 1993
Caracterización de la flota vehicular de Cd. Juárez	Texas Transportation Institute, 1993
Estudio sobre las ladrilleras de Cd. Juárez	El Paso Natural Gas Co./FEMAP, 1993
Emisiones contaminantes provenientes de calentadores residenciales	Universidad de Utah, 1993
Colección de datos sobre temperatura y viento en altura	Universidad de Texas en El Paso, 1993
Uso de combustibles oxigenados en Cd. Juárez-El Paso	SEDESOL y Otros, 1993
Otras actividades	Paso del Norte Air Quality Task Force, 1993
Comparación de los programas de inspección y mantenimiento en Cd. Juárez y El Paso	Paso del Norte Task Force, 1994
Sesión de transferencia de tecnología con técnicos de inspección y mantenimiento	Universidad Estatal de Colorado, 1994

- El carbón es uno de los principales constituyentes de los aerosoles de partículas finas, gruesas y PM10 en la región.
- Las fuentes de combustión de biomasa y las partículas provenientes de la capa superficial del suelo representan, en conjunto, cerca del 80% del total de las partículas PM10 medidas durante el invierno en la región Paso del Norte.

Estudio Piloto en el Paso del Norte sobre precursores de ozono y tóxicos en el aire (Tropp, 1996)[9]

La EPA elaboró este informe para planear el desarrollo de un estudio intensivo de monitoreo de precursores de ozono y tóxicos atmosféricos para el verano de 1996. Este estudio piloto realizado en 1995 tuvo como objetivos obtener información preliminar sobre las concentraciones de contaminantes y probar los métodos de muestreo y de análisis que serían usados en el estudio principal a realizarse en el verano de 1996.

Para desarrollar este estudio se seleccionaron dos sitios, uno en Cd. Juárez y otro en El Paso. El sitio de El Paso se localizó en la estación de monitoreo de Sun Metro y la de Cd. Juárez en la estación de monitoreo Tecnológico. El resultado final consistió en la identificación y selección de los métodos de muestreo y análisis para las especies químicas presentes en el aire de la cuenca atmosférica binacional.

Plan operativo para la colección de datos con fines de modelación en El Paso-Cd. Juárez-Sunland Park (Roberts, et al. 1996)[10].

Bajo la consideración de que era necesario atender con mayor énfasis la problemática del ozono troposférico en el área de El Paso-Cd. Juárez-Sunland Park, puesto que la mayoría de los estudios realizados a la fecha se habían centrado en la colección de datos de partículas PM10 y monóxido de carbono, la EPA patrocinó un estudio de campo encaminado a la colección de datos suficientes para apoyar las actividades de modelación en la región, teniendo como objetivo final la obtención de un modelo de la calidad del aire que estuviera validado para una variedad de condiciones meteorológicas y que, en este sentido, pudiera ser usado para evaluar el efecto potencial de futuros escenarios.

En este contexto se ubicó el diseño del plan operativo para la colección de datos y una de las tareas más importantes desarrolladas para elaborar dicho diseño consistió en la revisión de toda la información generada por estudios previos realizados en la zona. Con dicha revisión se logró hacer una caracterización estadística de las altas concentraciones de ozono, una descripción general de la calidad del aire (incluyendo estadísticas básicas sobre cómo, cuándo y con qué frecuencia ocurrían los episodios de ozono), una primera caracterización de los fenómenos meteorológicos y de calidad del aire asociados con episodios de ozono y una caracterización preliminar de los compuestos orgánicos volátiles presentes en el área.

---

[9] Tropp, R. (1996). Paso del Norte Pilot Border Study of Ozone Precursors an Air Toxics. Draft final report. Prepared for the US Environmental Protection Agency. Region 6, Dallas, Texas. EPA contract 68-D3-0029. Work Assignment 2-105. February.

[10] Roberts, T.P.; Main, H. H.; Yocke, M. A. (1996). Operating Plan For Ozone Modeling Data Collection in El Paso-Cd. Juárez-Sunland Park. Final report STI-95370-1573-DFR. Prepared for EPA, Region 6. Dallas, Texas. EPA contract No. 68-D3-0030. Work Assigment No. 11-77.

Algunas de las principales conclusiones que se derivaron del análisis de la información anterior fueron: a) la mayoría de las excedencias a la norma de ozono se da en el periodo de junio a octubre, registrándose las mayores concentraciones en agosto; b) la acumulación de contaminantes en altura juega un papel importante en los eventos de alta concentración de ozono; c) el patrón de vientos en superficie varía significativamente; d) los perfiles diurnos de las alturas de mezcla probablemente juegan un papel importante en las altas concentraciones de ozono; e) la red de monitoreo requiere modificación o ampliación para caracterizar adecuadamente las concentraciones de los contaminantes; f) existe una escasez de estaciones de monitoreo que incluyan el monitoreo de NO y NO_X, y; g) es necesario caracterizar adecuadamente los compuestos orgánicos volátiles y los carbonilos presentes en el aire de la región.

Análisis de datos meteorológicos y de calidad del aire para el estudio de ozono en el Paso del Norte 1996 (Roberts *et al,* 1997)[11]

En este trabajo se hace el análisis de los datos meteorológicos y de calidad del aire colectados en el Paso del Norte durante el verano de 1996, con el objetivo de caracterizar los procesos meteorológicos y de calidad del aire que influencian la formación y transporte de los precursores de ozono y del ozono mismo en el área de estudio, así como proveer información sobre las condiciones iniciales y de frontera que deberán usarse durante la posterior modelación meteorológica y fotoquímica de la cuenca atmosférica.

Como resultado de este análisis se desarrolló un modelo conceptual sencillo de los episodios de alta concentración de ozono en dicha área. Un modelo conceptual es una descripción de los fenómenos y características más importantes que producen episodios de ozono, entendiendo por episodio de ozono un día en el cual es rebasada la norma de calidad del aire para ese contaminante, en al menos uno de los sitios de medición.

A continuación se destacan las principales características del modelo conceptual, así como algunas otras conclusiones importantes derivadas de éste trabajo.

Condiciones meteorológicas típicas:

Las características meteorológicas sinópticas[*] históricas asociadas con los episodios de ozono incluyen la presencia de una cuña anticiclónica en la parte oeste de El Paso, o de un sistema de alta presión en el suroeste de los Estados Unidos. Casi siempre que se presenta un evento de alta concentración de ozo-

[11] Roberts, T.P.; MacDonald, C. P.; Main, H. H.; Dye, T. S.; Dana, L. C.; Haste, T. L. (1997). Analysis of meteorological and air quality data for the 1996 Paso del Norte Ozone Study. Final report prepared for the U.S. Environmental Protection Agency, Region 6. Dallas, Texas.

[*] Un fenómeno meteorológico de escala sinóptica es aquel que se manifiesta con una extensión horizontal de mil a cuatro mil kilómetros y con una duración de varios días.

no en esta zona, está presente alguno de los fenómenos meteorológicos anteriores. Igualmente, es característica la presencia de un gradiente de presión superficial débil y una vaguada superficial cerca de El Paso que se extiende hacia el norte o noreste.

Características meteorológicas locales:

Aun cuando la cuña anticiclónica y el sistema de alta presión son clasificados separadamente, las condiciones locales en superficie que afectan las concentraciones de ozono son similares en ambos escenarios. Las características en superficie asociadas con estas condiciones meteorológicas de escala sinóptica y con los episodios de ozono típicamente incluyen:

- Ausencia de viento o vientos débiles del sur, al amanecer.
- Temperatura máxima superficial diaria superior a 32 °C.
- Variación diurna de la temperatura de al menos 4.6 °C.
- En los días con alta concentración de ozono, la capa de mezcla por la mañana es menor y crece más lentamente que en los días con una concentración máxima de ozono que es pequeña.
- En adición, se han observado altas concentraciones en superficie de los precursores de ozono, aunque esto también puede ser atribuido a la fuerte inversión térmica asociada con el lento crecimiento de la capa de mezcla y la poca profundidad de ésta. Los datos sugieren que el calentamiento del aire, y el incremento resultante de la estabilidad, es el principal factor que determina la tasa de crecimiento de la capa de mezcla.

Caracterización de los días con altas concentraciones de ozono:

Las principales características de la calidad del aire que se han apreciado en los días con episodios de ozono son:

- Los picos de concentración en superficie de CO, NO y NO_X se dan al final de la noche y principio de la mañana cerca de las fuentes de emisión en El Paso y Cd. Juárez.
- Se produce un incremento repentino de las concentraciones de ozono por la mañana (típicamente entre las 11 y las 12, hora de la montaña), y normalmente las concentraciones de ozono se mantienen altas en un sitio de monitoreo particular por un periodo de 1 a 2 horas y después decrece rápidamente.
- Si la concentración pico de ozono es superior a 100 ppb, entonces los sitios con altas concentraciones de ozono normalmente están cerca los unos de los otros (por ejemplo, Chamizal, Club 20-30, UTEP y/o Advance Transformer) o ligeramente viento abajo (Ascarte Park o Sunland Park).
- En los días con alta concentración de ozono, se registran también altas concentraciones de sus precursores por la mañana, pero generalmente están confina-

das a la región de medición. En los días con bajas concentraciones de ozono, las altas velocidades del viento dispersan los contaminantes y las concentraciones máximas de precursores son bajas, pero más ampliamente distribuidas.

- Las concentraciones de ozono en altura, durante las noches anteriores a los días con altas concentraciones de este contaminante, o incluso en las mañanas de estos mismo días, fueron significativamente menores a la concentración máxima de ozono. Esto significa que el ozono remanente no tuvo influencia significativa en los episodios de ozono.
- Las concentraciones de precursores de ozono en altura, durante las noches anteriores a los días con altas concentraciones, o incluso en las mañanas de estos mismo días, fueron significativamente menores que las concentraciones máximas de precursores en superficie; con concentraciones en altura de NO_X de entre 1 y 2 ppb, de NO entre 0.1 y 0.2 ppb y de hidrocarburos no-metano de 25 a 55 ppbC.

Conclusiones adicionales:

- Las condiciones meteorológicas locales y sinópticas asociadas con el episodio de ozono de agosto 13 de 1996 son representativas de la meteorología sinóptica y local asociada con los episodios históricos de ozono.
- La temporada de ozono de 1996 es representativa de otras temporadas de ozono recientes (1990-1995) y es consistente con la tendencia descendente en el número de excedencias de ozono. Sin embargo, la temporada de ozono de 1996 no es representativa de las temporadas de ozono del periodo de 1985-1990.
- La mayoría de los sitios mostraron pocas diferencias en la composición de hidrocarburos con la hora del día, lo cual indica que fueron influenciados por emisiones frescas o recientes durante todos los periodos de muestreo.
- La composición de hidrocarburos en Campbell parece ser dominada por las emisiones provenientes de los vehículos a gasolina, más una contribución adicional de etano y propano. La composición en El Chamizal fue similar a Campbell.
- La composición de hidrocarburos en el Club 20-30 y Advance Transformer fue similar a la de Campbell, indicando con ello que las emisiones de los vehículos automotores son importantes en estos sitios. Sin embargo, se registraron algunas diferencias importantes. En el Club 20-30 se registraron las mayores proporciones de eteno y propano. En Advance Transformer hubo poco etano o eteno, aunque este sitio parece ser influenciado de manera significativa por diversas fuentes de emisión de hidrocarburos.
- En la mayoría de los sitios, el xileno, tolueno, 1,2,4-trimetilbenceno, eteno y propeno fueron las especies más importantes desde el punto de vista de su reactividad. Igualmente, se puede destacar que la importancia relativa de éstas especies cambió poco a lo largo del día. Sin embargo, existen diferencias en la importancia relativa de éstas especies entre los diferentes sitios.
- La relación entre hidrocarburos no metánicos (HCNM) y óxidos de nitrógeno (NO_X) es un parámetro importante en los sistemas fotoquímicos. En general,

en cámaras experimentales y modelos fotoquímicos los cálculos muestran que con una baja relación HCNM/NO_X (menor a 5 ppbC/ppb) la formación de ozono es lento, ineficiente y está limitada por la disponibilidad de compuestos orgánicos volátiles. En tanto que en una relación HCNM/NO_X alta (mayor a 10) la formación de ozono es limitada por la disponibilidad de NO_X. Los resultados obtenidos en este estudio indican, en este sentido, que en la mayoría de los sitios donde se estimó esta relación, en los días con concentraciones de ozono mayores a 100 ppb, los valores fueron mayores a 10 (generalmente entre 10 y 30) excepto en Campbell, sitio ubicado en la zona centro-sur de El Paso, donde la relación HCNM/NO_X fue de 6.5.

Participación del Instituto Mexicano del Petróleo en el Estudio de Ozono Paso del Norte 1996 (IMP, 1998)[12]

Diversos organismos de Estados Unidos patrocinados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) llevaron a cabo el Estudio de Ozono Paso del Norte, encaminado a mejorar el entendimiento general del transporte y formación de ozono en el valle común a El Paso, Sunland Park y Cd. Juárez, en el verano de 1996.

El Instituto Mexicano del Petróleo a través del Laboratorio de Química de la Atmósfera, de la Gerencia de Ciencias del Ambiente, y patrocinado por Petróleos Mexicanos, participó en el estudio de campo, específicamente en la determinación de la concentración y especiación de los compuestos orgánicos volátiles presentes en el aire ambiente.

En este estudio el IMP fue responsable de realizar los muestreos de aire en dos sitios de Cd. Juárez durante el mes de agosto. Los sitios de muestreo fueron:

a) Advance Transformer, localizado a 6.5 km al sur-sureste del centro de Cd. Juárez, en una zona industrial principalmente de maquila y muy cercano a talleres artesanales de ladrillos.
b) Club 20-30, situado a 2 km al sur del centro de la ciudad, en una zona de uso mixto.

En total se capturaron 55 muestras en 10 días, 50 de ellas en Advance Transformer y 5 en el Club 20-30. Las muestras se tomaron continuamente durante 120 minutos, de 06:00 a 14:00 y de 16:00 a 18:00 horas.

La metodología aplicada fue la recomendada en el protocolo TO-14 de la EPA, en el que se estipula el empleo de canísteres de acero inoxidable para almacenar las muestras de aire y la cromatografía de gases con detector de flama para los análisis correspondientes.

[12] Instituto Mexicano del Petróleo (1998). Informe del Laboratorio de Química de la Atmósfera.

Los niveles mínimo y máximo de compuestos orgánicos volátiles totales registrados en los 10 días de muestreo fue de 169 y 3,434 ppbC. En general las concentraciones más altas se detectaron en el horario de 06:00 a 08:00 horas y por el contrario, los niveles más bajos en el horario de 12:00 a 14:00 horas.

En la Tabla 4.11 se listan los promedios de las especies predominantes encontradas en el sitio Advance Transformer, únicamente se muestran dos horarios de muestreo.

Tabla 4.11. Compuestos Orgánicos Volátiles más abundantes en Advance Transformer (Cd. Juárez, 1996)

Especie	**Concentración (ppbC)**	
	06:00-08:00 hrs.	*12:00-14:00 hrs.*
Propano	566	23
Tolueno	88	29
i-penteano	76	34
m/p-xileno	75	21
n-butano	66	9
Acetileno	62	6
1,2,4 Trimetil-benceno	44	6
n-pentano	37	10
Etileno	32	3
Etano	30	6
o-xileno	29	8
Benceno	28	6
i-butano	26	3

Dinámica y destino de los contaminantes atmosféricos a lo largo de la frontera México-Estados Unidos (Mejía *et al*, 1996)[13]

En este trabajo, fue desarrollado por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y la Universidad Carnegie-Mellon, se aplicó el modelo fotoquímico de calidad del aire CIT (California Institute Technology) para la región fronteriza de México y Texas con la finalidad de entender mejor la dinámica de los contaminantes fotoquímicos (ozono y ácidos), y hacer una evaluación preliminar de las estrategias de control de la contaminación para la región.

Cuando el modelo fue probado para pronosticar las concentraciones de ozono en la región, se encontró que las mayores concentraciones de este contaminante correspondían a las áreas metropolitanas de Juárez/El Paso y Monterrey. Las

[13] Mejía, M.G.; Mendoza, A.; Cortes, E.; Russell, A.; Lara, E. (1996). Dynamics and fate of air pollutants along the Mexico-United States border area. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores Monterrey (Centro de Calidad Ambiental) and Carnegie-Mellon University.

concentraciones pronosticadas por el modelo fueron similares a las medidas en éstas áreas durante el verano, las cuales son de aproximadamente 200 ppb para El Paso y de 100 a 130 ppb para Monterrey.

En este proyecto, a manera de ejemplo del uso del modelo CIT, los autores hicieron una evaluación preliminar de las estrategias de control de la contaminación por ozono y los resultados mostraron que el control de los óxidos de nitrógeno parecía ser la medida más razonable, para reducir las concentraciones de ozono en las áreas metropolitanas de Juárez/El Paso y Monterrey.

Los autores señalan que aunque los resultados obtenidos parecen razonables, es necesario mejorar el inventario de emisiones y la información meteorológica para obtener resultados más confiables. De hecho, sus conclusiones señalan que: a) el inventario de emisiones en México debe ser estimado usando factores de emisión específicamente calculados para los combustibles, los vehículos y las industrias mexicanas, b) el campo de viento debe ser estudiado o estimado con mayor precisión, c) los compuestos orgánicos volátiles emitidos por los combustibles usados en la región deben ser especiados de acuerdo a diferentes procesos, pues en este estudio se utilizó una especiación típica de las emisiones de fuente fijas y fuentes móviles, y d) las variaciones diurnas de las emisiones deben ser tomas en consideración, pues en este estudio se asumió que las emisiones eran constantes a lo largo del día.

Fuentes de aporte de hidrocarburos para el Estudio de Ozono en el Paso del Norte 1996 (Fujita, 1998)[14]

Este reporte resume los resultados del estudio sobre el aporte de hidrocarburos no metanicos (HCNM) al aire ambiente en la región El Paso-Cd. Juárez, que fue realizado por el Instituto de Investigaciones del Desierto como parte del Estudio de Ozono de Verano en el Paso del Norte 1996.

En esta investigación se aplicó la versión 8 del modelo Chemical Mass Balance (CMB), a 2,232 muestras tomadas con un equipo automático de cromatografía de gases y a 225 muestras tomadas con canister en la región, con el objeto de estimar la contribución relativa de diversas fuentes de HCNM al aire ambiente. Este tipo de estudios permiten hacer una evaluación independiente de la contribución relativa de las diferentes fuentes de emisión, a los niveles ambientales de precursores de ozono y son usados para evaluar la validez del inventario de emisiones de hidrocarburos a ser usado posteriormente en la modelación fotoquímica de la cuenca.

[14] Fujita, M. E. (1998). Hydrocarbon source apportionment for the 1996 Paso del Norte Ozone Study. Final report prepared for the U.S. Environmental Protection Agency. Dallas, Texas, 75202-2733. EPA Contract 68-D3-0030. Work assignment III-130. March.

Algunos de los resultados de las muestras obtenidas con canister indican que:

- Las emisiones provenientes de los escapes de vehículos automotores representan de 50 al 65% de los HCNM presentes en el aire ambiente de Cd. Juárez (Club 20-30) y El Paso (Campbell), siendo la mañana y la tarde los periodos de mayor contribución en ambas ciudades.
- Las emisiones de autobuses a diesel y a gas propano representan del 2 al 5% de los HCNM presentes en el sitio de monitoreo ubicado en el Club 20-30 y menos del 2% en Campbell.
- La contribución de las emisiones fugitivas de gasolina se incrementa en el Club 20-30, de 2% a las 6:00 horas a 8% a las 16:00 horas (tiempo de la montaña). En tanto que la contribución de esta fuente en Campbell es insignificante.
- El gas licuado de petróleo (Gas L.P.) es una de las principales fuentes de HCNM en Cd. Juárez y El Paso (2 al 9% en el Club 20-30 y de 0 a 3% en Campbell).
- Las emisiones provenientes del recubrimiento de superficies contribuyen con el 2 a 3% de los HCNM presentes en el área del Club 20-30 y del 1 a 1.5% en Campbell.
- Las fuentes industriales contribuyen con otro 10 a 30% de los HCNM identificados en el Club 20-30 y de 10 a 20% en Campbell.

Finalmente, basados en el promedio de todas las muestras analizadas con el equipo automático de cromatografía de gases en el Parque El Chamizal, el autor señala que los principales contribuyentes de HCNM al aire ambiente de esta zona son: las emisiones de escape de vehículos con 37%, las emisiones fugitivas de gasolina con 31%, las fuentes industriales con 14%, las fuentes no identificadas con 6%, los recubrimientos de superficies con 4%, los vehículos a diesel con 3%, el gas natural con 2%, los autobuses a gas propano con 2% y el gas licuado de petróleo con 2%. Las emisiones biogénicas no fueron detectables.

Preparación del inventario de emisiones para la región Paso del Norte para su uso en modelación fotoquímica *(Trabajo por desarrollar*)

Este proyecto se llevará a cabo en 1998 y su objetivo general es elaborar el inventario de emisiones con toda la información disponible para el área de El Paso-Cd. Juárez-Sur del Condado Doña Ana y prepararlo en el formato adecuado para que pueda ser utilizado en los modelos Urban Airshed Model (UAM) y CAMx, que serán empleados en la modelación regional de la calidad del aire.

Para lograr el objetivo anterior se ha contemplado la ejecución de las siguientes tareas: 1) evaluación del inventario de emisiones; 2) obtención del inventario de fuentes móviles, fuentes fijas y fuentes de área para Cd. Juárez; 3) obtención del inventario de emisiones para El Paso; 4) obtención del inventario de emisio-

nes para el Condado Doña Ana, Nuevo México, y; 5) elaboración de un programa de administración del proyecto y de aseguramiento de calidad para la cuenca Paso del Norte.

Las actividades comprendidas desde la tarea 1 a la 4 culminarán en un reporte que contendrá: a) resultados de la evaluación del inventario de emisiones, incluyendo objetivos, metodologías y conclusiones; b) distribución del inventario de emisiones de fuentes fijas, móviles y de área para compuestos orgánicos volátiles (VOC's), óxidos de nitrógeno (NO_X) y monóxido de carbono (CO) para la ciudad de El Paso, Condado Doña Ana y el área metropolitana de Cd. Juárez, conforme a la rejilla o dominio de modelación sugerido en trabajos anteriores; c) datos finales del inventario, procedimiento de acceso y formato de los datos, y; d) resumen completo de los objetivos, metodologías y resultados de todas las fases del Estudio de Ozono de Verano en Paso del Norte.

Programa de investigación en calidad del aire en Paso del Norte
(Trabajo por desarrollar)

El Comité Administrativo del Centro del Suroeste para Investigación y Política Ambiental de los Estados Unidos (SCERP por sus iniciales en inglés), seleccionó en octubre de 1997 el programa de investigación de calidad del aire en el Paso del Norte, como uno de los programas de investigación a ser patrocinados por SCERP iniciando en 1998, con una duración de dos años.

Este programa de investigación está diseñado para atender los problemas de calidad del aire en la región fronteriza de El Paso-Cd. Juárez, a través del esfuerzo coordinado entre los investigadores de la frontera. Inicialmente este programa intenta caracterizar los contaminantes atmosféricos e identificar las fuentes de emisión más importantes en la cuenca Paso del Norte, así como apoyar las actividades de monitoreo, evaluación y control de partículas. Los beneficios que podrían resultar de la identificación y control de las principales fuentes de emisión de partículas serían mejorar la visibilidad en la región, así como reducir la mortalidad y morbilidad asociadas con la presencia de este contaminante en el aire. Este programa también pretende reforzar la coordinación y colaboración entre las universidades miembros de SCERP (Universidad Estatal de Arizona, Universidad Estatal de Nuevo México, Universidad de Texas en El Paso, Universidad de Utah, Universidad Autónoma de Cd. Juárez, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y la Universidad Autónoma de Baja California), la EPA, la Semarnap y otras organizaciones, a fin de incrementar la efectividad de sus investigaciones.

A la fecha se han conformado cuatro grupos de trabajo (Especiación y caracterización de partículas, Inventario de emisiones, Modelos de receptor y Centro de información técnica) para implementar las actividades que lleven al cumplimiento de los objetivos señalados anteriormente.

Aire Limpio aun en condiciones de combustión incompleta
(Trabajo por desarrollar)

El SCERP aprobó el apoyo al desarrollo de proyectos de investigación para mejorar la operación de los hornos para la fabricación de ladrillos y en particular el desarrollo del proyecto denominado "Aire limpio aun en condiciones de combustión incompleta". Este proyecto será desarrollado por la Universidad Estatal de Nuevo México y la Universidad Autónoma de Cd. Juárez, teniendo como objetivos: a) optimizar el diseño de un horno prototipo denominado M-K (Márquez-Kilns) que esta desarrollándose en la Universidad Estatal de Nuevo México y que ha mostrado buenos resultados en cuanto a la disminución de emisiones; b) identificar el destino de los contaminantes generados por el diseño M-K, y c) comparar las emisiones al aire provenientes de los hornos convencional y M-K.

Al finalizar este proyecto se espera obtener el diseño y construcción de un nuevo horno para la fabricación de ladrillos con menos emisiones a la atmósfera que los hornos actualmente en uso en Cd. Juárez.

Sistema de monitoreo de la calidad del aire en Cd. Juárez, Chih.
(Trabajo en desarrollo)

En 1997 la Universidad Autónoma de Cd. Juárez y SENES Consultants, una empresa consultora de Canadá, iniciaron bajo patrocinio de Instituto Nacional de Ecología un proyecto denominado Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire en Cd. Juárez, el cual tiene como objetivo general contribuir al diseño de un plan integral de manejo de la calidad del aire para esta ciudad.

Para lograr dicho objetivo, se identificaron y se ha estado trabajando en tres tareas básicas, las cuales son: a) evaluación de la actual red de monitoreo de la calidad del aire, b) revisión de métodos de pronóstico de la calidad del aire, y c) elaboración de un inventario de emisiones para partículas e identificación de opciones para el control de este contaminante.

Los productos específicos que se esperan obtener al concluir este proyecto son: i) recomendaciones para complementar, modernizar y/o reubicar las estaciones de monitoreo que conforman la actual red de monitoreo de la calidad del aire, ii) un sistema de pronóstico de calidad del aire, y iii) un inventario de emisiones para partículas, además de recomendaciones para el control de este contaminante.

Finalmente, conviene señalar que este proyecto está en marcha y concluirá en 1998.

5. INVENTARIO DE EMISIONES

1. Balance energético

El nivel de actividad económica de una ciudad puede expresarse entre otras formas a través de la demanda de energía. Al respecto, existen diversos estudios que consignan una correlación significativa entre el producto interno y la demanda de energía. La forma en que esta demanda impacta la calidad del aire depende en buena medida del balance energético y del nivel tecnológico de la planta industrial y del parque vehicular.

En la Tabla 5.1 se resume el balance energético de Ciudad Juárez, considerando los principales sectores económicos y los diferentes tipos de combustibles. Estos datos de consumo de combustibles fueron proporcionados por Pemex Refinación y por la Superintendencia de Ventas de Cd. Juárez, y se complementó con las cédulas de operación anual entregadas por las empresas de jurisdicción federal a la Delegación Federal de la Semarnap en Chihuahua.

Tabla 5.1. Consumo energético anual por sectores del área urbana de Cd. Juárez, % respecto al consumo total * 1996

Combustible	Transporte	Termoeléctrica	Industria	Servicios	Total
Gasolinas	49				49
Diesel	15	3	CD		18
Diáfano				1	1
Gas L.P.	ND			17	17
Gas Natural			3	12	15
Total	**64**	**3**	**3**	**30**	**100**

ND: No esta disponible por separado, incluido en el total de servicios
CD: Consumo despreciable
* Consumo total anual: 12.16 x 10^{12} kcal, equivalente a 1.45 millones de metros cúbicos de gasolina.
El volumen que se consume de gasavión y de combustóleo es despreciable.
Fuente: INE, 1998, con información de Pemex.

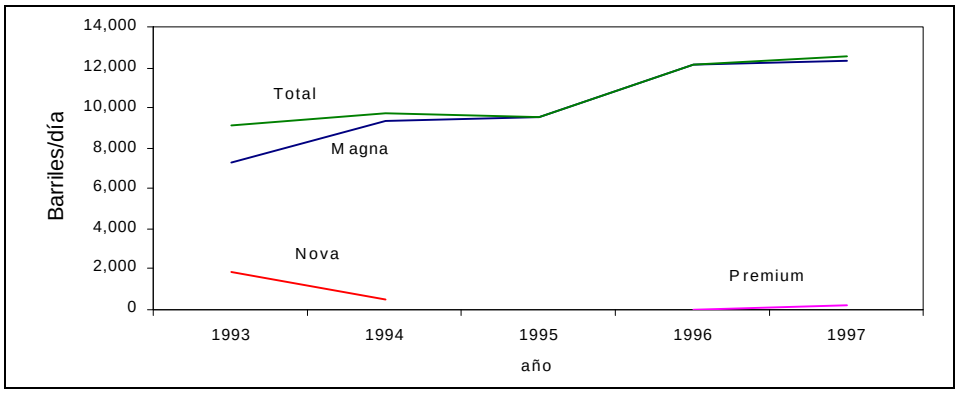
De la Tabla 5.1 resalta el alto consumo energético que se tiene de gasolinas y diesel para uso vehicular. Asimismo, es relevante el consumo de gas licuado de petróleo y gas natural. Globalmente, se ve que el consumo por el transporte es el más importante (64%), seguido por el sector servicios (30%), quedando el consumo por la industria y la termoeléctrica en último lugar con igual porcentaje (3%). Existen algunos rubros para los cuales no se contó con información de su consumo, como es el de gas L.P. en vehículos y algunos combustibles alternos de uso residencial.

Es importante resaltar que el anterior balance energético no incluye el consumo de los combustibles utilizados en la planta Termoeléctrica y en Cementos de Chihuahua, ubicadas en Samalayuca, ya que éstas se encuentran a más de 40 kilómetros del área urbana. Sin embargo, es importante resaltar su aportación por separado y relacionarlo con el consumo total del área urbana de Cd. Juárez, ya que su consumo representa el 39% del balance energético de todo el Municipio de Cd, Juárez que tiene un consumo de 19.87 billones de kilocalorías, equivalente a 2.4 millones de metros cúbicos de gasolina. Por tal motivo se está proponiendo realizar un estudio donde se emplearán modelos de dispersión para cuantificar el impacto que estas plantas pudieran estar ocasionando al área urbana, así como a las zonas cercanas.

Dado que la gasolina para uso vehicular involucra, a la vez, la mayor demanda energética y el porcentaje más significativo de emisiones, es importante prever tendencias más acentuadas de sobrecarga en la cuenca atmosférica a través de la evolución del consumo de la gasolina. Éste a su vez, puede ser explicado por la demanda de kilómetros recorridos en vehículos privados, el número de vehículos en circulación, el congestionamiento vehicular, la superficie del área urbana ocupada por vialidades y la eficiencia energética de los vehículos, así como por el tipo y calidad de combustibles que se utilizan y las tecnologías de control de emisiones.

La Figura 5.1 presenta la evolución del consumo de gasolinas en Ciudad Juárez, de 1993 a 1997, el cual muestra una tendencia incremental, situándose actualmente sobre un consumo de 12.5 mil barriles por día, de los cuales, el 98% corresponde a la gasolina Magna y 2% a la gasolina Premium. Desde 1995 se dejó de distribuir la gasolina con plomo (Nova).

Figura 5.1. Consumo anual de gasolina en Ciudad Juárez



Fuente: PEMEX Refinación, Gerencia Comercial Zona Norte, 1998.

2. Calidad de los combustibles

La calidad de los combustibles que se consumen en Ciudad Juárez está establecida en la NOM-ECOL-086-1994 (Publicada en el D.O.F. el 2 de diciembre de 1994) que indica las especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en las fuentes fijas y móviles en la Zona Frontera Norte. De acuerdo con esta NOM actualmente se cumplen con las especificaciones de la gasolina Pemex Magna. En esta norma no se establecieron especificaciones para la Pemex Premium.

La gasolina Magna que se vende en Ciudad Juárez es importada de El Paso, Texas, mientras que la gasolina Premium es producida en México utilizando bases tanto nacionales como importadas.

Un estudio comisionado por el Consejo Nacional de la Investigación de los Estados Unidos considera que el mejoramiento de combustibles puede ofrecer resultados positivos en el mejoramiento de la calidad del aire en zonas urbanas(Calvert *et al*, 1993).[1] En particular, se cree que los cambios más promisorios que se pueden dar en la calidad de la gasolina desde el punto de vista ambiental consisten en disminuir el contenido de azufre y la presión de vapor Reid. La reducción de azufre mejora la eficiencia del convertidor catalítico y la disminución de la presión de vapor tiene un efecto directo en la disminución de las emisiones evaporativas. También recomiendan disminuir el contenido de olefinas y el valor T_{90}, esto es, la temperatura a la cual se destila el 90% de la gasolina. La adición de componentes oxigenados es benéfica cuando se pretende mantener el octano y reducir el nivel de monóxido de carbono, pero esta acción parece no ofrecer beneficios con respecto a la reducción de ozono.

Estas observaciones nos indican que es necesario llevar a cabo estudios y análisis específicos para definir las especificaciones y calidad de las gasolinas idóneas para una zona determinada, de tal forma que se logre llegar a un equilibrio en términos de su costo-beneficio.

En Estados Unidos se prohibió la fabricación y venta de gasolina con plomo a partir de 1990; en Ciudad Juárez a partir de enero de 1995 no se distribuye gasolina con plomo. Por ello, sólo se comparan en la tabla anterior las especificaciones mexicanas y norteamericanas de gasolina sin plomo. Se detallan las especificaciones federales norteamericanas de la gasolina Regular y las que rigen en California actualmente. En la Tabla 5.2 se incluyen los valores típicos que durante 1997 alcanzaron diversas propiedades que caracterizan a la gasolinas Pemex Magna y Pemex Premium que se distribuyeron en Cd. Juárez.

---

[1] Calvert, J.G.; Heywood, J.B.; Sawyer, R.F.; Seinfield, J.H. (1993). Science, vol. 261, p.37. Citado en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000.

Se puede inferir de la tabla anterior que la gasolina Pemex Magna que se distribuye en Ciudad Juárez satisfizo las especificaciones de la NOM-086-ECOL-1994 para la Zona Frontera Norte (ZFN) durante 1997 y que algunas de sus características son similares a la gasolina Regular norteamericana. La gasolina californiana tiene parámetros más estrictos que la Regular norteamericana y que la mexicana, en lo que respecta al porcentaje de destilación, temperatura final de ebullición, presión de vapor y contenido de azufre. Los demás parámetros de la Tabla 5.2 no están especificados; en el caso del contenido de olefinas, aromáticos y benceno se solicitará a los proveedores estadounidenses que incluyan esta información en el reporte de análisis de calidad de las gasolinas. Sin embargo, para el caso de la gasolina de la ZFN, la NOM-086 no establece valores de referencia para estos compuestos.

Tabla 5.2. Comparación de especificaciones y valores típicos de las gasolinas mexicanas y norteamericanas sin plomo

	P. Magna	**Regular**		**P. Magna**	**P. Magna**	**P. Premium**
	ZFN NOM-086* 1994	**EE.UU.** ASTM D4814 1993**	**CARB*** Junio 1996**	**ZMVM**** Valor típico en 1997**	**Cd. Juárez Valor típico en 1997**	**Cd. Juárez Valor típico en 1997**
Presión de vapor Reid, lb/pulg^2	7.8 – 13.5	7.8 máximo en Denver	6.8 máx.	7.5	7.5	7.4
10% destila a ^oC (máximo):	55 – 70	70		55	56	58
50% destila a ^oC:	77min	77 – 121	93 máx	95.7	97	99
90% destila a ^oC (máximo):	185 – 190	190	143	167	157	161
Temperatura final ebullición, ^oC:	225	225		212.7	197	200
Azufre, % peso (máximo)	0.10	0.10	0.003	0.037	ND	ND
Plomo, kg/m^3 (máximo)	0.0026	0.013		0.00026	ND	ND
Número de octano carretero, (R+M)/2 (mínimo)	87.0	87.0	87.0	87.3	87.2	92.4
Aromáticos, % volumen (máximo)	ND	-	22	21.3	ND	ND
Olefinas, % volumen (máximo)	ND	-	4	8.2	ND	ND
Benceno, % volumen (máximo)	ND	-	0.8	0.7	ND	ND
Oxígeno, % en peso	ND	-	2 mín	1.1	ND	ND

Notas: * Norma publicada por el INE en el Diario Oficial de la Federación del 2 de diciembre de 1994.
** Regular Norteamericana.
*** Regular Californiana.
**** Valor típico hasta marzo.
ND.- Valor no disponible.

En el Paso, Texas, se está operando un programa para disminuir las emisiones evaporativas de compuestos orgánicos volátiles (COVs) al usar en el periodo de junio a septiembre de cada año gasolina con baja PVR (el valor máximo es de 7 lb/pulg^2). Dicha medida es benéfica cuando se pretende reducir los niveles de ozono. La NOM-086 especifica que en la gasolina magna para Ciudad Juárez la PVR varía en el año respecto a la especificación de la clase de volatilidad de la zona; por ejemplo, en el periodo de mayo a septiembre se tiene el valor más bajo (7.8 lb/pulg^2), y en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo el valor más alto (13.5 lb/pulg^2).

Respecto al contenido de oxígeno en la gasolina la norma no especifica valor alguno para este parámetro. En la ciudad de El Paso, se oxigena la gasolina en la temporada invernal (con etanol) con un contenido mínimo de 2.7% de O_2 en peso, con la finalidad de mejorar la combustión y disminuir las emisiones de monóxido de carbono. En lo que se refiere a la posibilidad de que se suministre gasolina oxigenada a las estaciones de servicio de Ciudad Juárez y en respuesta a la recomendación hecha por el Comité Consultivo Conjunto para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Cuenca Atmosférica de Cd. Juárez– El Paso–Condado de Doña Ana, el INE envió esta solicitud al Comité de Especificaciones de Pemex Refinación para su estudio.

En cuanto al combustible Pemex Diesel, éste satisface ampliamente las especificaciones mexicanas. El contenido promedio de azufre del Pemex Diesel importado en 1997 por Cd. Juárez fue de 0.043% en peso, siendo este parámetro ligeramente superior al distribuido en 1997 en la ZMVM que fue de 0.03% (ver Tabla 5.3).

Tabla 5.3. Especificaciones del diesel mexicano con bajo contenido de azufre

Propiedad	**Diesel Sin**		
	México NOM-086* 1995	**ZMVM Valor típico en 1997***	**Cd. Juárez** Valor típico en 1997**
10% destila a ºC (máximo):	275	223	ND
90% destila a ºC (máximo):	345	335	312
Agua y sedimento, % en volumen (máximo):	0.05	0.010	ND
Cenizas, % en peso (máximo):	0.01	0.001	ND
Carbón Ramsbotton, % en peso (máximo):	0.25	0.080	ND
Azufre, % en peso (máximo):	0.05	0.03	0.043
Índice de cetano (mínimo):	48	55	45
Viscosidad, (SU), segundos	32 – 40	ND	ND
Aromáticos, % en volumen	30	27.5	ND

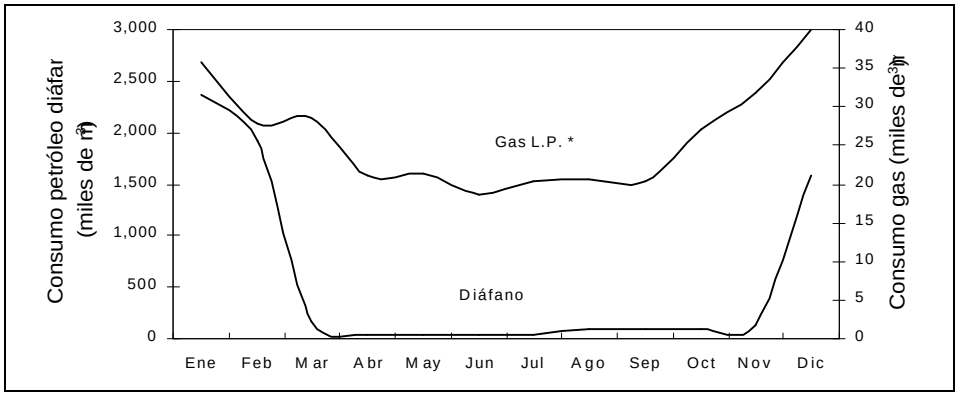
Nota: * Norma publicada por el INE en el Diario Oficial de la Federación del 2 de diciembre de 1994.
*Hasta marzo **Producto importado ND = Parámetro no disponible

Con relación al combustóleo, se tiene que el contenido máximo de azufre especificado en la NOM-086, a partir de enero de 1998 es de 4% en peso. El alto contenido de azufre de este combustible hace que su consumo en el Municipio de Juárez por la industria sea el principal generador de bióxido de azufre, seguido del producido por el transporte que consume diesel.

Referente al consumo energético de gas en Ciudad Juárez, el 24% corresponde a gas licuado de Petróleo y el 76% a gas natural; en los dos casos el combustible se importa de los Estados Unidos de Norteamérica y deben cumplir con las características y composición especificadas en la NOM-086.

En la siguiente figura se puede apreciar que el mayor consumo de petróleo diáfano se tiene en los meses de enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre, debido a su uso en calefacción. De igual forma el consumo de gas L.P. aumenta en esos mismos meses, que coinciden con la época fría de la zona, indicando un mayor consumo de combustible en comparación con la época de calor donde el consumo es menor. Este comportamiento muestra que el consumo se incrementa para alimentar los sistemas de calefacción.

Figura 5.2. Consumo mensual de gas L.P. y petróleo diáfano en Ciudad Juárez



Nota * Para el cálculo del volumen se utilizó una densidad de 0.543 ton/m^3

3. Inventario de emisiones 1996

El inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos es un instrumento estratégico para la gestión de la calidad del aire. Su importancia es de tal magnitud que constituye la base sobre la cual se fundamenta este Programa. Un inventario permite conocer el volumen y tipo de contaminantes producido por cada fuente emisora. Con este instrumento es posible evaluar el impacto que tendrán algunas de las acciones contenidas en el Programa.

La elaboración de un inventario de emisiones desagregado, preciso y actualizado es una tarea compleja que demanda la integración sistemática de la información en un marco de concurrencia institucional entre el gobierno local y federal. Algunas experiencias internacionales señalan que son necesarios años de estudio y una considerable cantidad de recursos para elaborar un inventario completo. Por lo general se parte de un inventario base, que con el tiempo se va depurando y completando con información de mejor calidad y más específica.

El Instituto Nacional de Ecología integró en el año de 1993 un primer inventario de Ciudad Juárez en el que se estimaron las emisiones generadas por las fuentes fijas de jurisdicción federal y las fuentes móviles.

Como parte de la elaboración de este Programa, se integró un nuevo inventario de emisiones, el cual se presenta en las páginas siguientes. En este inventario no se incluyen algunas fuentes que son relativamente importantes, como la Central Termoeléctrica Samalayuca y Cementos de Chihuahua Planta Samalayuca. Esto se debió a que estas plantas se encuentran a más de 40 kilómetros del área urbana y se desconoce y cuestiona si sus emisiones causan algún impacto en la calidad del aire de la ciudad. Se realizarán estudios de dispersión de sus emisiones utilizando modelos para determinar si es necesario incluir sus emisiones en el inventario. Otras fuentes que no fueron consideradas son los basureros, las fuentes biogénicas y el uso de fertilizantes y plaguicidas, las plantas tratadoras de aguas negras, el aeropuerto y los hospitales, entre otras.

Las Tablas 5.4 y 5.5 muestran el volumen y porcentaje de emisiones generadas por tipo de fuente y por contaminante. Como se puede ver, el total de las emisiones de Ciudad Juárez es un poco mayor a 600 mil ton/año, de las cuales el 1% corresponden a la industria, el 4% corresponde a los servicios, 7% a la erosión de suelos y 88% al transporte. Las Tablas 5.6 y 5.7 contienen el inventario en forma desagregada, en volumen total y en porcentaje respectivamente.

El 17% de las emisiones de bióxido de azufre corresponden al sector industrial, el cual también contribuye con el 5% de las emisiones de óxidos de nitrógeno. El sector servicios junto con la industria emite el 1% de las partículas. Sin embargo, si no se consideran las emisiones de partículas generadas por los suelos, el transporte genera el 67%, los servicios el 19% y la industria el 14%; esto es importante considerarlo debido a que su grado de toxicidad es mucho más elevado que las partículas provenientes de fuentes naturales, las cuales representan el 97% del total estimado.

El sector transporte emite el 92% de los óxidos de nitrógeno, el 99% del monóxido de carbono, el 72% de los hidrocarburos y el 38% de los óxidos de azufre. El sector servicios emite el 25% de los hidrocarburos y el 44% del bióxido de azufre.

Cabe mencionar que las estimaciones de emisiones de partículas se refieren a partículas que una vez emitidas a la atmósfera se comportan como partículas suspendidas totales (PST).

Tabla 5.4. Inventario de emisiones de Ciudad Juárez 1996
(ton / año)

Sector	**Partículas**	**SO_2**	**CO**	**NOx**	**HC**	**Total**
Industria	210	716	861	1,393	2,395	5,575
Servicios	281	1,834	2,055	802	19,244	24,216
Transporte	1,020	1,596	449,844	23,920	54,493	530,873
Suelos	45,096					45,096
Total	**46,607**	**4,146**	**452,760**	**26,115**	**76,132**	**605,760**

Tabla 5.5. Inventario de emisiones de Ciudad Juárez 1996
(porcentaje en peso por contaminante)

Sector	**Partículas**	**SO_2**	**CO**	**NOx**	**HC**	**Total**
Industria	0.5	17.3	0.2	5.3	3.1	1.0
Servicios	0.6	44.2	0.5	3.1	25.3	4.0
Transporte	2.2	38.5	99.3	91.6	71.6	87.6
Suelos	96.7					7.4
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

Tabla 5.6. Inventario de emisiones desagregado de Ciudad Juárez 1996 (ton/año)

Tipo de Fuente	**# est**	**Partículas**	**SO_2**	**CO**	**NOx**	**HC**	**Total**
Sector industria							
Generación de energía	1	8	289	20	82	5	405
Industria química	15	31	369	37	39	13	489
Minerales metálicos	9	15	2	107	20	2	146
Minerales no metálicos	7	3	3	24	42	8	80
Madera y derivados	2	N/S	N/S	3	N/S	17	20
Productos de consumo alimenticio	7	1	2	3	7	1	14
Industria del vestido	30	4	17	68	8	299	396
Productos de consumo varios	6	1	1	1	1	21	23
Productos de impresión	2	N/S	N/S	160	N/S	27	187
Productos metálicos	14	6	3	12	157	40	218
Productos de consumo de vida media	144	100	20	347	616	1,428	2,511
Productos de consumo de vida larga	44	30	7	80	420	115	651
Artes gráficas *	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	420	420
Otros	4	10	2	1	1	N/S	15
Subtotal		*210*	*716*	*861*	*1,393*	*2,395*	*5,575*
Sector Servicios							
Lavado y desengrase		N/A	N/A	N/A	N/A	1,890	1,890
Consumo de solventes		N/A	N/A	N/A	N/A	4,809	4,809
Transporte y venta de gasolina		N/A	N/A	N/A	N/A	1,300	1,300
Mercadeo y distribución de gas L.P.		N/A	N/A	N/A	N/A	6,092	6,092
Oper. de lavado en seco (tintorerías)		N/A	N/A	N/A	N/A	630	630
Superficies arquitectónicas		N/A	N/A	N/A	N/A	2,195	2,195
Panaderías		N/A	N/A	N/A	N/A	147	147
Pintura automotriz		N/A	N/A	N/A	N/A	295	295
Pintura de tránsito		N/A	N/A	N/A	N/A	42	42
Ladrilleras		242	1,765	3	18	1,600	3,627
Cruceros fronterizos		1	N/S	1,902	19	202	2,123
Central de Autobuses		N/S	6	4	3	1	14
Combustión residencial		29	63	130	687	37	947
Combustión comercial/institucional		9	N/S	16	76	4	105
Subtotal		*281*	*1,834*	*2,055*	*802*	*19,244*	*24,216*
Sector Transporte							
Autos particulares		871	1,480	418,738	21,937	50,796	493,822
Taxis		4	7	2,053	105	243	2,412
Pick-up		43	76	20,578	1,044	2,650	24,392
Camiones de pasajeros a gasolina		24	20	8,225	468	744	9,483
Camiones de pasajeros a diesel		34	5	108	158	26	332
Camiones de carga		44	7	142	207	35	435
Subtotal		*1,020*	*1,596*	*449,844*	*23,920*	*54,493*	*530,873*
Suelos							
Erosión por viento		14,676	N/A	N/A	N/A	N/A	14,676
Caminos no pavimentados		30,420	N/A	N/A	N/A	N/A	30,420
Subtotal		*45,096*					*45,096*
T O T A L		**46,607**	**4,146**	**452,760**	**26,115**	**76,132**	**605,760**

N/A: No aplica N/S: No significativo

No se consideró el número de establecimientos, ya que las emisiones se calculan con base en un factor de emisión *per cápita.*

est = Número de establecimientos por cada tipo de fuente.

Tabla 5.7. Inventario de emisiones de Ciudad Juárez 1996
(porcentaje en peso por contaminante)

Tipo de Fuente	**Partículas**	**SO_2**	**CO**	**NOx**	**HC**
Sector industria					
Generación de Energía	0.02	6.98	N/S	0.31	0.01
Industria química	0.07	8.90	0.01	0.15	0.02
Minerales metálicos	0.03	0.05	0.02	0.08	N/S
Minerales no metálicos	0.01	0.07	0.01	0.16	0.01
Madera y derivados	N/S	0.01	N/S	N/S	0.02
Productos de consumo alimenticio	N/S	0.04	N/S	0.03	N/S
Industria del vestido	0.01	0.42	0.01	0.03	0.39
Productos de consumo varios	N/S	0.02	N/S	N/S	0.03
Productos de impresión	N/S	0.01	0.04	N/S	0.03
Productos metálicos	0.01	0.07	N/S	0.60	0.05
Productos de consumo de vida media	0.22	0.49	0.08	2.36	1.88
Productos de consumo de vida larga	0.07	0.16	0.02	1.61	0.15
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	0.55
Otros	0.02	0.06	N/S	0.01	N/S
Sector servicios					
Lavado y desengrase	N/A	N/A	N/A	N/A	2.48
Consumo de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	6.32
Transporte y venta de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	1.71
Mercadeo y distribución de gas L.P.	N/A	N/A	N/A	N/A	8.00
Oper. de lavado en seco (tintorerí-as)	N/A	N/A	N/A	N/A	0.83
Superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	2.88
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	0.19
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	0.39
Pintura de tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	0.06
Ladrilleras	0.52	42.56	N/S	0.07	2.10
Cruceros fronterizos	N/S	N/S	0.42	0.07	0.27
Central de Autobuses	N/S	0.13	N/S	0.01	N/S
Combustión residencial	0.06	1.53	0.03	2.63	0.05
Combustión comercial/institucional	0.02	0.01	N/S	0.29	0.01
Sector transporte					
Autos particulares	1.87	35.69	92.49	84.00	66.72
Taxis	0.01	0.17	0.45	0.40	0.32
Pick-up	0.09	1.34	4.54	4.00	3.48
Camiones de pasajeros a gasolina	0.05	0.49	1.82	1.79	0.98
Camiones de pasajeros a diesel	0.07	0.13	0.02	0.60	0.03
Camiones de carga	0.10	0.17	0.03	0.79	0.05
Suelos					
Erosión por viento	31.49	N/A	N/A	N/A	N/A
Caminos no pavimentados	65.27	N/A	N/A	N/A	N/A
TOTAL	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**

N/A: No aplica N/S: No significativo

A continuación se describe la participación de los diferentes sectores en la emisión total de cada contaminante.

Como se observa en la Figura 5.3, el sector transporte genera aproximadamente el 88% del total de las emisiones, lo cual nos indica que los vehículos automotores son la principal fuente de emisiones en Ciudad Juárez. En segundo lugar se tiene a los suelos con el 7%, en tercero a los servicios con el 4%, y por último a la industria con el 1%.

Figura 5.3. Contribución a las emisiones totales por sector

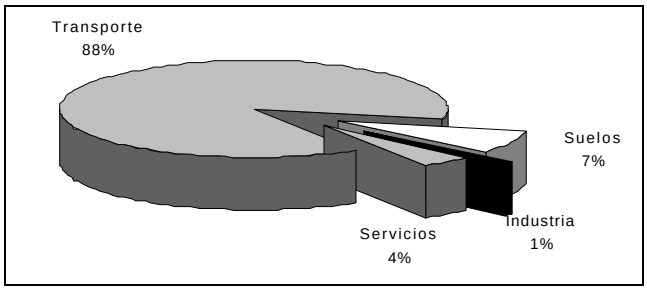


Figura 5.4. Contribución a las emisiones de partículas por sector

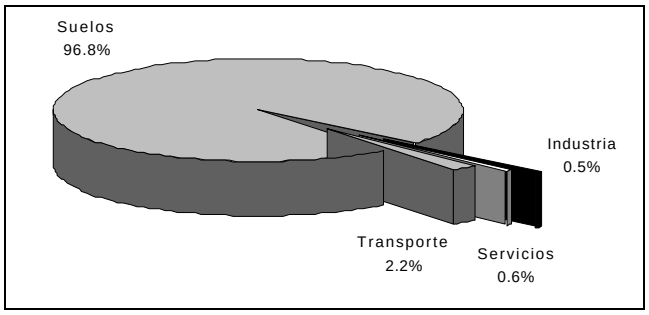
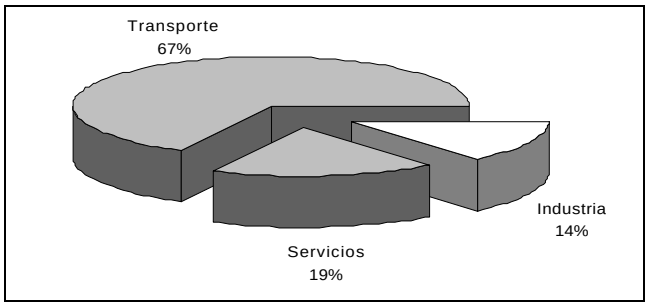


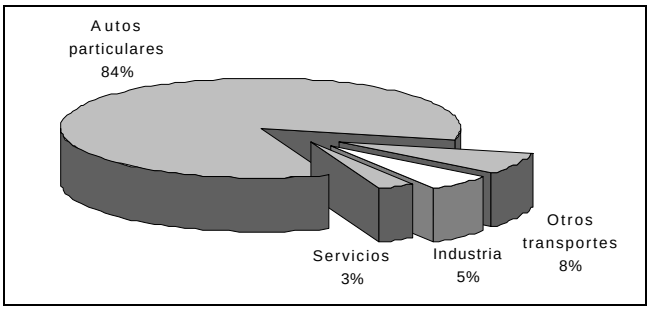
Figura 5.5. Contribución a las emisiones de partículas por sector, sin considerar las emisiones de los suelos.



De acuerdo con la Figura 5.4, casi el 97% de las partículas emitidas en Ciudad Juárez son generadas por los suelos, el resto provienen de los sectores transporte, servicios e industria. En estos 3 últimos sectores, la generación de partículas se debe principalmente al tipo de combustible utilizado. Si no se consideran las emisiones de partículas originadas por los suelos, se observa que el sector transporte genera casi 6 veces más que el sector industria y más de 5 veces que el sector servicios, como se observa en la Figura 5.5.

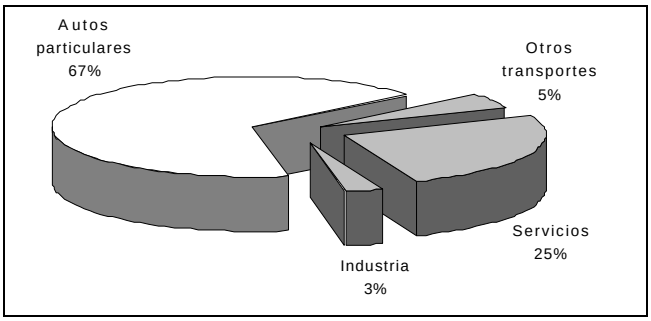
Si hacemos un recuento de la participación de todas las fuentes que integran el inventario de emisiones, en cuanto a las contribuciones de óxidos de nitrógeno, tenemos que los autos particulares contribuyen con el 84%, la industria con el 5%, los servicios aportan el 3%, mientras que otros transportes aportan el 8%, como se muestra en la Figura 5.6.

Figura 5.6. Contribución anual en óxidos de nitrógeno por tipo de fuente



De manera similar, en la Figura 5.7 se observa que los autos particulares que utilizan gasolina como combustible contribuyen con el mayor porcentaje de hidrocarburos (67%) y los otros transportes sólo el 5%. Los servicios en conjunto aportan el 25% y la industria el 3%.

Figura 5.7. Contribución anual en hidrocarburos por tipo de fuente.



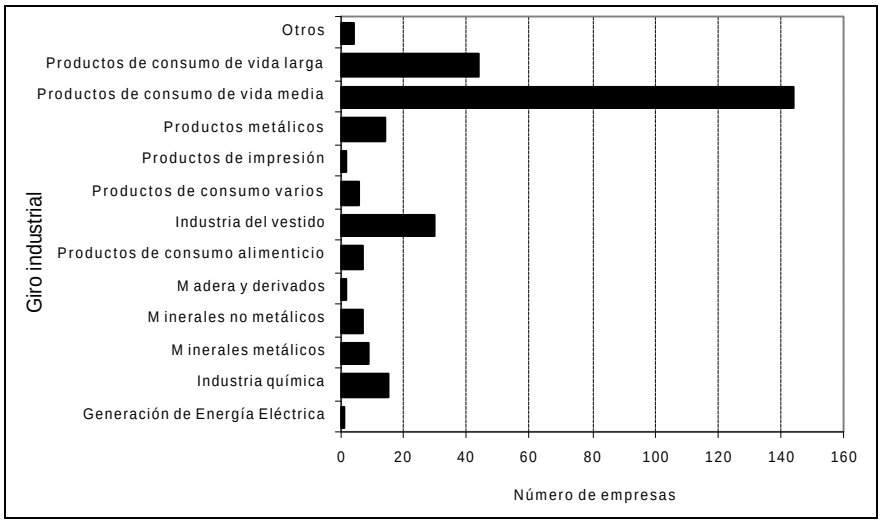
Industria

En el municipio de Juárez se encuentran ubicadas más de 400 industrias, de las cuales alrededor del 31% corresponde a industria grande, 56% a mediana, y 13% a pequeña; como se muestra en la Tabla 5.8.

Tabla 5.8. Industrias de Ciudad Juárez

Tipo de industria	**Industrias**	
	Número	%
Grande	135	31
Mediana	243	56
Pequeña	58	13
Total	**436**	**100**

Figura 5.8. Clasificación industrial por giros



De estas industrias sólo 285 presentaron en 1997 su inventario de emisiones y se han clasificado en 13 giros. Entre estos, los Productos de vida media y los de vida larga representan la mayoría de empresas con el 51% y el 13% del total. A estos giros les sigue la Industria del vestido con el 11%, la Industria química con el 5% y el de Productos metálicos con el 5%. Los otros giros están presentes con menos del 5% de establecimientos (ver Figura 5.8).

No obstante esta distribución, es de suma importancia observar que del aporte total de emisiones generadas por el sector industrial, los giros de mayor contribución en contaminantes son Productos de consumo de vida media, Productos

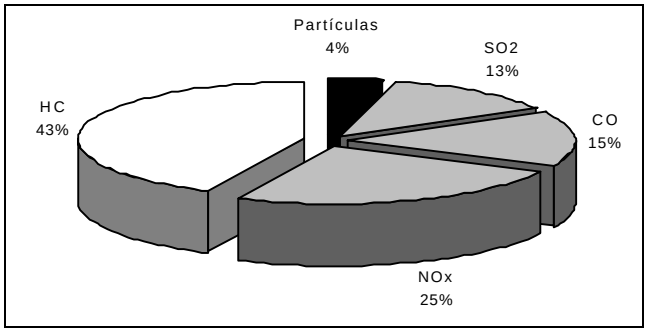
de consumo de vida larga e Industria química, los cuales contribuyen con el 49%, 13% y 9% a las emisiones, respectivamente.

El inventario de emisiones generadas por el sector industrial se elaboró aplicando la metodología desarrollada para México[2], para lo cual se tomó como base la información presentada por la industria en las cédulas de operación anual del año 1997, las cuales registran el comportamiento de las emisiones del año próximo pasado, y se revisaron las mediciones efectuadas en los equipos de combustión. Así mismo, se aplicaron factores de emisión y balance de materiales de acuerdo a las recomendaciones de la metodología, dependiendo del tipo de empresa y las materias primas y procesos utilizados.

En la Figura 5.9, se muestra el comportamiento de las emisiones generadas por el sector industria. Se aprecia que los precursores de ozono son los más abundantes, los hidrocarburos contribuyen con el 43% de las emisiones y los óxidos de nitrógeno con el 25%, el monóxido de carbono con el 15%, el bióxido de azufre con el 13% y las partículas con el 4%.

En un análisis más detallado de las plantas y los contaminantes inventariados con respecto al total de los hidrocarburos generados por la industria, el giro de Productos de consumo de vida media, el de Industria del vestido y Productos de consumo de vida larga son los más importantes ya que contribuyen con el 72%, 15% y 6%, respectivamente. En cuanto a la emisión de NOx se tiene que los giros de Productos de consumo de vida media, Productos de consumo de vida larga y Productos metálicos son los más importantes ya que contribuyen con el 44%, 30% y 11%.

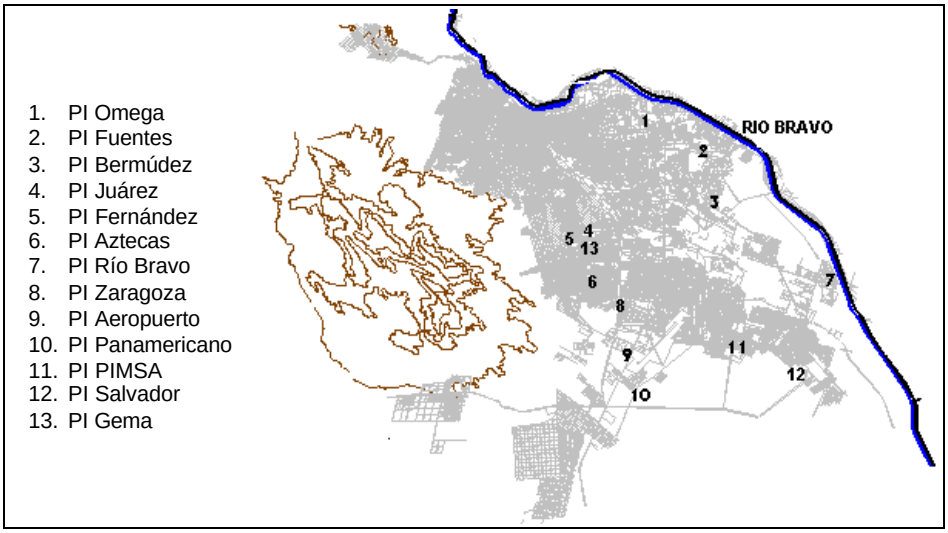
Figura 5.9. Emisiones del sector industria por contaminante



[2] Radian-Semarnap (1997). Mexico Emissions Inventory Program Manuals, Volume IV- Point Source Inventory Development.

Es importante comentar que en Cd. Juárez del total de establecimientos industriales, 320 plantas son maquiladoras, en su gran mayoría son plantas que ensamblan cableados, circuitos y algunas otras piezas electrónicas, por lo que sus emisiones corresponden básicamente a hidrocarburos, debido a que utilizan solventes para la limpieza de materiales. En Cd. Juárez existen 11 parques industriales que se muestran en la Figura 5.10. Aproximadamente el 20% de las fábricas se ubican fuera de estos parques industriales.

Figura 5.10. Ubicación de los Parques Industriales (PI) de Ciudad Juárez



Es importante resaltar que al referirse a la generación de emisiones de contaminantes por las diferentes industrias que se encuentran integradas en cada giro industrial, aunque tengan un gran volumen de emisión, en su gran mayoría estas industrias están cumpliendo con la normatividad ambiental vigente.

La Tabla 5.9 presenta 8 estratos de empresas de acuerdo al nivel de emisiones indicado en la segunda columna. Un análisis sobre emisiones de NOx y HC, muestra que el estrato A, que incluye a todos los demás, está constituido por las 100 empresas cuyos niveles individuales de emisión son mayores a 2 toneladas anuales; el estrato B, que incluye a los subsecuentes, está formado por los 82 establecimientos con emisiones mayores a 3 toneladas al año, y así sucesivamente.

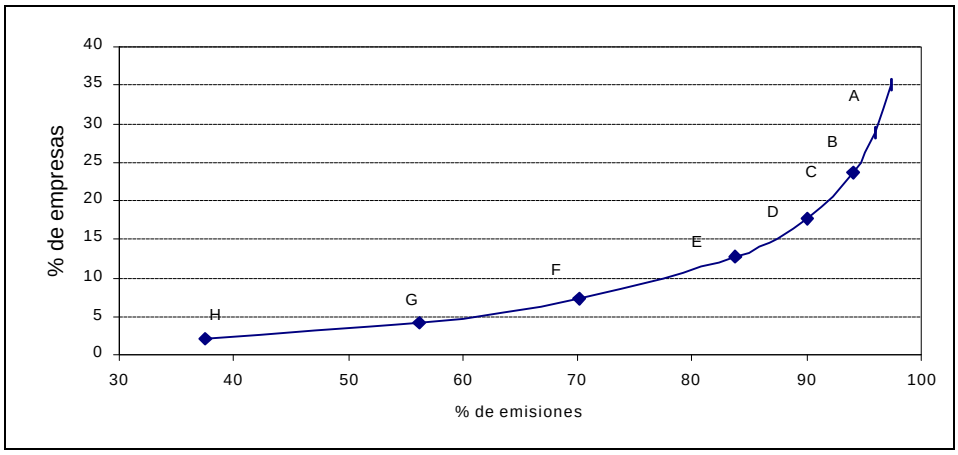
Tabla 5.9. Ordenación de empresas de Ciudad Juárez según volumen de emisiones de NOx y HC (ton/año)

Grupo	Estratos de emisión	No. de empresas	% del total de empresas	NOx	HC	Emisión HC+NOx	% de emisión respecto al total HC+NOx del sector
A	>2	100	35.1	1,351	1,927	3,278	97.3
B	>3	82	28.8	1,343	1,890	3,233	96.0
C	>5	67	23.5	1,327	1,839	3,166	94.0
D	>10	50	17.5	1,288	1,745	3,033	90.1
E	>20	36	12.6	1,244	1,575	2,820	83.7
F	>40	21	7.4	1,087	1,277	2,364	70.2
G	>80	12	4.2	923	967	1,890	56.1
H	>120	6	2.1	554	711	1,265	37.6

No. total de empresas de la base de datos: 285
Emisión total NOx, ton/año: 1,393
Emisión total HC, ton/año: 1,975*
Emisión total (HC+NOx), ton/año: 3,368*
Nota: * No considera artes gráficas

Esta forma de organizar la información contenida en la tabla, permite observar que las 100 empresas del estrato A, representan un volumen de 3,278 ton/año de precursores de ozono, que corresponde al 97.3% de las emisiones totales generadas por el sector industrial. Siguiendo el mismo razonamiento, se puede observar que basta incluir a las 36 empresas que emiten más de 20 ton/año en HC y NOx (grupo E), para abarcar el 84% de emisiones de estos contaminantes producidos por la industria en su conjunto en Ciudad Juárez

Figura 5.11. Contribución de las industrias a las emisiones de HC y NOx



El sesgo en la distribución de emisiones de precursores de ozono del sector industrial puede observarse claramente en la Curva de Lorenz (Figura 5.11). El punto A, representa a las 100 empresas que generan el 97.3% de los precursores de ozono en el sector industrial. El otro 2.7% de los precursores, corresponde a las emisiones producidas por el 65% restante de las empresas, es decir, por 185 establecimientos.

Si ampliamos el análisis anterior e incorporamos las emisiones totales de SO_2, Partículas y CO se observa que las mismas 36 empresas generan el 74% de las emisiones totales del sector industrial esto se muestra en la Tabla 5.10. Este tipo de análisis proporciona elementos para el establecimiento de programas adecuados de reducción de emisiones industriales, como es el caso de episodios de alta contaminación, de mejoramiento de combustibles y de modernización tecnológica de la planta industrial.

Tabla 5.10. Ordenación de empresas de Ciudad Juárez según volumen de emisiones totales de Partículas, SO_2, CO, NOx y HC (ton/año)

Grupo	Estratos	No. de empresas	% de empresas	Part.	SO_2	CO	NOx	HC	Emisión total (ton/año)	% de emisión respecto al sector
A	>2	100	35.1	151	674	377	1,351	1,927	4,481	86.9
B	>3	82	28.8	149	672	367	1,343	1,890	4,422	85.8
C	>5	67	23.5	138	669	286	1,327	1,839	4,260	82.6
D	>10	50	17.5	133	666	210	1,288	1,745	4,042	78.4
E	>20	36	12.6	131	664	180	1,244	1,575	3,794	73.6
F	>40	21	7.4	98	294	152	1,087	1,277	2,909	56.4
G	>80	12	4.2	40	293	132	923	967	2,355	45.7
H	>120	6	2.1	14	3	68	554	711	1,350	26.2

Nota: No. total de empresas de la base de datos: 285
Emisión total, ton/año: 5,155*
Nota: * No considera artes gráficas
Part. = Partículas

Comercios y Servicios

Este sector es importante debido a que Ciudad Juárez es una zona de densidad poblacional media, lo cual implica que es necesaria la existencia de toda la gama de servicios y comercios que satisfagan las necesidades básicas de los habitantes, mismos que individualmente generan contaminantes en poca cantidad, pero que, sin embargo, considerándolos en forma conjunta, esas emisiones generadas son importantes principalmente en lo que se refiere a los compuestos orgánicos volátiles, presentes en una gran variedad de productos y materiales de consumo doméstico.

En Ciudad Juárez se ha iniciado la integración de un inventario de servicios y comercios, aplicando la metodología elaborada para México,[3] seleccionándose los métodos recomendados de mayor confiabilidad para él calculo de emisiones. Dependiendo de la disponibilidad de datos para las diferentes categorías, los más utilizados fueron la aplicación de factores de emisión y los modelos mecanísticos, exceptuando a la categoría de pintura automotriz, donde se tomaron las emisiones reportadas en el estudio Emisiones y Prevención/ Técnicas de Control para Talleres de Carrocería, realizado en Ciudad Juárez en 1997.[4] Mediante este inventario se identificaron 14 giros, de los que se han estimado principalmente las emisiones de hidrocarburos en lavado y desengrase, consumo de solventes, operaciones de lavado en seco, recubrimientos de superficies arquitectónicas, pintura automotriz, pintura de tránsito y ladrilleras.

Además de los giros antes mencionados, se estimaron las emisiones de almacenamiento y venta de gasolinas, considerando las 60 gasolineras existentes en la ciudad las cuales distribuyen anualmente 705,401 m^3 de gasolina Magna y 2,540 m^3 de gasolina Premium, según datos proporcionados por Pemex.

Adicionalmente se estimaron las emisiones por la combustión vehícular en la Central de Autobuses y en los cruces fronterizos. Se calcularon las emisiones para los puentes ubicados en las avenidas Juárez y el de las Américas, utilizando para el cálculo el modelo Mobile 5. Esta categoría de fuente se ubica en el cuarto lugar de emisión dentro del sector servicios, como se observa en la Figura 5.12. Debido a que no se contó con la información suficiente, no se cuantificaron las emisiones para los puentes ubicados en la calle Lerdo y el de Zaragoza; el primero es un puente de cuota en el cual el flujo vehicular es rápido y sólo transitan vehículos de El Paso a Cd. Juárez; el segundo es un puente que se encuentra a una distancia aproximada de 20 km del centro de la ciudad, por donde cruzan la mayor parte de los camiones de carga, y su flujo de vehículos particulares es comparable, aunque en menor número, al cruce de la avenida Juárez. Por lo anterior se desconoce la contribución a las emisiones de estos dos puentes, por lo que se deberá realizar su inventario en futuros estudios.

Para el cálculo de las emisiones generadas por las ladrilleras se tomaron en consideración los datos de 167 ladrilleras que se encuentran en operación y que fabrican en promedio 2,119,350 ladrillos mensuales. Para los cálculos se supuso que utilizan leña como combustible. Las emisiones generadas los ubican como la tercer categoría con mayores emisiones dentro del sector servicios. En esta ciudad se ha recibido apoyo de instituciones internacionales y nacionales para la investigación en

---

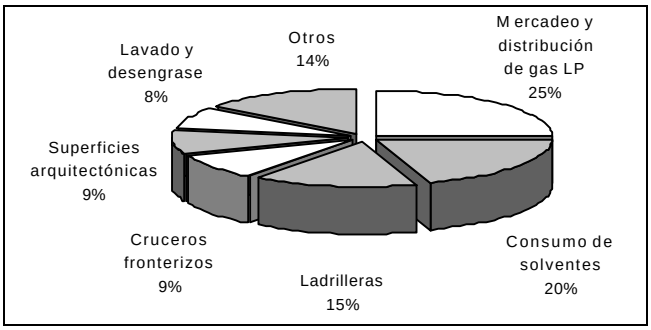
[3] Radian-Semarnap (1997). Mexico Emissions Inventory Program Manuals, Volume V- Area Source Inventory Development.

[4] CICA (1997). Emisiones y Prevención/Técnicas de Control para Talleres de Carrocería en Ciudad Juárez. México. Draft. CICA-EPA.

la utilización de combustibles menos contaminantes; así mismo, la Profepa en coordinación con el Gobierno Municipal, ha puesto en marcha un programa, originalmente para el invierno, que opera durante todo el año y que consiste en establecer un máximo de hornos quemando cada día, además de suspender la quema cuando los niveles de contaminación son elevados.

En la Figura 5.12, se muestran las emisiones generadas por las categorías de fuente consideradas dentro del sector servicios. Se observa que el mercadeo de gas L.P. es el de mayor emisión con el 25%, seguido por el consumo de solventes con el 20%, las ladrilleras con el 15%, los cruces fronterizos con el 9%, las superficies arquitectónicas con el 9%, el lavado y desengrase con el 8%, mientras que otros servicios aportan el 14%.

Figura 5.12. Contribución anual de emisiones totales del sector servicios



Suelos

Una de las principales fuentes de emisión de partículas a la atmósfera es la erosión del suelo por el viento, así como la suspensión de polvos provenientes de las zonas agrícolas, calles sin pavimentar y terrenos baldíos. En efecto esto es debido a que la ciudad se ubica en una zona desértica, donde una extensa superficie no cuenta con vegetación y que los tipos de suelo favorecen el aporte de partículas. Otra razón de importancia es que por el rápido crecimiento urbano, cerca del 50% de las calles no cuentan con pavimentación.

Dentro de las zonas identificadas como aportadoras de contaminantes de origen natural en Juárez, se consideran las superficies agrícolas y las áreas desprovistas de vegetación que circundan la ciudad. Las emisiones se producen por efecto principalmente de dos fenómenos, la erosión de suelos y por la acción del tráfico de vehículos.

Actualmente se han desarrollado las primeras estimaciones de emisiones generadas por la erosión de suelos en fuentes naturales, lo que, además de permitir

su integración al inventario total de Ciudad Juárez, podrá también servir para definir los programas de reforestación y pavimentación en la zona.

Para el cálculo de estas emisiones generadas por calles no pavimentadas se tomaron los datos reportados por Camacho (1995).[5] Para el cálculo de emisiones generadas por erosión de suelo en la zona urbana se aplicó la Metodología para la elaboración de inventarios de emisiones para Mexico.

En el presente inventario no se estimaron las emisiones generadas por la vegetación, por no contarse con información suficiente de usos de suelo, tipos de especies naturales e inducidas en la ciudad y cultivos agrícolas; sin embargo es importante que esta componente del inventario se contemple para futuros estudios, ya que la zona cuenta con una extensa superficie agrícola para la siembra de diferentes cultivos que generan, en mayor o menor cantidad, compuestos considerados como precursores de ozono.

Transporte

El gran consumo de combustibles por parte de los vehículos automotores constituye la principal fuente de emisiones contaminantes en Juárez. El parque vehicular de esta ciudad se estima en 366,739 vehículos (Dirección General de Finanzas del Gobierno del Estado de Chihuahua, 1997).

Para él calculo de las emisiones generadas por el sector transporte se aplicó el modelo MOBILE5-Juárez,[6,7,8] el cual es un modelo mecanístico cuyo grado de certidumbre es confiable ya que fue adecuado para el parque vehicular y características de la ciudad. A medida que se vayan perfeccionando los datos de entrada, los resultados serán de mejor calidad. Con este modelo se estimaron los factores de emisión de NOx, HC y CO. Se hicieron corridas del modelo para los meses de invierno y de verano, por considerarse que existe una gran variación en las temperaturas extremas que se registran en estas dos épocas del año. Para el cálculo de la emisión de SO_2 se empleó el contenido de azufre en los combustibles y para las partículas se utilizaron factores de emisión.

En el inventario de emisiones se indica que el sector transporte genera anualmente 530,873 toneladas de contaminantes anuales de los cuales 449,844 toneladas corresponden a monóxido de carbono, 54,493 toneladas a hidrocarburos, 23,920 toneladas a óxidos de nitrógeno, 1,596 a bióxido de azufre y 1,020 a

---

[5] Camacho, C. L. M. (1995). Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación Ambiental en la Zona Urbana de Ciudad Juárez, Chihuahua. Sección Aire.

[6] Radian-Semarnap (1997). Mexico Emissions Inventory Program Manuals, Volume VI- Motor Vehicle Inventory Development.

[7] Texas Natural Resource Conservation Commission (1994). Cd. Juárez Mobile5 Data Collection.

[8] Radian International, TNRCC (1996). Development of Mobile Emissions Factor Model for Ciudad Juárez, Chihuahua.

partículas. Dada la situación de la problemática ambiental y del nivel de desarrollo que se requiere en la estructuración de los planes y programas ambientales de Juárez, es necesario que la estimación para este tipo de fuentes siempre sea lo más actualizada posible.

Los viajes que se realizan diariamente utilizan las distintas vías de acceso a la zona de estudio, las cuales se muestran en la Tabla 5.11.

Tabla 5.11. Vías de acceso en Ciudad Juárez

Accesos Carreteros	**Zonas que integra**
Carretera Panamericana	Resto del País
Carretera a Casas Grandes	Casas Grandes y el Estado
Carretera Juárez-Porvenir	Zaragoza, Porvenir y Praxedis
Boulevard Manuel Gómez Marin	Zaragoza
Libramiento Independencia	Resto del País y Zaragoza
Puentes Internacionales (4)	La ciudad de El Paso Texas

Fuente: Dirección de Vialidad y Transporte de Cd. Juárez Chihuahua,1993.

En la Tabla 5.12, se muestran las principales vialidades primarias de Cd. Juárez, los puntos donde inician y terminan, así como la longitud total de estas vías.

Haciendo un análisis de la Tabla 5.12, se tiene que Juárez cuenta con una estructura vial que integra a las diferentes colonias y fraccionamientos de la misma, además de brindar acceso de los sistemas carreteros hacia su zona urbana. Así se identifican 25 vialidades primarias que conforman la vialidad principal de la ciudad, siendo, como se mencionó en el capítulo 3, la más extensa el Blvd. Aeropuerto con una longitud de 13.3 km, seguido por la Avenida Paso del Norte con una longitud de 12.9 km. y en tercer lugar el Boulevar Oscar Flores con una extensión de 12.0 km. La vialidad primaria de menor longitud es la Av. López Mateos en el tramo comprendido de Colegio Militar a el Malecón, con 0.16 km de extensión.

De acuerdo a estudios de aforo vehicular realizados en las principales avenidas de la ciudad por el Instituto Municipal de Investigación y Planeación (IMIP) en el año de 1996, se han identificado los cruceros con mayor densidad de vehículos. Sobresalen el corredor Av. Tecnológico en la intersección con la Calle Ramón Rivera Lara, que registra un aforo de 5,216 unidades/hora y la intersección con la Av. Teófilo Borunda, que registra un aforo de 4,500 unidades/hora. De igual manera el crucero avenida Rafael Pérez Serna y Av. Hermanos Escobar registró un aforo de 4,518 unidades/hora. Es importante señalar que se tomaron registros de aforos vehiculares en cuarenta y ocho cruceros de la ciudad y como promedio general del total de puntos aforados se obtuvo una densidad de 2,456 unidades/hora.

Tabla 5.12. Vialidades primarias de Ciudad Juárez

Vialidad	Puntos extremos	Longitud (km)
Av. Tomás Fernández	De San Lorenzo a Av. de las Industrias	3.71
Av. de los Aztecas	De Carlos Amaya a Av. Tzetzales	1.13
	De Av. Tzetzales a Barranco Azul	3.96
Av. A. López Mateos	De H. Colegio Militar a Av. Malecón	0.16
	De Av. Malecón a Av. Franklin	1.24
	De Anillo Pronaf a Av. Insurgentes	1.34
Av. Carlos Amaya	De Blvd. Oscar Flores a Eje Vial	0.69
	De Eje Vial a Av. Tzetzales	1.87
	De Av. Tzetzales a Av. Aztecas	1.26
	De Av. Aztecas a B. Domínguez	2.65
Av. Lincoln	De Puente Libre a Franklin	3.11
Blvd. Oscar Flores	De Av. López Mateos a km 20	11.98
Aeropuerto	De km 20 a Av. de la Raza	13.26
Av. Jilotepec	De Juárez-Porvenir a Av. de las Torres	2.84
	De Av. de las Torres a Av. Tecnológico	4.05
Carr. Juárez-Porvernir	De Ramón Rayón a Av. de la Industria	7.61
Av. Malecón	De Av. Francisco Villa a Av. Lincoln	2.80
	De Av. Lincoln a Av. Pérez Serna	2.61
P. Triunfo de la República	De Av. de la Raza a Av. López Mateos	3.82
	De Av. López Mateos a Av. de las Américas	0.91
Blvd. Fronterizo	De Arroyo de las Víboras a Oro	2.60
H. Colegio militar	De Oro a Av. R. Pérez Serna	6.20
Av. R. Pérez Serna	De H. Colegio Militar a Melquíades Alanis	1.34
	De H. Colegio Militar a Acc. al Puente	2.43
Av. División del Norte	De B. Domínguez a Viaducto	2.33
Av. Ejercito Nacional	De Av. López Mateos a Av. Tecnológico	2.76
Eje Juan Gabriel	De Insurgentes a Blvd. Zaragoza	9.26
Av. Francisco Villa	De V. Guerrero a H. Colegio Militar	1.20
Blvd. Municipio Libre	De B. Domínguez a Av. López Mateos	3.67
Paseo de la Victoria	M. Clouthier a M. Gómez Morín	6.36
Av. de las Torres	De Lib. Independencia a M. Clouthier	5.75
Lib. Independencia	De km 20 a Zaragoza	10.27
Av. Henequen	De Av. Panamericana a Lib. Independencia	8.35
Av.Paso del Norte	De Rafael Pérez Serna a Gómez Morín	12.85
Blvd. Zaragoza	De Av. de los Aztecas a Carr. Panamericana	4.17
	Total	150.54

Fuente: Instituto Municipal de Investigación y Planeación, 1998.

En lo que respecta al cruce de vehículos en los puentes internacionales de Juárez-El Paso, el puente Paso del Norte contabilizó un movimiento anual de 3’493,415 vehículos, el de las Américas registró el paso de 10’308,695 vehículos anuales y el de Zaragoza censó la cantidad de 5’290,675 unidades anuales.[7]

En la Tabla 5.13, se muestra la clasificación del parque vehicular de Juárez y los kilómetros que recorre en promedio anualmente cada unidad de cada tipo de vehículo, obtenidos con inforrmación del primer semestre de 1997.

Tabla 5.13. Parque Vehicular en Cd. Juárez

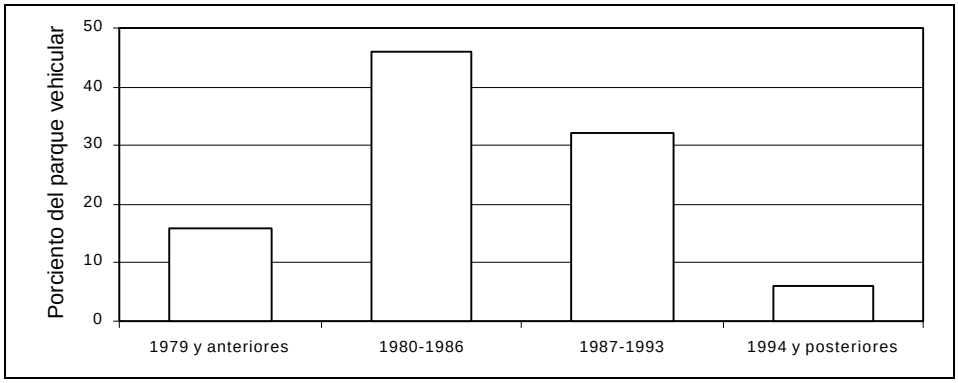
Clasificación	No. de vehículos	%	Km/veh/día	km anuales
1 Auto particular	348,214	94.95	68.5	25,000
2 Taxis	1,042	0.29	109.5	40,000
3 Pick-up	14,386	3.92	82	30,000
4 Camión pasajero	2,377	0.65	137	50,000
5 Camión pasajero (diesel)	226	0.06	137	50,000
6 Camión carga (diesel)	494	0.13	82	30,000
Total	**366,739**	**100.00**		

Fuente: Dirección General de Finanzas del Gobierno del Estado de Chihuahua, 1997.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, en Ciudad Juárez el porcentaje mayor del parque vehicular lo constituyen los vehículos automotores particulares con un 95 %, seguido de los pick up con un 4%. El transporte público en conjunto ocupa tan solo el 1% del total de la flota vehicular con 3,645 unidades.

Es importante mencionar que el 87% de los vehículos particulares son de origen estadounidense y la mayoría de ellos corresponden a modelos muy antiguos. Esta situación se debe principalmente a que los residentes de la frontera realizan con mayor facilidad la adquisición de vehículos norteamericanos, debido a los bajos costos con relación a los nacionales y esto hace que una gran parte de la población cuente con auto particular. En Cd. Juárez se tiene en promedio un vehículo particular por cada 3 habitantes, el cual es menor comparado con el de las zonas metropolitanas del Valle de México, Guadalajara y Monterrey que es de más de 4 habitantes por vehículo. El registro por año modelo nos indica que el 16% de los vehículos de Cd. Juárez son modelos anteriores a 1979, 46% de 1980 a 1986, 32% de 1987 a 1993 y tan solo el 6% posteriores a 1994 (Ver la Figura 5.13).

Figura 5.13. Estructura de la edad del parque vehicular



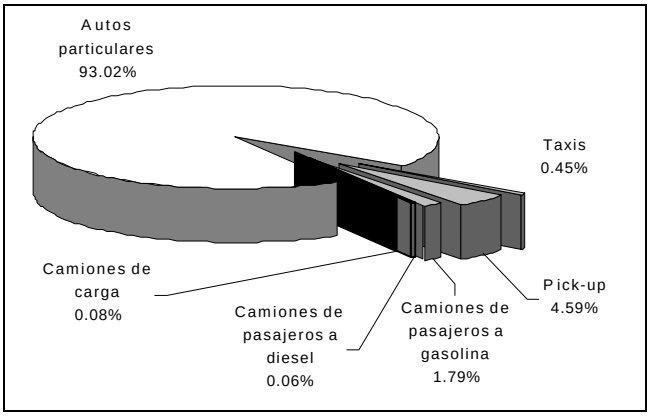
En la Tabla 5.14 se muestra el consumo histórico de combustibles para el sector transporte, así mismo se observa que la gasolina nova se dejó de comercializar en Ciudad Juárez desde enero 1995, y sólo se siguió suministrando gasolina Pemex Magna. En el mes de octubre de 1996 se introdujo al mercado local la gasolina Pemex Premium. En lo que respecta al diesel, se observa un crecimiento en la demanda, sin embargo, los vehículos locales que consumen este combustible son muy pocos. Esto se debe a que en esta ciudad llegan vehículos que consumen este combustible, pero no se encuentran registrados en la ciudad. De acuerdo con las cifras presentadas en la tabla, el 85% del combustible automotor corresponde a la gasolina Pemex Magna, el 13% al diesel y el 1.3% a la gasolina Premium. Si sumamos los consumos de los dos tipos de gasolina tenemos que más del 86% del consumo local corresponde a este combustible y está en estrecha relación con el parque vehicular ya que aproximadamente el 96% de los automotores que circulan en la ciudad son a gasolina.

Tabla 5.14. Consumo de combustibles vehiculares (m^3/año)

Combustible	**1993**	**1997**	**Variación 1993-1997 (%)**
Nova	106,000	0	
Magna	426,000	718,374	+168
Premium		10,915	+100
Diesel	45,570	113,570	+249

Fuente: Gerencia Comercial Zona Norte Superintendencia de ventas Cd. Juárez, 1997.

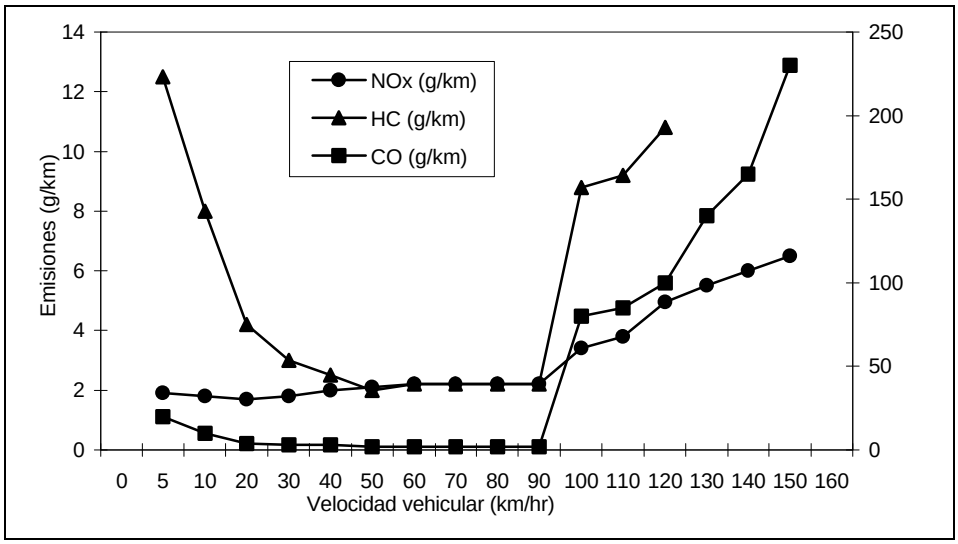
Figura 5.14. Emisiones por tipo de vehículo



En cuanto a las emisiones generadas por el sector transporte, en la Figura 5.14 se muestra que él 93% de ellas provienen de los automóviles particulares y el 7% por el resto de los vehículos.

Un elemento adicional que contribuye a la mayor intensidad de las emisiones del sector transporte, es la velocidad a la que se desplazan los vehículos en las zonas urbanas y que se esquematiza en la Figura 5.15.

Figura 5.15. Emisiones de vehículos particulares en relación con la velocidad



Fuente: Methods and technology for reducing motor vehicle pollution, INRETS synthesis, 1987.

La velocidad promedio vehicular en ciudad Juárez es de 30 km por hora en las calles del centro de la ciudad[9]. Esta relativamente baja velocidad, se ve reducida aún más en las horas pico que generalmente son a las horas de entrada y salida a las escuelas ya que la mayoría de ellos se ubica sobre calles principales. Otro factor que reduce la velocidad es la falta de pavimentación en calles, ya que cerca del 50% no cuentan con pavimento. En el centro de la ciudad, en las calles que comunican a los puentes internacionales se forman grandes colas de las 6:00 a las 11:00 de la mañana y por la tarde de las 16:00 a las 20:00 horas, obstruyendo el libre tránsito por las calles que las cruzan. Esto es una realidad que disminuye significativamente la velocidad crucero con lo que se incrementan las emisiones vehiculares de HC y CO, sobre todo en los vehículos con carburador, que en el caso de esta ciudad, es la gran mayoría.

Es importante mencionar que en la ciudad se cuenta desde 1993 con un programa de verificación vehicular integrado por 42 centros de verificación para vehículos a gasolina concesionados a particulares y solamente uno para vehículos a diesel concesionado a Gobierno del Estado. En ellos se verificaron 103,308 vehículos que

[9] Instituto Municipal de Investigación y Planeación (IMIP), 1996.

corresponden al 30% del parque vehicular en el año de 1997, de los cuales sólo aprobó la verificación el 65%. Es importante que este programa se fortalezca para lograr su aplicación en la totalidad del parque vehicular y con ello se puedan disminuir las emisiones generadas por el sector transporte.

Comparación del Inventario de emisiones de Ciudad Juárez con el de El Paso, Texas, y Sunland Park, Nuevo México

Para poder realizar un análisis comparativo de las emisiones de Ciudad Juárez, El Paso Texas y el Condado de Doña Ana Nuevo Mexico, es necesario primeramente que en los inventarios realizados para cada lugar se homologuen los datos para los mismos contaminantes, ya que en el caso de los Estados Unidos se inventarían COV´s y en el caso de México son hidrocarburos totales. Para partículas en los Estados Unidos son PM10 y en el caso de México son partículas totales, de igual forma existen diferentes fuentes registradas en cada sector y para El Paso no se reportan las emisiones producidas por la erosión, sin embargo los datos registrados para cada ciudad se muestran en la Tabla 5.15, estos fueron obtenidos del presente inventario y de información proporcionada por diferentes instituciones y organizaciones de la región.

Tabla 5.15. Emisiones por ciudad y por contaminante (ton/año)

Ciudad	Partículas	SO_2	CO	NOx	HC
Cd. Juárez	46,607	4,146	452,761	26,115	76,132
El Paso*	15,509	9,026	142,337	32,670	33,929
Sunland Park*	255,508	971	85,129	13,329	12,182

* Fuente: Información proporcionada por Environmental Defense Fund, 1998.

De los datos anteriores los contaminantes que pueden ser comparados son el SO_2, el CO y los NOx. De acuerdo con estos datos se puede observar que las emisiones de bióxido de azufre son mayores en El Paso, que emite el 64%, el 29% se emite en Cd. Juárez y el 7% en Sunland Park; el CO se emite en un 67% en Cd. Juárez, 21% en El Paso y el 12% en Sunland Park; por lo que se refiere a los NOx el 45% se generan en El Paso, el 36 % en Cd. Juárez y 19% en Sunland Park.

Estas cifras son de carácter ilustrativo ya que una comparación adecuada sólo se podrá efectuar cuando se hayan aplicado las mismas técnicas y criterios en la estimación de las emisiones.

6. INICIATIVAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN EN LA REGIÓN PASO DEL NORTE

En este apartado se describen las principales estrategias y actividades de prevención y control de la contaminación del aire, realizadas e iniciadas en años recientes por los gobiernos municipal, estatal y federal, las autoridades competentes de las entidades administrativas de Texas y Nuevo México en los Condados de El Paso y Doña Ana, respectivamente, así como por el Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte y el recientemente formado Comité Consultivo Conjunto para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Cuenca Atmosférica de Ciudad Juárez, Chihuahua / El Paso, Texas / Condado de Doña Ana, Nuevo México.

En lo que se refiere al arreglo institucional para atender los asuntos de calidad del aire, la presidencia del Municipio de Juárez cuenta con la Dirección General de Obras Públicas y Desarrollo Urbano, cuya Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología (DDUE), lleva a cabo la implementación de los programas municipales de prevención y control de la contaminación del aire. Por su parte, el Gobierno del Estado de Chihuahua cuenta con la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ecología (DGUE), dentro de la cual, el Departamento de Ecología se encarga a nivel estatal de la atención de estos asuntos. La DGUE tiene una Delegación Regional y una Subdelegación de Ecología en Ciudad Juárez.

A nivel federal participan tres organismos de la Semarnap: la Delegación de la Secretaría en el Estado, encargada de atender los asuntos de carácter normativo y operativo; la Delegación de la Profepa en la entidad, cuya función es atender los asuntos de verificación normativa en las fuentes de jurisdicción federal; y el Instituto Nacional de Ecología, encargado fundamentalmente de la coordinación de las actividades que se desarrollan a nivel binacional.

1. Iniciativas en Ciudad Juárez

Como respuesta a la inquietud ciudadana acerca de los problemas ambientales que han venido evolucionando paralelamente al grado de desarrollo que presenta Ciudad Juárez, el gobierno local, en sus dos niveles, y acorde a su nivel de jurisdicción y competencia, ha puesto en marcha acciones para ordenar y orientar la dinámica industrial y de servicios, consecuencia manifiesta de un proceso irreversible de urbanización y de generación de concentración económica y poblacional.

Vehículos y transporte

En Ciudad Juárez, las emisiones generadas por los vehículos automotores son las principales causantes de esta contaminación, ya que de acuerdo al inventario de emisiones para 1996, estos son responsables de aproximadamente el 88 % del total de contaminantes emitidos a la atmósfera. La razón de que se presenten elevados niveles de contaminantes en el aire se debe indudablemente al deficiente mantenimiento del parque vehicular en circulación, a su elevado número de unidades, a su obsolescencia tecnológica, a que raramente se considera a los dispositivos de control de emisiones como una parte integral de los vehículos, ocasionando con ello su deterioro, así como a una red de tráfico deficiente, en la que el 50% de sus arterias se encuentran sin pavimentar.

Por lo anterior, es importante considerar que no se podrá tener un aire limpio mientras no se tenga la capacidad de aceptar la responsabilidad del mantenimiento de este medio de transporte; tal vez no primordialmente por el beneficio al ambiente sino también por los beneficios económicos que trae consigo la preocupación por proveerle de un mantenimiento oportuno, en razón de un mejor rendimiento de combustible y mayor longevidad de la máquina.

Programa de Verificación Vehicular

A fin de dar cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana 041, relativa a los límites máximos de emisión de contaminantes provenientes de los vehículos automotores en circulación, y de acuerdo a su responsabilidad en materia de preservación al ambiente y de protección del equilibrio ecológico, el Municipio de Juárez, a través de la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología, implementó en 1993, el Programa Anual de Verificación Vehicular Voluntaria.

En el mes de diciembre de 1996, nuevas disposiciones regulatorias para vehículos en circulación, emitidas por el H. Congreso del Estado de Chihuahua e incluídas dentro del Artículo 20 de la Ley de Tránsito, establecieron su obligatoriedad en Ciudad Juárez, de tal forma que la verificación de emisiones automotrices es un requisito previo para la realización de los trámites vehiculares.

Dichas disposiciones favorecen una más estrecha aplicación de las normas ambientales federales, vigentes en nuestro país desde hace más de 10 años y contempladas en el Reglamento Municipal de Ecología y Protección del Ambiente del Municipio de Juárez. En estas normas se especifican los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera por los vehículos automotores. Para llevar a cabo la verificación de los vehículos, actualmente se cuenta con 43 Centros de Verificación Vehicular que trabajan con tecnología de medición de gases tipo BAR - 90.

Bajo esta circunstancia, el 15 de abril de 1997 el Congreso determinó la obligatoriedad de esta medida y derivado de ello el Comité Municipal de Ecología presentó un renovado Programa de Verificación Vehicular Obligatorio, y publicó su Manual de Procedimientos. El Programa mismo involucra un conjunto de estrategias de acción con un fuerte ingrediente de participación ciudadana a través de propuestas como son las cuotas de cumplimiento, el nombramiento de inspectores ecológicos ciudadanos, la capacitación de instructores en mecánica automotriz y a su vez éstos a mecánicos de talleres, la atención al público y la promoción de la educación ambiental, así como prestar servicio de diagnóstico de emisiones vehiculares en Centros de Capacitación Técnica e Industrial y de Educación Profesional.

La obligatoriedad del Programa ha generado al Municipio la necesidad de contar con una adecuada supervisión de los centros de verificación, así como brindar atención a los conductores que no pasan satisfactoriamente la verificación y para el trámite de vehículos decomisados por la Policía Municipal.

La Dirección busca también optimizar el programa mejorando e incrementando las medidas de inspección a los centros de verificación y de encauzamiento de la comunidad para la medición de las emisiones de sus vehículos. El compromiso de los gobiernos locales hacia este Programa es ineludible, cuanto más por la iniciativa de la ciudadanía al hacerse corresponsable en el logro del éxito de este programa.

Es necesario que se continúe con las acciones ya contempladas en la Ley, incluyendo el cumplimiento estricto de los requisitos de importación de vehículos usados, a ser aplicados por la SHCP y sus oficinas de aduana. Así mismo, se requieren generar esquemas que, además de que resuelvan el grave problema de irregularidad de vehículos en la frontera, permitan garantizar la vigilancia y aplicación de la normatividad ambiental. Sin la participación activa de los tres niveles de gobierno que tienen facultades regulatorias sobre los vehículos, no se tendrá éxito. Otra vertiente necesaria es buscar mecanismos que permitan renovar y mantener el parque vehicular en estratos sociales de bajos recursos económicos.

Detección de vehículos altamente contaminantes

En el mes de febrero de 1997 la DDUE de Juárez empezó a utilizar un equipo de medición remota de emisiones contaminantes vehiculares (RSD 2000) para identificar y retirar de la circulación a vehiculos con altas emisiones como complemento y refuerzo al Programa de Verificación vehicular. Este equipo fue adquirido como parte del Programa de Apoyo al Fortalecimiento de la Gestión Ambiental del Instituto Nacional de Ecología.

El detector de emisiones muestrea la pluma que deja el escape cuando el vehículo se encuentra en movimiento, evalúa si una medida de emisión está dentro de los rangos permisibles para vehículos a gasolina y mide continuamente las

concentraciones de fondo de los contaminantes emitidos por el escape; la cantidad de contaminación luego es sustraída de la prueba hecha a cada vehículo.

Con el RSD es posible conocer:

- Los vehículos con altas emisiones
- El perfil del parque vehicular por marcas y modelos
- El aforo vehicular en el punto de monitoreo
- La proporción de vehículos fronterizos, nacionales y extranjeros, entre otros.

Es imperante identificar estos vehículos contaminantes y exigirles cumplir con la norma ambiental toda vez que, se ha visto que aunque estos vehículos representan una parte relativamente pequeña del parque vehicular, contribuyen con más de la mitad de las emisiones de la flota completa. Con el RSD 2000, al identificar un vehículo contaminante, se le envía a su dueño una carta de notificación y citatorio para darle a conocer a que centros puede ir a verificar sus emisiones vehiculares y cumplir con la norma ambiental que las regula.

Centros de Diagnóstico de Emisiones Vehiculares

En el año de 1995 se inició el Programa de Centros de Diagnóstico de Emisiones Vehiculares, en tres escuelas que cuentan con la carrera técnica de mecánicos automotrices, recibiendo el apoyo del fabricante del equipo de medición de gases quien donó tres máquinas con tecnología BAR-90. La capacitación fue dada por personal del Centro Nacional de Control de Emisiones y Vialidad Vehicular, de la Universidad Estatal de Colorado, así como del Fondo para la Defensa del Ambiente (EDF).

El Programa antes señalado busca aumentar las probabilidades de aprobación de los vehículos cuando son llevados a uno de los centros de verificación vehicular. Igualmente busca brindar una alternativa económica y accesible de diagnóstico, con personal profesional altamente calificado y con tecnología comparable a la que se encuentra en los centros de verificación vehicular aprobados por las autoridades. Finalmente, es el propósito de que al conocer el estado y desempeño de los dispositivos de control de emisiones y al efectuar un mantenimiento y afinación oportuna del vehículo, el usuario obtenga beneficios económicos al ahorrar gasolina y que se logren reducir las emisiones de la mayor fuente de contaminantes a la atmósfera.

Red vial y tráfico vehicular

La calidad del aire de Ciudad Juárez se ve amenazada por las limitaciones que presenta su operación urbana y específicamente por la falta de planeación en lo que se refiere a su sistema de transporte. Esta carencia de planeación ha ocasionado que el sistema vial sea deficiente, con altos niveles de congestionamiento vehicular

y, en general, con una infraestructura en creciente deterioro y con limitadas posibilidades de mantenimiento y rehabilitación. Sin embargo, para revertir esta situación el actual Plan Director de Desarrollo Urbano establece lineamientos para el desarrollo armónico y sustentable de la ciudad, en el que se incluye un plan sectorial de transporte que permita una vertebración eficiente del desarrollo urbano.

El Instituto Municipal de Investigación y Planeación está instrumentando un proyecto para mejorar el servicio de transporte, en el que se contempla crear un sistema troncal con ramales alimentadores y jerarquizar el sistema de transporte urbano. El proyecto integral de transporte requiere como primer paso llevar a cabo un estudio completo de origen–destino, a fin de obtener información precisa sobre los hábitos de transporte de la población, de modo que permita desarrollar un modelo simulador de las características del desplazamiento de la gente a través de los diferentes modos. Dicho modelo simulador será una herramienta para la futura planeación de la ciudad que permitirá, eventualmente, identificar el impacto de distintas alternativas de transporte multimodal para la comunidad.

Como mejoras en la red de tráfico, se están integrando los principales cruceros semaforizados a un control central computarizado para agilizar el tráfico vehicular. Actualmente se tiene integrado a más del 50% de los cruceros.

A partir del Plan Director de Desarrollo Urbano se generarán: acciones de construcción de vialidades que alivien el tráfico vehicular; un sistema integral de transporte público que incremente su uso y reduzca el número de vehículos circulando, y la pavimentación estratégica en zonas no pavimentadas para reducir emisiones de partículas.

Red de monitoreo de la calidad del aire

Ciudad Juárez cuenta en la actualidad con tres estaciones de monitoreo automático, las cuales están equipadas con analizadores de ozono y monóxido de carbono, además se cuenta con una red de 6 muestreadores de partículas menores de 10 micrómetros.

Los analizadores de ozono y monóxido de carbono operan permanentemente tomando una muestra de las concentraciones del aire ambiente a intervalos de 7 a 8 segundos, estas concentraciones son almacenadas en una computadora que hace un acumulado por cada hora. Para capturar la información se conecta un equipo de comunicación electrónico (modem), con la computadora que concentra los datos en cada estación de monitoreo y con la computadora del Departamento de Ecología.

La operación de los muestreadores de partículas se realiza cada 6 días, utilizando filtros de cuarzo los cuales son pesados antes y después de tomar la

muestra. Por diferencia de peso se calculan las concentraciones, tomando en cuenta otros factores que se registran al mismo tiempo que las muestras.

Los datos capturados cada hora son dados a conocer a la ciudadanía a través de los diversos medios de comunicación. Los valores de calidad del aire se reportan horariamente como Índice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA), señalándose además su impacto a la salud y qué medidas de prevención y seguridad se deben seguir cuando el IMECA llega a valores elevados. Así mismo, existe coordinación con las autoridades locales de educación para llevar a cabo acciones de contingencia ambiental e iniciar una promoción educativa a través de las escuelas.

A fin de realizar una correcta gestión ambiental y un monitoreo homogéneo de la calidad del aire en la cuenca atmosférica Paso del Norte, se llevó a cabo un taller sobre "Métodos para la Evaluación del Aire". El taller se realizó en el Instituto de Ingeniería y Tecnología de la UACJ, a través del Centro de Estudios del Medio Ambiente, con el apoyo del Fondo para la Defensa del Medio Ambiente (EDF), El Paso Community Foundation, en coordinación con la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología de Ciudad Juárez y el Instituto Nacional de Ecología.

Cabe también mencionar que la DDUE de Juárez recibe el apoyo técnico permanente de las autoridades de salud de El Paso, quienes están encargadas de realizar las labores de medición de la calidad del aire de esa ciudad.

Finalmente, con el apoyo del Programa Ambiental de la Frontera Norte del Instituto Nacional de Ecología, el Municipio a través de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, inició en 1997 un estudio para mejorar la red de monitoreo y modelar la dispersión de contaminantes utilizando el inventario de emisiones existente, buscando generar propuestas para mejorar la información al público y combatir la contaminación, principalmente de partículas. Como continuación de este apoyo el INE solicitará recursos para adquirir equipos adicionales para el reforzamiento de la red de monitoreo.

Otras acciones locales de prevención de la contaminación

Adicionalmente a las acciones arriba descritas se tienen las siguientes actividades que coadyuvan a mejorar la calidad del aire:

- Legislar para que en la construcción de nuevas viviendas se incluya el aislamiento térmico, al menos en el techo, a fin de reducir emisiones por calefacción en invierno y el consumo de energía en el verano, además de lograr abatir costos de operación de la vivienda.
- Se reglamenta el funcionamiento de los nuevos talleres de enderezado y pintura, con tecnología para reducción de emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV).

- A través del Comité Municipal de Ecología se integran los grupos de cultura ecológica, existiendo uno específico para la calidad del aire. La intención es que a través del Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte se coordinen los esfuerzos para generar acciones de largo plazo.

Programa Industria Limpia

Las iniciativas voluntarias de empresas y organizaciones de productores para mejorar su desempeño ambiental más allá de lo previsto por la normatividad, son un vehículo muy eficiente de gestión ambiental. Es por eso que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa) desde 1992 ha venido promoviendo la realización del Programa Nacional de Auditoría Ambiental. A través de las auditorías se analizan los procesos e instalaciones productivas, se evalúan el cumplimiento de la normatividad ambiental, los parámetros internacionales y de buenas prácticas de operación e ingeniería aplicables, con el objeto de definir las medidas preventivas, correctivas y en su caso de respuesta, necesarias para proteger el ambiente, contempladas éstas dentro de un plan de acción.

A través del otorgamiento de un Certificado de Industria Limpia, se ha logrado estimular inversiones importantes en el mejoramiento del desempeño ambiental de empresas privadas y paraestatales. Asimismo, con el propósito de garantizar el acceso a la información en esta materia, se pondrán a disposición del público y de la industria misma, el diagnóstico básico y las acciones preventivas y correctivas que deberán desarrollarse como resultado de las auditorías ambientales. En Ciudad Juárez, el 20 de octubre de 1997, 11 empresas de un total de 12 en el Estado, recibieron certificado de industria limpia. A la fecha, dos empresas más cumplieron ya con la totalidad del plan de acción y están por recibir su certificación.

Microindustria ladrillera

Con el fin de atender la problemática de las emisiones generadas por la microindustria ladrillera, debido a la utilización de materiales altamente contaminantes como combustible, en el proceso de cocción del ladrillo, y en general, a la escasez de recursos de los operadores de los hornos ladrilleros, la Delegación de la Profepa en el Estado de Chihuahua realizó gestiones ante la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del Municipio de Juárez, la Delegación de Canacintra, los representantes de los diversos sectores ladrilleros que operan en Ciudad Juárez y el Movimiento Ecologista Mexicano, que conllevaron a la integración de un Comité cuyo objetivo principal fue el implementar acciones conjuntas tendientes a controlar sus emisiones y abatir la problemática ambiental generada por las actividades productivas de este sector.

En el marco de este Comité se implementó en octubre de 1996 un Programa de Acciones Emergentes, tendiente a unificar criterios para la quema de ladrillo

y el tipo de material a utilizar. Este Programa fue firmado de conformidad por todos los representantes de los sectores ladrilleros, siendo las acciones más relevantes realizadas a la fecha, las siguientes:

a) Se integró un padrón de las ladrilleras en Ciudad Juárez, a través de recorridos en campo levantándose el censo de obradores y representantes por sector. Así mismo se identificaron en un plano los sectores inventariados;
b) Se elaboró un tríptico informativo para el sector ladrillero sobre los materiales permitidos y prohibidos en la quema para la fabricación de ladrillo, el cual fue distribuido entre los operadores de los hornos ladrilleros que operan en Ciudad Juárez;
c) Se estableció el Programa de Acciones Emergentes que adoptó la microindustria ladrillera durante la temporada invernal 1996-1997 en la franja fronteriza de Ciudad Juárez, el cual contempla un calendario de operación de quemas para cada horno, considerando el número de hornos por sector, que entró en vigor en noviembre de 1996. Así mismo este Programa previó que en caso de contingencia se suspendiera, para todos los obradores, la quema hasta nuevo aviso;
d) Se acordó como compromiso de los ladrilleros no utilizar los siguientes combustibles: aserrín o madera tratada o pintada, telas, plásticos, llantas, cáscara de nuez, orégano, estiércol, aceites gastados, solventes y otros residuos peligrosos;
e) A través de Canacintra se solicitó a la industria nacional y maquiladora la donación o venta a precios bajos de paletas o madera limpia para los ladrilleros;
f) Se llevaron a cabo operativos conjuntos de las Autoridades Municipales y Profepa, en días hábiles e inhábiles, tanto diurnos como nocturnos, para el decomiso de llantas y, en su caso, la clausura de hornos ladrilleros.
g) El Comité en pleno acordó que el Programa Emergente no fuera exclusivo de la temporada invernal y se extendiera a todo el año.

En diciembre de 1997 se ratificaron los materiales permitidos y prohibidos en la quema para la fabricación de ladrillos, y se prohibió durante la temporada invernal, la fabricación de ladrillo en sábados y domingos.

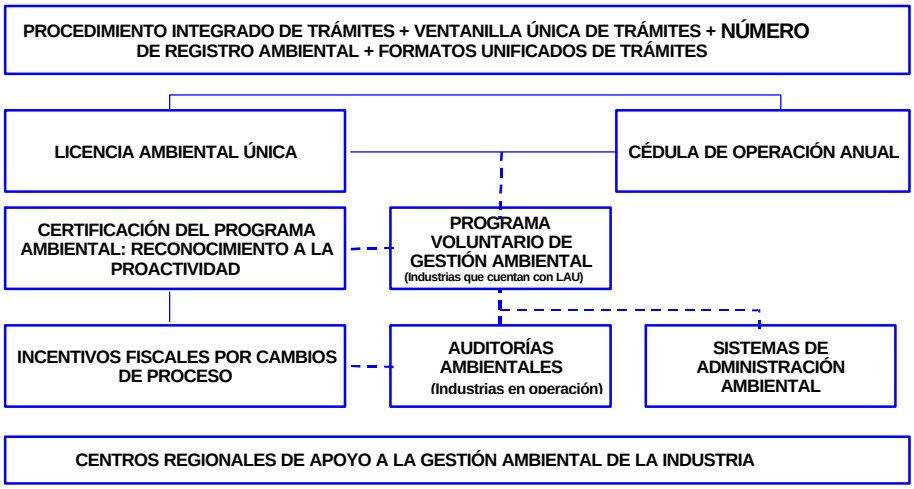
Proyecto Piloto de Aplicación del SIRG en Ciudad Juárez

El *Sistema Integrado de Regulación Directa y Gestión Ambiental de la Industria (SIRG),* está concebido como un instrumento eficaz en la formulación de políticas ambientales y tiene como objetivo principal, propiciar y facilitar la coordinación, en lo que a regulación directa de la industria de jurisdicción federal se refiere, entre el INE, la CNA y la Profepa. El SIRG también promueve la prevención y minimización de la contaminación dentro de un enfoque multimedios, además de desarrollar programas de gestión ambiental, generar información integral anual para el Sistema Nacional de Información Ambiental y contribuir al establecimiento de un Sistema

Nacional de Certificación Ambiental, homologable con el de otros países. Su perspectiva a largo plazo, es lograr niveles de coordinación entre los tres órdenes de gobierno, que permitan abarcar en un todo, tanto a la industria de competencia federal, como aquella de competencia local.

El SIRG tiene como antecedente principal al Programa de Medio Ambiente 1995-2000, en el marco del nuevo enfoque de la política ambiental definida por la Semarnap, e incorpora los cambios introducidos en las reformas a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en diciembre de 1996. En su concepción también se tomó en cuenta los preceptos del Programa de Protección Ambiental y Competitividad Industrial, firmado por la Semarnap, Secofi y Concamin en julio de 1995. La Figura 6.1 muestra los elementos que conforman al SIRG y las interrelaciones que se dan entre ellos.

Figura 6.1. Componentes básicos del SIRG



El SIRG, se constituye mediante tres elementos básicos íntimamente relacionados: la Licencia Ambiental Única, la Cédula de Operación Anual y el Programa Voluntario de Gestión Ambiental.

- *La Licencia Ambiental Única (LAU),* es el componente principal del Sistema. En torno a ella, se articulan los diferentes elementos del SIRG y en particular el Programa Voluntario de Gestión Ambiental, que es una opción voluntaria de autorregulación por parte de la industria para reducir sus emisiones. La LAU es un instrumento de regulación directa que integra en un solo procedimiento las diferentes autorizaciones en materia ambiental, emitidas por la autoridad federal.

- *La Cédula de Operación Anual (COA)*, es un instrumento de seguimiento que deben cumplir los establecimientos industriales, mediante el cual se obtiene información de las emisiones, descargas y transferencias de los contaminantes y residuos al aire, al agua y al suelo, lo que también permite evaluar el desempeño ambiental de la empresa. La información obtenida a través de la LAU y la COA permitirán integrar el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) que es parte fundamental del Sistema Nacional de Información Ambiental.
- *El Programa Voluntario de Gestión Ambiental (PVG),* tiene como objetivo principal, favorecer y fomentar la autorregulación en el sector industrial, privilegiando los intereses privados a favor de la productividad y la competitividad y los intereses públicos a favor de la protección del ambiente, a partir del cumplimiento del orden legal vigente.

Los sectores industriales de jurisdicción federal que requieren contar con una LAU son: petróleo, petroquímica, química, pinturas y tintas, siderúrgica, metalúrgica, automotriz, celulosa, papel, cemento, cal, asbesto, vidrio, generación de energía eléctrica y tratamiento de residuos peligrosos.

Para su aplicación, el SIRG requiere del Procedimiento Integrado de Trámites, la Ventanilla Única de Trámites, el Número de Registro Ambiental y los Formatos Unificados de Trámites.

El 10 de abril de 1998, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Acuerdo de Coordinación que celebraron la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través del Instituto Nacional de Ecología, la Delegación Federal de Semarnap en el Estado y el Gobierno del Estado de Chihuahua, así como el Municipio de Juárez y la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Juárez, para la realización de un proyecto piloto de aplicación del SIRG en Ciudad Juárez, incorporando a las industrias de jurisdicción local junto con las de jurisdicción federal. Este acuerdo contribuirá a apoyar la descentralización y el fortalecimiento institucional de la gestión ambiental en beneficio de la industria de Ciudad Juárez.

Otro propósito del proyecto es la promoción en el sector industrial local de una cultura de prevención de la contaminación, a través de programas voluntarios de autorregulación que tiendan a reducir emisiones contaminantes y residuos en la fuente, privilegiando las tecnologías de procesos sobre los equipos de control y acciones correctivas. A través del Instituto Nacional de Ecología se evaluará, dictaminará, o en su caso convendrá, con los interesados la incorporación de éstos al Programa Voluntario de Gestión Ambiental.

Mediante este acuerdo, el Estado de Chihuahua y el Municipio de Juárez se comprometen a proporcionar información de las fuentes de su jurisdicción al Instituto Nacional de Ecología para la integración del RETC del municipio.

2. Iniciativas en el Paso-Sunland Park[1]

La Ley y Acta de Aire Limpio es un ordenamiento de ámbito federal en los Estados Unidos, cuyo fin es lograr una calidad del aire que cumpla con los estándares establecidos. A pesar de que la Ley es federal, son los estados los que llevan a cabo su ejercicio y aplicación. En 1990 se establecieron enmiendas a dicha Ley, nombrándose a partir de ahí como Acta de Aire Limpio (CAA, por sus siglas en inglés). De acuerdo con el CAA, la Agencia federal de Protección Ambiental (EPA) tiene la autoridad para establecer límites de emisión de contaminantes en los estados, en lo particular, y en el país en su conjunto. Por otro lado, el CAA autoriza a los estados formular medidas para el control de las emisiones contaminantes, las cuales pueden ser más rigurosas que las federales, a fin de garantizar que la población cuente con un esquema de protección a su salud más apegado a sus condiciones locales.

El Acta requiere a los estados el establecer programas de mejoramiento y mantenimiento de la calidad del aire en su jurisdicción, ya que reconoce que son ellos mismos quienes en la práctica deben aplicarla y reglamentar las medidas para el caso. Los controles estipulados en estos programas, contemplan un cierto grado de tolerancia que toma en cuenta la situación y función local y nacional de la industria, las características físicas de la región, los patrones de urbanización y de los sistemas de transporte, la calidad del combustibles, entre otros. Para ello, los estados tienen que formular un Plan de Implementación Estatal (State Implementation Plan, SIP), en el se establece la forma en que dicho estado llevará a cabo su plan de mejoramiento y mantenimiento de la calidad del aire, dentro del esquema del CAA. En otras pablabras, el SIP es el conjunto de medidas y ordenanzas locales, con las que el estado espera poder mejorar la calidad del aire de la cuenca atmosférica que se encuentra en violación de los estándares en un periodo de tiempo estipulado.

En el proceso de elaboración de ordenanzas, el estado debe hacer participe a la sociedad, a través de la realización de audiencias públicas, contándose además con un periodo para emitir comentarios sobre las medidas particulares del SIP, así como del plan en su conjunto, como apoyo a los programas de mejoramiento de la calidad del aire. Compete a la EPA el aprobar un SIP, en cuya elaboración se incorporan, entre otros, la asistencia de expertos, diseños de ingeniería y los fondos necesarios para su ejecución, así como el conocimiento científico disponible y estudios especiales que hayan sido realizados.

[1] Este apartado fue preparado con material amablemente proporcionado por miembros del Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte

Planes de Implementación Estatal de El Paso y del Condado de Doña Ana

El Condado de El Paso se encuentra actualmente en incumplimiento de la norma que comprende tres de los contaminantes incluidos en el CAA: el monóxido de carbono, el ozono y las partículas finas PM10. El primer SIP del estado de Texas se generó en enero de 1972, habiéndose efectuado a la fecha varias revisiones, debido a que no se alcanzaron las metas señaladas en él. A raíz de las recientes modificaciones a los estándares de ozono y partículas PM10, así como a la incorporación de un nuevo estándar para partículas de diámetro igual o inferior a 2.5 micrómetros, el SIP tendrá que ser actualizado nuevamente.

Por su parte, el Condado de Doña Ana, en el cual se encuentra la ciudad de Sunland Park, no cumple con los estándares de calidad del aire de ozono y partículas PM10. El primer SIP del estado de Nuevo México data también del año 1972, sin embargo, en lo que se refiere al Condado de Dona Ana, éste sólo ha estado dentro del SIP estatal desde 1991, por incumplimiento del estándar de partículas PM10. Posteriormente, en julio de 1997, se incluyeron como parte de una revisión del SIP, medidas para lograr reducir las emisiones de COV`s y NOx, precursores del ozono.

Se ha determinado que el Condado de Doña Ana podría cumplir con el estándar del ozono, si no fuera por las emisiones que se generan fuera del estado de Nuevo México, que estarían provocando ahí su formación y presencia. Las fuentes de precursores de ozono presentes en el Condado, incluyen principalmente al relleno sanitario y a las fuentes móviles. Dado que la categoría de no cumplimiento es marginal, es decir que el problema no es severo, no se requiere que el estado instrumente medidas rigurosas como las requeridas para el Condado de El Paso.

El Consejo para el Mejoramiento Ambiental de Nuevo México, autorizó instrumentar regulaciones preventivas dentro de los permisos de construcción de nuevas fuentes, así como permisos con compensación de impacto en la calidad del aire. Esto significa que cuando una nueva fuente va a instalarse, deberá cumplir con las regulaciones vigentes y llevar a cabo un proyecto o acción, que reduzca las emisiones de alguna otra fuente, en una cantidad igual a sus emisiones, más un diez por ciento adicional a las mismas. El programa incluye el elaborar el inventario de emisiones durante 1998 y contiene una fuerte componente de educación ambiental y de atención a la ciudadanía. También, invita a que voluntariamente se lleven a cabo medidas para mejorar la calidad del aire y se participe en programas de reducción de compuestos orgánicos volátiles, provenientes de fuentes de área y fuentes puntuales. Para esto, las medidas establecidas para el Condado de El Paso, pueden ser una pauta a seguir.

Para reducir las emisiones de PM10, en el Condado de Doña Ana se han incorporado medidas dirigidas a las superficies sin cubierta vegetal y a los caminos sin pavimentar. Con respecto a las emisiones de fuentes de área y puntuales, se está requiriendo aplicar medidas similares a las que se llevan a cabo en el Condado de El Paso.

Finalmente, las tablas siguientes muestran las principales acciones en marcha en los dos condados norteamericanos, principalmente en el de El Paso, que se vienen aplicando dentro del marco de sus SIP respectivos; ellas han sido agrupadas en función del contaminante al que van dirigidas.

Tabla 6.1. Medidas para reducción de emisiones de partículas PM10 en los Condados de El Paso y Doña Ana

- Pavimentación de calles, callejones y barrido intensivo de calles
- Control de polvos en sitios de construcción
- Restricción sobre encendido de chimeneas en periodos de estabilidad atmosférica
- Pavimentación de caminos y carreteras a zonas comerciales e industriales
- Pavimentación de caminos de acceso a inmuebles con cinco o más espacios de estacionamiento
- El transporte de material deberá estar cubierto
- Límites de emisiones de vapores y humos de chimeneas industriales
- Está estrictamente prohibida la quema a cielo abierto de desperdicios, residuos y basura

Tabla 6.2. Medidas para reducción de emisiones de compuestos orgánicos volátiles y otros precursores de ozono en los Condados de El Paso y Doña Ana

- Restricción de emisiones en talleres de carrocería y pintura: fomentar el uso de pistolas de alto volumen y baja presión, utilizar pintura con bajo contenido de solventes
- Riguroso control de emisiones fugitivas e inspecciones a plantas grandes y refinerías
- Riguroso control de emisiones provenientes de lavanderías en seco
- Límites de emisiones y riguroso control en la aplicación de pintura arquitectónica
- Límites de emisiones y riguroso control en terminales con grandes depósitos de gasolina
- Instrumentación de la etapa I, en procesos de carga a granel de gasolina
- Instrumentación de la etapa II, en procesos de reabastecimiento de gasolina a vehículos
- Control de emisiones de las descargas de aguas industriales
- Disponibilidad de gasolina de baja presión de vapor (7.0 psi) de junio 1, a septiembre 15
- Instalación de quemadores con baja emisión de NOx en plantas generadoras de electricidad
- Permisos de construcción de plantas nuevas
- Permisos con compensación de impactos en la calidad del aire
- Elaboración de inventario de emisiones
- Educación ambiental y atención a la ciudadanía
- Iniciativas voluntarias de reducción de emisiones de fuentes de área y fuentes puntuales

Tabla 6.3. Medidas para reducción de emisiones de monóxido de carbono en los Condados de El Paso y Doña Ana

- Control de emisiones vehiculares a través del programa de verificación y mantenimiento de vehículos (I/M, por sus siglas en Inglés), lo cual reduce igualmente emisiones de COV's
- Restricción sobre encendido de chimeneas en periodos de estabilidad atmosférica
- Consumo de gasolina oxigenada de octubre 1, a marzo 31
- Reducción del promedio de kilómetos recorridos por vehículo, lo cual reduce igualmente emisiones de COV's

3. Iniciativas binacionales

Acuerdo de La Paz de 1983

Los esfuerzos formales conjuntos de México y Estados Unidos para proteger y mejorar el ambiente en la zona fronteriza comenzaron en 1983, con la firma del *Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos para la Protección y el Mejoramiento del Ambiente en la Zona Fronteriza*, conocido como "Acuerdo de La Paz".

Este Acuerdo establece una serie de objetivos en materia de cooperación ambiental fronteriza, establece un mecanismo para acuerdos adicionales, anexos y acciones técnicas, así como la realización de reuniones de alto nivel y de reuniones técnicas especiales para promover y fomentar la cooperación entre ambos países; de igual manera establece procedimientos de comunicación formal entre los dos países y ordena que se nombren sendos Coordinadores Nacionales para dirigir y supervisar su puesta en práctica.

El Acuerdo de La Paz regula el marco de cooperación entre las autoridades mexicanas y las estadounidenses para prevenir, reducir y eliminar fuentes de contaminación del aire, agua y suelo en una zona de 100 kilómetros de ancho de cada lado de la frontera internacional. El Acuerdo crea la estructura general según la cual deben aplicarse los proyectos específicos señalados en sus cinco anexos técnicos. Algunos aspectos de calidad del aire se abordan en el Anexo IV: *Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre Contaminación Transfronteriza del Aire causada por las Fundidoras de Cobre a lo Largo de su Frontera Común*, y en el Anexo V: *Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América relativo al Transporte Internacional de Contaminación del Aire Urbano.* Al amparo de este Convenio se han instrumentado el Programa Integral Ambiental Fronterizo 1992-1994 y el Programa Frontera XXI, que se describen a continuación. Cabe mencionar que todas las actividades binacionales en materia de contaminación del aire, se realizan actualmente a través del Grupo de Trabajo de Calidad del Aire y están enmarcadas en los Anexos IV y V arriba mencionados.

En el anexo G de este documento se reproducen el Acuerdo de La Paz y sus Anexos IV y V.

Programa Integral Ambiental Fronterizo 1992-1994

A partir de la firma del Acuerdo de La Paz, se iniciaron una serie de actividades técnicas que fueron canalizadas e incorporadas en el *Programa Integral Ambiental Fronterizo 1992-1994 (PIAF)*, dado a conocer en febrero de 1992. En esa etapa de cooperación, el PIAF se propuso enfrentar los problemas ambien-

tales más serios que existían en el área fronteriza, y se reconoció que existía un conocimiento incompleto de las condiciones ambientales a lo largo de la frontera, por lo que se consideró como un plan que iría evolucionando a la luz de los nuevos conocimientos que se fueran adquiriendo en su desarrollo.

El PIAF también reconoció que su éxito dependía del esfuerzo colectivo, y que era necesaria la actuación de los gobiernos estatales y municipales, de las empresas y asociaciones comerciales, de las organizaciones no gubernamentales, de las instituciones educativas y de la propia población, para llegar a un buen logro de las metas planteadas.

Los objetivos que se trazó el PIAF fueron: i) fortalecimiento del cumplimiento de la legislación existente, ii) reducción de la contaminación mediante nuevas iniciativas, iii) incremento en la cooperación para planeación, capacitación y educación, y iv) mayor conocimiento del ambiente en la frontera.

Entre las acciones relevantes que involucran el aspecto de calidad del aire, se tuvieron la creación de los grupos de trabajo para el cumplimiento de las reglamentaciones ambientales, la prevención de la contaminación, y en particular las acciones encaminadas a reducir la contaminación mediante nuevas iniciativas en el control de fuentes industriales. Así mismo, se establecieron programas de pavimentación para reducir las emisiones de partículas y el mejoramiento de caminos, puentes y la circulación de vehículos, sobre todo en áreas urbanas de tráfico intenso.

En lo específico, el PIAF permitió dar inicio a una serie de actividades conjuntas en la región de Ciudad Juárez-El Paso, como fueron la elaboración de una estrategia integral para controlar las principales fuentes de contaminación atmosférica, el apoyo conjunto para el monitoreo de la calidad del aire, la elaboración de los inventarios de emisiones y el empleo de modelos de simulación de la calidad del aire.

Programa Frontera XXI

Como se mencionó, el Anexo V del Acuerdo de La Paz permite tanto a México como a Estados Unidos evaluar las causas y formular soluciones a los problemas de calidad del aire en las ciudades hermanas fronterizas.

El Programa Frontera XXI, dado a conocer en diciembre de 1996, representa un nuevo esfuerzo binacional innovador que agrupa a las diversas entidades federales responsables del medio ambiente fronterizo, tanto de los Estados Unidos Mexicanos como de los Estados Unidos de América, para trabajar en colaboración por el cumplimiento del objetivo común del desarrollo sustentable, mediante la protección a la salud humana, el medio ambiente, así como el manejo adecuado de los recursos naturales propios de cada país.

El Programa Frontera XXI define objetivos ambientales de mediano y largo plazos así como sus mecanismos de implementación para la región fronteriza; es el producto de una amplia consulta pública que incluye a la ciudadanía, los gobiernos estatales, locales, dependencias federales, organizaciones no gubernamentales y consejos consultivos. Durante su elaboración se realizaron esfuerzos importantes para incorporar los comentarios del público.

El Programa también refleja el nuevo arreglo institucional creado con la firma del Tratado de Libre Comercio (TLC) en 1993 y supone una estrecha coordinación con la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza y el Banco de Desarrollo de América del Norte, instituciones que buscan apoyar el desarrollo de la infraestructura ambiental en la frontera. Así mismo, Frontera XXI coordinará sus esfuerzos con la Comisión de Cooperación Ambiental, que surgió también en el marco del TLC para promover la cooperación ambiental en la región.

La estrategia central del Programa contempla tres ejes instrumentales para el cumplimiento de sus objetivos:

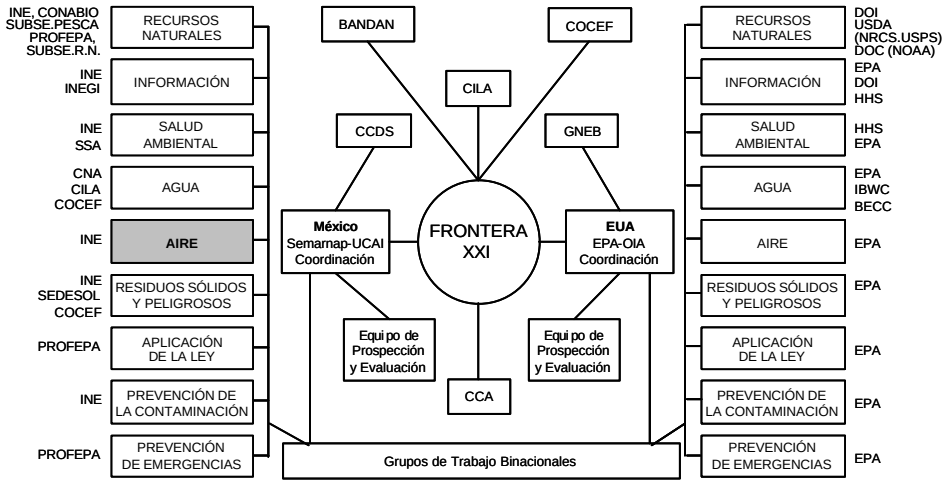
- Asegurar la participación pública en el desarrrollo e implementación del Programa Frontera XXI.
- Fortalecer la capacidad de las instituciones locales y estatales, así como descentralizar la gestión ambiental para asegurar la participación de dichas instituciones en la implementación del Programa.
- Garantizar la cooperación interinstitucional, para aprovechar al máximo los recursos disponibles y para evitar duplicación de esfuerzos entre los gobiernos y otras organizaciones, y para reducir la carga que implica a las comunidades fronterizas, la coordinación con múltiples entidades.

La operación del Programa se da básicamente a través de la organización que se muestra en la Figura 6.2. La dirección del Programa está encomendada a los Coordinadores Nacionales. Actualmente existen nueve grupos de trabajo, seis de los cuales son coordinados por el Instituto Nacional de Ecología, tal como se muestra en la Figura 6.2. Los Copresidentes de los Grupos de Trabajo Binacionales son los responsables de coordinar la ejecución de las actividades de los diferentes grupos técnicos; en particular, el Grupo de Trabajo de Calidad del Aire es coordinado por un representante de la EPA y del INE.

El Instituto Nacional de Ecología de México y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América, han desarrollado respectivamente estrategias nacionales para mejorar la calidad del aire; dichas estrategias están basadas en las normas básicas de la calidad del aire para cada país. Ambos han establecido estándares de calidad del aire similares para el monóxido de carbono, bióxido de azufre, bióxido de nitrógeno, ozono, partículas de 10 micrómetros o menos de diámetro

y plomo, aunque recientemente la EPA revisó y actualizó los estándares para ozono y partículas, (ver el capítulo 3).

Figura 6.2. Organización del Programa Frontera XXI



Las partes involucradas en el Grupo de Trabajo de Calidad del Aire de Frontera XXI, buscan a través de este Programa una mayor colaboración entre las entidades ambientales fronterizas de los diferentes niveles de gobierno, con objeto de mejorar la calidad del aire ambiente de la zona fronteriza entre México y Estados Unidos. Para este propósito, el Grupo de Trabajo continúa sus esfuerzos a través de los Subgrupos de Trabajo, siendo uno de ellos el de Chihuahua-Texas-Nuevo México.

Por la naturaleza del problema de la calidad del aire, existe una estrecha vinculación del Grupo de Trabajo de Calidad del Aire, con los de Prevención de la Contaminación, Información Ambiental y Salud Ambiental, ya que todos ellos son temas transversales que demandan análisis y actuación conjunta.

Un elemento primordial de Frontera XXI es el desarrollo de metas e indicadores ambientales o medidas de éxito para monitorear el avance en la consecución de los objetivos de largo plazo dentro del citado Programa, además de los acuerdos para la realización de acciones de descentralización en la franja norte del país.

Los objetivos planteados en el Programa en materia de calidad del aire para los próximos cinco años, a partir de su elaboración, fueron:

- Desarrollar programas para el estudio y mejoramiento de la calidad del aire (monitoreo, inventarios de emisiones y modelación, entre otros).

- Continuar con el fortalecimiento de la capacidad y la experiencia institucional en el área fronteriza.
- Alentar la participación de la ciudadanía.
- Revisar y recomendar estrategias para el abatimiento de la contaminación del aire, dirigidos a las fuentes vehiculares, industriales y naturales.
- Estudiar el potencial de programas de incentivos económicos para reducir la contaminación del aire.

Como se mencionó, el Grupo de Trabajo de Calidad del Aire lleva a cabo sus actividades a través de Subgrupos de trabajo constituidos por pares de ciudades hermanas, y con proyectos cuyos objetivos se extienden a lo largo de la frontera, mismos que se indican en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4. Subgrupos de Trabajo y poyectos del Grupo de Calidad del Aire de Frontera XXI

Subgrupos
• Programas de Aire en Tijuana-San Diego • Programas de Aire en Mexicali-Valle Imperial • Programas de Aire en Ambos Nogales • Programas de Aire en Agua Prieta-Douglas • Programas de Aire en Cd. Juárez-El Paso-Sunland Park • Programas de Aire en Brownsville-Laredo • Calidad del Aire y Energía • Congestión Vehicular en la Frontera • Calidad del Aire en Big Bend
Proyectos
• Estudio Intensivo de Monitoreo de Calidad del Aire en California-Baja California • Programa de Desarrollo de Inventario de Emisiones para México • Centro de Información sobre Contaminación del Aire (CICA) • Programa de Entrenamiento de Contaminación del Aire para México • Comité Consultivo Conjunto para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Cuenca Atmosférica de Cd. Juárez-El Paso-Sunland Park

El Grupo de Trabajo continúa con los esfuerzos regionales para promover y reforzar las redes de monitoreo de la calidad del aire, elaborar inventarios de emisiones y modelar la calidad del aire para analizar la dispersión y formación de los oxidantes fotoquímicos. El Grupo también promueve la creación de programas y estrategias de mejoramiento de la calidad del aire que sirven como herramientas a los administradores ambientales locales para caracterizar las interrelaciones entre la calidad del aire, el uso del suelo, la planificación del transporte y el desarrollo económico.

El Grupo de Calidad del Aire trabaja muy de cerca con los gobiernos estatales y locales, la población civil, el sector privado, la academia, así como las organizaciones no gubernamentales para el manejo de la calidad del aire en la región. Varios de los estudios elaborados bajo la coordinación del Grupo se describen en el capítulo 4 de este documento.

Como proyectos particulares relevantes destacan la creación del Centro de Información sobre Contaminación del Aire (CICA), que opera bajo el auspicio de la EPA, proporcionando de forma gratuita asesoría e información sobre temas de contaminación del aire y patrocinando la elaboración de estudios técnicos sobre temas específicos de la frontera; y el desarrollo de la Metodología de Inventarios para México en cooperación con la Asociación de Gobernadores del Oeste (WGA por sus siglas en inglés), que ha permitido por primera vez en México, elaborar una serie de manuales y un curso de entrenamiento que se ha venido impartiendo exitosamente en diversas ciudades del país. En la página de internet del INE (http:*//www.ine.gob.mx*) se describen a mayor detalle estas actividades y se proporcionan los vínculos necesarios para accesar las páginas del CICA y de la WGA.

Como resultado de los comentarios al Programa Frontera XXI, el Grupo de Trabajo de Calidad del Aire destinó recursos para iniciar dos nuevos subgrupos de trabajo que son: el subgrupo de energía a lo largo de la frontera, el cual tiene como objetivo promover la eficiencia energética y con ello reducir la contaminación del aire, y el subgrupo sobre congestión vehicular en la frontera, el cual proporcionará posibles mecanismos para reducir la contaminación del aire debido a la congestión de vehículos automotores en los puentes de cruce.

Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte[2]

Con el conocimiento de que la región Paso del Norte presenta serios problemas de contaminación atmosférica y que la mala calidad del aire plantea una seria amenaza para cerca de dos millones de personas que viven y trabajan en ella, después de varios años de actividad intensa, existe un marcado optimismo de la sociedad de la región por los avances que se han logrado en la lucha por mejorar la calidad del aire.

Una gran parte del mérito por lograr estos avances corresponde al Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte (Paso del Norte Air Quality Task Force), creado en mayo de 1993, como una organización cívica binacional comprometida en lograr la reducción de la contaminación atmosférica y mejorar la calidad del aire de la manera más eficiente y efectiva posible.

El Grupo se reúne periódicamente, tanto en El Paso como en Ciudad Juárez y Sunland Park. Lo anterior se lleva a cabo en sesiones abiertas al público promoviendo la participación de la comunidad en programas de cooperación binacional. Por medio de ésta cooperación se establecen soluciones prácticas, con el objeto de mejorar la calidad del aire permitiendo a la región continuar creciendo tanto económica como culturalmente.

---

[2] Este apartado fue preparado con material amablemente proporcionado por miembros del Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte.

La composición del Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte incluye instituciones gubernamentales y no gubernamentales de ambos lados de la frontera, entre las que destacan: Federación Mexicana de Asociaciones Privadas para la Salud y el Desarrollo Comunitario (FEMAP), Centro Empresarial de Cd. Juárez, Dirección Municipal de Desarrollo Urbano y Ecología, ITESM Campus Cd. Juárez, Instituto Tecnológico de Juárez, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, EDM de México, Departamento de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado de Chihuahua, Delegación Estatal de la Semarnap, Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, Gas Natural de Juárez, El Paso Community Foundation, USEPA, Texas Natural Resources Conservation Commision, Departamento de Salud Pública y de Medio Ambiente del Condado de El Paso, ASARCO, El Paso Energy (anteriormente, El Paso Natural Gas), Chevron, Physicians for Social Responsibility, Environmental Defense Fund (EDF), Universidad de Texas en El Paso, Universidad Estatal de Nuevo México, Nuevo México Environmental Department y Centurians, entre otras.

Los miembros del Grupo consideran que el problema de la contaminación atmosférica, que ha aquejado a estas ciudades durante muchos años, puede ser resuelto si los Estados Unidos y México, acuerdan administrar conjuntamente la cuenca atmosférica internacional; estableciendo metas respecto a la calidad del aire, fijando límites tope de emisiones para reducir la contaminación a niveles no perjudiciales para la salud y adoptando medidas sobre la base de incentivos económicos, para lograr dichas metas de la manera más rápida y eficaz; reconociendo las diferentes circunstancias en ambos lados de la frontera.

Uno de los objetivos más relevantes e importantes que el grupo ha planteado, es la formación de una institución regional para la calidad del aire de la zona metropolitana internacional. El propósito de esta institución sería la formulación de programas y políticas adecuadas a las leyes de cada país y enfocadas a la realidad de la zona. Para ello, el grupo emitió en 1993 una serie de recomendaciones, destacando la propuesta de creación de un Distrito Internacional para la Administración de la Calidad del Aire que incluyera programas de monitoreo, planeación y administración y que contemplara lo siguiente:

- Encontrar formas efectivas y económicas para lograr una reducción de la contaminación atmosférica en la región Paso del Norte y llevarlas a cabo;
- Hacer uso de incentivos económicos, como el intercambio de emisiones, que promuevan inversiones transfronterizas, para abatir la contaminación y adecuar estas medidas al crecimiento económico de la región; y
- Obtener el control a nivel local del Distrito Internacional para la Administración de la Calidad del Aire.

Como respuesta a estas inquietudes, los gobiernos de México y Estados Unidos crearon el Comité Consultivo Conjunto, que se describe más adelante.

El Grupo y sus miembros han participado activamente en proyectos y programas específicos que promueven la mejora de la calidad del aire de la región. Entre ellos destacan:

I. El programa de apoyo al programa de verificación vehicular.- En coordinación con el Comité Municipal de Ecología y la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología, donde la acción directa de EDF ha sido relevante, se ha proporcionado capacitación a mecánicos de Ciudad Juárez y se crearon Centros de Diagnóstico de emisiones vehiculares. Para ello se ha tenido como socios a las escuelas técnicas (CECATI, CEBTI y CONALEP).

II. El estudio sobre los puentes internacionales realizado por un consultor privado para el Grupo con fondos de EDF. Los vehículos que cruzan por los tres puentes que unen las ciudades de Juárez al Paso, tardan en cruzar la frontera de 20 a 30 minutos en promedio y en ocasiones esta espera es de más de una hora. Estas líneas de vehículos representan una contaminación atmosférica importante especialmente por la condición mecánica y lo viejo del parque vehicular. El Grupo se ha puesto en contacto con las autoridades correspondientes con el fin de encontrar alternativas que pudieran disminuir el tiempo de cruce de vehículos y reducir las emisiones en los puentes internacionales.

III. El programa de apoyo a los talleres de pintado automotriz en el cual están participando los talleres a través de Canacintra, el Sistema Tecnológico de Monterrey, EDF, la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología, FEMAP, la Semarnap y TNRCC. La pintura y solventes que se utilizan en los talleres de carrocería y pintura constituyen una importante fuente generadora de compuestos orgánicos volátiles (COV) precursores de ozono. El Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte se encargó de preparar un directorio e inventario, que permite estimar las emisiones de estos talleres. Así mismo, propició impartir cursos de capacitación a los propietarios y empleados de los mismos en Ciudad Juárez.

IV. Generación de un plano de localización de las fuentes fijas de Cd. Juárez (GIS, por sus siglas en Inglés) con una base de datos proporcionados por ICMA, EDF, Instituto Municipal de Investigación y Planeación, Dirección de Protección Civil y FEMAP. Dicho GIS contiene los datos más relevantes en materia de emisiones en la cuenca atmosférica. Una vez finalizado, este Sistema pasará a ser una herramienta muy valiosa para determinar algunas de las causas y el comportamiento de la contaminación atmosférica en la región.

V. El proyecto de construcción de 14 obradores de forma redonda. La industria ladrillera en Ciudad Juárez se maneja a través de pequeñas instalaciones que reportan un ingreso muy bajo a sus propietarios. Con el fin de abatir sus

costos de producción, las ladrilleras usan combustibles económicos y en muchos de los casos, inapropiados por su origen (aserrín, madera de desecho y muy esporádicamente llantas usadas) para el proceso de cocción. El Grupo en colaboración con FEMAP, se abocó a ayudar a los productores de ladrillo para utilizar combustibles limpios, menos contaminantes y más eficientes, lo cual fue considerado como un proyecto modelo de cooperación binacional.

Comité Consultivo Conjunto

Los integrantes del Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte, consideran que el logro más importante del mismo lo representa el acuerdo firmado por ambos gobiernos, a través del Secretario de Estado de Estados Unidos y del Secretario de Relaciones Exteriores de México, el 7 de mayo de 1996. Este Acuerdo que se encuentra bajo el Apéndice 1 del Anexo V del Acuerdo de La Paz de 1983, tiene dos elementos fundamentales: primeramente se reconoce de manera oficial y por primera ocasión, la Cuenca Atmosférica Internacional de la Región Paso del Norte y se establece la formación de un Comité Consultivo Conjunto para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Cuenca Atmosférica de Ciudad Juárez, Chihuahua/El Paso, Texas/ Condado de Doña Ana, Nuevo México (CCC).

La misión del CCC es emitir recomendaciones al Grupo de Trabajo del Aire sobre:

- Desarrollo conjunto de análisis sobre monitoreo y modelaje de la calidad del aire y sobre estrategias de prevención y abatimiento de la contaminación en la cuenca atmosférica;
- Intercambio de información en temas vinculados con la calidad del aire, tales como compendios de datos sobre la calidad del aire, las emisiones al aire y el cumplimiento de los estándares de calidad del aire de cada una de las Partes;
- Programas de asistencia técnica, intercambio de tecnologías y capacitación en áreas relevantes para prevenir y reducir la contaminación del aire en la cuenca atmosférica;
- Programas de educación ambiental y asistencia pública a la población civil en áreas relevantes, para la prevención y reducción de la contaminación del aire en la cuenca atmosférica;
- Explorar estrategias para prevenir y reducir la contaminación del aire en la cuenca atmosférica, incluyendo recomendaciones sobre la comercialización de emisiones y otros incentivos económicos, así como el incremento de la compatibilidad de programas para mejorar la calidad del aire en la cuenca atmosférica; y
- Aquellos otros asuntos vinculados con el mejoramiento de la calidad del aire que el Comité considere pertinente para la cuenca atmosférica y que pudieran ser recomendados por las partes.

El CCC esta integrado por 20 personas, diez representantes de cada país: un representante del gobierno federal de los EUA; tres del gobierno federal de

México; un representante de los gobiernos estatales de Texas, Nuevo México y Chihuahua; un representante de los gobiernos locales de El Paso, del Condado de Doña Ana, y de Ciudad Juárez; y cinco residentes de la cuenca atmosférica, que no estén empleados por el gobierno federal, estatal o local. Al menos uno de ellos es un representante de la comunidad empresarial, o de alguna organización no gubernamental, cuyas actividades están involucradas principalmente con la contaminación del aire, o bien de instituciones académicas o de la sociedad civil, que en el caso de México, está representado por un miembro del Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable, Región Norte.

El Comité lleva a cabo reuniones ordinarias cuatrimestrales, alternadamente en cada una de las comunidades que conforman la cuenca atmosférica, siendo todas ellas abiertas al público.

A continuación se detallan avances a las recomendaciones hechas por el Comité, al Grupo de Calidad del Aire de Frontera XXI.

1. Verificación Vehicular en el Estado de Chihuahua.- Se envió una solicitud al Congreso del Estado de Chihuahua para que la verificación vehicular sea de carácter obligatorio en Ciudad Juárez, previo al otorgamiento de placas y al trámite anual de pago de impuestos sobre tenencia o uso de vehículos. El 24 de abril de 1997 se envió la recomendación del Comité a la H. Legislatura del Congreso del Estado de Chihuahua.

2. Proveer Información sobre Calidad del Aire.- Se recomendó a las autoridades locales encargadas del monitoreo de la calidad del aire, que elaboren informes cuatrimestrales y provean los mecanismos necesarios para que los ciudadanos de la región Paso del Norte, dispongan de esta información de manera oportuna. Con base en esto, las autoridades encargadas del monitoreo de la calidad del aire llevan a cabo las siguientes actividades: a) cada hora proporcionar información, empleando los índices oficiales de cada país; b) proporcionar un reporte cuatrimestral integrado de las mediciones efectuadas en el conjunto de las estaciones de monitoreo de la cuenca binacional, empleando para ello las concentraciones medidas; c) establecer un paquete de recomendaciones para la comunidad de tal forma homologados que las mismas se den a conocer simultáneamente en Ciudad Juárez y en los condados de El Paso y Doña Ana.

3. Sistema de Créditos para Reducir Emisiones (CRE).- Este resulta ser un mecanismo eficiente, con abatimiento de costos, para lograr reducciones de las emisiones de fuentes en la cuenca atmosférica binacional. Para ello se ha constituido una comisión técnica para profundizar en este instrumento económico de inversión transfronteriza.

4. Tiempos de Cruce en Puentes Internacionales.- Apoyo a la iniciativa del Grupo de Cruces Internacionales Paso del Norte Año 2000, para el establecimiento de carriles dedicados para incrementar la velocidad de paso en los puentes de la frontera (DCL por sus siglas en inglés). Se sometió una solicitud de apoyo para dicha iniciativa, que el Comité aprobó y sometió a la consideración del Grupo de Trabajo del Aire, para que fuera dirigida al Sr. Silvestre Reyes, Congresista de la Cámara de Representantes de los EUA.

5. Disponibilidad de venta de gasolina oxigenada para Ciudad Juárez.- Solicitud a Petróleos Mexicanos para que se expenda gasolina oxigenada en Ciudad Juárez durante la época invernal. El Comité recomendó al Grupo de Trabajo solicite que Pemex suministre gasolina en Ciudad Juárez con un contenido de oxígeno del 2.7% a partir de octubre 1o y hasta el 31 de marzo. De acuerdo a información de Pemex, se tiene que la procedencia de la gasolina Pemex Premium, es parcialmente de importación, ya que se importa la base para ser reformulada; para esta gasolina se específica un contenido de oxigeno de 1 a 2%. La procedencia del tipo Pemex Magna es de importación de El Paso; para esta gasolina no se específica un contenido de oxigeno.

6. Proyectos Ambientales Suplementarios Internacionales.- Con base en el comunicado conjunto de los Copresidentes del Grupo de Calidad del Aire, emitido en la reunión de mayo de 1997, en los trabajos previos del CCC y al resultado de una reunión técnica, se han analizado el desarrollo y aplicación de Proyectos Ambientales Suplementarios (PAS), los cuales tienen como objetivo canalizar recursos a las acciones concretas de reducción de emisiones a la atmósfera en la cuenca atmosférica binacional. Como resultado de la reunión técnica, el Comité decidió considerar el concepto de los PAS como uno de los mecanismos para reducir las emisiones contaminantes a la cuenca atmosférica, y establecer una comisión técnica para identificar, evaluar y jerarquizar proyectos, así como candidatos específicos dentro de la cuenca atmosférica, para estudiar su viabilidad de manejarse como PAS.

   El CCC con apoyo de EDF elaboró el documento “Supplemental Environmental Projects in the Paso del Norte Region” (Proyectos Ambientales Suplementarios en la Región Paso del Norte), que los describe y fundamenta ampliamente.

7. Cumplimiento de requisitos ambientales para vehículos usados importados para su venta en Ciudad Juárez.- El Comité puso a consideración del Grupo de Trabajo del Aire, solicitar a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de México, que instruya a las autoridades de Aduana de la frontera de Ciudad Juárez, para que auxilien en la aplicación del Reglamento Municipal de Ecología, estipulando que todo vehículo para el cual se inicie el trámite de importación para su venta en Ciudad Juárez, deberá tener instalados y en

buen funcionamiento los dispositivos de control de emisiones a la atmósfera, a fin de que pueda estar dentro de la Norma para la verificación de emisiones, como lo describe el Artículo 236 del Capítulo V del Reglamento Municipal de Ecología y de Protección del Ambiente del Municipio de Juárez.

8. El Comité reitera su continuo apoyo a las actividades relacionadas con la comunidad de ladrilleros de la cuenca atmosférica del Paso del Norte. Principalmente en lo que se refiere a la transferencia de tecnología, así como en la caracterización de las emisiones a fin de poder entender mejor la contribución que dicho sector tiene en las emisiones totales dentro de la región. Tal es el caso del horno de ladrillo ambiental (EBK por sus siglas en inglés), creado por la Universidad Estatal de Nuevo México, que de acuerdo con sus resultados preliminares ha encontrado que al efectuar modificaciones mínimas al horno tradicional, la contaminación atmosférica se reduce, se hace un uso eficiente del agua y los costos de producción de ladrillo disminuyen.

El CCC elabora actualmente un *Programa Estratégico* que oriente sus actividades a corto y largo plazos, y se puede mencionar que algunas de las acciones para el Programa de Ciudad Juárez, descritas en el capítulo 9, son resultado de ideas provenientes del Comité.

7. HACIA UNA GESTIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD DEL AIRE EN PASO DEL NORTE

El propósito de este capítulo es explorar conceptualmente y esbozar un esquema de gestión de la calidad del aire de la cuenca atmosférica binacional Paso del Norte. Sin duda alguna la problemática de calidad del aire en la región es muy compleja y propiciada por un sinnúmero de factores de índole físico, químico, climático, económico, social y político. Resolverla es una tarea ardua que requiere de la conjunción de esfuerzos locales, nacionales y binacionales.

Afortunadamente, en la región Paso del Norte se viene trabajando en ello desde hace varios años, por lo que a partir de la experiencia acumulada, es posible establecer un planteamiento inicial de una solución conjunta al tema que nos ocupa.

La visión que se quiere describir involucra dos niveles de actuación. El primero se refiere a los objetivos de calidad del aire de Ciudad Juárez, abstrayéndolo del contexto físico que tiene con sus ciudades hermanas y haciendo a un lado, por el momento, la intensa interrelación que existe entre ellas, y cómo estos objetivos requieren de la integración de las políticas de desarrollo urbano, transporte, energía, de desarrollo industrial y medio ambiente, entre otras.

El segundo se refiere a los objetivos de calidad del aire de la cuenca binacional en su conjunto, es decir, de qué manera se pueden empatar los objetivos de calidad del aire de las tres ciudades hermanas con el fin último de contar con un aire cuya calidad cumpla con sus normas y estándares de calidad del aire respectivos; todo ello desde la perspectiva de la parte mexicana. Esto parece una tarea que requiere de grandes esfuerzos y de alcances en el largo plazo, pero creemos que existen oportunidades y retos que es posible abordar y resolver en el presente, que en gran medida pueden contribuir al logro de este objetivo.

1. Integración de políticas urbanas en Ciudad Juárez

El tema de la integración de las políticas de desarrollo urbano, energética y del transporte, entre otras, con la ambiental, y en particular con la de gestión de la calidad del aire, ha sido discutido ampliamente a nivel nacional e internacional. Las grandes ciudades del mundo enfrentan hoy problemas de calidad del aire cuyos orígenes parecen tener una causa similar y común en ellas, íntimamente relacionada a la desarticulación que existe, en mayor o menor grado, de estas políticas.

En un reporte reciente de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 1996)[1], se abordan de manera amplia los problemas que enfrentan actualmente las ciudades por mantener y mejorar el medio ambiente urbano. También se indica que para poder resolver los problemas ambientales globales, es necesario que los gobiernos, en todos sus niveles, integren los aspectos ambientales en las políticas urbanas y en otras políticas de orden sectorial, tales como la de comercio y la impositiva. Así mismo, se establece que el mejorar el medio urbano es un elemento crucial para alcanzar la sustentabilidad y lograr un buen funcionamiento de las ciudades. Dado que en el ámbito urbano, las autoridades locales son las conductoras y ejecturoras de estas políticas, el reporte subraya la importancia que tiene el reforzar las estructuras y capacidades de estas autoridades para que apliquen las políticas en lo que llaman *la ciudad ecológica*.

Para lograr lo anterior, el mismo informe enfatiza que se requieren estratégias que integren las políticas que inciden en el medio urbano y que esta integración se puede dar a través de la creación de vínculos de los elementos clave de las políticas a través de los gobiernos local y central. Estas actividades de integración van desde asumir la responsabilidad de buscar la sustentabilidad, efectuar las modificaciones reglamentarias y organizativas necesarias, evitar y eliminar impedimentos, destinar los recursos necesarios, educar a la población, aplicar criterios "verdes" en la obtención y generación de bienes, lograr una estabilidad de los precios e incrementar la productividad, entre otras.

El reporte propone un conjunto de estratégias en los ámbitos de la información, el transporte y los instrumentos económicos, y sobre medidas de planeación y uso del suelo. Ellas establecen por una parte, que es necesario contar con información suficiente y confiable, para conocer el estado que guarda la ciudad y, con ella, se tomen desiciones en donde no sólo se considere el aspecto económico sino también el ambiental.

Por otra parte, se menciona que la meta de las políticas debe ser reducir la demanda de viajes en la ciudad, al mismo tiempo que se incremente la accesibilidad de medios de desplazamiento, permitiendo la internalización de los costos de viajar (como son las molestias y efectos por congestionamientos viales, el impacto en la calidad del aire y el ruido). Además de reducir el crecimiento de la demanda de viajes, las medidas de tipo económico promueven la eficiencia energética en el medio urbano. Se recalca el papel del transporte público, diseñado para dar un servicio regional, y otros medios de locomoción que pueden sustituir al vehículo particular.

[1] OCDE (1996). Innovative Policies for Sustainable Urban Development - The Ecological City.

Si bien esta visión de la OCDE puede ser un tanto general, se pueden retomar sus planteamientos para aproximarlos a la situación de las ciudades mexicanas. Interpretando estos planteamientos en términos de calidad del aire, significa que es necesario crear las condiciones tales que, una planificación global del desarrollo de los diferentes sectores, incorpore los criterios sectoriales generales para que el desarrollo harmónico de las ciudades permita por una parte cumplir con las normas de calidad del aire para protección de la salud de la población, a través de la reducción de las emisiones de los contaminantes, y por otra, mantenerlas en el largo plazo.

Un problema que enfrenta el aire de las ciudades es que su acceso es libre y la degradación que puede sufrir por las emisiones de sus usuarios no tiene un costo que, en general, sea cubierto por quienes incurren en esa degradación. Es por ello que una de las primeras acciones a realizar para mejorar la calidad del aire es propiciar que estos costos no asumidos lo sean por quienes generan las emisiones de los contaminantes, a través de la racionalización del uso de servicios, la mejora tecnológica, o el aporte de recursos que permitan invertir en el mejormiento de elementos sociales y de servicios de la ciudad que generan emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Entre los usuarios del aire de las ciudades se encuentran virtualmente todos los entes que de alguna manera viven y realizan actividades en ella, ello va desde los ciudadanos comunes que utilizan energéticos en los hogares para satisfacer sus necesidades básicas, hasta el uso de medios de locomoción privados y públicos, y las actividades productivas de las industrias, los comercios y los servicios que les brindan satisfactores económicos y de bienestar.

En términos de la estructura y funcionamiento de la ciudad, la falta de una planificación ocasiona el uso ineficiente de energéticos para el movimiento de la gente, ya sea porque el transporte público es insuficiente, propiciando el uso desmedido de vehículos particulares, o de bajo rendimiento. Ello repercute en mayores emisiones de contaminantes y agrava los problemas de suministro de transporte público limpio y eficiente.

Considerar el aspecto de calidad del aire en el desarrollo urbano de la ciudad permite disminuir las emisiones, al optimizar la oferta de diferentes modos de transporte garantizando una cobertura del servicio adecuada. Así mismo, es necesario contar con tecnologías automotrices eficientes y de baja emisión de contaminantes y para ello, con los combustibles que permitan obtener su máximo beneficio.

El eje motor de la economía de la ciudad está representado principalmente por las actividades industriales, comerciales y de servicios. Para el funcionamiento de éstas es imprescindible que se se den y mantengan con altos índices de

productividad y eficiencia. Para ello se requiere contar con procesos eficientes y limpios, en términos de las tecnologías, materias primas y combustibles que utilizan. Como en el caso de los vehículos, la calidad de los combustibles es un elemento primordial para que las tecnologías alcancen un desempeño ambiental óptimo.

La premisa actual del gobierno es que el desarrollo industrial debe impulsarse bajo un esquema de respeto y de protección del ambiente, facilitando este proceso al evitar crear obstáculos, o eliminándolos, y significándose más bien como un impulsor de su desarrollo. Como se mencionó en el capítulo 6, la industria de jurisdicción federal y local de Ciudad Juárez participará en un proyecto piloto del nuevo esquema de regulación ambiental de este sector (SIRG), mediante el cual se probarán nuevas formas de gestión ambiental más eficientes.

En resumen, creemos que de acuerdo a la problemática de calidad del aire que se ha identificado en Ciudad Juárez, es impostergable actuar de inmediato en atacar las deficiencias en el transporte de personas, promoviendo el transporte público masivo no contaminante y eficiente y a la vez promover la renovación del parque vehicular e impedir la entrada de autos usados en mal estado y sin equipos de control de emisiones.

De particular importancia resulta el modernizar y contar con un programa de verificación moderno, eficiente y transparente, que permita en el corto plazo reducir el número de unidades altamente contaminantes. Estas actividades, permitirán en alguna medida se inicie un proceso de internalización de los costos ambientales que están siendo ocasionados por las emisiones de la principal fuente de contaminantes del aire de la ciudad.

Por último, el Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez debe enfocar gran parte de sus esfuerzos en promover y lograr la integración de las políticas urbanas, del transporte, de desarrollo industrial, entre otras, con la de calidad del aire, como un objetivo a mediano y largo plazo para lograr su sustentabilidad.

2. Una visión de la gestión de la calidad del aire de la región Paso del Norte

Como se mencionó al inicio del capítulo, en esta segunda parte se hace un planteamiento sobre formas de avanzar en el mejoramiento de la calidad del aire de la cuenca binacional en su conjunto, es decir, de que manera se pueden empatar los objetivos de calidad del aire de las tres ciudades hermanas con el fin último de contar con un aire cuya calidad cumpla con sus normas y estándares de calidad del aire respectivos, porque, como comúnmente se dice, los contaminantes del aire no respetan fronteras geopolíticas.

Debido a ello, la solución del problema al nivel de cuenca atmosférica requerirá de acciones conjuntas en algunos casos, individuales en otros; por ello, es también importante recordar que en ocasiones, el control de las emisiones de contaminantes no necesariamente se ve reflejado en una mejora en la calidad del aire en el sitio donde se hizo el control, sino, por ejemplo, en zonas viento abajo, a algunos kilómetros de distancia.

En el capítulo 6 se describieron ampliamente los esfuerzos en curso en los ámbitos gubernamental y no-gubernamental, local y federal, para las tres ciudades consideradas; en ellas se identifica ya un alto grado de cooperación y de coordinación en las acciones emprendidas.

De cualquier manera, para identificar, diseñar y llevar a cabo medidas de reducción de las emisiones, en alguna de las tres ciudades en lo individual, o en forma simultánea en las tres, es de primordial importancia contar con información y bases científicas sólidas, de tal forma que las decisiones de los tomadores de ellas tengan la plena seguridad del éxito de las medidas emprendidas, o que por lo menos se tenga bien estimado sus alcances y probabilidades de éxito. Estas medidas, junto con los costos públicos y privados que ellas conllevan, constituyen la base para un esquema de actuación eficiente, equitativo y mesurado, y al alcance de la realidad económica, social y política de cada una de las ciudades de la cuenca atmosférica binacional.

Avanzando en este orden de ideas, es necesario establecer que se está hablando de tres ciudades pertenecientes a dos países con diferencias enormes en el grado de desarrollo económico, marcadas diferencias en el nivel general de vida de sus poblaciones, de desarrollo urbano y de suministro de servicios y de hábitos sociales y culturales.

Si bien, en algunos casos el estado tecnológico puede ser un factor importante de la degradación de la calidad del aire (por ejemplo, la obsolescencia del parque vehicular de Cd. Juárez y la ausencia de equipos de control de las emisiones), el mayor uso de energéticos se equipara con ello en términos de la contribución a las emisiones a la atmósfera (el ejemplo anterior se le compara con, por ejemplo, la existencia de un mayor parque vehicular y el hecho de recorrer mayores distancias, que repercute en un mayor consumo de energéticos y por ende en una mayor cantidad de contaminantes emitidos, aun cuando los vehículos cuenten con sistemas de control de emisiones en buen estado). Como se mencionó en la sección anterior, todo ello conlleva en alguna medida, a contribuir a la degradación de la calidad del aire.

También es importante considerar que los ordenamientos legales son diferentes, y quizás más abundantes y en algunos casos más estrictos en las ciudades norteamericanas. Esto se refleja, indirectamente, en los esquemas organiza-

cionales de las entidades administrativas de los gobiernos encargados de gestionar la calidad del aire en las tres ciudades, haciéndolos quizás más numerosos en el estado de Texas que en Nuevo México y Chihuahua y por lo tanto, en El Paso que en Sunland Park y que en Ciudad Juárez. De hecho, en la Región Paso del Norte aplican leyes, reglamentos, regulaciones, normas, reglas, etc., primero diferentes en el ámbito federal, y luego a nivel estatal y municipal.

En México, por ejemplo, la industria mayor está sujeta a presentar una manifestación de impacto ambiental para poder construir una nueva instalación, y posteriormente obtener una licencia de funcionamiento y cumplir con los ordenamientos del Reglamento en materia de atmósfera de la LGEEPA y algunas de las Normas Oficiales Mexicanas que regulan las emisiones de la industria; el Reglamento mexicano también permite establecer límites de emisión particulares a fuentes individuales.

Por otra parte, en los Estados Unidos las fuentes mayores pueden estar sujetas al cumplimiento de numerosas regulaciones y programas en materia de emisiones a la atmósfera, además de límites particulares que se les fijen. Entre estas regulaciones está la relativa a alcanzar y mantener los estándares de calidad del aire, la regulación de las sustancias tóxicas, el programa de lluvia ácida y el programa de reducción de la emisión de sustancias que destruyen la capa de ozono estratosférico. Así mismo, la industria debe participar en los Planes Estatales de Implementación (SIPs).

De cualquier forma, el hecho de que exista un mayor número de regulaciones en los Estados Unidos, no implica necesariamente que con ello se esté resolviendo el problema, ya que en este caso, la industria no es el mayor contribuyente a la degradación de la calidad del aire por partículas finas, ozono o monóxido de carbono.

La homogeneización o progresiva armonización de los marcos legales y normativos no se vislumbra se dé en el corto y mediano plazo, por lo que es más realista asumir que la actuación binacional se da y dará en los próximos años dentro de marcos legales y normativos diferentes en cuanto a requerimientos administrativos y de cumplimiento de requisitos y límites de emisiones de contaminantes diferentes. Sin embargo, esto no es un impedimento para actuar, sino al contrario, representa un reto a la imaginación y al ingenio de todos los involucrados en el problema, incluyendo a las autoridades y la sociedad en su conjunto.

El vencer este reto tiene implicaciones más allá de la cuenca atmosférica de Paso del Norte, su ejemplo y resultados podrán tomarse como referencia de actuación en otras cuencas binacionales de México y Estados Unidos y, por que no, quizás de otros pares de países.

Como se vió en el capítulo 6, las iniciativas en la región por mejorar la calidad del aire, la lucha social en pro del medio ambiente en la cuenca Paso del Norte ha sido muy activa en los últimos años, de tal forma que existe un gran número de grupos sociales organizados, que actúan y se manejan en el ámbito binacional, dirigiendo sus esfuerzos a los diferentes problemas críticos que existen en la región.

En el campo de la contaminación del aire, destaca el Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte, organización binacional formada por ciudadanos que promueven iniciativas para reducir las emisiones a la atmósfera de la región. En particular, este grupo propuso a las autoridades de ambos países en el año de 1995, la creación de un Distrito Internacional de la Calidad del Aire para el Área Metropolitana "Paso del Norte", en donde su objetivo general era generar los elementos y la estructura legal que permitiera efectuar la administración de la calidad del aire de la cuenca atmosférica en su conjunto.

Esta propuesta fue retomada por los gobiernos y como producto de amplias consultas se creó el Comité Consultivo Conjunto para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Cuenca Atmosférica de Cd. Juárez, Chihuahua - El Paso, Texas - Condado de Doña Ana, Nuevo México. La diferencia fundamental entre la propuesta original del Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte y la respuesta gubernamental fue crear un grupo de consulta, en lugar de una organización binacional con una estructura y funciones legales, ya que, al parecer, existen obstáculos legales y administrativos en ambos países.

Por otra parte, no se debe olvidar que los problemas fundamentales de la calidad del aire de la región son la violación de las normas de calidad del aire de ozono, partículas finas y monóxido de carbono, y que estos presentan un comportamiento temporal y espacial, siendo este comportamiento diferente en las diversas áreas de la región Paso del Norte. El conocimiento de los orígenes y la magnitud del problema en cada uno de estas áreas concretas de la cuenca, debe permitir identificar si la acción correctiva debe llevarse a cabo por alguna de las tres ciudades de forma individual, o si requerirá de acciones conjuntas y simultáneas, de tal forma que el producto de la acción sea de beneficio para toda la cuenca atmosférica.

Oportunidades: contar con buen conocimiento científico del origen del problema para actuar práctica y eficientemente

A continuación se discuten algunos aspectos que intervienen en la gestión de la calidad del aire de la cuenca atmosférica binacional y las oportunidades que existen para el desarrollo y aplicación conjunta de acciones por las tres ciudades.

Como ya se mencionó, el conocimiento científico de los problemas de calidad del aire es indispensable para su solución; si no se conoce la causa que origina

el problema, su comportamiento y las influencias que pueden tener diferentes elementos sobre él, es muy difícil lograr su solución o en algunos casos se podrá hacer, pero también puede ser muy costoso en términos económicos, sociales y políticos.

La contaminación del aire debe ser primero caracterizada en sus aspectos físicos, químicos y climáticos, para entender su comportamiento espacio-temporal. En seguida, es necesario entender este comportamiento en relación con las fuentes que producen las emisiones de los contaminantes, para con ello identificar, cuantificar su participación en el problema e identificar oportunidades para reducirlas eficientemente y al menor costo económico, social y político. Aquí resalta la altísima importancia de ir avanzando en la conjunción y desarrollo de un inventario de emisiones completo y desagregado, espacial y temporalmente, para la cuenca atmosférica en su totalidad; así mismo, el contar con una red de monitoreo regional permitirá tener una visión integral de la calidad del aire y con ello poder medir y evaluar los beneficios que se logren por la reducción de las emisiones.

También resulta de primera importancia el continuar perfeccionando las estimaciones de las principales fuentes de emisión identificadas en la cuenca atmosférica de la región Paso del Norte, en particular las relativas al transporte. En este proceso es imprescindible tender hacia una homogeneización de las técnicas y métodos empleados en la elaboración de los inventarios para la cuenca en su conjunto.

Con base en este marco de actuación ambiental, la premisa de cualquier actividad que se realice en la cuenca atmosférica de Paso del Norte debe ser la de reducir emisiones, o al menos evitar incrementarlas. Esto bajo un esquema de concurrencia, cuyo objetivo último es contribuir a disminuir los niveles de partículas finas, monóxido de carbono y ozono en el aire de la cuenca atmosférica binacional. Este concepto se ilustra en la Figura 7.1, en donde el Grupo de Calidad del Aire aparece como el punto de concurrencia de las actividades particulares y conjuntas que se llevan a cabo en El Paso, Sunland Park y Ciudad Juárez.

La Tabla 7.1, a manera indicativa y no exhaustiva, presenta algunas de las actividades que si es posible realizar de manera conjunta, o concurrir con los mismos criterios técnicos y con las mismas bases y procedimientos. Como se puede ver, algunas de ellas contribuyen al conocimiento del problema y otras corresponden a medidas concretas para reducir las emisiones. Varias de ellas están siendo aplicadas en las ciudades norteamericanas y en Ciudad Juárez. Las medidas comprendidas en este *Programa de Gestión de la Calidad del Aire*, también se vienen a sumar a los de esta lista de medidas.

Tabla 7.1. Ejemplos de actividades para mejorar la calidad del aire de la cuenca atmosférica Paso del Norte

Conocimiento y seguimiento del problema de la cuenca atmosférica
• Monitoreo y caracterización de la calidad del aire • Inventario de emisiones • Modelación matemática de la cuenca atmosférica • Identificación de fuentes y contaminantes
Medidas de reducción de emisiones
• Verificación vehicular • Calidad de combustibles • Vinculación de los sistemas de transporte • Congestión de puentes fronterizos • Recuperación de vapores en terminales y estaciones de servicio • Emisiones de talleres de pintado automotriz • Pavimentación de calles y callejones • Programas de limpieza urbana
Actividades de soporte
• Consecución de recursos económicos • Investigación científica y tecnológica de medidas de control • Entrenamiento, capacitación, educación • Iniciativas voluntarias y participación de la sociedad

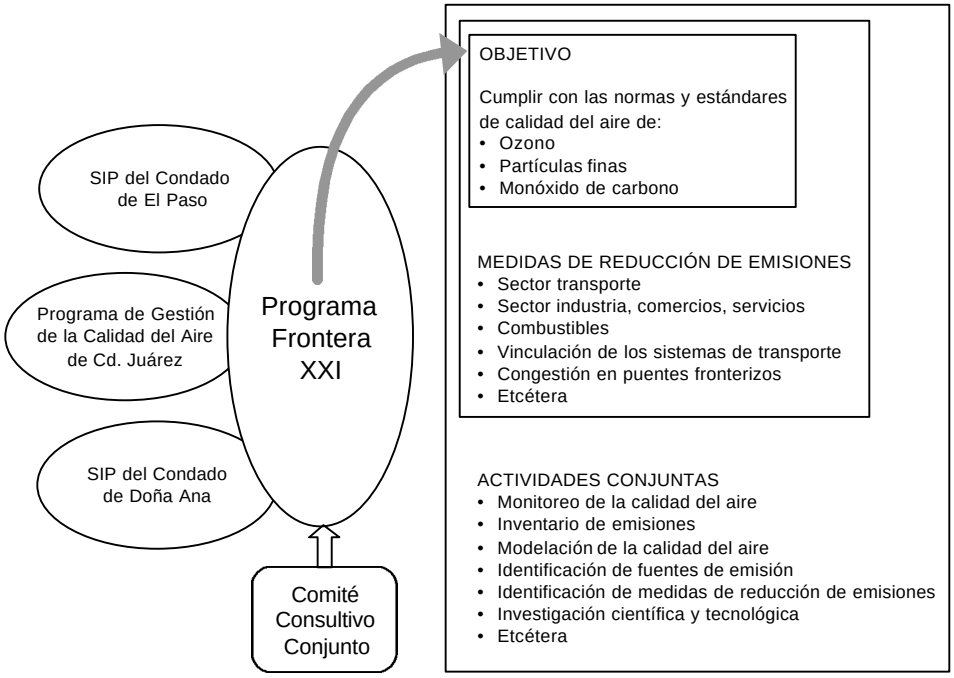
Con la información, generada de forma común y compartida, cada gobierno, federal, estatal y local, decidirá sobre la manera que atacará los casos específicos de las fuentes contaminantes bajo su jurisdicción o responsabilidad. Un problema que se pudiera presentar y que afortunadamente no ha ocurrido hasta la fecha, es que alguno de los dos gobiernos federales, o de los gobiernos locales, exigiera o demandara de alguno de los otros, acciones que económica, social o políticamente fueran difíciles de asumir y llevar a cabo. Es por ello, que el éxito, para todos, se logrará en la medida en que se avance en los trabajos, contándose con el apoyo mutuo de las partes, fundamentados en la buena voluntad y en la comprensión de la realidad de cada una de las ciudades de la cuenca.

Se puede decir que la sociedad civil ya está actuando de esta manera: el Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte no esperó a que los gobiernos crearan un grupo con las funciones que realizan, y llevan a cabo sus acciones bajo este amplio marco de cooperación, entendimiento y buena voluntad.

Por último, es necesario mencionar que el Grupo de Calidad del Aire del Programa Frontera XXI, ha optado por llevar a cabo sus trabajos también bajo estos lineamientos. Actualmente los esfuerzos se orientan a mejorar el conoci-

miento científico y técnico del problema; se contempla a continuación, llevar a cabo modelaciones complejas y con los resultados que arrojen, identificar las medidas pertinentes para reducir las emisiones y acaso llevar a la cuenca Paso del Norte al cumplimiento de las normas y estándares de la calidad del aire en los próximos años.

Figura 7.1. Interrelación y objetivos de los programas y actividades para mejorar la calidad del aire en la región Paso del Norte



8. OBJETIVOS, METAS Y ESTRATEGIAS GENERALES DEL PROGRAMA

8.1. Construcción del programa

Para la integración del Programa se hizo un análisis de la calidad del aire de Ciudad Juárez y se elaboró un inventario detallado de emisiones, desagregándolo en sectores: industrial, comercio y servicios, y en las diferentes categorías de vehículos automotores. Con base en ello, se realizó un diagnóstico integral de la problemática de contaminación del aire, relacionando a los contaminantes presentes en el aire con las fuentes conocidas que los producen.

Así mismo, se analizaron los estudios e investigaciones realizadas a la fecha por instituciones y dependencias de ambos países, en la cuenca atmosférica de Paso del Norte. Si bien estos estudios continúan, los resultados ya obtenidos permitieron identificar diversos elementos que llevan a la ocurrencia de concentraciones elevadas de partículas finas, ozono y monóxido de carbono.

Con base en estos análisis e información, se han incorporado al Programa, 40 acciones que agrupan recomendaciones hechas por los gobiernos municipal, estatal y federal, las universidades, los grupos no gubernamentales y las cámaras industriales, comerciales y de servicios. En particular se incorporan recomendaciones del Grupo Pro Calidad del Aire Paso del Norte y del Comité Consultivo Conjunto para el Mejoramiento de la Cuenca Atmosférica de Cd. Juárez- El Paso-Sunland Park.

8.2. Objetivos

El Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Cd. Juárez 1998–2002, tiene como objetivo general proteger la salud de la población de Ciudad Juárez, reduciendo las concentraciones de los contaminantes en la atmósfera, mediante la aplicación de acciones coordinadas dirigidas al control de las emisiones en la industria, los comercios, los servicios, el transporte y los suelos.

Para el logro de este objetivo general es necesario alcanzar los objetivos específicos siguientes:

- Reducir las emisiones contaminantes por km recorrido en vehículos automotores.
- Reducir las emisiones provenientes de la industria y de establecimientos comerciales y de servicio.
- Reducir las emisiones de partículas en calles no pavimentadas, áreas periféricas desprovistas de vegetación y terrenos baldíos.

- Privilegiar el uso de transporte público para reducir la utilización de vehículos.
- Desarrollar mecanismos de coordinación interinstitucional, para el diseño de políticas sectoriales que permitan la integración de la planeación ambiental y urbana, con el objeto de lograr el desarrollo sustentable en Ciudad Juárez, en el corto, mediano y largo plazo.
- Fortalecer la conciencia ciudadana sobre la importancia de su papel en las acciones de protección al ambiente y lograr su mayor participación.
- Incrementar el conocimiento técnico-científico de los procesos que condicionan el comportamiento de los contaminantes atmosféricos, para refinar las medidas propuestas en el Programa e identificar otras aún no contempladas.
- Instrumentar mecanismos que fomenten la participación del sector privado a través de incentivos económicos, incluyendo la inversión transfronteriza a proyectos incluidos en el Programa.

8.3. Metas

Se busca como meta general, lograr gradualmente menores niveles de contaminación como resultado del abatimiento del 27% de las emisiones de hidrocarburos, 24% de óxidos de nitrógeno, 26% de monóxido de carbono y 44% de las partículas para el año 2002. Esto permitirá reducir y prácticamente eliminar el número de días en que se exceden las normas de calidad del aire.

8.4. Estrategias

El *Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez 1998–2002*, contiene en cinco estrategias que agrupan cada una de ellas, a diferente número de acciones específicas que de ser aplicadas, de acuerdo a lo planeado en el Programa, servirán para reducir las emisiones de los diferentes contaminantes que rebasan los valores normados de calidad del aire. Las estrategias están dirigidas a los siguientes componentes y áreas de trabajo:

- *Industria, comercios y servicios.*
- *Vehículos.*
- *Gestión urbana y transporte*
- *Recuperación ecológica*
- *Investigación y acuerdos internacionales*

De forma similar a otros programas de gestión de la calidad de aire que se están aplicando en las principales zonas metropolitanas del país, el Programa de Ciudad Juárez enfatiza la estrategia de investigación y acuerdos internacionales, ya que en esta zona existe una amplia colaboración de las organizaciones, instituciones y dependencias gubernamentales y no gubernamentales de Chihuahua y de los Estados Unidos, para apoyar el desarrollo de estudios, que permitirán ampliar el conocimiento científico del comportamiento de los contaminantes en la cuenca atmosférica y con ello refinar las medidas que inicialmente se han incorporado al Programa.

9. ACCIONES DEL PROGRAMA

A continuación se presentan las acciones del Programa, agrupadas de acuerdo con las cinco estrategias y metas generales que son: *Industria, Comercio y Servicios, Vehículos, Gestión Urbana y Transporte, Recuperación Ecológica, Investigación y Acuerdos Internacionales*.

Primeramente se incluye la tabla resumen de las acciones del Programa, indicándose quienes son los participantes y responsables de su ejecución.

A continuación, para cada medida, se enuncia su objetivo específico y se hace una descripción detallada de sus antecedentes y del contexto en el cual se sitúa o se espera se ponga en práctica; en algunos casos se menciona en que consiste en términos técnicos o de organización y participación.

Después de su descripción se presenta su meta, descrita en términos de la cantidad de emisiones por contaminante y por unidad de tiempo que se estima reducir, o de un indicador que permita evaluar su avance.

Al final del capítulo se incorporan las matrices calendarizadas de las medidas del Programa, con el resumen de los costos e inversiones que se estima serán aplicados por organizaciones e instituciones públicas y privadas para llevar a cabo las acciones. Finalmente se resumen las estimaciones de las reducciones de las emisiones por contaminante de cada una de las medidas. La memoria de cálculo de las estimaciones de reducción de emisiones y de costos de inversión se encuentra en el Anexo E.

ACCIONES	RESPONSABLES/PARTICIPANTES
INDUSTRIA, COMERCIOS Y SERVICIOS	
1. Reglamentar y convenir con las empresas pedreras la reducción de emisiones de partículas.	GE, GM y SI
2. Convenir con las industrias altamente contaminantes la reducción de emisiones de SO_2 y partículas.	Semarnap, GE y SI
3. Reglamentar el uso de combustibles en la fabricación de ladrillo.	Semarnap, GE, GM y Particulares
4. Implementar un programa de reducción de emisiones en la combustión residencial.	GE, GM, SE y Particulares
5. Implementar un programa de recuperación de vapores en terminales de almacenamiento y estaciones de servicio de combustibles.	GE, GM, Pemex y Particulares
6. Reducir las emisiones de COV´s en tintorerías y talleres de pintura automotriz.	GE, GM y Particulares
7. Convenir con las maquiladoras la implementación de programas de reducción de emisiones de COV´s.	Semarnap, GE y SI
8. Convenir con Cementos de Chihuahua planta Samalayuca, la realización de un estudio de impacto de sus emisiones.	Semarnap, Cementos de Chihuahua
9. Convenir con la Comisión Federal de Electricidad planta Samalayuca, la realización de un estudio de impacto de sus emisiones.	Semarnap, CFE y SE
10. Fortalecer la inspección y vigilancia de establecimientos industriales y de servicios.	Semarnap, GE y GM
11. Reducción de emisiones por unidad de valor agregado en la industria y establecimientos de servicios	Semarnap, UACJ, GE y EDF
VEHÍCULOS	
12. Convenir con Pemex el suministro de gasolina oxigenada y de baja PVR.	Semarnap, Pemex y SE
13. Fortalecer el programa de verificación en vehículos a gasolina.	GE, GM, SCT y Particulares
14. Convenir con la SCT la descentralización y modernización del programa de verificación de vehículos a diesel tanto de carga como de pasajeros.	GE, GM, SCT, Semarnap y Particulares
15. Promover la utilización de gas natural como combustible en los vehículos de carga y pasajeros.	GE, GM y Particulares
16. Implantación de un programa de detención y sanción a vehículos ostensiblemente contaminantes a gasolina y de incentivos a vehículos limpios.	GE, GM, SCT y Particulares
17. Implantación de un programa de detención y sanción a vehículos ostensiblemente contaminantes a diesel.	GE, GM, SCT y Particulares
18. Fomentar el uso de vehículos eléctricos en las flotillas de reparto.	Semarnap, GE, GM y Particulares
19. Reforzar la inspección vehicular en la importación de vehículos usados.	SHCP, SECOFI, Semarnap y Particulares.

AMPIP = Asociación Mexicana de Desarrollistas de Parques Industriales
CCC = Comité Consultivo Conjunto
CFE = Comisión Federal de Electricidad
EP-MPO = El Paso Metropolitan Planning Organizations
EDF = Environmental Defense Fund
EPA = Environmental Protection Agency
IMIP = Instituto Municipal de Investigación y Planeación
NMED = New Mexico Environmental Departament
NMSU = New Mexico State University
ONG's = Organismos no Gubernamentales
Pemex = Petróleos Mexicanos
SCERP = Southwest Center for Environmental Research and Policy
SI = Sector Industrial
SP = Sector Privado
IE = Instituciones Educativas
GE = Gobierno del Estado
GM = Gobierno Municipal
SCT = Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SE = Secretaría de Energía
SECOFI = Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
Semarnap = Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
SHCP = Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SRE = Secretaría de Relaciones Exteriores
SSA = Secretaría de Salud
TNRCC = Texas Natural Resources Conservation Commission
TXDOT = Texas Department of Transportation
UACJ = Universidad Autónoma de Cd. Juárez
U.S. DOT = United States Department of Transportation

ACCIONES	RESPONSABLES/PARTICIPANTES
GESTIÓN URBANA Y TRANSPORTE	
20. Fortalecer el sistema de monitoreo de la calidad del aire.	Semarnap y GM
21. Promover los mecanismos necesarios para acelerar el cruce en los puentes internacionales.	Semarnap, SRE, SHCP, GE, GM y ONG's
22. Desarrollar un estudio integral de transporte público para Ciudad Juárez ligado a una estrategia a todo lo amplio de la cuenca atmosférica.	IMIP, SCT, SRE, EP-MPO, U.S.DOT, TXDOT, GE, GM, AMPIP y SP
23. Desarrollar un estudio de ingeniería de tránsito para mejorar el tráfico vehicular.	GM e IE
24. Ampliar la red de servicio de gas natural.	SE, Pemex y Particulares
25. Fortalecer el sistema de transporte colectivo y promover su uso.	GM e IE
26. Desarrollar un programa de educación ambiental.	GM e IE
27. Instrumentar un programa para el otorgamiento de reconocimientos e incentivos basados en la reducción de emisiones.	Semarnap, SHCP, GE, GM y Sociedad
28. Consolidar un programa de vigilancia epidemiológica asociada a la contaminación.	Semarnap , SSA y GE
29. Revisar y actualizar la legislación local vigente en materia de atmósfera.	GE y GM
30. Promover la participación del Comité Consultivo Conjunto en el seguimiento y evaluación del programa.	Semarnap, SSA, GE, GM, CCC, IE, ONG's y SP
31. Desarrollar estudios para la actualización del inventario de emisiones.	Semarnap, GE, GM, IE, EPA, TNRCC, NMED, SCERP
RECUPERACIÓN ECOLÓGICA	
32. Desarrollar un programa de reforestación de espacios abiertos.	Semarnap, GE y GM
33. Intensificar el programa de pavimentación de calles.	GE y GM
34. Promover el uso de estabilizadores de suelos para reducir las emisiones de partículas.	GE y GM
INVESTIGACIÓN Y ACUERDOS INTERNACIONALES	
35. Concluir el estudio del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire en Cd. Juárez.	Semarnap, GM y UACJ.
36. Continuar con el Estudio de Ozono de Verano en la región Paso del Norte.	Semarnap, EPA, GE y GM
37. Desarrollar investigación sobre tecnología menos contaminante en la fabricación de ladrillo.	Semarnap, SCERP, NMSU, EPA, GE y GM
38. Continuar con el Programa de SCERP en Investigación de Calidad del Aire en Paso del Norte.	SCERP, Universidades e Instituciones participantes.
39. Realizar el inventario de emisiones de partículas PM10 y PM2.5.	Semarnap, GE, GM, IE
40. Continuar con las actividades binacionales del Programa Frontera XXI.	Semarnap, EPA, SSA

AMPIP = Asociación Mexicana de Desarrollistas de Parques Industriales
CCC = Comité Consultivo Conjunto
CFE = Comisión Federal de Electricidad
EP-MPO = El Paso Metropolitan Planning Organizations
EDF = Environmental Defense Fund
EPA = Environmental Protection Agency
IMIP = Instituto Municipal de Investigación y Planeación
NMED = New Mexico Environmental Departament
NMSU = New Mexico State University
ONG's = Organismos no Gubernamentales
Pemex = Petróleos Mexicanos
SCERP = Southwest Center for Environmental Research and Policy
SI = Sector Industrial
SP = Sector Privado
IE = Instituciones Educativas
GE = Gobierno del Estado
GM = Gobierno Municipal
SCT = Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SE = Secretaría de Energía
SECOFI = Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
Semarnap = Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
SHCP = Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SRE = Secretaría de Relaciones Exteriores
SSA = Secretaría de Salud
TNRCC = Texas Natural Resources Conservation Commission
TXDOT = Texas Department of Transportation
UACJ = Universidad Autónoma de Cd. Juárez
U.S. DOT = United States Department of Transportation

1. Reglamentar y convenir con las empresas pedreras la reducción de emisiones de partículas

Objetivo:

Utilizar equipos, métodos y prácticas de control para reducir las emisiones de partículas.

Descripción:

Las autoridades del gobierno estatal y municipal reglamentarán las actividades de extracción de piedra, para ello levantarán un censo para conocer el número de empresas dedicadas a esta actividad y los volúmenes que extraen al año; con lo anterior se podrán calcular las emisiones generadas y conocer las prácticas de operación. Además celebrarán convenios con las empresas para que instalen equipos de control y/o utilicen prácticas que disminuyan las emisiones de partículas, en coordinación con la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

Meta:

Reducir las emisiones de partículas generadas por la extracción y transporte de piedra y materiales de construcción.

2. Convenir con las industrias altamente contaminantes la reducción de las emisiones de SO_2 y partículas

Objetivo:

Reducir las emisiones de bióxido de azufre y partículas en las empresas más contaminantes.

Descripción:

La Semarnap convendrá con las empresas de jurisdicción federal dentro del giro de minerales no metálicos que generan las mayores emisiones de SO_2 y partículas, la reducción de las mismas a niveles de por lo menos el 30% por debajo de los normados, utilizando para ello equipos de control tales como casas de bolsas, precipitadores electrostáticos, ciclones y lavadores de gases.

Meta:

Reducir las emisiones en 16 ton/año en partículas y 183 ton/año en SO_2.

3. Reglamentar el uso de combustibles en la fabricación de ladrillo

Objetivo:

Reducir las emisiones mediante la aplicación de una reglamentación en el uso de combustibles para la fabricación de ladrillo.

Descripción:

Existen en funcionamiento 167 empresas a nivel familiar que se dedican a la fabricación de ladrillo utilizando en sus quemas como combustible principal el aserrín o madera. Mediante el programa que ha impulsando la Federación Mexicana de Asociaciones Privadas de Salud y Desarrollo Comunitario (FEMAP) en esta ciudad se ha evaluado la utilización de gas L.P. y gas natural en los hornos ladrilleros; basado en ello y con las experiencias locales, las autoridades municipales instrumentarán una reglamentación para el uso de combustibles en esta actividad recomendando la utilización de aquellos que sean menos contaminantes y buscar también que la medida sea costo-eficiente. Por otra parte se continuará con el programa de quemas programadas en las ladrilleras el cual es coordinado por la Delegación de Profepa en la entidad, el gobierno municipal y Canacintra. Adicionalmente, se buscará promover la reubicación de ladrilleras y la industrialización de los procesos para inducir el uso de mejores tecnologías para lograr un mayor control y eficiencia de los hornos.

Meta:

Reducir 241 ton/año de partículas, 3 ton/año de SO_2, 1,764 ton/año de CO, 9 ton/año de NOx y 1,599 de hidrocarburos.

4. Implementar un programa de reducción de emisiones en la combustión residencial

Objetivo:

Reducir las emisiones generadas por estufas y calentadores domésticos.

Promover el aislamiento térmico en viviendas para ahorro de energía y disminuir emisiones.

Descripción:

En esta ciudad el consumo energético basado en gas doméstico se comporta en forma diferente a otras ciudades mexicanas ya que el 58% es de gas natural y el 42% de gas L.P. La Semarnap y las autoridades locales convendrán con Pemex la posibilidad de realizar un estudio en esta zona para caracterizar las

emisiones asociadas al uso de gas y con base en los resultados que se obtengan, instrumentar un programa de reducción de emisiones generadas por el uso de gas doméstico basado en eficientizar la combustión con nuevos quemadores y su óptima calibración.

Se buscará reglamentar la construcción de nuevas viviendas con aislamiento térmico y se promoverán esquemas de financiamiento y de incentivos por parte de la CFE y Pemex para el aislamiento de viviendas ya construidas; esto con el fin de optimizar y disminuir el consumo de combustibles para calefacción doméstica, reduciéndose con ello las emisiones.

Meta:

Reducir las emisiones de hidrocarburos generadas por la combustión residencial en 2,193 ton/año.

5. Implementar un programa de recuperación de vapores en terminales de almacenamiento y estaciones de servicio de combustibles

Objetivo:

Reducir las emisiones de COV´s generados por el almacenamiento y comercialización de gasolina.

Descripción:

La recuperación de vapores ha probado ser una medida costo-efectiva en relación a la inversión requerida. Estudios técnicos realizados en sitio han mostrado las ventajas ambientales en la instalación de estos sistemas y sus efectos en la reducción de los precursores de ozono. En la actualidad las nuevas instalaciones de gasolineras autorizadas por Pemex deben cumplir con este requerimiento. Esta instalación de sistemas de recuperación de vapores en gasolineras debe de ir acompañada de la puesta en marcha de la Fase 0 en las terminales de Pemex para completar el ciclo de control de emisiones evaporativas en el almacenamiento y distribución de gasolinas.

Meta:

Convenir y vigilar que las estaciones de servicio y las terminales de almacenamiento y de distribución cuenten con sistemas de recuperación de vapores y de la fase cero, respectivamente.

Reducir 1,170 ton/año de hidrocarburos.

6. Reducir las emisiones de COV´s en tintorerías y talleres de pintura automotriz

Objetivo:

Reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles generados por las actividades de lavado en seco y el pintado de automóviles.

Descripción:

La utilización de solventes en la actividad de lavado en seco varía dependiendo de la región y de la disponibilidad de diversos tipos de productos en el mercado. En el caso de la frontera se utiliza el percloroetileno, el cual genera grandes cantidades de COV´s. Por otra parte, la actividad de pintura automotriz utiliza grandes volúmenes de pintura con base solvente que, al igual que en el caso anterior, al momento de ser aplicada genera emisiones considerables de COV´s, por lo cual el gobierno municipal instrumentará y promoverá un programa de reducción de emisiones en estos dos giros de su competencia. Será necesario concientizar a los usuarios de los beneficios ambientales que se pueden lograr con la utilización de otra clase de materia prima con poco contenido de solventes, además de modificar los procesos para reducir las emisiones.

Meta:

Reducir las emisiones de COV´s en 278 ton/año.

7. Convenir con las maquiladoras la implementación de programas de reducción de emisiones de COV´s

Objetivo:

Reducir las emisiones de COV´s en las plantas maquiladoras mediante el cambio de materia prima o la utilización de equipos de control.

*Descripción***:**

Un amplio porcentaje de la industria ubicada en Cd. Juárez pertenece al ramo maquilador, que en su gran mayoría corresponden al ensamble y fabricación de partes electrónicas en donde se utilizan grandes volúmenes de solventes para la limpieza de piezas y partes de ensamble; debido a ello se generan emisiones considerables de COV´s ya que se ha demostrado que estos compuestos son emitidos a la atmósfera en cantidades de más del 90% del volumen utilizado como solvente. Por lo anterior, la Semarnap promoverá un programa voluntario de control de estas emisiones con aquellas empresas donde se generen los más altos volúmenes de estos compuestos, para ello las empresas instalarán equipos de control y de recuperación de vapores de solventes.

Meta:

Reducir las emisiones de COV´s en 1,449 ton/año.

8. Convenir con Cementos de Chihuahua planta Samalayuca, la realización de un estudio de impacto de sus emisiones

Objetivo:

Evaluar el grado de impacto de las emisiones de la planta Samalayuca en el área urbana de Ciudad Juárez.

Descripción:

La planta Cementos de Chihuahua se encuentra ubicada a más de 40 kilómetros del centro urbano de Ciudad Juárez, sin embargo emite aproximadamente 20,000 ton/año de los diferentes contaminantes por lo cual se deberá convenir con esta industria realice un estudio de modelación de dispersión de sus emisiones con la finalidad de conocer y evaluar el grado de impacto de las mismas al área urbana de la ciudad y, dependiendo de los resultados de este estudio, poder realizar programas de disminución de sus emisiones.

Meta:

Contar con un estudio de evaluación de la dispersión de las emisiones y el grado de impacto al área urbana.

9. Convenir con la Comisión Federal de Electricidad planta Samalayuca, la realización de un estudio de impacto de sus emisiones

Objetivo

Conocer el grado de impacto de las emisiones generadas por la planta termoeléctrica al área urbana de Ciudad Juárez.

Descripción:

La termoeléctrica de Samalayuca se encuentra ubicada a más de 40 kilómetros del centro urbano de Ciudad Juárez y utiliza como combustible combustóleo pesado con un contenido de azufre de cerca del 4% en peso. En los dos últimos años se ha ido sustituyendo este combustible por gas natural, sin embargo, con esta medida sigue emitiendo 9,995 ton/año de contaminantes, de los cuales 5,328 ton/año corresponden a NOx.

Por lo anteriormente expuesto se sugiere que se realice la aplicación de un modelo de dispersión con el propósito de conocer el grado de impacto de las emisiones al área urbana de Ciudad Juárez y dependiendo de los resultados, si el grado de impacto es significativo, se establecerán las medidas pertinentes para reducir sus emisiones.

Meta:

Contar con un estudio de dispersión de los contaminantes emitidos por la planta termoeléctrica para evaluar el grado de impacto al área urbana.

10. Fortalecer la inspección y vigilancia de establecimientos industriales y de servicios

Objetivo:

Reforzar la aplicación de la normatividad vigente para reducir las emisiones contaminantes generadas en establecimientos industriales y de servicios.

Descripción:

La regulación ambiental en los sectores industrial y de servicios se realizará a través de la aplicación estricta de las normas ambientales vigentes y la vigilancia del cumplimiento de las mismas redundará en la reducción de las emisiones de estos sectores.

Meta:

Establecer un programa continuo de observancia y cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de calidad del aire y sus fuentes de contaminación.

11. Reducción de emisiones por unidad de valor agregado en la industria y establecimientos de servicios

Objetivo:

Capacitar a técnicos y profesionales en el campo de la prevención y control de la contaminación para ponerlo en práctica en la industria.

Descripción:

La capacitación de técnicos y administradores del sector industrial se ha orientado a lograr incrementos de la productividad, pero en la actualidad la preocupación ambiental ha trascendido a las agendas de los directivos y propietarios de establecimientos industriales y de servicios. En forma paralela, se han desarrollado los conceptos de gestión ambiental integral, participativa y corresponsable.

Por lo anterior, la Semarnap en coordinación con la Universidad Autónoma de Cd. Juárez, los diferentes niveles de gobierno y organismos norteamericanos, han impulsado la creación de un Centro sobre Prevención de la Contaminación, que pretende preparar recursos humanos para que la planta industrial disponga de técnicos capaces de introducir y gestionar programas de prevención de la contaminación y de tecnologías limpias.

El Centro sobre Prevención formará parte del Centro Microregional de Cd. Juárez que forma parte de la red de Desarrollo Sustentable de la Semarnap, en donde se integrará y se ofrecerá a la comunidad información ambiental y se organizarán cursos sobre prevención y control de la contaminación y educación ambiental. El Centro Microregional de Cd. Juárez iniciará sus actividades formales en el último trimestre de 1998.

Meta:

Fortalecer un centro para el desarrollo tecnológico y la capacitación a técnicos y profesionales especializados en el campo de la prevención y control de la contaminación del aire.

12. Convenir con Pemex el suministro de gasolina oxigenada y de baja PVR

Objetivo:

Reducir las emisiones de hidrocarburos mediante la utilización de combustibles mejorados en los vehículos automotores.

Descripción:

En la actualidad las gasolinas Magna y Premium utilizadas en los vehículos automotores que circulan en Cd. Juárez son importadas de los Estados Unidos; sin embargo, las características reportadas por Pemex para estos combustibles tienen una variación en la PVR con valores desde 7.8 a 13.5 lb/pulg^2 y sólo se oxigena la gasolina Premium entre 1 y 2% en peso. La oxigenación de gasolina y una baja PVR han demostrado que son medidas prácticas de reducción de precursores de ozono y CO. Concretamente en la ciudad de El Paso, Texas, se ha estado utilizando gasolina oxigenada a un 2.7%, en los meses de invierno, con lo cual se han reducido las emisiones de monóxido de carbono, y con baja presión de vapor Reíd (6.5-6.6 psia) en la época de verano se ha logrado la reducción en la generación de precursores de ozono, lo cual ha repercutido en la disminución de los días en que se rebasa el estándar de calidad del aire para estos contaminantes.

La Semarnap viene gestionando ante Pemex evaluar la factibilidad de suministrar gasolina oxigenada, a lo cual Pemex se comprometió a someter ante su Comité de Especificaciones la solicitud para que sea estudiada.

Meta:

Contar con gasolinas mejoradas para reducir las emisiones de CO y precursores de ozono.

13. Fortalecer el programa de verificación vehicular en vehículos a gasolina

Objetivo:

Reducir las emisiones de los vehículos automotores mediante la verificación obligatoria.

Descripción:

Actualmente se encuentra funcionando el programa de verificación vehicular obligatoria bajo la responsabilidad del gobierno municipal, quien opera y supervisa el programa a través de 42 centros de verificación para vehículos a gasolina, todos concesionados a particulares. En 1997 se tuvo un cumplimiento de aproximadamente el 28 %; con el fin de optimizar este programa, se hace necesario que las autoridades correspondientes vigilen la aplicación estricta de la normatividad ambiental en los centros de verificación y se busquen mecanismos para aumentar el cumplimiento del programa. Este programa debe de acompañarse con cursos de capacitación a los operadores de los centros de verificación, a los encargados de los centros de diagnóstico vehicular y a los mecánicos de los talleres automotrices de la localidad; con el programa se está llevando el del centro de diagnóstico vehicular y el municipio tratará de impulsar también el programa de afinación, para fortalecer el programa de verificación vehicular y así reducir en forma considerable las emisiones. Además, es necesario aplicar la legislación sobre obligatoriedad de la verificación vehicular dentro de los trámites para la obtención de placas y tenencia, como un mecanismo de reforzamiento de aplicación del programa. Para ello se deberán establecer los convenios de coordinación y apoyo entre el gobierno estatal y municipal.

Meta:

Consolidar un programa de verificación vehicular integral.

Reducir 112,399 ton/año de CO, 361 ton/año de partículas, 5,888 ton/año de NOx y 13,608 ton/año de hidrocarburos.

14. Convenir con la SCT la descentralización y modernización del programa de verificación de vehículos a diesel tanto de carga como de pasajeros.

Objetivos:

Reducir las emisiones generadas por los vehículos automotores que utilizan diesel como combustible.

Descripción:

El programa de verificación vehicular en vehículos que utilizan diesel como combustible esta llevándose en la ciudad mediante la autorización de dos centros de verificación vehicular uno federal y uno estatal; por lo que la Semarnap propone que la SCT y los gobiernos locales firmen convenios de colaboración, en los cuales se especifique la forma de ejecución del programa para tener una mejor aplicación de la verificación; también debe especificarse la manera de realizar una vigilancia más estricta.

Meta:

Firmar un acuerdo de coordinación entre el gobierno local, la Semarnap y la SCT.

Reducir 50 ton/año de CO, 16 ton/año de partículas, 73 ton/año de NOx y 12 ton/año de hidrocarburos.

15. Promover la utilización de gas natural como combustible en los vehículos de carga y pasajeros

Objetivo:

Inducir el uso de vehículos a gas natural comprimido con convertidor catalítico para actividades de reparto de mercancías y pasaje.

Descripción:

Las autoridades municipales y estatales y los permisionarios de transporte de carga local y pasaje, establecerán convenios para comprometer la reconversión de los vehículos dedicados a estas actividades para que usen gas natural comprimido como combustible, además de contar con convertidor catalítico.

Meta:

Reducción de las emisiones mediante la reconversión de 1,000 vehículos de carga y pasaje a gas natural comprimido.

Reducción de 10 ton/año de partículas, 8 ton/año de SO_2, 3,460 ton/año de CO, 197 ton/año de NOx y 313 ton/año de hidrocarburos.

16. Implantación de un programa de detención y sanción a vehículos ostensiblemente contaminantes a gasolina y de incentivos a vehículos limpios

Objetivo:

Reducir las emisiones generadas por los vehículos a gasolina ostensiblemente contaminantes e incentivar a aquellos con bajas emisiones.

Descripción:

En las ciudades fronterizas mexicanas es común encontrar circulando un gran número de vehículos ostensiblemente contaminantes, esto debido a que en su gran mayoría son importados de los Estados Unidos a bajos costos y en condiciones mecánicas muy malas. Además, es común que estos vehículos se modifiquen en sus sistemas anticontaminantes y los sistemas electrónicos de inyección de combustible con lo que aumentan su potencial contaminante. Por lo anterior, el gobierno local implementará un programa de detección de estos vehículos para su retiro de la circulación.

Por otra parte, se diseñarán e instrumentarán mecanismos de incentivación a aquellos vehículos cuyas emisiones sean muy bajas, para coadyuvar a la renovación del parque vehicular. Para ambos casos se empleará el sistema de medición remota de emisiones vehiculares RSD-2000 que posee la autoridad local y que recibió como apoyo del Programa Ambiental de Frontera Norte del INE.

Meta:

Operar un programa de retiro de la circulación de los vehículos a gasolina altamente contaminantes y de incentivos a vehículos limpios.

17. Implantación de un programa de detención y sanción a vehículos ostensiblemente contaminantes a diesel

Objetivo:

Reducir las emisiones generadas por los vehículos a diesel ostensiblemente contaminantes.

Descripción:

En la ciudad el impulso que han recibido los programas de verificación vehicular, se han dirigido a la aplicación de la normatividad en los vehículos a gasolina; sin embargo, los vehículos a diesel no están teniendo un estricto cumplimiento normativo, por lo que se debe de establecer un convenio de vigilancia de la SCT y el Gobierno del Estado con las autoridades municipales, donde se establezca la forma de operar el programa de detención de vehículos a diesel ostensiblemente contaminantes.

Meta:

Promover el programa de detención de vehículos a diesel ostensiblemente contaminantes.

18. Fomentar el uso de vehículos eléctricos en las flotillas de reparto

Objetivo:

Reducir las emisiones generadas por los vehículos de carga en el reparto de mercancías

Descripción:

Actualmente el número de vehículos utilizados en el reparto de mercancías diversas en el centro de la ciudad es alto, aunado a esto se debe considerar que la mayoría de las unidades son importadas y de modelos con más de 10 años de antigüedad, lo que los hace que sean emisores de una cantidad considerable de contaminantes. El Gobierno Local promoverá un programa de introducción de vehículos eléctricos en flotillas de reparto, que iniciará con 100 vehículos, promoviendo su utilización con las compañías refresqueras, de productos farmacéuticos o algunas otras que posean flotillas de entrega de productos o mercancías.

Meta:

Promover el programa de utilización de vehículos eléctricos en flotillas de reparto de mercancías.

Reducir 9 ton/año de partículas, 1 ton/año de SO_2, 29 ton/año de CO, 42 ton/año de NOx y 7 ton/año de hidrocarburos.

19. Reforzar la inspección vehicular en la importación de vehículos usados

Objetivo:

Vigilar el estricto cumplimiento en materia ambiental en la importación de vehículos automotores.

Descripción:

En la actualidad la importación de vehículos que se hace hacia la zona fronteriza no cumple cabalmente con la legislación vigente en materia ambiental, por lo que se promoverá ante las Secretarías de Hacienda y Crédito Público y de Comercio y Fomento Industrial se aplique el cumplimiento normativo en la importación de vehículos usados y se vigile el cumplimiento de las normas vigentes en el país de origen del vehículo.

Meta:

Regular la importación de vehículos a la zona fronteriza en materia de cumplimiento de la normatividad de emisiones.

20 Fortalecer el sistema de monitoreo atmosférico de la calidad del aire

Objetivo:

Contar con mayor información de la calidad del aire.

Descripción:

Como resultado de diferentes estudios y con apoyo de la Agencia de Protección del Ambiente de Estados Unidos, en Cd. Juárez existe una red de monitoreo automática compuesta por tres estaciones para el monitoreo de CO, O_3 y meteorología. Además existen seis muestreadores para PM10. En la actualidad las estaciones son operadas por el municipio de Juárez con apoyo del Departamento de Salud de El Paso, Texas, y del INE.

Hace falta realizar un estudio para determinar qué contaminantes se deben monitorear y el número óptimo de estaciones, así mismo debe existir un lugar debidamente equipado, donde se concentre y valide la información para que pueda darse a conocer a la población de forma permanente y oportuna.

Meta:

Ampliar el número de contaminantes y parámetros meteorológicos medidos e incrementar la cobertura de la red de monitoreo.

21. Promover los mecanismos necesarios para acelerar el cruce en los puentes internacionales

Objetivo:

Reducir las emisiones generadas por los vehículos al cruzar los puentes internacionales.

Descripción:

La revisión detallada que se hace de la documentación migratoria por parte del Servicio de Inmigración de los Estados Unidos de Norteamérica y la afluencia de vehículos de personas residentes en Cd. Juárez en las horas pico de la mañana, así como el retorno de los mismos por la tarde, hace que se formen grandes filas de vehículos automotores al momento de cruzar los puentes interna-

cionales; estos vehículos se encuentran con el motor funcionando, con tiempos de espera por más de 20 minutos, lo que hace que se emitan grandes cantidades de contaminantes. Como una medida de reducción de las emisiones, la Semarnap en coordinación con las autoridades de los gobiernos del estado, del municipio y organismos sociales gestionarán y promoverán ante quien corresponda se busquen los mecanismos para agilizar el cruce internacional.

Meta:

La Semarnap en coordinación con las autoridades del gobierno estatal y municipal y organizaciones sociales, promoverán mecanismos para agilizar el cruce en los puentes internacionales.

Si se reduce a la mitad el tiempo que se tarda en cruzar, se reducen las emisiones en 951 ton/año de CO, 9 ton/año de NOx y 101 ton/año de hidrocarburos.

22. Desarrollar un estudio integral de transporte público para Ciudad Juárez ligado a una estrategia a todo lo amplio de la cuenca atmosférica

Objetivo:

Movilizar masiva y eficientemente a los trabajadores a sus centros de empleo disminuyendo el uso del vehículo individual.

Sustituir en la medida de lo posible el transporte carretero de bienes e insumos de la industria por una red ferroviara entre parques situados dentro de la cuenca atmosférica.

Descripción:

El Instituto Municipal de Investigación y Planeación (IMIP) de Ciudad Juárez ha instrumentado un proyecto detallado y completo, llamado “Estudio Integral de Transporte Municipal”. Dicho proyecto busca producir herramientas de investigación y planeación del transporte para la ciudad y en conjunto para toda la región de Paso del Norte. Las herramientas, incluyen la validación y calibración de un modelo de demanda de transporte y su pronóstico al documentar e inventariar el patrón de vialidades y la red de transporte existente. A fin de lograr los objetivos señalados, el IMIP de Cd. Juárez, organismo desconcentrado de la administración municipal, necesita coordinarse con las Organizaciones de Planeación Metropolitana (MPOs) de El Paso, Texas, y Doña Ana, Nuevo México.

Meta:

Impulsar el desarrollo económico de la región Paso del Norte e impactar positivamente en la calidad del aire.

23. Desarrollar un estudio de ingeniería de tránsito para mejorar el tráfico vehicular

Objetivo:

Agilizar el tráfico vehicular en el área urbana.

Descripción:

En la actualidad el Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Cd. Juárez, desarrolla el proyecto del Plan Maestro de Transporte para la ciudad. En este plan se contempla la integración de arterias principales que se habilitarán como vías rápidas, con lo cual se aumentará la velocidad de desplazamiento en toda la ciudad; estas arterias se comunicarán con los cruces internacionales y además tienen una conexión con el sistema vial de la ciudad de El Paso. Para que esto se ponga en marcha es necesario contar con la aprobación del presupuesto por parte del gobierno estatal y municipal.

Meta:

Promover la autorización de ejecución del Plan Maestro de Transporte en Cd. Juárez.

24. Ampliar la red de servicio de gas natural

Objetivo:

Ofrecer a los usuarios una mayor cobertura de servicio de gas natural.

Descripción:

En esta ciudad el consumo energético de gas natural es del 42% y el consumo de gas L.P. es de 58%. Se puede mencionar que la mayoría de las colonias ubicadas en la zona centro y los fraccionamientos cuentan con una red de distribución de gas natural, sin embargo, las zonas ubicadas en la periferia de la ciudad carecen de ella, por lo que se debe gestionar ante las compañías distribuidoras de gas natural se amplíe la cobertura de distribución. Para ello la Semarnap gestionará ante Pemex y la Secretaría de Energía se evalúe la factibilidad de ampliar la cobertura y abasto de este combustible para los usos industrial, comercial y domiciliario.

Meta:

Ampliar la red de distribución de gas natural.

25. Fortalecer el sistema de transporte colectivo y fomentar su uso

Objetivo:

Fomentar el uso de transporte público y reducir el uso de los vehículos particulares para disminuir la generación de emisiones.

Descripción:

El desarrollo industrial en la ciudad ha traído consigo la necesidad de otros servicios, entre ellos el transporte público; sin embargo, por la necesidad de desplazamiento hacia los diferentes parques industriales y la poca disposición de unidades, junto con la facilidad para la adquisición de vehículos fronterizos, ha hecho que la circulación se vea afectada en horas pico de entrada a las plantas maquiladoras y a las escuelas. De ahí que sea necesario que las autoridades estatales y municipales desarrollen un estudio para determinar el número de rutas y unidades modernas necesarias y poco contaminantes que se deban autorizar.

Meta:

Desarrollar un programa de fortalecimiento del transporte público.

26. Desarrollar un programa de educación ambiental

Objetivo:

Crear la conciencia sobre los efectos adversos de la contaminación en toda la sociedad y preparar técnicos especializados en temas ambientales.

Descripción:

Se debe realizar un programa integral sobre educación ambiental, que contemple desde la preparación de técnicos en temas ambientales hasta cursos básicos a diferentes niveles de la población, sobre los efectos adversos que causa la contaminación así como sus daños y efectos en la salud humana, la flora, la fauna y el suelo. Para que esto se realice se convendrá con las universidades e institutos de educación, la preparación de estos temas, además las autoridades continuarán con la realización de cursos técnicos para los diferentes niveles de personal con que cuentan, de tal manera que el programa se contemple en forma integral. Para lograr la integración de este programa se hace necesario que las autoridades de los diferentes niveles de gobierno busquen y promuevan los mecanismos ante instituciones que puedan apoyar económicamente este proyecto.

Meta:

Integrar, promover y desarrollar un programa integral de educación ambiental.

27. Instrumentar un programa para el otorgamiento de reconocimientos e incentivos basados en la reducción de emisiones

Objetivo:

Fomentar, mediante incentivos fiscales y otros instrumentos económicos, el uso de tecnologías de control de emisiones en la industria, que permitan una disminución significativa y comprobable en las emisiones atmosféricas provenientes de fuentes industriales.

Descripción:

La Semarnap gestionó ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, un listado de equipos que entran dentro del programa de establecimiento de estímulos arancelarios para la importación de equipo de control y prevención de la contaminación ambiental, así como el diseño de esquemas de depreciación acelerada de dichos equipos. Con este tipo de medidas se facilitará el adoptar técnicas y equipos de control de emisiones, principalmente de precursores de ozono y de partículas.

Meta:

Diseñar y ofertar paquetes de incentivos fiscales para la renovación y modernización de la planta industrial y la adquisición de bienes de capital ambiental.

28. Consolidar un programa de vigilancia epidemiológica asociada a la contaminación

Objetivo:

Contar con información actualizada y permanente de las condiciones de salud de la población de Cd. Juárez, a través de la puesta en marcha del Sistema de Vigilancia Epidemiológica.

Descripción:

Las autoridades ambientales y sanitarias, y la comunidad en general, necesitan contar con información permanente sobre los efectos del ambiente en la salud. Esta información es importante para la toma de decisiones y para la consistencia en la aplicación del *Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Cd. Juárez,* de tal manera que la activación del sistema de vigilancia permita generar la información necesaria para conocer y evaluar los daños y efectos en la salud de la población y con ello enfocar de manera eficiente las medidas de prevención, protección y atención pertinentes.

Como parte del programa de vigilancia epidemiológica, las autoridades de salud en coordinación con otras autoridades competentes llevarán a cabo campañas de difusión para informar oportunamente a la población sobre las medidas preventivas y correctivas que deben seguir para evitar efectos a la salud por exposición a la contaminación.

Meta:

Contar con un Sistema de Vigilancia Epidemiológica permanente y para los episodios críticos de contaminación del aire.

29. Revisar y actualizar la legislación local vigente en materia de atmósfera

Objetivo:

Adecuar la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el Reglamento Municipal en Materia de Atmósfera de acuerdo a las condiciones locales.

Descripción:

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente fue revisada y publicada con sus modificaciones en diciembre de 1996. Las modificaciones se plasmaron en particular sobre las atribuciones y niveles de jurisdicción para algunas actividades, que no estaban contempladas en la anterior legislación. Esto hace necesario que con urgencia se modifique la Legislación Estatal para adecuarla a las modificaciones de la Ley Federal; de igual forma y de acuerdo con la experiencia en la aplicación del Reglamento Municipal de Ecología se requiere su revisión. En esta actividad deberán participar las autoridades estatales y municipales.

Meta:

Contar con una nueva Ley Estatal y Reglamento Municipal de Ecología que este acorde con la legislación federal y las condiciones particulares de la región.

30. Promover la participación del Comité Consultivo Conjunto en el seguimiento y evaluación del programa

Objetivo:

Contar con un mecanismo de seguimiento y evaluación del Programa, con la participación de todos los sectores representativos de la sociedad.

Descripción:

El Comité Consultivo Conjunto es una organización en la cual se encuentran representados todos los sectores de Ciudad Juárez. Así mismo cuenta con la par-

ticipación de representantes de El Paso y Sunland Park. Entre sus funciones están las de proponer actividades, programas y medidas que se consideren viables para mejorar la calidad del aire en la cuenca atmosférica.

Se propone que este Comité sea el organismo encargado de dar el seguimiento a las acciones que se proponen realizar en el Programa.

Meta:

Contar con una entidad independiente para el seguimiento y evaluación del Programa.

31. Desarrollar estudios para la actualización del inventario de emisiones

Objetivo:

Contar con información actualizada, desagregada y confiable, del volumen de emisiones de los sectores transporte, industria, servicios, de los suelos y la vegetación.

Descripción:

A partir del año 1993, se iniciaron los trabajos sobre recopilación de información para la integración del inventario de emisiones para la industria y el transporte en Cd. Juárez. Este inventario se actualizó y amplió en 1997, incorporando la estimación de las emisiones del sector servicios, comercios y de suelos. Debido a las necesidades del flujo de información requerida para el mantenimiento del inventario de emisiones y a que en el inventario actual no detalla las emisiones de las partículas (en particular las de las partículas finas PM10 y PM2.5), se contempla la formación de grupos de trabajo integrados por autoridades federales, gobiernos locales e instituciones de educación superior, para la realización de estudios en las fuentes de área, fuentes móviles y fuentes naturales, entre otros. Estos servirán para la integración de un nuevo inventario de emisiones completo y desagregado, a partir del cual se puedan desarrollar y afinar los planes y programas de prevención y control de la contaminación atmosférica. Algunas de estas actividades también se realizarán a través de los proyectos de investigación que se presentan más adelante.

Meta

Complementar y actualizar el inventario de emisiones de Cd. Juárez, presentando una nueva versión en febrero del año 2000.

32. Desarrollo de un programa de reforestación de espacios abiertos

Objetivo:

Reforestar hasta donde sea conveniente el área urbana y suburbana, con el objetivo de mejorar las condiciones ambientales e incrementar las áreas verdes para la recreación y esparcimiento de la población.

Descripción:

Este proyecto contempla la reforestación urbana y suburbana de la ciudad, y de las áreas agrícolas periféricas que generan emisiones de partículas. Para este esfuerzo de reforestación se deberán utilizar principalmente especies nativas, considerando criterios ambientales, urbanos, estéticos y funcionales, con las técnicas de plantación y mantenimiento adecuadas a cada área en particular, para garantizar el éxito de las plantaciones.

Meta:

Incremento de las áreas verdes con las que se mejoren las condiciones ambientales de Cd. Juárez y su área ecológica de influencia.

Plantar anualmente un millón de árboles durante los años de 1998 a 2002.

Reducción total de 4,403 toneladas de partículas, en 5 años.

33. Intensificar el programa de pavimentación de calles

Objetivo:

Reducir las emisiones de partículas generadas en calles y avenidas sin pavimentar, como una mejora de las condiciones ambientales y urbanas existentes en la ciudad.

Descripción:

De acuerdo al volumen de emisiones reportadas en el inventario de emisiones en la ciudad, se tiene que más del 90% de las partículas que se generan en la misma se deben a procesos erosivos de los suelos y por el tráfico vehicular por calles no pavimentadas o superficies que carecen de cobertura vegetal y que están ubicadas en la periferia de la ciudad. Esta medida tiende a disminuir las emisiones de dichas partículas, ya que existe una considerable extensión de calles y avenidas en el área urbana de Cd. Juárez que no cuenta con un tipo adecuado de cubierta o pavimento (aproximadamente el 50%), lo cual propicia que se generen emisiones importantes de partículas.

Meta:

Aumentar el número de calles y avenidas pavimentadas en Cd. Juárez.

Si se considera la pavimentación de calles en el 15% de las vialidades que actualmente no cuentan con pavimento, se obtendrá la reducción de 9,126 ton/año de partículas en cinco años.

34. Promover el uso de estabilizadores de suelos para reducir las emisiones de partículas

Objetivo:

Reducir las emisiones de partículas generadas en calles y avenidas sin pavimentar.

Descripción:

Al igual que en la medida anterior se considera que al aplicarse estabilizadores inocuos de suelo se impide que exista un desprendimiento de partículas. A diferencia de la medida anterior, ésta es más económica pero la vida útil es menor. Sin embargo, combinando las dos medidas se podrá calendarizar un programa de atención a las calles no pavimentadas, para esto se recomienda la utilización de materiales de la región ya que esto hará que la medida sea más costo-eficiente.

Meta:

Reducir las emisiones de partículas en 6,388 ton/año, en cinco años.

35. Concluir el estudio del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire en Ciudad Juárez

Objetivo:

Integrar al Plan de Manejo de la Calidad del Aire de Cd. Juárez las recomendaciones que se deriven del estudio y ejecutar las acciones pertinentes.

Descripción:

Debido a la necesidad de contar con un sistema integrado de la calidad del aire para Ciudad Juárez, en 1997 la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y SENES Consultants, una empresa consultora de Canadá, iniciaron bajo patrocinio del Instituto Nacional de Ecología, un proyecto denominado Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire en Cd. Juárez, dentro del cual se han estado ejecutando las siguientes actividades: a) evaluación de la actual red de monitoreo

de la calidad del aire; b) revisión de métodos de pronóstico de la calidad del aire, y; c) elaboración de un inventario de emisiones para partículas e identificación de opciones para el control de este contaminante.

Meta:

Contar con recomendaciones para complementar, modernizar y/o rehubicar las estaciones de monitoreo que conforman la actual Red de Monitoreo de la calidad del aire, así como con un sistema de pronóstico de calidad del aire y con un inventario de emisiones para partículas, además de recomendaciones costo-efectivas para el control de este contaminante.

36. Continuar con el Estudio de Ozono de Verano en la región Paso del Norte

Objetivo:

Mejorar el conocimiento de los fenómenos que propician o conducen a las altas concentraciones de ozono en la región Paso del Norte.

Descripción:

En el verano de 1996, se llevó a cabo la primera campaña de un estudio intensivo de campo encaminado a lograr un mejor conocimiento de los procesos involucrados en la formación y transporte del ozono troposférico en el área de El Paso-Cd. Juárez-Sunland Park.

A la fecha, se han obtenido resultados importantes respecto a los fenómenos meteorológicos y de calidad del aire que están asociados a los episodios de ozono, así como sobre la caracterización de los hidrocarburos presentes en la atmósfera de esta cuenca; asímismo, siguen en proceso algunas otras tareas, entre las que destacan la definición del dominio de modelación, la modelación meteorológica de la cuenca, la preparación del inventario de emisiones con fines de modelación y la misma modelación fotoquímica.

Meta:

Contar con un modelo fotoquímico de calidad del aire, validado para una variedad de condiciones meteorológicas, que permita evaluar diversas estrategias de control de emisiones tendientes a lograr la reducción de las concentraciones de ozono en Paso del Norte.

37. Desarrollar investigación sobre tecnología menos contaminante en la fabricación de ladrillo

Objetivo:

Reducir las emisiones contaminantes generadas por la fabricación de ladrillo en Cd. Juárez, mediante el mejoramiento del diseño y operación de los hornos ladrilleros.

Descripción:

En el área de Cd. Juárez- El Paso, se ha identificado que una de las principales fuentes de emisión a la atmósfera de partículas e hidrocarburos, son los hornos que actualmente se emplean para la fabricación de ladrillo.

Para poder reducir las emisiones contaminantes provenientes de este sector productivo, la Semarnap apoyará y promoverá el desarrollo de proyectos de nuevas iniciativas de investigación, para mejorar la operación de los hornos ladrilleros. En forma especial promoverá el desarrollo de un proyecto que realizarán la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y la Universidad Estatal de Nuevo México, enfocado al mejoramiento de las condiciones de combustión y a la reducción de las emisiones de los hornos ladrilleros.

Meta:

Contar con un nuevo diseño que mejore las condiciones de operación de los hornos ladrilleros y emita menor cantidad de contaminantes.

38. Continuar con el Programa de SCERP en Investigación de la Calidad del Aire en Paso del Norte

Objetivo:

Realizar actividades de investigación en calidad del aire en la región Paso del Norte, a través del esfuerzo coordinado de los investigadores de Cd. Juárez y del Southwest Center for Environmental Research and Policy (SCERP).

Descripción:

El SCERP es un consorcio universitario que fue creado por el Congreso de los Estados Unidos en octubre de 1990, con el objetivo de llevar a cabo investigación ambiental, particularmente en las áreas de calidad del aire, calidad del agua y residuos peligrosos, en la región fronteriza de México y Estados Unidos.

Las universidades estadounidenses y mexicanas que conforman el SCERP son: Universidad Estatal de Arizona, Universidad Estatal de Nuevo México, Universi-

dad de Texas en El Paso, Universidad de Utah, Universidad Autónoma de Cd. Juárez, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y la Universidad Autónoma de Baja California.

La Semarnap fomentará la participación de instituciones de educación superior e investigación, en el desarrollo de las actividades que se han identificado como fundamentales, en la instrumentación de este programa de investigación, las cuales son: a) caracterización de los contaminantes atmosféricos e identificación de las principales fuentes de emisión, b) conducción y apoyo de actividades encaminadas a complementar y mejorar el inventario de emisiones de la cuenca atmosférica binacional, c) aplicación de modelos de receptor y, d) establecimiento de un centro de coordinación e información regional.

Meta:

Mejorar e incrementar el conocimiento científico de los fenómenos y elementos que propician el deterioro de la calidad del aire en Paso del Norte.

39. Realizar el inventario de emisiones de partículas PM10 y PM2.5.

Objetivo:

Determinar y cuantificar las emisiones de fuentes de partículas PM10 y PM2.5.

Descripción:

Debido a la importancia y preocupación de los efectos en la salud de las partículas inhalables, es necesario conocer las fuentes y sus emisiones generadas en cada uno de los sectores. La información de este inventario y la que se obtenga del monitoreo de la calidad del aire, permitirán dirigir programas y acciones específicos para reducir sus emisiones.

Meta:

Contar con un inventario de emisiones de partículas PM10 y PM2.5.

40. Continuar con las actividades binacionales del Programa Frontera XXI

Objetivo:

Fortalecer los esfuerzos conjuntos que, para mejorar la calidad del aire en la cuenca Paso del Norte, se están llevando a cabo en el Grupo de Calidad del Aire de Frontera XXI.

Descripción:

Se dará continuidad a una serie de actividades binacionales que, en el marco del programa Frontera XXI, fueron iniciadas años atrás. Entre éstas actividades se pueden destacar: a) refinamiento de aspectos metodológicos de elaboración de inventario de emisiones, b) la consolidación de los subgrupos de trabajo de Calidad del Aire y Energía, y el de Congestión Vehicular Fronteriza y Calidad del Aire, c) enriquecimiento del Centro de Información sobre Calidad (CICA), con documentos técnicos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) en español y elaboración de estudios de evaluación de reducción de emisiones en fuentes móviles, fijas y de área, d) recopilación de información meteorológica y de inventario de emisiones, así como el uso de modelos de calidad del aire, y e) apoyo a los proyectos de investigación sobre calidad del aire. Así mismo, se continuará recibiendo el apoyo del Comité Consultivo Conjunto cuyas recomendaciones serán evaluadas y eventualmente aplicadas.

Meta:

Obtener recomendaciones viables sobre uso eficiente de la energía, así como sobre formas innovadoras para reducir la contaminación atribuible al congestionamiento vehicular y a las actividades productivas.

Tener mayor disponibilidad de información técnica de la EPA en español.

Contar con una herramienta analítica (un modelo de la calidad del aire), que permita evaluar diversas estrategias de control de emisiones.

I. *INDUSTRIA, COMERCIOS Y SERVICIOS*

Acciones	Responsables	Avance y desarrollo					Inversión estimada (millones de dólares)		Impacto esperado al año 2002 en toneladas de emisiones				
		1998	1999	2000	2001	2002	Pública	Privada	NOx	HC	SO_2	CO	Partículas
1. Reglamentar y convenir con las empresas pedreras la reducción de emisiones de partículas.	Gobierno del Estado, Gobierno Municipal y Sector Industria.						NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2. Convenir con las industrias altamente contaminantes la reducción de emisiones de SO_2 y partículas.	Semarnap, Gobierno del Estado y Sector Industria.						NA	0.3	NA	NA	183	NA	16
3. Reglamentar el uso de combustibles en la fabricación de ladrillo.	Semarnap, Gobierno del Estado, Gobierno Municipal y Particulares.						NE	NE	9	1,599	3	1,764	241
4. Implementar un programa de reducción de emisiones en la combustión residencial.	Gobierno del Estado, Gobierno Municipal, SE y Particulares.						NE	4.0	EN	2,193	NA	NE	NA
5. Implementar un programa de recuperación de vapores en terminales de almacenamiento y estaciones de servicio de combustibles.	Gobierno del Estado, Gobierno Municipal, Pemex y Particulares.						0.05	1.5	NA	1,170	NA	NA	NA
6. Reducir las emisiones de COV´s en tintorerías y talleres de pintura automotriz.	Gobierno del Estado, Gobierno Municipal y Particulares.						NA	NE	NA	278	NA	NA	NA
7. Convenir con las maquiladoras la implementación de programas de reducción de emisiones de COV´s.	Semarnap, Gobierno del Estado y Sector Industria.						NA	5.8	NA	1,449	NA	NA	NA
8. Convenir con Cementos de Chihuahua planta Samalayuca, la realización de un estudio de impacto de sus emisiones.	Semarnap y Cementos de Chihuahua.						NA	0.01	NA	NA	NA	NA	NA
9. Convenir con la Comisión Federal de Electricidad planta Samalayuca, la realización de un estudio de impacto de sus emisiones.	Semarnap, CFE y SE.						NA	0.01	NA	NA	NA	NA	NA
10. Fortalecer la inspección y vigilancia de establecimientos industriales y de servicios.	Semarnap, Gobierno del Estado y Gobierno Municipal.						0.2	NE	NE	NE	NE	NE	NE
11. Reducción de emisiones por unidad de valor agregado en la industria y establecimientos de servicios.	Semarnap, UACJ, Gobierno del Estado y EDF.						0.1	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Abreviaturas:

NA = No Aplica
NE = No Estimado

Inversión estimada (millones de dólares)	
Pública	Privada
0.35	11.62

	NOx	HC	SO_2	CO	Partículas
Reducción de emisiones (ton/año)	9	6,689	186	1,764	257
Reducción respecto al sector (%)	0.4	30.9	7.3	60.5	52.3
Reducción respecto al total (%)	0.03	8.8	4.5	0.4	0.6

Estudio Diseño y concertación Instrumentación

II. VEHÍCULOS

Acciones	Responsables	Avance y desarrollo					Inversión estimada (millones de dólares)		Impacto esperado al año 2002 en toneladas de emisiones				
		1998	1999	2000	2001	2002	Pública	Privada	NOx	HC	SO_2	CO	Partículas
12. Convenir con Pemex el suministro de gasolina oxigenada y de baja PVR.	Semarnap, Pemex y SE.						NE	NE	NA	NE	NA	NE	NA
13. Fortalecer el programa de verificación en vehículos a gasolina.	Gobierno del Estado, Gobierno Municipal, SCT y Particulares.						NA	18.3	5,888	13,608	NA	112,399	361
14. Convenir con la SCT la descentralización y modernización del programa de verificación de vehículos a diesel tanto de carga como de pasajeros.	Gobierno del Estado, Gobierno Municipal, SCT y Particulares.						NA	0.18	73	12	NE	50	16
15. Promover la utilización de gas natural como combustible en los vehículos de carga y pasajeros.	Gobierno del Estado, Gobierno Municipal y Particulares.						NA	1.00	219	313	8	3,460	10
16. Implantación de un programa de detención y sanción a vehículos ostensiblemente contaminantes a gasolina y de incentivos a vehículos limpios.	Gobierno del Estado, Gobierno Municipal, SCT y Particulares.						NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
17. Implantación de un programa de detención y sanción a vehículos ostensiblemente contaminantes a diesel.	Gobierno del Estado, Gobierno Municipal, SCT y Particulares.						NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
18. Fomentar el uso de vehículos eléctricos en las flotillas de reparto.	Semarnap, Gobierno del Estado, Gobierno Municipal y Particulares.						NE	5.0	42	7	1	29	9
19. Reforzar la inspección vehicular en la importación de vehículos usados.	Semarnap, SHCP, SECOFI y Particulares.						NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Abreviaturas:

NA = No Aplica
NE = No Estimado

Inversión estimada (millones de dólares)	
Pública	Privada
0.0	24.48

	NOx	HC	SO_2	CO	Partículas
Reducción de emisiones (ton/año)	6,222	13,940	9	115,938	396
Reducción respecto al sector (%)	26.0	25.6	0.6	25.8	38.8
Reducción respecto al total (%)	23.8	18.3	0.2	25.6	0.8

Estudio Diseño y concertación Instrumentación

III.GESTIÓN URBANA Y TRANSPORTE

Acciones	Responsables	Avance y desarrollo					Inversión estimada (millones de dólares)		Impacto esperado al año 2002 en toneladas de emisiones				
		1998	1999	2000	2001	2002	Pública	Privada	NOx	HC	SO_2	CO	Partículas
20. Fortalecer el sistema de monitoreo de la calidad del aire.	Semarnap y Gobierno Municipal.						0.15	NA	NA	NA	NA	NA	NA
21. Promover los mecanismos necesarios para acelerar el cruce en los puentes internacionales.	Semarnap, SRE, SHCP, Gobierno del Estado, Gobierno Municipal y organismos sociales.						NE	NE	9	101	NE	951	NE
22. Desarrollar un estudio integral de transporte público para Ciudad Juárez ligado a una estrategia a todo lo amplio de la cuenca atmosférica.	IMIP, SCT, SRE, Gobierno del Estado, Gobierno municipal, AMPIP, y Sector Privado						NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
23. Desarrollar un estudio de ingeniería de tránsito para mejorar el trafico vehicular.	Gobierno Municipal e Instituciones de Educación.						NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
24. Ampliar la red de servicio de gas natural.	SE, Pemex y Particulares.						NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
25. Fortalecer el sistema de transporte colectivo y promover su uso.	Gobierno Municipal e Instituciones de Educación.						NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
26. Desarrollar un programa de educación ambiental.	Gobierno Municipal e Instituciones de Educación.						NE	NE	NA	NA	NA	NA	NA
27. Instrumentar un programa para el otorgamiento de reconocimientos e incentivos basados en la reducción de emisiones	Semarnap, SHCP, Gobierno del Estado, Gobierno Municipal y Sociedad.						NE	NA	NE	NE	NE	NE	NE
28. Consolidar un programa de vigilancia epidemiológica asociada a la contaminación.	Semarnap, SSA y Gobierno del Estado.						0.5	NE	NA	NA	NA	NA	NA
29. Revisar y actualizar la legislación local vigente en materia de atmósfera.	Gobierno del Estado y Gobierno Municipal.						0.05	NA	NE	NE	NE	NE	NE
30. Promover la participación del Comité Consultivo Conjunto en el seguimiento y evaluación del programa.	Semarnap, SSA, Gobierno del Estado, Gobierno Municipal, CCC, Instituciones de Educación, ONG's y Sector Privado.						NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
31. Desarrollar estudios para la actualización del inventario de emisiones.	Semarnap, Gobierno del Estado y Gobierno Municipal.						0.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Abreviaturas:

NA = No Aplica
NE = No Estimado

Inversión estimada (millones de dólares)	
Pública	Privada
1.2	NE

	NOx	HC	SO_2	CO	Partículas
Reducción de emisiones (ton/año)	9	101	NE	951	NE
Reducción respecto al sector (%)	1.1	0.5	NE	46.3	NE
Reducción respecto al total (%)	0.03	0.13	NE	0.21	NE

Estudio Diseño y concertación Instrumentación

IV. RECUPERACIÓN ECOLÓGICA

Acciones	Responsables	Avance y desarrollo					Inversión estimada (millones de dólares)		Impacto esperado al año 2002 en toneladas de emisiones				
		1998	1999	2000	2001	2002	Pública	Privada	NOx	HC	SO_2	CO	Partículas
32. Desarrollar un programa de reforestación de espacios abiertos.	Semarnap, Gobierno del Estado y Gobierno Municipal.						1.2	NE	NE	NE	NE	NE	4,403
33. Intensificar el programa de pavimentación de calles.	Gobierno del Estado y Gobierno Municipal.						37.9	4.2	NA	NA	NA	NA	9,126
34. Promover el uso de estabilizadores de suelos para reducir las emisiones de partículas.	Gobierno del Estado y Gobierno Municipal.						6.5	0.7	NA	NA	NA	NA	6,388

Abreviaturas:

NA = No Aplica
NE = No Estimado

Inversión estimada (millones de dólares)	
Pública	Privada
45.6	4.9

	NOx	HC	SO_2	CO	Partículas
Reducción de emisiones (ton/año)	NE	NE	NE	NE	19,917
Reducción respecto al sector (%)	NE	NE	NE	NE	44.2
Reducción respecto al total (%)	NE	NE	NE	NE	42.7

V. INVESTIGACIÓN Y ACUERDOS INTERNACIONALES

Acciones	Responsables	Avance y desarrollo					Inversión estimada (millones de dólares)		Impacto esperado al año 2002 en toneladas de emisiones				
		1998	1999	2000	2001	2002	Pública	Privada	NOx	HC	SO_2	CO	Partículas
35. Concluir el estudio del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire en Cd. Juárez	Semarnap, Gobierno Municipal y UACJ.						0.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
36. Continuar con el Estudio de Ozono de Verano en la región Paso del Norte.	Semarnap, Gobierno del Estado y Gobierno Municipal.						NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA
37. Desarrollar investigación sobre tecnología menos contaminante en la fabricación de ladrillo.	Semarnap, Gobierno del Estado y Gobierno Municipal.						NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
38. Continuar con el Programa de SCERP en Investigación de Calidad del Aire en Paso del	Universidades e Instituciones participantes.						NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA
39. Realizar el inventario de emisiones de partículas PM-10 y PM-2.5.	Semarnap, Gobierno del Estado, Gobierno Municipal, Instituciones de Educación.						0.2	0.0	NA	NA	NA	NA	NA
40. Continuar con las actividades binacionales del Programa Frontera XXI.	Semarnap y SSA.						NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Abreviaturas:

NA = No Aplica
NE = No Estimado

Inversión estimada (millones de dólares)	
Pública	Privada
0.3	NE

	NOx	HC	SO_2	CO	Partículas
Reducción de emisiones (ton/año)	NE	NE	NE	NE	NE
Reducción respecto al sector (%)	NE	NE	NE	NE	NE
Reducción respecto al total (%)	NE	NE	NE	NE	NE

Estudio Diseño y concertación Instrumentación

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Akland, G.G.; Hartwell, T.D.; Johnson, T.R.; Whitmore, R.W. (1985). *Measuring human exposure to carbon monoxide in Washington, D.C., and Denver, Colorado, during the winter of 1982-1983*. Environ. Sci. Technol. 19: 911-918.

2. Barr, S.; Buttler, W.F.; Clark, D.A.; Cottingame, W.B.; Eichinger, W.E. (1994). *Lidar-observed wind patterns in the Mexico-New Mexico-Texas border region. Lidar Environmental Applications.* Los Alamos National Laboratory. Los Alamos, New Mexico.

3. California Air Resources Board (1983). *"How Air Pollution Demages Health".*

4. Calvert, J.G.; Heywood, J.B.; Sawyer, R.F.; Seinfield, J.H. (1993). Science, vol. 261, p.37. *Citado en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000.*

5. Camacho, C. L. M. (1995). *Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación Ambiental en la Zona Urbana de Ciudad Juárez, Chihuahua. Sección Aire.*

6. CICA (1997). *Emisiones y Prevención/Técnicas de Control para Talleres de Carrocería en Ciudad Juárez, México.* Draft.

7. Chávez, O. E. y Suárez y Toriello, E. (1996). *Perfil de la Frontera México-Estados Unidos.* FEMAP, México, 153 páginas.

8. Departamento del Distrito Federal; Gobierno del Estado de México; Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Secretaría de Salud (1997). *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000.*

9. Fujita, M. E. (1998). *Hydrocarbon source apportionment for the 1996 Paso del Norte Ozone Study.* Final report prepared for the U.S. Environmental Protection Agency. Dallas, Texas, 75202-2733. EPA Contract 68-D3-0030. Work assignment III-130. March.

10. Gobierno del Estado de Jalisco, Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, Secretaría de Salud (1997). *Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara 1997-2001.*

11. Gobierno del Estado de Nuevo León, Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, Secretaría de Salud (1997). *Programa de Adminis-*

tración de la Calidad del Aire del Area Metropolitana de Monterrey 1997-2000.

12. Gong, H. M. (1987). *"Effects of ozone on exercise performance".* Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.

13. IMIP (1988). *Datos Estadísticos de Ciudad Juárez.* Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Ciudad Juárez.

14. IMIP (1995). *Plan Director Urbano de Ciudad Juárez.*

15. INEGI (1995). *Conteo de Población y Vivienda. México, 75 páginas.*

16. INEGI (1996). *Cuaderno Estadístico Municipal, Juárez, Edo. de Chihuahua.*

17. Instituto Mexicano del Petróleo (1998). *Informe del Laboratorio de Química de la Atmósfera.*

18. Kemp, M. (1990). *El Paso/Juárez saturation PM-10 study*. Report No. 906-R-92-001. U.S. EPA Region 6. Dallas, Texas.

19. Mejía, M.G.; Mendoza, A.; Cortes, E.; Russell, A.; Lara, E. (1996). *Dynamics and fate of air pollutants along the Mexico-United States border area.* Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores Monterrey (Centro de Calidad Ambiental) and Carnegie-Mellon University.

20. OCDE (1996). *Innovative Policies for Sustinable Urban Development - The Ecological City.*

21. Okrasinsky, R. y Serna, J. (1995). *Characterization of atmospheric conditions in the region surrounding Big Bend National Park.* Report prepared for Southwest Center for Environmental Research and Policy. Physical Science Laboratory, New Mexico State University.

22. PEMEX Gas y Petroquímica Básica (1997). *Efecto de los Componentes del Gas Licuado de Petróleo en la Acumulación de Ozono en la Atmósfera de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.*

23. PEMEX Refinación (1997). *Información de consumos de combustibles*. Superintendencia de Ventas de Ciudad Juárez, Chihuahua.

24. Radian International (1995). *Mobile Sources Inventory Estimate For Monterrey, N.L.*

25. Radian International, Semarnap (1996). *Mexico Emissions Inventory Program Manuals, Volume III-Basic Emission Estimating Techniques.*

26. Radian International (1996). *Development of Mobile Emissions Factors for Ciudad Juárez, Chihuahua*.

27. Radian International, Semarnap (1996). *Mexico Emissions Inventory Program Manuals, Volume IV- Point Source Inventory Development.*

28. Radian International, Semarnap (1997). *Mexico Emissions Inventory Program Manuals, Volume V- Area Source Inventory Development.*

29. Radian International, Semarnap (1997). *Mexico Emissions Inventory Program Manuals, Volume II-Emission Inventory Fundamentals.*

30. Radian International, Semarnap (1997). *Mexico Emissions Inventory Program Manuals, Volume VI- Motor Vehicle Inventory Development.*

31. Roberts, T.P.; MacDonald, C. P.; Main, H. H.; Dye, T. S.; Dana, L. C.; Haste, T. L. (1997). *Analysis of meteorological and air quality data for the 1996 Paso del Norte Ozone Study*. Final report prepared for the U.S. Environmental Protection Agency, Region 6. Dallas, Texas.

32. Roberts, T.P.; Main, H. H.; Yocke, M. A. (1996). *Operating Plan For Ozone Modeling Data Collection in El Paso-Cd. Juárez-Sunland Park.* Final report STI-95370-1573-DFR. Prepared for EPA, Region 6. Dallas, Texas. EPA contract No. 68-D3-0030. Work Assigment No. 11-77.

33. Romieu, I. (1995). *Effects of urban air pollutants on emergency visits for childhood asthma in Mexico City.* Am. J. Epidemiol.

34. Schoel, B. M.; Roberts, P. T.; Coe, D. L.; Ray, S. E.; Kwiatkowski, J. J.; Main, H. H.; MacDonald, C. P. (1997). *Supplemental Air Quality and Meteorological Data Collected During the 1997 Paso del Norte Ozone Study.* Final Report STI-997310-1757-FR. Prepared for the Environmental Protection Agency under contract No. 68D30029. Work assigment III-145.

35. Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México, Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (1997). *Aire Limpio Programa para el Valle de Toluca 1997-2000.*

36. Secretaría del Medio Ambiente del Departamento del Distrito Federal y el Instituto Nacional de Salud Pública (1996). *"¿Dónde causa daño?". Respuestas a preguntas sobre contaminación y salud.* México, D.F.

37. Texas Air Control Board (1991). *Revisions to the State Implementation Plan for Inhalable Particulate Matter (PM10). PM10 SIP for moderate area - El Paso*. *Appendix I.* Austin, Texas 78753.

38. Texas Natural Resource Conservation Commission (1994). *Ciudad Juárez Mobile5 Data Collection.*

39. Texas Transportation Institute, Texas Natural Resource Conservation Commission (1994). *Ciudad Juárez MOBILE5 Data Collection.*

40. Treviño, F. J. C. (1996). *Manejo Transfronterizo de la Calidad del Aire en la Región Paso del Norte, Crecimiento de la Población y la Economía Regional. Juárez, México, 20 páginas.*

41. Tropp, R. (1996). *Paso del Norte Pilot Border Study of Ozone Precursors an Air Toxics*. Draft final report. Prepared for the US Environmental Protection Agency. Region 6, Dallas, Texas. EPA contract 68-D3-0029. Work Assignment 2-105. February.

42. U.S. Environmental Protection Agency (1995). *Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volumen I Stationary Point and Area Sources.* Office of Air Quality Planning and Standards. Office of Air and Radiation. AP-42 Fifth Edition.

43. Vickers, D. (1997). *Comunicación Personal, octubre 1997.*

44. Wark, K. y Warner, C. (1994). *Contaminación del Aire, Origen y Control*. Limusa Noriega Editores, México D.F.

45. Wayne, E. and Hugh, W. C. (1995). *Winter Air Pollution in El Paso-Cd. Juárez. A review of air pollution studies in an international airshed.* Prepared by Environmental Characterization Department for the US Environmental Protection Agency. Region 6. Dallas, Texas. Air, Pesticides and Toxics Division. Report No. SAND95-0273. March.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte. Acuerdo que establece el compromiso entre los gobiernos de México, Estados Unidos y Canadá, para mejorar el medio ambiente, derivado del Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

Acuerdo de la Paz. Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre cooperación para la protección y mejoramiento del medio ambiente en la zona fronteriza.

Aerobiológico. Microorganismo que vive suspendido en el aire.

Aerosol. Suspensión coloidal de partículas de líquidos o sólidos en el aire. También se ha dado este nombre a algunos productos que se aplican por aspersión y que se usan como propelentes, ejemplo: hidrocarburos clorados como el "freón". También se define como la mezcla de partículas de diámetro inferior a 3 micrómetros en suspensión en el aire.

Afinación. Conjunto de acciones para el mantenimiento mecánico-automotriz necesarias para el funcionamiento óptimo del sistema de combustión en vehículos de combustión interna.

Aforo. Medición del número y tipo de vehículos que transitan en un punto dado de una vialidad durante un tiempo determinado.

Aire Ambiente. Atmósfera en espacio abierto.

Alcanos. Hidrocarburos saturados formados exclusivamente por carbono e hidrógeno.

Alérgeno. Sustancia habitualmente extraña al organismo que, al ingresar a éste, es capaz de inducir daños en el sistema inmunológico del mismo o provocar cambios en la síntesis bioquímica de los nutrientes o introducir una nueva sustancia capaz de anular o interferir específicamente en sus características químicas.

Alquenos. Compuestos orgánicos insaturados con uno o más enlaces dobles.

Alquinos. Compuestos orgánicos insaturados con uno o más enlaces triples.

Ambiente. Conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos (naturales o artificiales, inducidos por el hombre), que propician la existencia, transformación y desarrollo de los organismos.

Anaerobio. Condición ambiental referente a la vida o los procesos vitales que ocurren en ausencia de oxígeno o a una baja presión parcial de éste.

Anexo IV del Acuerdo de la Paz. Acuerdo de cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre contaminación transfronteriza del aire causada por las fundidoras de cobre a lo largo de su frontera común.

Anexo V del Acuerdo de la Paz. Acuerdo de cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América relativo al transporte internacional de contaminación del aire urbano a lo largo de su frontera común.

Antropogénico. Relativo al hombre; de origen humano. Se puede aplicar a las concepciones excesivamente centradas en la problemática humana, olvidándose de los efectos, problemas y daños que causan al ambiente.

Área Metropolitana. Extensión territorial en la que se encuentra la unidad político-administrativa de la ciudad central y de localidades contiguas que comparten características urbanas comunes, tales como sitios de trabajo, lugares de residencia, espacios para labores agrícolas e industriales y que mantienen una relación socioeconómica directa, constante, intensa y recíproca con la ciudad central.

Aromáticos, Compuestos. Familia de hidrocarburos de tipo cíclico, de fórmula general $C_6H_{6-n}X_n$. Se caracterizan por formar una cadena cíclica cerrada en forma hexagonal denominada anillo bencénico y poseer en su estructura tres dobles ligaduras. Estos compuestos, al igual que algunos hidrocarburos parafínicos, se consideran compuestos tóxicos principalmente por su nula solubilidad en el agua, por su larga permanencia en el ambiente y su difícil biodegradación.

Atmósfera. Capa de aire que circunda la tierra y que se extiende alrededor de 100 kilómetros por encima de la superficie terrestre. Esta estructura física está formada por una mezcla de 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de varios gases; como el argón, el neón, el bióxido de carbono y vapor de agua entre otros compuestos inorgánicos.

Autorregulación. Establecimiento de medidas voluntarias encaminadas a un mejor desempeño ambiental de la industria, donde se alcanzan o se aceptan estándares de cumplimiento menores a la normas ambientales obligatorias.

Balance Energético. Cantidad de energía distribuida o consumida por los diferentes sectores productivos, de servicios y de transportes.

Benceno. Compuesto más sencillo de los hidrocarburos olefínicos conformado en una cadena cíclica cerrada.

Bióxido de Azufre (SO_2). Contaminante producido durante el proceso de combustión de los combustibles con contenido de azufre. Las emisiones de este contaminante provienen principalmente de la industria.

Bióxido de Carbono ($C0_2$). Gas inorgánico compuesto por dos moléculas de oxígeno y una de carbono. Este gas no tiene color, olor ni sabor; y se produce por la respiración de los seres vivos, y cuando se queman combustibles fósiles.

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

Butano. Hidrocarburo parafínico saturado compuesto de cuatro átomos de carbono y diez de hidrógeno.

Caldera. Equipo industrial sujeto a presión que se utiliza para generar vapor.

Calidad Ambiental. Conjunto de condiciones físicas, químicas y biológicas naturales del ambiente que no han sido alteradas.

Calidad de Combustibles. Especificaciones técnicas de las características físicas y químicas de los combustibles. Que definen el potencial contaminante del mismo.

Calidad del Aire. Condición de las concentraciones de los contaminantes en el aire ambiente.

Carcinogénico. Agente químico, físico o biológico capaz de provocar crecimiento anormal, desordenado y potencialmente ilimitado de las células de un tejido u órgano.

Cefalea. Dolor de cabeza.

Ciclones. Dispositivo de control de partículas que funciona mediante fuerzas inerciales y gravitacionales.

Clima. Conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera de un lugar de la tierra, en un período mínimo de diez años y lo constituyen principalmente, la temperatura, el régimen de lluvias, el régimen estacional y otros factores como son los vientos dominantes, la humedad relativa, la insolación, la presión atmosférica y la nubosidad.

Clorofluorocarbonos (CFC). Gases usados como propelentes de los aerosoles que una vez liberados pueden llegar hasta la estratosfera y en ella el cloro que contienen, reacciona con el ozono reduciendo el volumen de la capa protectora de este último.

Combustibles Fósiles. Compuestos inorgánicos como el carbón mineral, el petróleo y el gas, así llamados por ser productos derivados de los restos de plantas y animales que vivieron en la tierra en épocas anteriores a la aparición del hombre sobre nuestro planeta.

Combustibles Limpios. Compuestos inorgánicos utilizados como combustibles y que contienen un porcentaje de azufre menor al 2% en peso o que originan emisiones despreciables de contaminantes al ambiente. (Por ejemplo: gas natural comprimido, metanol, etanol, gas licuado de petróleo, etc.).

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

Combustión Incompleta. Oxidación insuficiente que ocurre cuando el oxígeno o el tiempo disponible en el proceso resultan inferiores a lo necesario, produciendo monóxido de carbono (CO), gas conocido por su toxicidad para los seres vivos.

Comité Consultivo Conjunto. Grupo de trabajo binacional formado por 20 miembros, 10 de cada país (México y Estados Unidos), representando a los sectores Industrial, Académico, Organizaciones No Gubernamentales, Gobiernos en sus tres niveles (Federal, Estatal y Municipal) y a la sociedad civil, que tiene como objetivo el recomendar medidas y acciones en pro de mejorar la calidad del aire en la región de Cd. Juárez-El Paso-Condado Doña Ana.

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

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

Contaminante. Sustancia o elemento que al incorporarse y actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento del ambiente altera o modifica su composición, afecta la salud o impide su utilización como recurso.

Contaminante del Aire. Sustancia en el aire que, en alta concentración, puede dañar al hombre, animales, vegetales o materiales. Puede incluir casi cualquier compuesto natural o artificial susceptible de ser transportado por el aire. Estos contaminantes se encuentran en forma de partículas sólidas, y líquidas, gases o combinados. Generalmente se clasifican en los compuestos emitidos directa-

mente por la fuente contaminante o contaminantes primarios y los compuestos producidos en el aire por la interacción de dos o más contaminantes primarios o por la reacción con los compuestos naturales encontrados en la atmósfera.

Contaminantes Criterio. Condiciones de concentración para ciertos contaminantes conocidos como peligrosos para la salud humana presentes en el aire y que constituyen los principales parámetros de la calidad del aire. En el ámbito internacional se reconocen siete contaminantes criterio: ozono, monóxido de carbono, partículas suspendidas totales y fracción respirable, bióxido de azufre, bióxido de nitrógeno y plomo.

Contingencia Ambiental. Situación de riesgo por la presencia de altas concentraciones de contaminantes criterio en el aire, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que pueden poner en peligro la salud de la población, así como afectar a los ecosistemas.

Control de Emisiones. Conjunto de medidas tendentes a provocar la reducción en las emisiones de contaminantes al aire.

Convertidor Catalítico. Artefacto para abatir la contaminación del aire que remueve contaminantes como hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno de los gases de escape de los automóviles, ya sea convirtiéndolos por oxidación en bióxido de carbono y agua o reduciéndolos a nitrógeno y oxígeno.

Criterios Ambientales. Factores descriptivos tomados en cuenta para el establecimiento de normas ambientales para varios contaminantes. Esos factores sirven para determinar los límites máximos en los niveles de concentración permitidos, y limitar el número de excedencias anuales al respecto.

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

Cuenca Atmosférica. Espacio físico diferenciado en el que se encuentra confinada la capa de la atmósfera más inmediata a su superficie interior y delimitada por un patrón meteorológico de pequeña a mediana escala y uniforme en ella.

Cuenca Atmosférica Binacional. Espacio físico que involucra tanto a zonas de los Estados Unidos de América como de los Estados Unidos Mexicanos.

Destilación. Separación de una mezcla utilizando los diferentes puntos de ebullición de sus componentes.

Deterioro ambiental. Alteración que sufren uno o varios elementos que conforman los ecosistemas, provocada por la presencia de un elemento ajeno a las características y la dinámica propias de los mismos.

Disfonía. Dificultad para oír.

Disnea. Dificultad para respirar.

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

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

Ecosistema. Unidad estructural funcional y de organización básica de interacción de los organismos entre sí y con el ambiente, en un espacio determinado.

Efecto Sinérgico. Resultado combinado de dos sustancias actuando sobre un ser vivo, y que es mucho más grande que el efecto producido por la suma de los efectos individuales cuando se administran separadamente.

Efecto Sistémico. Resultado de la interacción de un contaminante y un organismo, siendo de naturaleza generalizada, que ocurre en un lugar distante del punto de entrada de una sustancia. Un efecto sistémico requiere absorción y distribución de la sustancia en el cuerpo.

Eficiencia Térmica. Capacidad o desempeño del equipo de combustión para aprovechar la energía del combustible expresada en calor.

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

Energía. Capacidad de un sistema para desarrollar trabajo.

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

Equipo de medición. Conjunto de dispositivos o instrumentos necesarios para medir la concentración de un contaminante presente en un flujo de gas.

Erosión. Destrucción y eliminación de ciertas características físicas, químicas o biológicas presentes en un suelo. Los factores que acentúan la erosión del suelo son: el clima, la precipitación (lluvia, nieve, etc.), la velocidad del viento, la topografía, el grado y la longitud del declive, las características físico-químicas del suelo original, la cubierta vegetal, su naturaleza y el grado de cobertura, los fenómenos naturales como terremotos y factores humanos, por ejemplo la tala indiscriminada, la quema subsecuente, el pastoreo con exceso, la remoción de capas orgánicas fundamentales, etc.

Estabilidad Atmosférica. Condición meteorológica directamente influida por la velocidad del viento y de sus movimientos ascendentes y descendentes, que muestra los movimientos convectivos y advectivos del aire.

Estación de Monitoreo. Conjunto de elementos técnicos diseñados para medir la concentración de contaminantes en el aire en forma simultánea, con el fin de evaluar la calidad del aire en un área determinada.

Estaciones de Servicio. Establecimientos donde se expenden al público gasolinas, lubricantes y combustibles automotrices.

Estándares. Especificación técnica, habitualmente en forma de documento disponible para el público, elaborada con el consenso de la aprobación general de todos los intereses afectados, con base en resultados científicos consolidados, en la tecnología y en la experiencia, con el objeto de promover beneficios óptimos para la comunidad; y aprobada por un cuerpo reconocido a nivel nacional, regional o internacional.

Estomas. Estructuras de las hojas de las plantas que sirven para el intercambio de gases y sustancias líquidas.

Estructura Urbana. Vialidades, accesos, usos de suelo que permiten el funcionamiento de ciudades.

Exposición. Procesos por los cuales una sustancia con propiedades tóxicas se introduce o es absorbida por un organismo por cualquier vía.

Factor de Emisión. Relación entre la cantidad de contaminación producida y la cantidad de materias primas procesadas o energía consumida. Por ejemplo: un factor de emisión para una siderúrgica con procesos de altos hornos para producir hierro puede ser el número de kilogramos de partículas emitidas por cada tonelada de materia prima procesada.

Fisiografía. Parte de la geología que estudia la formación y evolución del relieve terrestre y los procesos y resultados que determinan su transformación.

Fotoquímicos. Contaminantes que se producen por la reacción de dos o más compuestos en presencia de la luz solar.

Fotoreactividad. Característica de algunos contaminantes del aire que experimentan o sufren cambios en su composición al reaccionar entre sí o con otros constituyentes del aire en presencia de la luz solar.

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

Freón. Gases utilizados en refrigeración que al liberarse a la atmósfera reaccionan con el ozono de la estratosfera reduciendo el volumen de la capa protectora de ozono.

Fuente Estacionaria Mayor. Cualquier fuente estacionaria con emisiones superiores a 91 toneladas métricas (100 toneladas) por año, para la cual exista un nivel específico de control de contaminación del aire en vigor, cualquier otra fuente estacionaria que las Partes mutuamente designen para los propósitos del Acuerdo de la Paz.

Fuente Fija. En el lenguaje usado en torno a la contaminación del aire, se define como punto fijo de emisión de contaminantes en grandes cantidades, generalmente de origen industrial.

Fuente Móvil. Cualquier máquina, aparato o dispositivo emisor de contaminantes a la atmósfera, al agua y al suelo que no tiene un lugar fijo. Se consideran fuentes móviles todos los vehículos como automóviles, barcos, aviones, etc.

Gas Natural. Mezcla de gases usada como combustible. Se obtiene de ciertas formaciones geológicas subterráneas. El gas natural es la mezcla de hidrocarburos de bajo peso molecular como el propano, metano, butano y otros.

Gestión Ambiental. Procedimientos de administración mediante la fijación de metas, planificación, asignación de recursos, aplicación de mecanismos jurídicos, etcétera, sobre las actividades humanas que influyen sobre el medio.

Gradiente de Temperatura. Perfil en la diferencia de magnitudes para los valores hacia arriba o hacia abajo de una temperatura dada con respecto a una temperatura de referencia o a una distancia descrita verticalmente.

Grupo de Trabajo Binacional de Calidad del Aire. Grupo de trabajo formado a partir del Acuerdo de la Paz y que se encarga de analizar y resolver los problemas de calidad del aire en la zona fronteriza entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América.

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

Hidrocarburos Alifáticos. Hidrocarburos de cadena abierta como las grasas.

Hidrocarburos Aromáticos. Compuestos derivados del benceno, el cual es un anillo de 6 carbonos con tres dobles ligaduras.

Hidrólisis. Fenómeno en el que se libera agua a partir de la ruptura de moléculas.

Impacto Ambiental. Es cualquier cambio ocasionado por un proyecto propuesto en la salud y seguridad humana, flora, fauna, suelo, aire, agua, clima, el uso actual de los suelos y recursos para los propósitos tradicionales de los pueblos indígenas, o estructuras físicas, lugares u objetos que tengan relevancia histórica, arqueológica, paleontológica o arquitectónica, o la interacción entre estos factores, también incluye los impactos sobre la herencia cultural o las condiciones socioeconómicas que resulten de esos factores. Impacto incluye los impactos directos, indirectos o acumulativos.

Incentivos Económicos. Instrumentos de apoyo financiero que son aplicados en la política ambiental y cuyo propósito es modificar las conductas predominantes de producción y consumo en beneficio del medio ambiente.

Incineración. Proceso de oxidación vigorosa y de manera controlada por el cual los desechos sólidos, líquidos o gaseosos son quemados y convertidos en compuestos inertes como cenizas, bióxido de carbono y agua.

Incinerador. Aparato diseñado especialmente para la combustión de desperdicios sólidos, líquidos o gaseosos, mediante el manejo apropiado de la temperatura, el tiempo de retención, la turbulencia y el aire de combustión.

Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), Unidad adimensional que permite comparar las magnitudes de los diversos contaminantes en una escala homogénea que va de 0 a 500, el nivel de 100 puntos corresponde al valor de la Norma Oficial Mexicana establecida para cada uno de los contaminantes.

Industria. Conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención de uno o varios productos a partir de la transformación de los recursos naturales.

Ingeniería de Tránsito. Actividades de planificación de vialidades urbanas, semaforización y señalamientos, entre otras, encaminadas a obtener el funcionamiento óptimo de la estructura vial de una ciudad.

Inventario de Emisiones. Un listado, por fuente, de la cantidad de contaminantes descargados al aire en una comunidad; se utiliza para establecer normas o niveles de emisión.

Inventario Desagregado. Sistema de base de datos y cálculos matemáticos para la identificación y la cuantificación de las emisiones atmosféricas que generan los integrantes de los diferentes sectores y fuentes de contaminantes, como son la industria, los comercios, los vehículos, los suelos y la vegetación, entre otros.

Inversión Térmica. Condición atmosférica en la cual una capa de aire frío es atrapada debajo de una capa de aire caliente, de tal manera que impide el movimiento natural de convección del aire. Este evento hace que los contaminantes presentes dentro de la capa atrapada, sean difundidos horizontalmente en lugar de verticalmente, y su concentración aumente a un nivel muy alto al encontrar reducida la capacidad de dilución y la entrada continua de emisiones.

Kilocalorías. Unidad de medida que representa la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de un litro de agua en un grado Celsius o centígrado.

Mecanismos de Consulta para Modificación o Instalación de Nuevas Industrias que se Ubiquen en la Zona Fronteriza. Los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América tienen mecanismos por medio de los cuales cada país es informado a tiempo del establecimiento de nuevas plantas o modificación de las ya existentes dentro de la zona fronteriza común.

Medio Físico Urbano. Conjunto de elementos físico naturales (territorio y clima) y todo el conjunto de obras y estructuras realizadas por la sociedad que conforma el espacio geográfico de un medio urbano, considerando los aspectos cuantitativos y cualitativos de dichos elementos.

Metabolismo. Obtención de energía y formación de estructuras celulares a través de la degradación de los alimentos.

Metales Pesados. Todos los metales con una densidad elemental superior a 4.5 kilogramos por litro y que son metabolizados y eliminados deficientemente por los organismos, causando diversos impactos tóxicos.

Metano. Hidrocarburo gaseoso, inflamable e incoloro. Este gas se encuentra presente en forma natural en cavernas profundas y minas. También es emitido por los procesos de descomposición anaeróbica de materia orgánica y en los pantanos.

Meteorología. Estudio de los fenómenos físicos y energéticos que se producen en la atmósfera.

Metrópoli. Ciudad principal de un país, estado o región. La palabra proviene del griego "*mater"* que significa madre y "*polis*" que significa ciudad, esto es la ciudad madre. Por lo general se utiliza también para denominar una gran ciudad.

Monitoreo. Supervisión o comprobación periódica o continua, para determinar el grado de cumplimiento de requerimientos establecidos sobre niveles de contaminación en varios medios bióticos.

Monitoreo Microambiental. Monitoreo de los niveles de contaminación en un área limitada del ambiente que refleja las condiciones ambientales particulares de la misma.

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

Morbilidad. Cualquier desviación, subjetiva u objetiva, de un estado de bienestar fisiológico o psicológico. En este sentido, el malestar, la enfermedad y la condición de morbilidad se definen de manera similar y según la Organización Mundial de la Salud, puede medirse en tres términos: personas enfermas, enfermedad y duración.

Mutagénico. Agente capaz de provocar cambios en la estructura genética de un organismo.

Niebla. Nube en contacto con el suelo. En la región se forman por diferentes procesos. En invierno por irradiación, es decir, por el enfriamiento de las capas cercanas a la superficie terrestre y su consecuente condensación. En el verano por el desplazamiento de núcleos nubosos del Golfo de México.

Nivel Máximo Permisible. La concentración máxima de un contaminante que no debe excederse; (por ejemplo, normas que permitan sobrepasar el nivel máximo sólo una vez por año).

Niveles de Calidad del Aire Ambiental. Niveles críticos ambientales de contaminantes del aire (por ejemplo, Normas Oficiales Mexicanas de Calidad del Aire y The National Ambient Air Quality Standards).

NOM-ECOL-086-94. Norma Oficial Mexicana que indica las especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles, líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.

Norma de Calidad Ambiental. Dato numérico adoptado para usarse como marco de referencia, con el cual se comparan las mediciones ambientales con el propósito de interpretarlas.

Normas de Salud Ambiental. Especificaciones técnicas u otros documentos disponibles para el público, formuladas con la cooperación de todos los intereses afectados y basados en una revisión de los resultados de la ciencia, la tecnología y la experiencia, con el objeto de salvaguardar la salud humana o el ambiente, mientras que al mismo tiempo se ponderan otros objetivos sociales, por una autoridad reconocida a nivel nacional, regional o internacional. Estas normas tienen la fuerza de la ley y están hechas para ser cumplidas.

Olefinas. Hidrocarburos, también denominados alquenos, con una doble ligadura entre dos átomos de carbono y de bajo peso molecular, que se caracterizan por presentar propiedades físicas tales como alta volatilidad y reactividad atmosférica.

Ordenamiento Ecológico. Proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.

Oxidante. Compuesto que acepta electrones y aumenta el número de valencia de otro al reaccionar con él.

Oxidantes Fotoquímicos. Contaminantes formados por la acción de la luz solar sobre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos reactivos en el aire.

Ozono. Oxidante fotoquímico que se produce por la reacción entre hidrocarburos reactivos, óxidos de nitrógeno y la intensidad de la radiación solar.

Parámetro. Cantidad medida o ponderada sobre un indicador ambiental.

Parque Vehicular. Cantidad de vehículos automotores que circulan en un asentamiento humano.

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

Partículas Fracción Inhalable (PM10). Estándar para la medición de la concentración de partículas sólidas o líquidas suspendidas en la atmósfera cuyo diámetro es igual o inferior a 10 micrómetros y que dictan el comportamiento de las partículas dentro de los pulmones: las partículas más pequeñas PM10 penetran a las partes más profundas del pulmón, por estudios clínicos y epidemioló-

gicos se les ha encontrado ser la causa que afecta a grupos de población sensibles tales como niños e individuos con enfermedades respiratorias.

Partículas Primarias. Aquellas emitidas directamente en el aire.

Partículas Secundarias. Aquellas formadas en la atmósfera por la transformación de gases como (SOx, NOx, y COV's) en sólidos o líquidos.

Poder Calorífico. Capacidad de un energético para producir calor, expresado en calorías por unidad de peso ó volumen. Por ejemplo, en unidades métricas, se puede expresar como Kilocalorías por litro o en unidades de medición inglesa, como BTU/ barril.

Precipitación Ácida. Tipo de lluvia dañina que ocurre cuando ciertos contaminantes como el bióxido de azufre o los óxidos de nitrógeno reaccionan con la humedad de la atmósfera para formar sus ácidos respectivos disueltos en el agua precipitada como lluvia. También puede ser nieve ácida, rocío ácido, etc.

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

Precipitador Electrostático. Dispositivo de control de partículas que funciona a través de procesos de carga electrostática y atracción eléctrica.

Presión de Vapor. Característica de los compuestos químicos con tendencia a volatilizarse que en fase vapor ejerce una presión sobre el medio que lo rodea.

Productos de consumo de vida media. Incluyen a los giros industriales relacionada con la fabricación de electrodomésticos y electrónicos.

Productos de consumo de vida larga. Incluyen a los giros industriales relacionados con la fabricación de maquinaria y equipo pesado.

Programa Frontera XXI. Programa de cooperación bilateral asumido por los gobiernos Federales de los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América para generar alternativas ambientales que promuevan la transición al desarrollo sustentable para las comunidades fronterizas de ambos países.

Protección Ambiental. Conjunto de políticas y medidas aplicadas para preservar y mejorar el ambiente, prevenir y controlar su deterioro.

Radiación. Propagación de energía, ya sea en forma de partículas veloces o de ondas, a través de la materia y el espacio.

Radiación Infraroja. Radiación electromagnética con longitudes de onda mayores a las de la luz visible.

Radiación Ultravioleta. Radiación electromagnética con longitudes de onda menores a aquellas de la luz visible, pero mayores a los rayos X.

Reactividad. Capacidad de un elemento o sustancia de interactuar químicamente con otras sustancias, liberando energía y otros productos.

Recuperador de Vapor. Dispositivo utilizado en las estaciones de servicio, mediante el cual se controlan las emisiones evaporativas generadas durante la carga y descarga de gasolinas y otros combustibles.

Recurso Natural. Elemento natural de los ecosistemas susceptible o no de ser aprovechado en beneficio del hombre.

Reducción Catalítica. Reacción química entre sustancias que se favorece energéticamente por la acción promotora de una sustancia denominada catalizador.

Reforestación. Acto de plantar árboles en áreas donde ya había existido vegetación.

Regulación Ambiental. Instrumentos legales que establecen las condiciones bajo las cuales se deben de conducir las personas físicas o morales en el cumplimiento de la legislación ambiental.

Riesgo Ambiental. La posibilidad (o probabilidad) de que una exposición determinada o una serie de exposiciones, pueda(n) causar daño a la salud de los individuos sometidos a las exposiciones.

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

Salud Pública. Condición de completo bienestar físico, mental y social de la población.

Sinergismo. Efecto de dos o más agentes químicos que es mucho mayor que el efecto producido por la suma de los efectos individuales.

Sistema de Monitoreo. Conjunto de estaciones e instrumentos de medición automatizada de la calidad del aire.

Sistemas Extratropicales. Fenómenos meteorológicos generados en latitudes altas y que se relacionan normalmente con temperaturas elevadas y vientos

fuertes. Los sistemas extratropicales característicos son frentes fríos, masas de aire polar, corrientes de chorro, etc. Asimismo en la temporada invernal son característicos los sistemas anticiclónicos, los cuales después del paso de un sistema de aire frío se colocan sobre el país; son sistemas atmosféricos cuyo núcleo presenta presión alta y vientos débiles girando en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Este tipo de sistemas provocan una mala dispersión de contaminantes, en la zona de influencia de éstos.

Sistema Inmunológico. Capacidad de los organismos para responder ante agentes infecciosos. Este sistema protege al organismo de enfermedades de origen microbiano.

Sistemas Tropicales. Fenómenos meteorológicos originado en la zona intertropical de convergencia (zona donde los vientos del hemisferio norte y sur confluyen) los cuales son formados por diferentes condiciones atmosféricas (vientos, masas de aire, temperatura, etc.) que se manifiestan como huracanes, tormentas, depresiones, perturbaciones u ondas tropicales. Normalmente, cuando estos sistemas se aproximan al país, provocan condiciones favorables para la dispersión de contaminantes.

Smog. Vocablo derivado de las palabras inglesas *smoke (humo) y fog (neblina),* que se usa comúnmente como término sustituto de contaminación del aire y es originado por los gases de escape en autos y fábricas.

Sublimación. Paso directo de una substancia a partir del estado sólido al estado gaseoso.

Suelo. Mezcla compleja de pequeñas partículas de roca, minerales, organismos, aire y agua. Cuerpo dinámico que cambia continuamente en respuesta a condiciones climáticas, vegetación, topografía local, material que le dio origen, edad, uso o abuso humano.

Sustentabilidad. Condición del manejo de los recursos naturales con el propósito de asegurar tomas de decisiones sostenidas y ambientalmente racionales; que al ponerlas en práctica, permiten que el proceso de desarrollo económico y social continúe en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

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

Tóxico. Agente químico que introducido al organismo, dependiendo más de su cantidad que de su calidad, es capaz de producir alteraciones en los sistemas biológicos.

Tratado de Libre Comercio. Convenio firmado entre los Estados Unidos Mexicanos, Estados Unidos de América y Canadá, que tiene el propósito de reducir los aranceles y las barreras no arancelarias en el comercio entre los tres países, incluye un Anexo de Medio Ambiente.

Umbral. Intensidad de un estímulo por debajo del cual no se percibe respuesta de afectación sobre el medio expuesto.

Urbanización. Dotación de servicios básicos a una comunidad carente de ellos, o a un área donde se pretende construir un asentamiento humano.

Uso de Suelo. Término que en planeación urbana designa el propósito específico que se asigne a la ocupación o empleo de un terreno.

Vialidad. Conjunto de vías o espacios geográficos destinados a la circulación y el desplazamiento de vehículos y peatones.

Zona Fronteriza. Área que se extiende 100 kilómetros hacia el norte y otros 100 kilómetros hacia el sur de la frontera entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América.

Zona Metropolitana de Ciudad Juárez. Área formada por la cabecera municipal del municipio de Juárez en el Estado de Chihuahua, forma parte de la cuenca binacional Paso del Norte.

12. ANEXOS

ANEXO A. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Métodos de medición de los contaminantes

Para llevar a cabo las mediciones de las concentraciones de los contaminantes en el aire se emplean técnicas y procedimientos estandarizados que fueron publicados como Normas Oficiales Mexicanas, contándose con métodos de referencia y equivalentes. Los de referencia son los métodos más precisos y selectivos pero que para algunos contaminantes sólo resultan prácticos de llevar a cabo en el laboratorio y no así en campo. Por ello se emplean métodos equivalentes que proporcionan una precisión y selectividad apropiados a las condiciones ambientales y que son factibles de aplicar en campo de manera confiable y permanente. La tabla siguiente resume los principios de los métodos de medición de los contaminantes del aire.

Tabla A.1. Métodos de medición de contaminantes del aire

Contaminante	Método de referencia	Método equivalente
SO_2	Pararrosanilina (manual)	Fluorescencia (automático)
CO	Fotometría infrarroja (automático)	No hay
O_3	Quimiluminiscencia (automático)	Fotometría ultravioleta (automático)
NOx	Quimiluminiscencia (automático)	Química húmeda
PST	Muestreo de alto volumen (manual), incluye Pb	No hay
PM10	Muestreo de alto volumen (manual)	Atenuación beta (automático)

Descripción de los métodos

Bióxido de azufre: El método de referencia para la determinación del SO_2, es el proceso de química húmeda desarrollado por West y Gake, denominado “de la pararrosanilina”. Un volumen de aire se hace pasar, a flujo constante y controlado, durante un tiempo determinado por un burbujeador en el que se ha colocado una solución absorbente, que retiene las moléculas del contaminante y reacciona con los componentes de la solución. Al finalizar el período de muestreo, generalmente de 24 horas, la solución es trasladada al laboratorio donde se efectúan los análisis mediante la técnica de colorimetría. A mayor concentración de SO_2, la solución desarrollará un color más intenso, que va de rosa pálido a púrpura.

La técnica considerada como método equivalente es un procedimiento totalmente automatizado, que si bien no es tan exacto como el de referencia, ofrece una preci-

sión y consistencia aceptables. En este caso se utiliza la característica que tiene el SO_2 de absorber luz ultravioleta y liberarla en forma de luz fluorescente. La intensidad de la fluorescencia es directamente proporcional a la concentración del SO_2. Todo el proceso se lleva a cabo en condiciones controladas, dentro del analizador.

Monóxido de carbono: Este contaminante se mide aprovechando la característica particular que posee de absorber luz infrarroja al exponerse a un trayecto óptico por donde se desplaza este tipo de energía. La medición tiene lugar dentro de una cámara, en la que un detector capta las variaciones de intensidad de la luz infrarroja y mediante un procesador electrónico, calcula la concentración del contaminante. Este es el único método reconocido para el monitoreo continuo de CO en aire ambiente.

Ozono: Para medir las concentraciones de ozono en el aire ambiente, el método de referencia involucra una reacción química entre el ozono y el etileno que se proporciona específicamente, dentro de una cámara especialmente diseñada que contiene dispositivos ópticos para captar las señales luminosas resultantes de la reacción. Las señales son amplificadas y convertidas en una señal eléctrica proporcional a la concentración de ozono en la muestra de aire.

El método equivalente utiliza la propiedad del ozono para absorber parte de un haz de luz ultravioleta dirigido a través de un trayecto óptico en el que se confina una muestra de aire con contaminante. Las variaciones en la intensidad de la luz que se detectan en el sistema están asociadas a las concentraciones del ozono.

Bióxido de nitrógeno: Este contaminante se mide mediante la reacción que se lleva a cabo, dentro de una cámara especialmente diseñada y acondicionada, entre el NO_2 y ozono generado en exceso por el mismo instrumento, resultando una emisión de fotones en cantidades variables, de acuerdo a la concentración del contaminante que llega a la cámara de reacción como parte de los componentes de la muestra de aire. La corriente de fotones es amplificada y convertida a voltaje para su interpretación.

Como métodos alternativos, existen algunas técnicas de química húmeda, de poca aplicación práctica debido a la diversidad de factores de error que se acumulan al utilizarlas en campo.

Partículas suspendidas totales: Para el muestreo del material sólido que flota en el aire ambiente, se utiliza el método de alto volumen, que consiste en hacer pasar un flujo de aire a gran velocidad, a través de un medio filtrante de fibra de vidrio en el que se retienen las partículas con diámetros dinámicos de entre 0.1 y 100 micrómetros. En este método es absolutamente indispensable mantener el control y tener conocimiento de la tasa de flujo y del volumen total de

aire que se muestreó durante las 24 horas que es, por lo regular, el período recomendado para la toma de las muestras. También se requiere conocer el peso del filtro antes y después del muestreo, por lo que éste se acondiciona durante 24 horas en una cámara, donde se controlan la temperatura y la humedad relativa. Posterior a la determinación de la masa de material, la muestra es susceptible de someterse a análisis físico-químicos para determinar el contenido de plomo y otros metales pesados, así como de sulfatos y nitratos.

Este mismo método es el que se utiliza para el muestreo de partículas suspendidas fracción respirable o PM10 aplicando otro tipo de cabezal para separar las partículas finas de las gruesas.

Control de calidad y aseguramiento de calidad de las mediciones

Con el propósito de evaluar la calidad de los resultados analíticos de un monitor de contaminantes atmosféricos, es necesario llevar a cabo un programa de auditorías en todas las fases del proceso de monitoreo. Un programa de auditorías debe contemplar las siguientes actividades:

- Calibración.
- Verificación de cero/span y los ajustes subsecuentes.
- Revisión de los datos resultantes de las verificaciones.
- Mantenimiento preventivo y/o correctivo.

Calibración

La calibración de los equipos de monitoreo consiste en determinar la respuesta de los instrumentos a concentraciones conocidas y en ajustarla a la curva correspondiente. La calibración se efectúa en el momento inicial de la instalación y activación del monitor, recalibrándose nuevamente durante su operación:

- En períodos no mayores de tres meses a partir de la más reciente calibración o auditoría.
- Enseguida de una interrupción de más de tres días en la operación de un analizador.
- Después de cualquier reparación que involucre el cambio de uno o más componentes mayores.
- Al cambiar físicamente el analizador de un lugar a otro.
- Cuando haya cualquier evidencia de inexactitud significativa del analizador.

Verificaciones de la variación de cero y span

Estas verificaciones son parte integral de los programas de control y garantía de calidad aplicables a los monitores continuos para contaminantes gaseosos y son de utilidad para:

- Indicar cuando es necesario efectuar ajustes al analizador en sus niveles de cero y/o span.
- Proporcionar un criterio de decisión de cuando se debe recalibrar un instrumento.
- Establecer las bases para tomar la decisión de invalidar los datos generados por el monitor.

Las verificaciones de cero y span deberán desarrollarse por lo menos una vez cada dos semanas o con una mayor frecuencia si el desempeño del instrumento indica que es necesario.

ANEXO B. ÍNDICE METROPOLITANO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Un índice de calidad del aire pondera y transforma las concentraciones de un conjunto de contaminantes a un número adimensional, el cual indica el nivel de contaminación presente en una localidad determinada y puede ser fácilmente entendido por el público.

El procedimiento para manejar las concentraciones de los contaminantes con objeto de obtener un número significativo depende básicamente del algoritmo que se utilice particularmente en el índice. El problema con el que se han enfrentado aquellos quienes desarrollan estos indicadores de calidad del aire, consiste en determinar como ponderar los efectos de los contaminantes.

Dentro de los diversos índices utilizados en el mundo se ha propuesto un cierto número de factores de ponderación, siendo el más aceptable aquel que considera las normas de calidad del aire como la base para determinar los efectos, dicho enfoque ha sido utilizado en el desarrollo de índices tales como: PINDEX, Oak Ridge Air Quality Index (ORAQI), Mitre Air Quality Index (MAQI), Extreme Value Index (EVI), Pollutant Standard Index (PSI).

En 1975, Thom y Ott investigaron todas las estructuras de índices de contaminación del aire en uso en E.U.A. y Canadá, así como los existentes en la literatura, con objeto de comparar y evaluar más de 50 diferentes tipos; desarrollaron un sistema de clasificación de índices y utilizando dicho sistema identificaron las características óptimas que debería poseer el índice PSI, posteriormente fue modificado ligeramente y adoptado por el Gobierno de E.U.A.

El PSI incluye 6 variables de contaminantes del aire {CO, NO_2, O_3, PST, SO_2 y el producto de PST x SO_2}, utiliza funciones lineales segmentadas para el cálculo de los subíndices, incorporando de forma simple los máximos permisibles fijados por el gobierno y se calcula el "Modo Máximo", esto es reportando únicamente el subíndice del contaminante más elevado que resulte. Los subíndices utilizan como puntos de quiebre los estándares primarios norteamericanos de calidad del aire, los criterios de episodios y los niveles de daño significativo.

El PSI se basa (en parte) en los niveles de contaminación fijados como criterios federales de episodios, esto es, las concentraciones asociadas a los niveles de alerta, peligro y emergencia; no se fundamentan completamente en información rigurosamente científica, sino que están recomendados para orientar acciones para disminuir la contaminación atmosférica en áreas metropolitanas, a muy corto plazo.

Tabla B.1. Categorías descriptivas del PSI

Bueno	0 - 50
Moderado	51 - 100
Insalubre	101 - 199
Muy Insalubre	200 - 299
Peligroso	300 o más

En México, basados en la revisión bibliográfica previa de los índices de calidad del aire, se decidió por un enfoque que incluyera tanto las normas de calidad del aire como los niveles de daño significativo, como bases para ponderar los efectos de los contaminantes. Más que un enfoque basado únicamente en las normas de calidad del aire, toma en consideración un enfoque más realista puesto que permite utilizar factores de ponderación que cambian con los diferentes niveles de contaminación y que además permite elaborar los reportes diarios de calidad del aire.

El Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) se basa en la utilización de funciones lineales segmentadas, similares a las utilizadas en el PSI, por lo que no se debe olvidar que las funciones lineales segmentadas de éste corresponden a los estándares primarios norteamericanos de calidad del aire, los criterios de episodios y los niveles de daño significativo. Cuando se elaboró el IMECA en México no existían Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, ni criterios de episodios, ni de daño significativo; sin embargo, esta dificultad fue superada a través del desarrollo de puntos de quiebre basados en información local, utilizando la misma filosofía con la que se definió el PSI.

Las variables seleccionadas para su inclusión en el índice de calidad del aire fueron las mismas que las del PSI y se consideró la información disponible en México, seleccionándose CO, O_3, NO_2, PST, PM-10 y SO_2.

La función que define el índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) se expresa de la siguiente manera:

$$\text{IMECA} = \text{máx}\ (I_1, I_2, I_3, \ldots, I_n)$$

Donde I_1, I_2, I_3, ... ,I_n son los subíndices individuales para cada uno de los contaminantes. Los subíndices se calculan utilizando funciones lineales segmentadas que se basan en los puntos de quiebre de los valores de la siguiente tabla:

Tabla B.2. Puntos de quiebre del IMECA

IMECA	PST (24 hr) µg/m³	PM-10 (24 hr) µg/m³	SO_2 (24 hr) ppm	NO_2 (1 hr) ppm	CO (8 hr) ppm	O_3 (1 hr) ppm
100	260	150	0.13	0.21	11	0.11
200	546	350	0.35	0.66	22	0.23
300	627	420	0.56	1.1	31	0.35
400	864	510	0.78	1.6	41	0.48
500	1000	600	1.00	2.00	50	0.60

La calidad del aire se considera no satisfactoria sí el valor del IMECA se sitúa entre 101 y 200, mala entre 201 y 300; muy mala cuando se encuentra por arriba de 300.

El IMECA reporta el modo máximo y sus términos descriptivos están basados en los efectos umbrales a corto plazo y en los niveles de daño significativo. Cuando se elaboró el IMECA por primera vez, para fijar el valor 100 del índice se utilizaron los valores de los Criterios de Calidad del Aire publicados el 29 de noviembre de 1982. Las concentraciones para los valores de 200, 300 y 400 del índice se determinaron dividiendo el intervalo entre el criterio de calidad del aire y el nivel de daño significativo (valor 500 del IMECA), en 4 partes iguales. Para el subíndice correspondiente a PM-10 se llevaron a cabo estudios de correlación para determinar los puntos de quiebre de las mediciones de partículas.

La sustitución de los criterios de calidad del aire de 1982 por las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire, el 23 de diciembre de 1994, hizo que se actualizara el índice mexicano de la calidad del aire con los nuevos valores.

La Tabla B.3 presenta una lista de los efectos en la salud a diferentes niveles IMECA junto con algunas recomendaciones que se sugieren para evitar un mayor daño. Se destaca de esta tabla que tanto los ancianos como los niños son los más afectados por los episodios de la contaminación.

Para la utilización de un índice común de calidad del aire en Cd. Juárez-El Paso-Sunland Park, se realizó un análisis a través del Comité Consultivo Conjunto, de los datos registrados en las estaciones de monitoreo de la región Paso del Norte, con objeto de establecer los puntos de referencia necesarios para informar a la población de estas ciudades sobre la calidad del aire prevaleciente, obteniéndose como resultado pequeñas diferencias cuantitativas entre el índice de calidad del aire de los Estados Unidos y el índice mexicano.

Dado que la estructura del IMECA es muy similar al PSI, se recomendó que en la cuenca atmosférica binacional se informe a la población de ambas zonas con los índices de calidad del aire establecidos para cada país.

Tabla B.3. Efectos en la salud a diferentes niveles de IMECA y algunas recomendaciones para prevenirlos

Nivel IMECA	Posibles efectos en la salud	Medidas de tipo preventivo
0 a 100	• No se presentan efectos negativos en la salud de la población. • Es posible realizar todo tipo de actividad física por todos los grupos humanos.	• En este nivel, no es necesaria ninguna medida de tipo preventivo.
101 a 250	• Se presenta irritación conjuntival o dolor de cabeza en cualquier grupo de la población. • Los enfermos del corazón o de los pulmones reactivan los síntomas de sus padecimientos. • Los niños lactantes, los ancianos y los fumadores, presentan trastornos funcionales del aparato respiratorio y cardiovascular como aumento de su frecuencia respiratoria, sensación de falta de aire y palpitaciones. • La población general sana, presenta molestias como ardor de ojos, dolor de cabeza, aumento de su frecuencia respiratoria, sensación de falta de aire y palpitaciones, sobre todo al realizar alguna actividad intensa.	• En este nivel, deben adoptarse conductas generales que disminuyan la exposición a la atmósfera contaminada, especialmente por parte de la población que presenta características de riesgo o mayor susceptibilidad, como los niños, ancianos, embarazadas y los enfermos crónicos del corazón o los pulmones; es recomendable para toda la población la adopción de las siguientes recomendaciones: > Evitar la exposición a la atmósfera contaminada. > No realizar ejercicio o actividad física intensa al aire libre. > Permanecer en ambientes cerrados mientras dure el episodio de contaminación elevada.
251 a 350	• Los niños lactantes, los ancianos y los fumadores, pueden presentar las molestias descritas para el nivel anterior además de alteraciones de tipo inflamatorio (tos, expectoración y espasmo bronquial) en su sistema respiratorio. • La población general sana, puede ser que presente trastornos funcionales del aparato respiratorio y cardiovascular, como aumento de su frecuencia cardíaca y respiratoria, sensación de falta de aire y palpitaciones, sobre todo si realiza ejercicio o actividad física al aire libre.	• A partir de este nivel de contaminación, es recomendable para todos los grupos de población y especialmente para los grupos con mayor susceptibilidad, adoptar las siguientes medidas: > Evitar la exposición a la atmósfera contaminada. > No realizar ejercicio o actividad física intensa al aire libre. > Permanecer en ambientes cerrados mientras dure el episodio de contaminación. > Evitar agresiones adicionales del aparato respiratorio. > Evitar fumar y la exposición al humo de tabaco. > Evitar los cambios bruscos de temperatura. > Disminuir el contacto con personas que presenten infecciones de las vías respiratorias.
351 en adelante	• A partir de estos niveles de contaminación, algunos reportes de investigación señalan la posibilidad de que: > Los enfermos crónicos de los pulmones o del corazón, reactiven su padecimiento de base. > Los niños lactantes, los ancianos y los fumadores, pueden presentar alteraciones de tipo inflamatorio en su aparato respiratorio (tos, expectoración y espasmo bronquial). > La población general sana está en riesgo de presentar alteraciones de tipo inflamatorio en su aparato respiratorio, aún sin realizar ejercicio o actividad física intensa, si se encuentran al aire libre.	• Reforzar los mecanismos naturales de defensa del organismo, mediante: > Ingesta abundante de líquidos, preferentemente de jugos naturales de frutas. > Consumir abundantes frutas y legumbres. • Atención médica oportuna. • Las personas susceptibles deben acudir al médico si presentan reactivación de sus padecimientos. • Las mascarillas, purificadores de aire o inhalación de oxígeno, no constituyen medidas científicamente comprobadas de protección ante la elevación de los niveles de contaminación atmosférica y su empleo indiscriminado, se puede presentar incremento en el riesgo para los grupos susceptibles. • Mantenerse atento a las recomendaciones de las Instituciones del Sistema Nacional de Salud, a través de los medios de comunicación.

ANEXO C. RESUMEN DE DATOS DE LA CALIDAD DEL AIRE

Porcentaje (y número) de días por encima de los 100, 150 y 200 puntos IMECA por zona

Ozono

	1996				1997			
	>=100	**>=150**	**>=200**	**>=250**	**>=100**	**>=150**	**>=200**	**>=250**
General	4 (14)	0 (1)	0 (0)	0 (0)	2 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Noroeste	0 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Noreste	2 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Suroeste	2 (8)	0 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Monóxido de Carbono

	1996				1997			
	>=100	**>=150**	**>=200**	**>=250**	**>=100**	**>=150**	**>=200**	**>=250**
General	3 (12)	1 (3)	1 (2)	0 (1)	7 (24)	1 (4)	1 (2)	0 (0)
Noroeste	3 (12)	1 (3)	1 (2)	0 (1)	7 (24)	1 (4)	1 (2)	0 (0)
Noreste	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Suroeste	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Porcentaje (y número) de muestreos por encima de los 100, 150 y 200 puntos IMECA por zona

Partículas Inhalables PM10

	1996				1997			
	>=100	**>=150**	**>=200**	**>=250**	**>=100**	**>=150**	**>=200**	**>=250**
General	23 (14)	6 (3)	0 (0)	0 (0)	18 (11)	3 (2)	0 (0)	0 (0)
Noroeste	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Noreste	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Suroeste	23 (14)	6 (3)	0 (0)	0 (0)	11 (7)	3 (2)	0 (0)	0 (0)
Sur	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Centro	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Total de días con muestreos: 61 en 1996 y 61 en 1997.

IMECA máximo mensual por contaminante en cualquier zona de la ciudad

	1996			1997		
	O_3	**CO**	**PM10**	**O_3**	**CO**	**PM10**
Enero	57	74	129	64	85	102
Febrero	76	54	134	82	75	119
Marzo	82	59	149	86	103	102
Abril	117	47	89	77	56	123
Mayo	128	42	57	99	69	144
Junio	113	49	113	124	61	107
Julio	110	10	98	132	42	58
Agosto	114	86	115	105	35	39
Septiembre	107	73	107	124	86	68
Octubre	165	252	179	105	120	120
Noviembre	115	88	163	78	239	151
Diciembre	148	157	62	47	138	188

IMECA máximo mensual por contaminante y por zona

	1996			1997		
	O_3	**CO**	**PM10**	**O_3**	**CO**	**PM10**
Noroeste	114	252	109	132	239	107
Noreste	148	71	71	124	52	61
Suroeste	165	86	179	84	72	188
Sur	-	-	102	-	-	133
Centro	-	-	109	-	-	125

ANEXO D. MÉTODOS DE CÁLCULO DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES POR SECTOR

1. Industria y servicios

El inventario de emisiones de Ciudad Juárez se ha venido integrando con información proporcionada por las industrias de jurisdicción federal, mediante el análisis de Cédulas de Operación, que conforme al Artículo 21 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, establece que una vez otorgada la Licencia de Funcionamiento, los responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal deberán entregar anualmente dicha cédula. Esta información es analizada y procesada para integrarse al Sistema Nacional de Información de Fuentes Fijas (SNIFF). La metodología empleada en la estimación de emisiones es la recomendada en el manual IV[1] de la Metodología para México[*] para el sector industria. Así mismo, se empleó la información de los estudios de mediciones hechos por las empresas y se utilizaron factores de emisión de la EPA[2]. Se calcularon las emisiones para contaminantes criterio (partículas, bióxido de azufre, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos totales), para procesos de combustión de combustibles fósiles y para procesos productivos donde se generan compuestos orgánicos volátiles y/o partículas.

Por otra parte, para el sector servicios, el inventario de emisiones fue desarrollado de acuerdo a los métodos de estimación recomendados en el Volumen V[3] de los Manuales del Programa de Inventario de Emisiones para México, la información requerida se integró por tipo de fuente de área con la cual se realizó la estimación de las emisiones generadas por este sector. Lo anterior fue aplicado para las categorías de combustión comercial/institucional, combustión residencial, ladrilleras, lavado y desengrase, consumo de solventes, mercadeo y distribución de gas L.P., transporte y venta de gasolinas, operaciones de lavado en seco, superficies arquitectónicas, panaderías y pintura de tránsito.

---

[1] Radian-Semarnap (1996). Mexico Emissions Inventory Program Manuals, Volume IV- Point Source Inventory Development.

[*] Los manuales de la Metodología de Inventarios de Emisiones para México pueden obtenerse de la sección de Calidad del Aire, de la página de Internet del INE: *http://www.ine.gob.mx.*

[2] U.S. Environmental Protection Agency (1995). Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volumen I Stationary Point and Area Sources. Office of Air Quality Planning and Standars, Office of Air and Radiation. AP42 Fifth Edition.

[3] Radian-Semarnap (1997). Mexico Emissions Inventory Program Manuals, Volume V- Area Source Inventory Development.

En el caso de pintura automotriz, las emisiones son las reportadas en el estudio Emisiones y Prevención/Técnicas de Control para Talleres de Carrocería, realizado en Ciudad Juárez en 1997[4], donde se aplicaron encuestas directas para conocer el consumo de pinturas y solventes y con ello se derivaron factores de emisión.

a) Factores de emisión para combustión con gas natural

En el desarrollo de la estimación de emisiones para los sectores industrial y de servicios en los procesos de combustión se utilizaron los factores de la EPA[5], los cuales se presentan de forma resumida a continuación. Estos factores se expresan como los kilogramos de contaminante emitidos por millón de metros cúbicos de gas natural.

Tabla D.1 Combustión con gas natural

Contaminante	**Generación de energía eléctrica[1] kg/10^6 m^3**	**Caldera industrial[2] kg/10^6 m^3**	**Caldera comercial[3] kg/10^6 m^3**
Partículas	16-80 ^{A,B,C}	219^{A}; ND ^{B,C}	192^{A}; ND ^{B,C}
Bióxido de azufre	9.6 ^{A,B,C}	9.6^{A,B,C}	9.6 ^{A,B,C}
Monóxido de carbono	640; ND^{B,C}	560^{A}, 980^{B}, 590^{C}	330^{A}; 425^{B}; ND^{C}
Óxidos de nitrógeno	8,800^{A}; 1,300^{B}; 850^{C}	2,240^{A}; 1,300^{B}; 480^{C}	1,600^{A}; 270^{B}; 580^{C}
Hidrocarburos	28^{A};ND^{B,C}	92^{A}; ND^{B,C}	92^{A}; ND ^{B,C}

1 Equipos con capacidad > 3,000 C.C.
2 Equipos con capacidad de 300 a 3,000 C.C.
3 Equipos con capacidad de 10 a 300 C.C.

A Sin control
B Con quemador de bajo NOx
C Con recirculación de gases
ND No determinado

Como antecedente se tiene que el gas natural está compuesto por un alto porcentaje de metano (generalmente más del 80%) y cantidades variables de etano, propano, butano, e inertes (típicamente nitrógeno, dióxido de carbono y helio). Las plantas procesadoras de gas son utilizadas para recuperar constituyentes, así como para la remoción del ácido sulfhídrico antes de que el gas sea usado. El poder calorífico promedio en bruto del gas natural es aproximadamente de 8,900 kcal/metro cúbico en condiciones normales (900 a 1000 BTU/SCF).

Aunque el gas natural está considerado como un combustible relativamente limpio, algunas emisiones resultan de su combustión. Por ejemplo, condiciones inapropiadas incluyendo una mezcla pobre de aire/combustible, etc. puede ge-

4 CICA (1997). Emisiones y Prevención/Técnicas de Control para Talleres de Carrocería en Ciudad Juárez, México. Draft.

5 Office of Air Quality Planning and Standars, Office of Air and Radiation, U.S. Environmental Protection Agency (1995). Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volumen I Stationary Point and Area Sources, AP42 Fifth Edition.

nerar grandes cantidades de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles.

Los NOx son el principal contaminante en lo concerniente al quemado de gas natural tal como se puede apreciar en los factores de emisión arriba señalados. Estas emisiones dependen principalmente de las temperaturas máximas logradas dentro de la cámara de combustión, así como de la concentración de oxígeno en la zona del horno y del tiempo de exposición a las altas temperaturas. Los niveles de emisión varían considerablemente y están relacionados directamente con el tamaño del equipo de combustión y las condiciones de operación.

b) Factores de emisión para combustión con combustóleo y diesel

Los datos de la tabla siguiente presentan los factores de emisión correspondientes al combustóleo y diesel, expresados como kg de contaminante emitido por metro cúbico de combustible consumido. Una característica muy importante en la aplicación de estos datos es su contenido en % en peso de azufre en cada uno de los combustibles ya que, de acuerdo al contenido del azufre, van a producirse las emisiones de bióxido de azufre en el momento de llevarse a cabo la combustión. Estos factores fueron utilizados para la estimación de contaminantes criterio de aquellas industrias que utilizan este tipo de combustibles en Cd. Juárez. Dentro de estas industrias, se agrupan principalmente las que pertenecen a los giros que presentan un alto consumo de combustible en la zona.

Tabla D.2. Combustión con combustóleo y diesel

Contaminante	Combustóleo (kg/m3)	Diesel (kg/m3)
Partículas	[1.12(S)+0.37][1,2,3]	0.24 [2;3]
Bióxido de azufre	[19 (S)][1,2,3]	[19 (S)] [2,3]
Monóxido de carbono	[0.6][1,2,3]	0.6 [2,3]
Óxidos de nitrógeno	8[1];6.6[2,3]	6.6 [2,3]
Hidrocarburos	0.125[1]; 0.154[2]; 0.193[3]	0.154[2]; 0.193[3]

Nota: S es el porcentaje en peso de contenido de azufre en el combustible.

1 Equipos con capacidad > 3,000 C.C.
2 Equipos con capacidad de 300 a 3,000 C.C.
3 Equipos con capacidad de 10 a 300 C.C.

De acuerdo al AP-42, las dos principales categorías empleadas en fuentes de combustión son los destilados de petróleo y el combustóleo residual.

Los destilados son más volátiles y menos viscosos que los residuales, tienen cantidades despreciables de N_2 y cenizas, y usualmente contienen menos del 0.3% en peso de azufre. Los destilados son utilizados como combustibles principalmente en el sector servicios.

Los residuales son más viscosos y menos volátiles, son producto de los remanentes residuales del fraccionamiento de productos más ligeros (gasolinas, kerosina y destilados) que han sido removidos del petróleo crudo, y por lo tanto tienen cantidades significativas de cenizas, nitrógeno y azufre. Se utilizan principalmente en la industria y en grandes establecimientos comerciales.

Los factores que intervienen en la mayor o menor emisión por combustión dependen de:

- Tipo y tamaño de caldera
- Composición del combustible
- Prácticas empleadas en la carga y el quemado
- Nivel de instrumentación y mantenimiento.

La emisión de partículas depende predominantemente de los siguientes factores:

- El grado de combustible quemado (los combustibles ligeros emiten cantidades significativamente menores que los combustibles pesados).
- El contenido de cenizas en el combustible.
- El grado de combustión completa, ya que se pueden emitir partículas carbonosas resultantes de una combustión incompleta, que es independiente del contenido de cenizas y azufre, en el caso de destilados.
- En los residuales las emisiones de partículas están relacionadas directamente con el contenido de azufre.
- Los combustóleos pesados, que son previamente desulfurados, presentan una baja significativa en la viscosidad y se reducen los asfálticos, las cenizas y el contenido de azufre; lo cual redunda en una mejor atomización y una combustión más completa.
- La forma de carga del combustible también puede afectar la emisión de partículas sobre todo con combustóleo pesado. A condiciones de carga baja, la emisión de partículas puede disminuir de 30 a 40% y hasta un 60% para unidades industriales pequeñas y unidades comerciales. Sin embargo, se ha notado que una sensible reducción en la carga de combustibles de grado ligero, puede ser difícil de mantener en condiciones adecuadas de combustión y provocar con ello el incremento de emisiones significativas de partículas.

Las emisiones de óxidos de azufre (SOx) son generadas durante la combustión por oxidación del azufre contenido en el combustible. Las emisiones de SOx provenientes de un sistema de combustión convencional son predominantemente bióxido de azufre (SO_2). Las emisiones de SOx no controladas son dependientes del azufre contenido en el combustible y no son función del tamaño de la caldera, del diseño del quemador, o del grado del combustible quemado. En promedio, más del 95% del azufre en el combustible es convertido en SO_2, entre el 1 y el 5% restante es posteriormente oxidado a trióxido de azufre (SO_3)

y alrededor del 1 al 3% es emitido como partículas sulfatadas. El SO_3 suele reaccionar con vapor de agua en la atmósfera y con los gases de combustión para formar ácido sulfúrico.

Los NOx formados en procesos de combustión se deben a la fijación térmica del nitrógeno atmosférico en el aire de combustión (NOx térmico), y a la conversión química del nitrógeno contenido en el combustible (NOx de combustible).

El término NOx agrupa al NO y al NO_2. Datos de pruebas en sistemas de combustión externa de combustibles fósiles han mostrado que más del 95% de los NOx emitidos lo constituye el NO.

Mediciones experimentales de formación de "NOx térmico" han mostrado que las concentraciones de NOx son exponencialmente dependientes de la temperatura, y proporcionales a la concentración de N_2 en la flama, la raíz cuadrada de la concentración de oxígeno en la flama, y el tiempo de residencia de los gases en reacción. De este modo, la formación de NOx térmico es afectada por cuatro factores:

- temperatura máxima,
- concentración de nitrógeno en el combustible,
- concentración de oxígeno,
- tiempo de exposición a la temperatura máxima.

La tendencia de la emisión debida al cambio en estos factores es generalmente consistente para todo tipo de calderas. Un incremento en la temperatura de flama, en el oxígeno disponible o del tiempo de residencia a altas temperaturas, aumentan la formación de NOx.

El contenido de nitrógeno en el combustible es el más importante de los mecanismos de formación de NOx; en calderas que emplean combustóleo residual, puede ascender hasta el 50% del total de NOx formado por la quema del combustible. El porcentaje de conversión de nitrógeno del combustible en NOx varia significativamente; sin embargo, generalmente del 20 al 90% del nitrógeno contenido en el combustible es convertido en NOx, excepto en grandes equipos donde usualmente se consiguen temperaturas muy altas en la flama. En equipos que queman combustóleo con bajo contenido de nitrógeno, el NOx térmico sobrepasa generalmente el 50% del total de NOx generado.

Pequeñas cantidades de compuestos orgánicos son emitidas por la combustión. Al igual que en las emisiones de CO, la proporción de emisión de compuestos orgánicos depende, hasta cierto punto, de la eficiencia de combustión de la caldera. Por lo tanto, cualquier modificación en la combustión que reduzca la

eficiencia de combustión incrementa las condiciones de formación de compuestos orgánicos en los gases de combustión.

Los compuestos orgánicos totales (COT) incluyen compuestos orgánicos volátiles (COV), compuestos orgánicos semivolátiles y compuestos orgánicos condensables. Las emisiones de COV son caracterizadas por la clase de hidrocarburos no quemados y pueden incluir esencialmente a todos los compuestos en fase de vapor emitidos por una fuente de combustión.

Existen emisiones de hidrocarburos alifáticos, compuestos oxigenados y compuestos aromáticos de bajo peso molecular, los cuales existen en fase de vapor a la temperatura del combustible alimentado. Estas emisiones incluyen a todos los alcanos, alquenos, aldehídos, ácidos carboxílicos y bencenos sustituidos (por ejemplo, tolueno, xileno, etil benceno).

Las emisiones orgánicas remanentes son principalmente compuestos en forma condensada. Estos compuestos son clasificados en un grupo conocido como material orgánico policíclico (MOP), un subconjunto de compuestos llamados hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP) y también como HAP nitrogenados y halógenados. La información disponible sobre MOP emitidos, generalmente se relaciona con los grupos HAP.

El formaldehído es formado y emitido durante la combustión de carbón y combustóleo, está presente en fase vapor en el flujo gaseoso descargado a la atmósfera, y está sujeto a la oxidación y descomposición a altas temperaturas durante la combustión. De este modo, equipos grandes con alta eficiencia de combustión, tienen proporciones bajas de emisión de formaldehído (resulta íntimamente relacionado con la proporción de aire-combustible, temperaturas uniformemente altas en la cámara de combustión, y tiempos de retención de gas relativamente largos), al compararse con los equipos de combustión menos eficientes.

c) Factores de emisión para combustión con gas L.P.

En la siguiente tabla se muestran los factores de emisión para la combustión de gas L.P. considerando las categorías de equipos de combustión industrial y comercial. Estos factores de emisión están dados en función del contenido de butano y propano en el gas.

Tabla D.3. Combustión con gas L.P.

Contaminante	**Caldera industrial[2] (kg/m^3)**		**Caldera comercial[3] (kg/m^3)**	
	Butano	**Propano**	**Butano**	**Propano**
Partículas*	0.07	0.07	0.06	0.05
Bióxido de azufre	0.011 S	0.012 S	0.011 S	0.012 S
Monóxido de carbono	0.04	0.04	0.03	0.2
Óxidos de nitrógeno	2.5	2.3	1.8	1.7
Hidrocarburos	0.07	0.06	0.07	0.06

Nota: S es el porcentaje en peso de contenido de azufre en el Gas L.P.

* Su tamaño corresponde a las PST.

Los factores de emisión antes señalados, expresados en kg de contaminante por metro cúbico de gas, fueron utilizados para la estimación de contaminantes criterio de aquellas industrias que utilizan el gas L.P. como combustible, así como también en comercios y servicios.

El gas L.P. consiste de propano, propileno, butano y butileno, principalmente. El producto usado para calentamiento doméstico contiene principalmente propano. Este gas es obtenido en gran porcentaje del corte de gas del fraccionamiento del crudo en refinación, es almacenado como líquido bajo presiones moderadas. Hay tres grados de gas L.P.: el comercial grado propano, combustible para motor grado propano y el comercial grado butano. El poder calorífico típico para el comercial grado propano es de 6,090 kcal/l, y para el comercial grado butano el valor es de 6,790 kcal/l.

El gas L.P. es considerado como un combustible limpio ya que no produce emisiones visibles. Sin embargo, este combustible produce contaminantes gaseosos como el monóxido de carbono, compuestos orgánicos y óxidos de nitrógeno. Los factores más importantes que afectan estas emisiones son el diseño del quemador y la ventilación del flujo gaseoso. Las emisiones de NOx están en función de diferentes variables, incluida la temperatura, el exceso de aire, la mezcla aire-combustible y el tiempo de residencia en la zona de combustión. Las emisiones de bióxido de azufre son directamente proporcionales al contenido de azufre en el combustible, tal como se muestra en la tabla anterior.

Como se mencionó, las tres tablas anteriores se expresan como kg de contaminante emitido por cada metro cúbico de consumo de combustible (en el caso de gas natural es por millón de m^3). Un ejemplo de las estimaciones de emisiones nos ilustra el procedimiento utilizado:

Una compañía consume aproximadamente 3´025,000 m^3 al mes de gas natural, y no cuenta con equipo de control de emisiones de combustión. El consumo de este tipo de combustible presenta las siguientes emisiones:

Partículas = Consumo de combustible x factor de emisión de Partículas
= 3.025 x 10^6 m^3 gas natural/mes x 219 kg Partículas/10^6 m^3 gas natural x 1 ton/10^3 kg
= 0.662 ton/mes

SO_2 = Consumo de combustible x factor de emisión de SO_2
= 3.025 x 10^6 m^3 gas natural/mes x 9.6 kg SO_2/10^6 m^3 gas natural x 1 ton/10^3 kg
= 0.029 ton/mes

CO = Consumo de combustible x factor de emisión de CO
= 3.025 x 10^6 m^3 gas natural/mes x 560 kg CO/10^6 m^3 gas natural x 1 ton/10^3 kg
= 1.694 ton/mes

NOx = Consumo de combustible x factor de emisión de NOx
= 3.025 x 10^6 m^3 gas natural/mes x 2,240 kg NOx/10^6 m^3 gas natural x 1 ton/10^3 kg
= 6.776 ton/mes

HC = Consumo de combustible x factor de emisión de HC
= 3.025 x 10^6 m^3 gas natural/mes x 92 kg HC/10^6 m^3 gas natural x 1 ton/10^3 kg
= 0.278 ton/mes.

Para el sector industria dentro del giro de minerales metálicos, además se utilizaron los factores de emisión del Air Pollution Emission Factors AP-42 para fundición de hierro gris, los cuales se presentan a continuación.

d) Factores de emisión para fundición de hierro gris

En la siguiente tabla se presentan los factores de emisiones referenciados a las unidades de kg de contaminante por cada tonelada de hierro gris producido.

Tabla D.4. Kg/ton de hierro gris producido

Tipo de horno	Partículas	SO_2	CO	NOx	COV
Cubilote:					
Sin contol	8.5	0.6 S	73		
Capa húmeda	4				
Lavador	2.5				
Lavador de alta eficiencia	0.4	0.3 S			
Precipitador electrostático	0.3				
Filtro de bolsa	0.1				
Arco eléctrico	5	NS	0.5 - 19	0.02 - 0.3	0.03 -0.15
Inducción eléctrica	0.75	NS	NS		
Reverbero	1				

Nota: S es el porcentaje en peso de contenido de azufre en el combustible.
NS no signoficativo.
El valor de SO_2 supone que el 30% de azufre se convierte en SO_2.
En el horno de cubilote aproximadamente el 85% de la carga total es metal; por cada unidad de peso de coque en la carga se producen 7 unidades de peso de hierro gris.

Un ejemplo de aplicación de estos factores se presenta a continuación:

Una empresa siderúrgica procesa cerca de 30 toneladas de coque al mes en un horno de cubilote, el cual no cuenta con equipo de control. Considerando que por cada unidad de coque se producen siete unidades de hierro gris, es decir 210 toneladas, se generan las siguientes emisiones:

Partículas = Ton de hierro gris producido x factor de emisión de PST
= 210 ton de hierro/mes x 8.5 kg PST/ton de hierro gris x 1 ton/10^3 kg
= 1.785 ton/mes

SO_2 = Ton de hierro gris producido x factor de emisión de SO_2
= 210 ton de hierro gris/mes x 0.6(S) kg SO_2/ton de hierro gris x 1 ton/10^3 kg,
donde (S) es el porcentaje del contenido de azufre en el coque, el cual para este ejemplo se considera como 3.6
= 210 ton de hierro gris/mes x 0.6(3.6) kg SO_2/ton de hierro gris x 1 ton/10^3 kg
= 0.454 ton/mes

CO = Ton de hierro gris producido x factor de emisión de CO
= 210 ton de hierro gris/mes x 73 kg CO/ton de hierro gris x 1 ton/10^3 kg
= 15.33 ton/mes.

e) Factores de emisión para aplicación de recubrimientos

Para procesos donde se aplican recubrimientos y en la fabricación de pintura y barniz, se utilizaron los factores de emisión del Air Pollution Emission Factors AP-42 los cuales se resumen en la siguiente tabla:

Tabla D.5. Aplicación de recubrimientos

Tipo de recubrimiento	**COV kg/ton de recubrimiento**
Pintura	560
Barniz y sellador	500
Laca	770
Esmalte	420
Primer (cromato de zinc)	660

En los procesos de aplicación de recubrimientos se generan básicamente compuestos orgánicos volátiles debido al contenido de solventes incorporados en la formulación del recubrimiento, que se emite casi en su totalidad. Un ejemplo de este tipo de proceso se presenta a continuación:

Una empresa que se dedica a la fabricación de muebles para cocina utiliza para el acabado y decorado de los muebles lacas y barnices, con un consumo mensual de 370 y 1,380 litros, respectivamente. Como información complementaria se tienen datos de densidad de estos materiales para estimar los consumos en unidades de peso: densidad de la laca 0.95 kg/l y densidad del barniz 0.79 kg/l. La aplicación de estos recubrimientos genera la emisión de compuestos orgánicos volátiles, estimada como sigue:

COV total = Emisión de COV de la laca + emisión de COV del barniz
COV laca = Consumo de laca x densidad de la laca x factor de emisión
= 370 l x 0.95 kg/l x 1 ton/10^3 kg x 777 kg de COV/ton laca x 1 ton/10^3 kg
=0.273 ton/mes
COV barniz = Consumo de barniz x densidad del barniz x factor de emisión
= 1,380 l x 0.79 kg/l x 1 ton/103 kg x 500 kg de COV/ton laca x 1 ton/103 kg
= 0.549 ton/mes
COV total = 0.273 + 0.549 = 0.822 ton/mes.

f) Factores de emisión para emisiones evaporativas de gasolinas

Para el sector servicios en el giro de transporte y venta de gasolinas se utilizaron los factores de emisión del Air Pollution Emission Factors AP-42. En esta actividad se generan emisiones en las operaciones de carga de carro-tanques en centros de distribución, transporte durante la entrega a estaciones de servicio (gasolineras) y regreso con tanque vacío, y en las estaciones de servicio en la respiración de tanques subterráneos, operaciones de reabastecimiento de combustible a vehículos y derrames. Estos factores se resumen en la tabla siguiente:

Tabla D.6 Transporte y venta de gasolinas

	(Kg/m^3)
Emisiones totales por carga de los carro tanque (sin control de vapores)	1.623
Emisiones de los carro tanque por transporte	
a) cargado con producto (ida)	0.001
b) tanque vacío (regreso)	0.013
Pérdidas en estaciones de servicio	
a) Respiración de tanques subterráneos	0.12
b) Operaciones de reabastecimiento de combustible a automóviles (sin control)	1.32
c) Derrames	0.08
Total	***1.837***

Las unidades a las que se refiere la tabla anterior son kilogramos de COV por metro cúbico de gasolina que se distribuye.

j) Factores de emisión percápita

Un factor de emisión percápita es un valor de proporción de algún contaminante referido al número de habitantes en un periodo de tiempo. Para la estimación de emisiones se considera un periodo anual, como se puede observar en la tabla de Factores de Emisión del Air Pollution Emission Factors AP-42 para algunos giros del sector servicios:

Tabla D.7. Factores de emisión percápita

Giro	Factor de emisión (kg COV/hab-año)
Artes gráficas	0.40
Lavado y desengrase	1.80
Consumo de solventes	4.58
Operación de lavado en seco	0.60
Superficies arquitectónicas	2.09
Panaderías	0.14
Pintura de tránsito	0.04

k) Ladrilleras

Para esta categoría se calcularon las emisiones de acuerdo a la metodología propuesta en el Volumen V de fuentes de área[6]. Los datos necesarios fueron tomados de una base de datos proporcionada por el municipio, en la cual están consideradas 167 ladrilleras que consumen principalmente desperdicios de madera, produciendo mensualmente 2'119,360 de ladrillos. Tomando como base que para cada ladrillo se requieren 1,260 Kcal, se estimó un consumo de leña de 1,164 toneladas de leña, posteriormente se aplicaron los factores de emisión que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla D.8. Factores de emision para Leña

Contaminante	Factor de emisión (g/kg leña)
Partículas	17.30
Bióxido de azufre	126.30
Monóxido de carbono	0.20
Óxidos de nitrógeno	1.30
Hidrocarburos	114.50

l) Cruceros fronterizos y terminales de autobuses

Los cálculos de emisiones en los cruceros fronterizos se realizaron para los puentes de Av. Juárez y el de Américas, de acuerdo a la metodología propuesta en el Volumen V de fuentes de área[6] y considerando los datos mostrados en la siguiente tabla:

[6] Radian-Semarnap (1997). Mexico Emissions Inventory Program Manuals, Volume V- Area Source Inventory Development.

Tabla D.9. Factores de emision para cruces internacionales

Puente	**Tiempo de espera (hr)**[7]	**Tipo de vehículos**[5]		**Factores (g/km)**[6]		
		Clasificación	**Parque vehicular**	**HC**	**CO**	**NOx**
Av. Juárez	0.28	LDGV	1,051,565	32	304	3
	0.28	LDGT1	450,775	30	278	3
Américas	0.25	LDGV	3,319,310	32	304	3
	0.25	LDGT1	1,422,270	30	278	3

La metodología propone hacer una corrida del MOBILE5-Juárez para obtener los factores de emisión correspondientes a las 2 clasificaciones vehiculares indicadas en la tabla anterior y se hace la conversión a emisiones generadas por unidad de tiempo, considerando una velocidad promedio de 4 km/hr. Finalmente se estiman las emisiones con los factores obtenidos en g/hr, el parque vehicular y el tiempo de espera que tardan en cruzar la línea fronteriza.

Los cálculos de emisiones en la Central de Autobuses de Cd. Juárez se efectuó de acuerdo a la metodología propuesta en el Volumen V de fuentes de área[8] y considerando los datos mostrados en la siguiente tabla:

Tabla D.10. Factores de emisión

Factores (g/km)[6]		
HC	**CO**	**NOX**
5.37	31.16	25.61

La metodología propone hacer una corrida del MOBILE5-Juárez para obtener los factores de emisión correspondientes para vehículos pesados a diesel. A continuación se hace la conversión a emisiones generadas por unidad de tiempo, considerando una velocidad promedio de 4 km/hr. Finalmente se estiman las emisiones para 132,000 autobuses con los factores obtenidos en g/hr, el parque vehicular y el tiempo de estancia en la central que se consideró de 15 minutos.

Para el cálculo de las emisiones de SO_2 se consideró que cada autobús consume 5 lts de diesel en 15 minutos y se asumió que el diesel tiene un contenido de 0.5% en peso de azufre. El cálculo se realizó efectuando un balance estequiométrico.

Los cálculos de las emisiones de partículas se efectuaron aplicando los factores de emisión publicados en un estudio realizado para Monterrey, N.L.[9]

---

7 Texas Natural Resource Conservation Commission (1994). Ciudad Juárez Mobile5 Data Collection.

8 Radian-Semarnap (1997). Mexico Emissions Inventory Program Manuals, Volume V- Area Source Inventory Development.

2. Transporte

Para la integración del inventario de emisiones generadas por el sector transporte de Ciudad Juárez fue necesario obtener como información básica, la clasificación por tipo de vehículo, los kilómetros recorridos al año, el tipo de combustible utilizado y el promedio de mantenimientos que reciben al año.

Se hicieron dos corridas del modelo MOBILE5-JUAREZ[10], una para el invierno y otra para el verano, considerando la variación de la temperatura, promediándose los factores obtenidos para hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno. Para el caso del SO_2 las emisiones se calcularon efectuando un balance estequiométrico y para las emisiones de partículas se aplicó el factor de emisión publicado en el estudio Mobile Sources Inventory Estimate for Monterrey, N.L.[12]

Estos factores se resumen a continuación y están dados en gramos de contaminante por kilómetro recorrido.

Tabla D.11. Parque vehicular de Ciudad Juárez

Clasificación vehicular	**Número de vehículos**	**Kilómetros anuales**
1. Auto particular (g)	348,214	25,000
2. Taxi (g)	1,042	40,000
3. Pick up (g)	14,386	30,000
4. Camión pasajero (g)	2,377	50,000
5. Camión pasajero (d)	226	50,000
6. Camión carga (d)	494	30,000
Total	**366,739**	

Fuente: Dirección General de Finanzas del Gobierno del Estado de Chiihuahua, 1997.

Tabla D.12. Factores de emisión por contaminante (g/km)

Clasificación vehicular	**HC**	**CO**	**NOx**	**Partículas[11]**
1 Auto particular (g)	5.83	49.25	2.52	0.1
2 Taxí (g)	5.83	49.25	2.52	0.1
4 Pick up (g)	6.14	47.68	2.42	1.2
5 Camión pasajero (g)	6.26	69.20	3.94	0.2
6 Camión pasajero (d)	2.33	9.59	13.98	3.0
7 Camión carga (d)	2.33	9.59	13.98	3.0

[9] Radian Corporation (1995). Mobile Sources Inventory Estimate For Monterrey, N.L., México.
[10] Radian International (1996). Development of Mobile Emissions Factors for Ciudad Juárez, Chihuahua.
[11] Radian International (1995). Mobile Sources Inventory Estimate For Monterrey, N.L.

Para el cálculo de las emisiones se aplicó la siguiente fórmula:

Toneladas de contaminante / año = (No de vehículos x km anuales x Factor de emisión) / 1'000,000

3. Suelos y superficies sin cubierta

El método de cálculo de las emisiones generadas por los suelos y las superficies sin cubierta se dividió en dos partes. La primera de ellas corresponde a las emisiones generadas por los vehículos a su paso por calles no pavimentadas, y fue tomada del estudio realizado por Camacho (1995)[12], en donde se estiman las emisiones aplicando un factor de emisión de partículas obtenido de la actividad y peso vehiculares, considerando la velocidad del viento y el tipo de suelo de la zona.

La segunda se aplicó a las emisiones generadas por efecto de la erosión del viento en las calles no pavimentadas, terrenos baldíos y espacios abiertos; las estimaciones se elaboraron de acuerdo al método del manual V de la Metodología de Inventarios de Emisiones para México[13]. Se determinó primeramente la superficie de calles no pavimentadas, terrenos baldíos y espacios abiertos de la ciudad y posteriormente se aplicó la formula de cálculo de emisiones de áreas erosionadas.

[12] Camacho, Ch. L. M. (1995). Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación Ambiental en la Zona Urbana de Ciudad Juárez, Chihuahua.

[13] Radian-Semarnap (1997). Mexico Emissions Inventory Program Manuals, Volume V- Area Source Inventory .

ANEXO E. MEMORIA DE CÁLCULO DE ESTIMACIONES DE REDUCCIONES DE EMISIONES Y DE COSTOS E INVERSIONES

A continuación se presenta la memoria de cálculo de la estimación de las reducciones de las emisiones contaminantes y de los costos e inversiones, para aquellas medidas en donde esto fue posible. El número de la medida corresponde al que tiene en el Capítulo Nueve.

I. Industria

2. Convenir con las industrias altamente contaminantes la reducción de emisiones de SO_2 y partículas

- Emisiones

La medida consiste en instalar precipitadores electrostáticos, ciclones y lavadores de gases en las empresas que generan más de 10 ton/año de partículas o de bióxido de azufre. De acuerdo al inventario de emisiones, sólo una empresa cumple con este criterio y emite 22 ton/año de partículas y 366 ton/año de SO_2.

Considerando reducciones globales del 70% para las partículas y del 50% para el bióxido de azufre, con los dispositivos de control mencionados, se tiene:

> Reducción de partículas = 22 ton/año x 0.70 = 16 ton/año
> Reducción de SO_2 = 366 x 0.50 = 183 ton/año.

- Costos

Se consideró un costo de inversión en equipos de control para la reducción de bióxido de azufre de 1,400 dólares por tonelada y 1,000 dólares por tonelada de partículas.

3. Reglamentar el uso de combustibles en la fabricación de ladrillo

- Emisiones

Se consideraron las emisiones de 167 hornos ladrilleros, los cuales producen 2,119,350 ladrillos mensuales y utilizan leña como combustible (desperdicios de madera). Los hornos generan 242 ton/año de partículas PM10, 1,765 ton/año de CO, 2.8 ton/año SO_2, 18 ton/año NOx y 1,600 ton/año de hidrocarburos. Se consideró en la medida la utilización de gas natural como combustible sustituto y se

aplicaron factores de emisión para calcular sus emisiones, dando como resultado una disminución de contaminantes de 241 ton/año de partículas, 2.8 ton/año de SO_2, 1,764 ton/año de CO, 9 ton/año de NOx y 1,599 ton/año de hidrocarburos.

- Costos

No se tiene estimado debido a que es necesario la cuantificación del costo de la instalación de la red de distribución para este combustible.

4. Implementar un programa de reducción de emisiones en la combustión residencial

- Emisiones

Para el cálculo de reducciones, en la estimación de emisiones generadas por la combustión residencial se consideró que existe una emisión de hidrocarburos de 6,092 ton/año en el mercadeo y distribución de gas L.P. Asumiendo que puede hacerse un control de emisiones en un 36%, cambiando los sistemas de pilotos actuales de las estufas y calentadores de agua, por un sistema de pilotos electrónicos, se pueden reducir 2,193 ton/año.

> Reducción de HC = 6,093 ton/año x 0.36 = 2,193 ton/año

- Costos

Se consideró un costo de reducción de 1,825 dólares por tonelada de hidrocarburos reducida.

5. Implementar un programa de recuperación de vapores en terminales de almacenamiento y estaciones de servicio de combustibles

- Emisiones

Dentro del sector servicios, el transporte y venta de gasolinas generan 1,300 ton/año de hidrocarburos. Con la instalación de sistemas de recuperación de vapores en las estaciones de servicio se pretende reducir en un 90% dichas emisiones, resultando:

> Reducción de HC = 1,300 ton/año x 0.90 = 1,170 ton/año.

- Costos

En esta acción se pretende instalar a cada una de las 60 estaciones de servicio un equipo de recuperación de vapores, cuyo costo unitario asciende a 25,000 dólares.

6. Reducir las emisiones de COV´s en tintorerías y talleres de pintura automotriz

- Emisiones

Considerando que las emisiones generadas por el giro de tintorerías son de 630 ton/año y por el de pintura automotriz de 295 ton/año, mediante la utilización de pinturas reformuladas y cambio de solvente, las emisiones de COV se podrán reducir en un 30%, lo que representa una reducción de 278 ton/año.

> Reducción de COV`s = (630 ton/año + 295 ton/año) x 0.30

= 925 ton/año x 0.30 = 277.5 ton/año.

- Costos

No se tiene un costo estimado para esta medida.

7. Convenir con las maquiladoras la implementación de programas de reducción de emisiones de COV´s

- Emisiones

Dentro del sector industrial y particularmente entre las empresas que generán más emisiones de compuestos orgánicos volátiles, se identifican 36 empresas que emiten 1,705 ton/año de compuestos orgánicos volátiles. Con esta medida se estima una reducción del 85%, instalando sistemas de recuperación de vapores o incineradores catalíticos. La reducción es la siguiente:

> Reducción de HC = 1,705 ton/año x 0.85 =1,449 ton/año.

- Costos

Para el tipo de equipo que se pretende instalar se consideró un costo de 4,000 dólares por tonelada de hidrocarburos reducida.

II. Vehículos

13. Fortalecer el programa de verificación en vehículos a gasolina

- Emisiones

Se conoce por estudios realizados en la ZMVM que el someter a los vehículos en las peores condiciones mecánicas a programas de afinación completos (cambio de bujías, carburación, puesta a tiempo, cambio de cables de bujías, cambio de filtros,

etc.), se obtienen reducciones de las emisiones de aproximadamente un 50% en partículas, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, para vehículos a gasolina, y si se asume un cumplimiento de verificación del 50% del parque vehicular, se tiene las siguientes reducciones:

Tabla E.1. Reducciones para partículas para vehículos a gasolina

Tipo de vehículos	**Emisión de Partículas (ton/año)**	**Emisión de Partículas que aplica**	**% de reducción**	**Reducción (ton/año)**
Autos particulares	871	435	50	218
Pick-up	543	271	50	136
Taxis	4	2	50	1
Camiones de pasajeros	24	12	50	6
Total				**361**

Tabla E.2. Reducciones para CO para vehículos a gasolina

Tipo de vehículos	**Emisión de CO (ton/año)**	**Emisión de CO que aplica**	**% de reducción**	**Reducción (ton/año)**
Autos particulares	418,738	209,369	50	104,685
Pick-up	2,053	1,026	50	513
Taxis	20,578	10,289	50	5,145
Camiones de pasajeros	8,225	4117	50	2,056
Total				**112,399**

Tabla E.3. Reducciones para HC para vehículos a gasolina

Tipo de vehículos	**Emisión de HC (ton/año)**	**Emisión de HC que aplica**	**% de reducción**	**Reducción (ton/año)**
Autos particulares	50,796	25,398	50	12,649
Pick-up	243	121	50	61
Taxis	2,650	1325	50	662
Camiones de pasajeros	744	372	50	186
Total				**13,608**

Tabla E.4. Reducciones para NOx para vehículos a gasolina

Tipo de vehículos	**Emisión de NOx (ton/año)**	**Emisión de NOx que aplica**	**% de reducción**	**Reducción (ton/año)**
Autos particulares	21,937	10,968	50	5,484
Pick-up	105	52	50	26
Taxis	1,044	522	50	261
Camiones de pasajeros	468	234		117
Total				**5,888**

- Costos

Se aplicó un costo promedio de la medida de 100 dólares por vehículo y se consideró la verificación de 183,000 unidades. Se supuso que todos los vehículos son de carburador y requieren una afinación menor. El costo estimado incluye el costo de la verificación.

14. Convenir con la SCT la descentralización y modernización del programa de verificación de vehículos a diesel tanto de carga como de pasajeros.

- Emisiones

Se conoce por estudios realizados en la ZMVM que el someter a los vehículos a diesel en las peores condiciones mecánicas a programas de afinación completos, se obtienen reducciones en las emisiones de aproximadamente 40% en partículas, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos. En esta estimación se asume un cumplimiento de verificación del 50% del parque vehicular y se tiene las siguientes reducciones:

Tabla E.5. Reducciones para partículas para vehículos a diesel

Tipo vehículos	**Emisión de Partículas (ton/año)**	**Emisión de Partículas que aplica**	**% de reducción**	**Reducción (ton/año)**
Camiones de pasajeros	34	17	40	7
Camiones de carga	44	22	40	9
Total				**16**

Tabla E.6. Reducciones para CO para vehículos a diesel

Tipo vehículos	**Emisión de CO (ton/año)**	**Emisión de CO que aplica**	**% de reducción**	**Reducción (ton/año)**
Camiones de pasajeros	108	54	40	22
Camiones de carga	142	71	40	28
Total				**50**

Tabla E.7. Reducciones para HC para vehículos a gasolina

Tipo vehículos	**Emisión de HC (ton/año)**	**Emisión de HC que aplica**	**% de reducción**	**Reducción (ton/año)**
Camiones de pasajeros	26	13	40	5
Camiones de carga	35	17	40	7
Total				**12**

Tabla E.8. Reducciones para NOx para vehículos a gasolina

Tipo vehículos	**Emisión de NOx (ton/año)**	**Emisión de NOx que aplica**	**% de reducción**	**Reducción (ton/año)**
Camiones de pasajeros	158	79	40	32
Camiones de carga	207	103	40	41
Total				**73**

- Costos

Se consideró un costo promedio de 500 dólares por vehículo, suponiéndose que sólo 360 reciben una afinación menor.

15. Promover la utilización de gas natural como combustible en los vehiculos de carga y pasajeros

- Emisiones

En el inventario de emisiones del sector transporte los camiones de pasajeros generan 24 ton/año de partículas, 8,225 ton/año de monóxido de carbono, 468 ton/año de óxidos de nitrógeno, 20 ton/año de SO_2 y 744 ton/año de hidrocarburos; estas emisiones son generadas por 2,377 vehículos. Mediante la reconversión de 1,000 se tendrán las siguientes reducciones:

> Reducción de Partículas = (24 / 2,377) 1,000 = 10 ton/año
> Reducción de CO = (8,225 / 2,377) 1,000 = 3,460 ton/año
> Reducción de NO_X = (468 / 2,377) 1,000 197 ton/año
> Reducción de HC = (744 / 2,377 1,000 = 313 ton/año
> Reducción de SO_2 = (20 / 2,377) 1,000 = 8 ton/año.

- Costos

El costo estimado es de 1,000 dólares por vehículo.

18. Fomentar el uso de vehículos eléctricos en las flotillas de reparto

- Emisiones

Se consideró que existen 494 vehículos de carga utilizados para el reparto de productos dentro de la ciudad; estas unidades emiten 44 ton/año de partículas, 7 ton/año de SO_2, 142 ton/año de CO, 207 ton/año de NOx y 35 ton/año de hidrocarburos. Si se asume que se remplacen 100 unidades actuales por vehículos eléctricos, la reducción de emisiones será de:

> Reducción de Partículas = (44 / 494) 100 = 9 ton/año
> Reducción de CO = (142 / 494) 100 = 29 ton/año
> Reducción de NO_X = (207 / 494) 100 = 42 ton/año
> Reducción de HC = (35 / 494) 100 = 7 ton/año
> Reducción de SO_2 = (7 / 494) 100 = 1 ton/año.

- Costos

Se considero un costo de 50,000 dólares por cada una de las 100 unidades.

III. Gestión urbana y transporte

21. Promover los mecanismos necesarios para acelerar el cruce en los puentes internacionales

- Emisiones

Las emisiones generadas en los cruces internacionales se estiman en 1,902 ton/año de CO, 19 ton/año de NOx y 202 ton/año de hidrocarburos. Considerando que disminuyendo el tiempo que se tardan los vehículos para pasar hacia los Estados Unidos en un 50%, las emisiones se reducirían también a la mitad:

> Reducción de CO = 1902 x 0.50 = 951 ton/año
> Reducción de NO_X = 19 x 0.50 = 9 ton/año
> Reducción de HC = 202 x 0.50 = 101 ton/año.

- Costos

Para esta medida no se calculó el costo.

IV. Recuperación ecológica

32. Desarrollar un programa de reforestación de espacios abiertos

- Emisiones

Las emisiones generadas por el viento sobre áreas de suelo erosionado en espacios abiertos son de 14,676 ton/año de partículas, que equivale a una emisión de 2.9 toneladas por hectárea. Considerando que en Ciudad Juárez 5,060 hectáreas corresponden a espacios abiertos influenciados por el viento y que sólo se reforeste de esta superficie el 30%, es decir 1518 hectáreas, las emisiones se reducirían en 4,403 toneladas de partículas.

- Costos

Para la estimación se consideró un costo de 790 dólares por hectárea, lo que representa un costo total de la medida de 1.2 millones de dólares.

33. Intensificar el programa de pavimentación de calles

- Emisiones

Se consideró que en la ciudad existen 2,392 hectáreas de vialidades y que el 50% no están pavimentadas, lo que equivale a 1,196 hectáreas de superficie sin pavimento. Por otra parte, las emisiones de partículas generadas por el tráfico vehicular en las calles no pavimentadas es de 30,420 toneladas al año. Si se pavimentan el 30% de las calles (359 hectáreas), al finalizar el Programa las emisiones se habrán reducido en 9,126 toneladas.

- Costos

Se estimó un costo de 4,615 dólares por tonelada de partículas reducida mediante la pavimentación.

34. Promover el uso de estabilizadores de suelos para reducir las emisiones de partículas

- Emisiones

Para el cálculo de la reducción de emisiones mediante la estabilización de suelos en las calles no pavimentadas, se consideró que el aporte de emisión por el tráfico vehicular en las calles no pavimentadas es de 30,420 ton/año; a esta cantidad se le restó la reducción considerada en la acción 33 del Programa que es de 9,126 ton/año, por lo que para el cálculo de reducción sólo se consideraron 21,294 ton/año. A esta cantidad se le aplicó una reducción del 30% equivalente a 6,388 toneladas.

- Costos

Se estimó un costo de 1,120 dólares por tonelada reducida de partículas.

ANEXO F. PROGRAMA DE CONTROL Y REDUCCIÓN DE EMISIONES VEHICULARES

Introducción

La información de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de Ciudad Juárez indica que en los últimos años se han presentado excedencias a las normas de ozono (O_3), monóxido de carbono (CO), y partículas menores a diez micrómetros (PM10).

De acuerdo a estudios realizados en distintas partes del mundo, se ha establecido que los principales contaminantes emitidos por los motores de combustión interna son: CO, NOx, HC, SOx, partículas de carbón y metales pesados como el plomo. Algunos contaminantes como los NOx y HC son precursores de oxidantes fotoquímicos como el O_3. Cabe mencionar que en Ciudad Juárez, los vehículos automotores son responsables del 88% del total de contaminantes emitidos a la atmósfera.

Se conoce además que otros elementos que pueden contribuir a las causas principales de esta contaminación son: el uso de combustibles inapropiados, la cantidad de vehículos en circulación, un deficiente mantenimiento de los vehículos, la mutilación del sistema de control de emisiones y una red de tráfico y transporte público ineficiente, entre otros.

En Ciudad Juárez se cuenta con un parque vehicular cercano a los 367 mil vehículos. Con base en los datos de consumo de gasolina, distancias promedio recorridas, antigüedad y distribución del parque vehicular, se procedió a calcular las emisiones del mismo empleando el modelo de emisiones MOBIL5-Juárez. Los resultados indicaron que el parque vehicular a gasolina emitía diariamente 1,273 toneladas de CO, 148 toneladas de HC y 65 toneladas de NOx, que equivale a una emisión anual de aproximadamente 530 mil toneladas de contaminantes.

En años recientes en nuestro país se ha trabajado con el propósito de controlar los más importantes contaminantes atmosféricos de las áreas urbanas; actualmente se dispone de 30 normas oficiales mexicanas, relacionadas con el control de la contaminación del aire.

Por la importancia de los vehículos automotores en el deterioro de la calidad del aire al rebasar ciertas concentraciones, algunas de estas normas establecen los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación.

El procedimiento para certificar los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera es la verificación vehicular. La verificación vehicular es la medición de las emisiones vehiculares con dispositivos analizadores de gases.

Marco jurídico y obligatoriedad

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su Artículo 4º el derecho de toda persona a la protección de la salud y obliga al aseguramiento de una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

A nivel nacional, el marco jurídico para la administración de la calidad del aire lo constituye la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA) con su respectivo Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.

En el año de 1992 entran en vigor la Ley Ecológica y el Reglamento para el Estado de Chihuahua, cuyo articulado conserva criterios congruentes con los de la LEGEEPA. En el Título Quinto, Capítulo I, Artículo 78 de ésta Ley Estatal se menciona que en materia de contaminación atmosférica y de conformidad con lo dispuesto en los artículos 5° y 6° de esa misma Ley, el Estado y los Municipios, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones:

V. Establecerán y operarán sistemas de verificación de emisiones de vehículos automotores en circulación y sancionarán a los propietarios que no cumplan con las medidas de control dispuestas y en su caso, retirarán de la vía pública aquellos que rebasen los límites máximos permisibles que determinen los reglamentos y normas técnicas ecológicas correspondientes.
VI. Llevarán a cabo las campañas para racionalizar el uso del automóvil particular; así como para la afinación y mantenimiento de los motores, pudiendo los Municipios regular los montos de las emisiones permisibles y su método de verificación.

El Reglamento de Ecología y Protección al Ambiente del Municipio de Juárez en su Capítulo 13, Sección Primera, Artículo 13, indica que corresponde al Municipio:

I. Prevenir y controlar la contaminación generada por vehículos automotores;
II. Autorizar el establecimiento y equipamiento de centros de verificación vehicular;
III. Determinar las tarifas máximas para los servicios de verificación;
IV. Proporcionar las constancias que expidan los centros de verificación vehicular;
V. Supervisar la operación de los centros de verificación establecidos;
VI. Limitar o suspender en su caso, la circulación de vehículos, a fin de reducir los niveles de concentración de contaminantes en la atmósfera, cuando éstos excedan los límites máximos permisibles;

VII. Retirar de la circulación a los vehículos automotores cuyos niveles de emisión de contaminantes rebasen los límites máximos;
VIII. Realizar actos de inspección y vigilancia para verificar la debida observancia del presente Reglamento e imponer las sanciones administrativas que correspondan;
IX. Aplicar en el ámbito de su competencia las medidas que establece este Reglamento para prevenir y controlar las contingencias ambientales y emergencias ecológicos;
X. Los demás que conforme a la Ley, el Reglamento y otras disposiciones le correspondan.

En la Sección Segunda sobre el Control de Emisiones Vehiculares el Artículo 14, declara que corresponde al Municipio establecer el programa de verificación vehicular obligatoria para los vehículos que circulen en el territorio municipal y autorizará a particulares para que realicen la verificación vehicular obligatoria, en los términos del presente Reglamento, así como de las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales aplicables.

El Artículo 15 de la misma Sección, enuncia que los propietarios de los centros de verificación son responsables de la buena operación de los mismos, debiendo mantener sus equipos e instalaciones, en un estado que garantice la adecuada prestación de sus servicios, así como limpieza, espacio, arreglo interior y seguridad. La Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología será la que valide las calibraciones y su buen funcionamiento. Las acciones de calibración deberán realizarse de conformidad con lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

El personal que tenga a su cargo la verificación vehicular en los centros autorizados, deberán contar con la certificación y la capacidad técnica adecuada que le permita el debido cumplimiento de sus funciones. Este registro será acreditado ante la autoridad que hubiere autorizado el establecimiento y operación del centro.

El Municipio promoverá la realización de visitas de inspección a efecto de verificar la debida observancia de lo dispuesto en este Artículo y autorizará las tarifas máximas por la prestación de servicios de verificación vehicular que deban pagarse en centros operados por particulares.

Independientemente de la coordinación y en el caso de que no se exigiera por el Estado el engomado ecológico y en virtud de que es obligatorio, el Municipio llevará a cabo operativos con el fin de que los vehículos automotores que no hayan sido verificados acudan a los centros de verificación para este efecto.

De acuerdo al Artículo 28, cuando en la verificación de emisiones contaminantes realizada, se determine que éstas exceden los límites permisibles de emisión, el propietario del vehículo está obligado a efectuar las reparaciones nece-

sarias y llevar a cabo las verificaciones subsecuentes que se requieran, hasta en tanto las emisiones satisfagan las Normas Oficiales Mexicanas, en el plazo que se le concede de acuerdo a lo manifestado en el Artículo 30 y bajo el convenio referido en el Artículo 31 de la Sección Segunda.

Con relación a la Ley de Tránsito (Decreto No. 491/96 del 23 de diciembre de 1997), ésta contiene el siguiente articulado:

Artículo único.- Se reforman los artículos 20, 130 y 131 y se adiciona un capítulo denominado de la verificación vehicular con el número XI BIS, mismo que incluye los Artículos 115-I al 115-VII, todos de la Ley de Tránsito, para quedar como a continuación se señala.

Artículo 20.- Cualquier vehículo que transite en las vías públicas estatales deberá contar con placas, tarjeta de circulación, comprobantes, calcomanías que acrediten sus pagos fiscales y cumplimientos ecológicos en vigor. Para la obtención de ellas, se deberá cumplir con los siguientes requisitos:

I. Presentar la documentación que compruebe la propiedad del vehículo;
II. Presentar el certificado del registro federal de vehículos a la solicitud del registro;
III. Presentar la manifestación para el pago de impuestos sobre tenencia o uso de vehículos correspondientes al ejercicio fiscal en curso y copia de la manifestación del año anterior;
IV. Acreditar su domicilio en el Estado;
V. Entregar la tarjeta de circulación y el juego de placas anteriores;
VI. Pagar los derechos correspondientes por la expedición de placas, calcomanías y tarjeta de circulación, así como los importes por concepto de multas por infracciones a esta Ley y sus Reglamentos; y
VII. Acreditar mediante constancia su verificación vehicular

Los vehículos deberán registrarse ante la Delegación de Tránsito, quien deberá expedir placas, calcomanías o acreditaciones ecológicas y tarjetas de circulación o reconocer las expedidas por los Municipios en su caso.

Artículo 115-I.- Los vehículos automotores registrados deberán ser sometidos a verificación de emisión, en los periodos y centros de acreditación vehicular. Los límites permisibles de emisión de gases serán aquellos que establezcan las Normas Oficiales mexicanas y/o los criterios ecológicos establecidos en el Reglamento de la Ley Ecológica para el Estado de Chihuahua en materia de verificación vehicular obligatoria.

Artículo 115-II.- En la verificación de automóviles se hará también una revisión de las condiciones de seguridad pudiendo suspenderse la circulación de aque-

llos vehículos que no cumplan con los requisitos señalados en este ordenamiento jurídico o en sus Reglamentos.

Artículo 115-III.- Si los resultados de la emisión de contaminantes exceden de los límites permisibles, el propietario o poseedor deberá efectuar las reparaciones necesarias dentro del plazo que para tal efecto señale la autoridad.

Artículo 115-4.- Las verificaciones o acreditaciones vehiculares podrán hacerse en centros específicamente habilitados o reconocidos por la autoridad expresamente para ese fin.

Artículo 115-V.- Los vehículos que trayendo la constancia de verificación, en forma ostensible se observe o detecte que sus emisiones de humo pueden rebasar los limites máximos permisibles serán retirados de la circulación y trasladados a un centro de verificación autorizado.

Artículo 115-VI.- En el caso de que la revisión confirme que se rebasan los límites permisibles, la Delegación retendrá la tarjeta de circulación hasta en tanto sean corregidas las deficiencias que ocasionan las emisiones.

Artículo 115-VII.- Después de transcurrido el plazo establecido por las autoridades de la materia para hacer las verificaciones, aquellos automóviles que no hayan cumplido los requisitos, serán retirados de la circulación y remitidos a un depósito de vehículos a disposición de la Delegación o del Municipio en su caso.

Artículos transitorios

Artículo Primero.- el presente decreto entrará en vigor el día 15 de abril de 1997.

Artículo Segundo.- Los artículos 20, fracción VII, último párrafo, 131, y las disposiciones contenidas en el capítulo XI BIS denominado de la verificación vehicular, una vez entrado en vigor el presente decreto, será aplicable únicamente al Municipio de Juárez, mientras los restantes expidan sus reglamentos municipales respectivos.

Programa de Verificación de Emisiones Vehiculares

Objetivos

1. Lograr el cumplimiento obligatorio de certificación aprobatoria de emisiones del 100% de los vehículos;
2. Lograr cuotas de cumplimiento de certificación de emisiones por sectores de actividad;

3. Difundir el programa por los distintos medios de comunicación, hasta alcanzar una cobertura del 100% de la audiencia que es propietaria de vehículos;
4. Promover el adecuado mantenimiento de los motores y del sistema de control de emisiones en el parque vehicular del Municipio de Juárez; y
5. Incorporar acciones permanentes de participación ciudadana en el Programa de Verificación.

Metas

1. Abatir los niveles de contaminación por emisiones vehiculares de HC, y CO; y
2. Establecer definitivamente en un mediano plazo el Programa de Verificación y lograr el cumplimiento de toda la comunidad.

Lugar y frecuencia de verificación

Las verificaciones serán realizadas en los centros autorizados por la Dirección Municipal de Desarrollo Urbano y Ecología, los cuales estarán ubicados acorde con las necesidades de servicio a la población.

La frecuencia de la verificación será anual, excepto para los vehículos de uso intensivo, que tendrán una verificación semestral.

Centros de verificación

El propósito de los centros es certificar oficialmente los niveles de emisión de los vehículos automotores. Lo anterior se logra utilizando un dispositivo analizador de gases del escape.

En razón de la importancia del mantenimiento del motor y el estado del sistema de control de emisiones en el resultado de esta medición, el personal técnico del centro de verificación revisa visualmente las condiciones en las que se encuentran los distintos dispositivos del vehículo, para determinar el posible origen de problemas en el resultado de la verificación.

La comparación de los resultados de la medición se hace con los parámetros de la Norma Oficial Mexicana para límites máximos permisibles de contaminantes vehiculares.

Infraestructura y equipo

Un centro de verificación vehicular debe cumplir con una serie de requisitos, determinados según criterios técnicos y funcionales:

1. La superficie mínima para la instalación de un centro será de 300 metros cuadrados y de uso exclusivo para la verificación;
2. Mostrar en un tablero sólido a la vista del público, los logotipos de la Dirección Municipal de Desarrollo Urbano y Ecología y del programa de verificación vehicular; en seguida el número de centro que le fue asignado por la Dirección, la Norma Oficial Mexicana NOM-041-ECOL-1996 de límites máximos permisibles de emisión de contaminantes vehiculares, los puntos de revisión de los dispositivos de control de emisiones y la tarifa oficial por el servicio de verificación vehicular;
3. El centro deberá disponer de las áreas de servicio al público que a continuación se describen:
   a.- Área de recepción y revisión visual de vehículos
   b.- Área de medición y análisis
   c.- Área de pago de servicios
   d.- Área sanitaria de servicios públicos.
4. El área destinada para la verificación o el diagnóstico constará de 30 m^2 para cada equipo que se utilice en el centro, en razón de que es la superficie mínima necesaria para maniobrar los vehículos; la misma no podrá ser utilizada para otro fin;
5. El acceso a las áreas de verificación o de diagnóstico serán de uso exclusivo para este fin.
6. El dictamen de calificación de la infraestructura propuesta, se apoyará en fotografías de las instalaciones, así como del plano correspondiente donde deberá señalarse la superficie que ocupará el centro de verificación, la oficina de atención al público, los servicios sanitarios, el estacionamiento, el acceso de entrada procedente de la vía pública, así como las colindancias del predio y calles más próximas.
7. Utilizar equipo analizador de gases que determine la concentración de hidrocarburos, monóxido de carbono, bióxido de carbono y oxígeno en los gases del escape del vehículo, homologado a Bar-90 y autorizado por la Dirección Municipal de Desarrollo Urbano y Ecología.
8. Este equipo deberá tener una escala total de medición de 0 a 10% en volumen, para el caso de monóxido de carbono; 0 a 2000 ppm, tratándose de hidrocarburos; 0 a 4000 ppm para óxidos de nitrógeno; 0 a 16% en volumen, para el caso del bióxido de carbono; y 0 a 22% en volumen, para el caso del oxígeno.
9. El analizador debe estar diseñado para soportar un servicio continuo de trabajo pesado mínimo de 8 horas por día.

Procedimientos para establecer un centro de verificación

Los procedimientos a seguir para tramitar el establecimiento de un centro de verificación deberán cumplir los siguientes pasos:

a) A través de la ventanilla única de la Dirección General de Obras Públicas y Desarrollo Urbano municipal, se podrá obtener el formato de solicitud para un centro de verificación o de diagnóstico vehicular;
b) Una vez respondido y entregado el formato, se elaborará el dictamen correspondiente por la Dirección Municipal de Desarrollo Urbano y Ecología, mediante el cual se determinará si procede o no su autorización.

Los propietarios de los centros de verificación y de diagnóstico vehicular autorizados, deberán presentar a la Dirección Municipal de Desarrollo Urbano y Ecología copia de todos los documentos que le fueron solicitados, así como del convenio celebrado con el H. Ayuntamiento de Juárez, autorizado, el cual tendrá vigencia de dos años. Dicho convenio puede ser revalidado.

Sólo podrán revalidar su convenio ante el Municipio, los propietarios de los centros o sus representantes autorizados mediante carta poder notariada, haciéndolo del conocimiento de la Dirección Municipal de Desarrollo Urbano y Ecología.

El número de máquinas con el que operará el centro de verificación vehicular, será declarado en la solicitud correspondiente, indicando la marca, número de serie y demás datos técnicos que permitan su identificación.

La autorización de revalidación de convenio que otorgue la Dirección Municipal de Desarrollo Urbano y Ecología a los centros de verificación y de diagnóstico vehicular, solamente podrá ser transferida a otra persona, si esta demuestra que cumple con los requisitos establecidos.

Personal técnico

Todos los centros de verificación vehicular deberán contar con personal técnico capacitado en los procedimientos de la verificación; será por ello un requisito indispensable que los mismos cuenten con una constancia que les acredite haber recibido adiestramiento en afinaciones mayores y/o control de emisiones vehiculares.

Es responsabilidad del propietario del centro de verificación vehicular la capacitación técnica del verificador, así como de que éste mantenga actualizada la constancia que le permita operar el equipo autorizado.

La Dirección Municipal de Desarrollo Urbano y Ecología solicitará a los centros de verificación, de manera semestral, la documentación del personal autorizado, reservándose el derecho de hacerlo cuantas veces lo amerite, a fin de comprobar la certificación o constancia que avale la capacitación del personal contratado para el servicio.

Los certificados o constancias de los técnicos de verificación vehicular, deberán permanecer siempre a la vista, sin tachaduras ni enmendaduras y podrán ser expedidos por cualquier institución oficial educativa del país, o de escuelas técnicas de Ciudad Juárez donde se impartan estos cursos, como lo es el Centro de Capacitación para el Trabajo Industrial (Ce.Ca.T.I.) No 19.

Procedimiento de medición de las emisiones

Los centros de verificación vehicular autorizados deberán contar con tableros que exhiban los valores de emisión vehicular vigentes, según la Norma Oficial Mexicana establecida, considerando las dimensiones indicadas en párrafos anteriores. Estará prohibido verificar las emisiones de vehículos visualmente humeantes.

Los datos tanto del vehículo como de su propietario deben ser registrados. Toda la información se registrará en una base de datos, que será solicitada y recopilada por personal de la Dirección.

El horario de operación de los centros deberá cubrir 10 horas diarias, de lunes a sábado. Este horario solo podrá sufrir modificación previa solicitud hecha a la Dirección Municipal de Desarrollo Urbano y Ecología.

Método de verificación

El método utilizado en este programa de verificación vehicular obligatorio para medir las emisiones de vehículos automotores que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, será la prueba estática.

La prueba estática consiste en tres etapas; una revisión visual de humo, una prueba de marcha en crucero y una prueba de marcha lenta en vacío.

Para la prueba de revisión visual del humo se debe conectar el tacómetro del equipo de medición al sistema de ignición del motor del vehículo y efectuar una aceleración a 2,500 $\pm$ 250 revoluciones por minuto, manteniendo ésta durante un mínimo de 30 segundos. Si se observa emisión de humo negro o azul y éste se presenta de manera constante por más de 10 segundos, no se debe continuar con el procedimiento de medición y se darán por rebasados los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

En la prueba de marcha en crucero se debe introducir la sonda de medición al tubo de escape, asegurándose de que ésta se encuentre perfectamente fija. Se procede a acelerar el motor del vehículo hasta alcanzar una velocidad de 2,500 $\pm$ 250 revoluciones por minuto, manteniendo ésta durante un mínimo de 30 segundos. Después de 25 segundos consecutivos bajo estas condiciones de

operación, el técnico debe determinar las lecturas promedio que aparezcan en el analizador durante los siguientes 5 segundos y registrar estos valores.

Para la prueba de marcha lenta en vacío se procede a desacelerar el motor del vehículo a la velocidad de marcha en vacío especificada por su fabricante que no será mayor a 1,100 revoluciones por minuto, manteniendo ésta durante un mínimo de 30 segundos. Después de 25 segundos consecutivos bajo estas condiciones de operación, el técnico verificador debe determinar las lecturas promedio que aparezcan en el analizador durante los siguientes 5 segundos y registrar estos valores.

Revisión visual del vehículo antes de la prueba

Las condiciones que debe reunir el vehículo para someterlo al procedimiento de medición previsto en la norma oficial mexicana son:

1. El técnico verificador debe revisar que los componentes de emisiones y elementos de diseño que han sido incorporados o instalados en el vehículo por el fabricante del mismo, con el propósito de cumplir con las normas de control de emisiones aplicables a la unidad, no han sido:
   a) Retirados del sistema de control de emisiones del vehículo.
   b) Alterados para que el sistema de control de emisiones no funcione correctamente.
   c) Reemplazados con un componente que no fue vendido por su fabricante para este uso.
   d) Reemplazados con un componente que no tiene la capacidad de conectarse a otros componentes de control de emisiones.
   e) Desconectados, aunque el componente esté presente y montado correctamente al vehículo.

2. El técnico debe asegurar que el escape del vehículo se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y que no tenga ninguna salida adicional a las de diseño, que provoque una dilución de los gases del escape o una fuga de los mismos.
3. La revisión visual estará dirigida a los siguientes dispositivos del vehículo:
   a) Escape (no defectuoso, no ruidoso, no perforado)
   b) Filtro de aire.
   c) Tapón de gasolina.
   d) Depósito de aceite (tapón y bayoneta de nivel).
   e) Carburador (libre de fugas y derrames de gasolina).
   f) Termómetro con temperatura normal de operación.
   g) Mangueras de vacío conectadas y funcionando.
   h) Mangueras de agua del motor en buen estado.
   i) Cableado en buen estado.

j) Filtro de carbón activado.
k) Ventilación del cárter.
m) Sistema de admisión de aire caliente.
n) Válvula PCV.
o) Válvula EGR.

En el caso de que un vehículo cuente con doble sistema de escape, la medición debe efectuarse en cada uno de ellos, considerando como valor de emisión de cada uno de los contaminantes, el promedio de lecturas registradas en cada sistema de escape.

El equipo de medición será manejado únicamente por el técnico responsable. Para ello deberá operarlo de acuerdo con las indicaciones del manual del fabricante; calibrarlo de acuerdo con las mismas indicaciones y las especificaciones contenidas en este procedimiento, y eliminar de los filtros y de la sonda cualquier partícula extraña y/o agua o humedad que se acumule.

Análisis de resultados

Se considera que un vehículo pasa la prueba cuando ninguno de los valores registrados en las lecturas de las pruebas en marcha lenta en vacío y en marcha en crucero rebasan los niveles máximos permisibles previstos en la Norma Oficial Mexicana respectiva.

En base a los resultados, el técnico dará al usuario una explicación sencilla acerca del resultado de la prueba; si resulta negativa la medición, se orientará al conductor acerca de la existencia de los centros de diagnóstico autorizados a fin de que pueda obtener un mejor dictamen de los ajustes o reparaciones, con el propósito de efectuar las mejoras necesarias dentro del plazo autorizado para una segunda revisión.

Recomendaciones a los usuarios del servicio de verificación

El propietario o conductor que lleva su vehículo a verificar, deberá:

1. Presentar la tarjeta de circulación, permiso provisional de circulación o en su defecto carta factura;
2. Presentar el vehículo en buenas condiciones mecánicas, con los aditamentos y accesorios que especifica el fabricante;
3. Cerciorarse de que la prueba se realice apegada a las normas oficiales;
4. Exigir el certificado de verificación y colocación del engomado en un lugar visible del vehículo en caso de aprobar, conservando el comprobante, ya que será requisito indispensable para su próxima verificación.

Supervisión de la operación y mantenimiento de los centros de verificación

Para los propósitos de supervisión, el equipo analizador de gases deberá contar con una placa de identificación adherida a la parte exterior del mismo, en la que se precise: modelo, número de serie, nombre y dirección del fabricante, requerimientos de energía eléctrica y límites de voltaje de operación.

La recopilación de los datos técnicos de las máquinas de verificación y de diagnóstico, se hará con una frecuencia semanal; para ello los operativos de recopilación de información buscarán optimar tiempos y esfuerzos.

En las visitas de inspección, se supervisarán las áreas de operación y se revisará el equipo de medición en los puntos que a continuación se detallan:

1. Sonda, mango y pipeta: deberán encontrarse sin enmendaduras, perforaciones o quebraduras, sometiendo la sonda a la prueba de fugas, taponando la punta de la pipeta.
2. Filtros línea: su capacidad de uso no deberá permitir más de 20 ppm con flujo de 7 pies cúbicos por hora.
3. Trifiltro: es el filtro primario y filtros de malla que deberán encontrarse completamente limpios, observando a la vez que tanto el vaso, tapones y cubierta no presenten fugas.
4. Pinza y conexión: cables y conexión a tarjeta, no parchados ó pegados.
5. Instalación eléctrica: tierra física, regulador de voltaje y enchufe con el conector completo (tres puntas).
6. Teclado: todas las teclas incluidos los caracteres, deberán estar funcionando correctamente.
7. Cinta impresora: legible y renglones completos.
8. Microswitches: deberán encontrarse en buen estado, conectados y funcionando.

Calibración del analizador de gases

El propietario del centro de verificación deberá calibrar su equipo analizador de acuerdo a la periodicidad especificada por el fabricante. La calibración podrá ser realizada con gas patrón; el gas patrón debe tener una exactitud garantizada por su fabricante en las mezclas de $\pm$ 2% de la concentración indicada.

Para comprobar si el analizador se encuentra perfectamente calibrado se deben realizar mediciones con tres gases patrón de concentración conocida (con una precisión del 1%), éstos deben introducirse al aparato vía la sonda normal de verificación vehicular. Se realizarán tres mediciones por cada gas; de las tres lecturas obtenidas para cada uno de los contaminantes, se sacan los valores promedio que se deben anotar en la hoja de registro; con los valores pro-

medio, se trazan las curvas de calibración del aparato de medición, las cuales deben tener una desviación menor al 10%.

Si la citada medición es superior a 20 ppm, significa que la máquina está contaminada y requiere de una limpieza de la ruta de medición del analizador de gases, integrada por manguera, pipeta, sonda, filtro de línea y filtro secundario.

Vehículos que deben de ser verificados

Para la verificación se contará con dos tipos de centro:

1) Uno dedicado exclusivamente a la verificación de vehículos destinados al uso público, al transporte de pasajeros o carga, a las entidades gubernamentales, al transporte escolar y de empleados, así como los vehículos a gas y diesel destinados a cualquier servicio. Este centro de verificación estará ubicado en las instalaciones de la Dirección de Transporte Público del Gobierno del Estado.
2) En los otros centros de verificación autorizados se realizará la verificación de los vehículos a gasolina de uso particular, de uso diplomático y de organismos internacionales, así como de motocicletas y otros no contemplados en el punto anterior.

Los vehículos nuevos de cualquier tipo, deberán ser certificados por la misma agencia distribuidora, antes de ser entregados y puestos en circulación.

Los vehículos usados de importación así como los nacionales, que sean puestos a la venta, deberán cumplir con la verificación vehicular; los primeros, particularmente, deberán satisfacer a plenitud lo asentado en el decreto del lunes 21 de febrero de 1994 publicado en el Diario Oficial de la Federación, referente a las condiciones para la importación de vehículos automotores usados destinados a permanecer definitivamente en la franja fronteriza norte del país:
Se deberá disponer del documento que compruebe que el vehículo a importar cumple con las normas técnicas de emisión máxima permisible de contaminación en su país de origen. Para ello será indispensable la vigilancia y cumplimiento de este ordenamiento por parte de la Aduana Fronteriza de Cd. Juárez.

Estará prohibido que los vendedores de automóviles, instalaciones de servicio y reparación desconecten o hagan inoperativos los dispositivos de control de emisiones.

Tarifas y derechos por verificación

Las tarifas serán determinadas por la Tesorería del Municipio de Juárez; las mismas deberán estar indicadas de manera destacada en todos y cada uno de los centros de verificación.

Los centros de verificación disponen para este año de una tarifa por el servicio de verificación equivalente a $ 66.00 M.N., incluido el I.V.A., a excepción de los centros de verificación federal cuya tarifa es de 5 días el salario mínimo vigente en el Distrito Federal más el I.V.A.

El propietario de un vehículo que no apruebe la verificación en una primera oportunidad realizada dentro del período que le corresponde, tendrá derecho a que se le haga una verificación posterior sin costo adicional, siempre que se presente al mismo centro donde pasó a verificar su automóvil inicialmente rechazado.

Cuando el vehículo no apruebe la verificación, el propietario contará con un plazo de 30 días naturales a partir de la fecha de la verificación inicial, para pasar nuevamente y aprobar. Si no se presenta nuevamente el vehículo en este plazo o no aprueba la verificación, el propietario será acreedor a la sanción correspondiente.

Comprobantes de verificación

Los engomados ecológicos y los certificados de verificación de emisiones contaminantes serán los comprobantes de la verificación vehicular.

Estrategias del Programa de Verificación

Con el propósito de llevar a buen término los objetivos de este programa, se plantean las siguientes estrategias de acción, que buscan involucrar en una responsabilidad compartida, a los distintos actores involucrados en la consecución de la meta propuesta.

Verificación del parque vehicular municipal

Se establecerá un convenio con la Asociación de Centros de Verificación, para la exención del pago por los derechos de la certificación de los vehículos del parque municipal, cuando acudan éstos a verificarse a los centros autorizados.

El compromiso del Municipio será que a cambio de este servicio, repondrá los respectivos certificados de medición de emisiones utilizados, o engomados, con el logotipo del año en curso a través de la Dirección de Ingresos, sin costo alguno.

La coordinación para llevar a cabo esta estrategia, se hará a través de los Directores ó Jefes de Área que tienen vehículos asignados a su cargo.

Los vehículos municipales tendrán el mismo derecho que tienen los particulares de una segunda oportunidad de revisión en un plazo de 30 días, en caso de haber reprobado la primera medición.

La extemporaneidad al acudir a los centros de verificación establecidos, estará sujeta al cobro oficial autorizado de $66.00, el cuál será cubierto por el responsable que tenga asignado el uso de dicho vehículo.

La Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología establecerá:

a) La asignación de los vehículos municipales por centro de verificación, de acuerdo al parque de que se compone cada área.
b) Indicará al centro de verificación y al responsable de los vehículos a verificar:
   - La identificación del vehículo a verificar, por número de engomado.
   - La fecha establecida para acudir a la verificación al centro designado.

Confrontación de los resultados de la verificación con los datos del equipo RSD-2000

El equipo de detección remota RSD-2000 se compone de una serie de dispositivos que permiten identificar las emisiones de los vehículos en movimiento y con ello verificar y evaluar el cumplimiento del programa de verificación vehicular.

Con el uso del equipo RSD-2000 se pueden colectar datos masivos sobre emisiones del parque vehicular, la composición del mismo por año - modelo, marca y tipo de vehículo. Esta información sobre vehículos con altas emisiones permite elaborar estrategias de restricción de la circulación en situaciones de contingencia ambiental, limitando la circulación de los modelos o marcas de vehículos más contaminantes.

Así mismo, podrá ser indicativo del comportamiento de los resultados del programa de verificación vehicular obligatoria y una herramienta de auditoría aleatoria a los centros de verificación autorizados.

Programa de inspectores voluntarios

Con el propósito de apoyar las acciones de supervisión del correcto funcionamiento de los centros de verificación, en cuanto a atención y procedimientos de medición de emisiones, y con las atribuciones que facultan los Artículos 226, 227 y 228 del Reglamento Municipal de Ecología y Protección al Ambiente, sobre denuncia popular, se convocará a la ciudadanía a participar en las acciones de supervisión de este programa.

A cada inspector le corresponderá realizar su función en el horario de operación de los centros; para ello, la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología extenderá un oficio de autorización fundamentando el alcance y funciones de la visita, por lo que inicialmente sólo podrá actuar con fundamento en el mismo.

La Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología instruirá a los inspectores, sobre los procedimientos para llevar a cabo su labor.

El inspector honorario, presentando la autorización respectiva y llevando el vehículo a verificar, tendrá exención del pago de derechos por el servicio por una sola vez, de acuerdo al convenio a establecerse con la Asociación de Centros de Verificación.

La inspección honoraria tendrá el carácter de servicio social y no recibirá remuneración alguna. Las funciones serán:

a) Informar del mal uso de los procedimientos en la verificación vehicular.
b) Denunciar a los ciudadanos que violen las disposiciones establecidas para la verificación, cuando éstos propicien o acepten en soborno o incurran en deshonestidad.

Programa de verificación vehicular en maquiladoras

La industria maquiladora de Ciudad Juárez actualmente proporciona empleo a más de 200 mil personas, de aquí la importancia de establecer con la Asociación de Maquiladoras y con la Asociación de Centros de Verificación y de Diagnóostico, propuesta de coordinación para aplicar el presente programa de verificación.

Cada empresa maquiladora convendrá con el municipio a través de la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología, su participación en el programa de verificación obligatorio.

Los aspectos importantes a considerar para la participación de cada empresa en el programa son:

a) Conocer el parque vehicular que constituye la planta de sus trabajadores, así como los asignados para uso oficial de la empresa; esto con el objetivo de determinar el tiempo que tomará al centro de verificación autorizado, en utilizar la máquina de verificación de emisiones en cada planta de trabajo.
b) La empresa maquiladora participante en este programa deberá establecer su propio calendario de turnos de participación de sus empleados.
c) Será importante que la empresa tome en cuenta las necesidades de apoyos o incentivos que podrán solicitar sus empleados, en caso de que el parque vehicular bajo verificación se encuentre en mal estado y requiera reparaciones relacionadas con el mejoramiento de la calidad de las emisiones.

Por los centros de verificación autorizados, sólo podrán participar aquellos que dispongan de dos o más máquinas de verificación vehicular, debiendo notificar a la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología, mediante oficio, los días y horas en que prestarán sus servicios.

Las acciones consideradas serán convenidas conjuntamente entre la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología, la empresa y la Asociación de Centros de Verificación.

Otras empresas no maquiladoras podrán participar bajo el mismo esquema, previo convenio con la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología y la Asociación de Centros de Verificación.

Educación mecánica de los automovilistas

Una estrategia más es difundir a través de los medios de comunicación, información sobre la importancia que tiene el programa para mejorar el mantenimiento de los vehículos y sus dispositivos de control de emisiones, con el propósito de abatir los niveles de contaminación del aire derivado de las fuentes móviles.

En esta labor de educación, se abordarán los detalles de inspección y mantenimiento así como de antimutilación de los dispositivos de control de emisiones, buscando prevenir al automovilista sobre los operativos de inspección de la autoridad y alertar a los mismos respecto a la compraventa de vehículos sin dispositivos de control o con dispositivos que no funcionan. La estrategia considera aprovechar los servicios de un especialista en control de emisiones para difundir este tema.

Ahorros en talleres y refaccionarias

Se promoverá la participación de comerciantes y prestadores de servicio autorizados, para incorporar a este programa los negocios dedicados a la venta de refacciones y los talleres mecánicos de reparación que previamente hayan tomado y aprobado el curso de capacitación.

En este sentido, es importante como estrategia que las refaccionarias promuevan descuentos que permitan a los usuarios adquirir partes y mano de obra a bajo costo.

Un esquema de alternativas de financiamiento para el mantenimiento de vehículos podrá ser que, a mediano plazo, se pueda contar con fuentes de financiamiento que otorguen préstamos a baja tasa de interés y exista una mayor desregulación para hacer de los propietarios de vehículos, sujetos de crédito.

Centros de diagnóstico y capacitación a mecánicos automotrices

Los centros de diagnóstico tienen el propósito de identificar el estado y desempeño de los dispositivos de control de emisiones de los vehículos, a través de una inspección de los mismos. El servicio es una alternativa económica y accesible de diagnóstico al usuario, que le permite conocer las condiciones mecánicas de su vehículo. Estos centros son atendidos por personal profesional capacitado, con equipo y tecnología comparable a la utilizada en los centros de verificación, homologada a Bar-90.

Otra de las funciones de estos centros es la de capacitar a técnicos en mantenimiento mecánico y control de dispositivos de emisiones, que les permita desempeñarse como técnicos verificadores en los diferentes centros de verificación vehicular autorizados.

Autoridad y supervisión

Como lo estipulan los ordenamientos mencionados en los párrafos iniciales de este programa, es fundamental que a través de la autoridad, representada por la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología, la Dirección General de Seguridad Pública y Vialidad Municipal y el Departamento de Transporte Público del Gobierno del Estado, se lleven a cabo las labores de inspección y vigilancia para la verificación del cumplimiento de los mismos.

RSD y evaluación aleatoria de vehículos en movimiento

La utilización del equipo RSD-2000 como recurso de apoyo a la vigilancia de la marcha y cumplimiento del programa, se fundamenta en la factibilidad de caracterizar en diferentes sitios, las emisiones de vehículos en movimiento y con ello también, en identificar aquellos vehículos más contaminantes o “altos emisores”.

Con la información del RSD-2000 se podrá elaborar un perfil de los vehículos con elevadas emisiones, esto en función de los resultados de detección, así como del año - modelo del vehículo, marca y tipo, el cuál podrá ser importante para propósitos regulatorios en situaciones de contingencia ambiental.

Los vehículos detectados como altos emisores por el equipo RSD-2000, serán citados para acudir a reparación inmediatamente, sea de manera expedita a partir de notificaciones en el acto por parte de la autoridad, o vía correo mediante apercibimiento escrito. Al igual que los vehículos visualmente contaminantes, los mismos únicamente podrán circular a partir de la notificación, a un taller de reparación vehicular.

El RSD-2000 es una herramienta válida para evaluar los resultados de la certificación de emisiones realizada en los centros de verificación vehicular autorizados. Es de esta forma, un tipo de recurso de evaluación y auditoría del funcionamiento de estos centros, del cual se pueden derivar acciones de inspección por la autoridad.

Recursos para la difusión del Programa

La Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología cuenta con la Dirección de Comunicación Social, para la edición y difusión de promocionales del programa de verificación vehicular; asimismo, tiene acceso a los diferentes medios de comunicación: 5 estaciones radiodifusoras, 5 medios impresos y 8 estaciones de televisión.

Particularmente, la Dirección contará con un espacio de difusión radiofónica de 2 horas semanales dentro del programa “Espacio 98.3”, de la estación FM-GLOBO, donde se abordarán los diferentes aspectos del programa, explicándolo e interactuando con el público. La estación tiene una cobertura local de 160 mil personas/minuto.

Se tiene como otro recurso, la participación del Fondo de Defensa Ambiental (EDF por sus siglas en inglés), que ha venido apoyando los programas de esta Dirección relacionados con el mejoramiento de la calidad del aire, elaborando carteles y trípticos alusivos, esta vez especialmente, alrededor del programa de verificación.

Se buscará promover entre diversos sectores de la Comunidad, la concientización sobre el problema de contaminación del aire. Con apoyo de la Asociación de Centros de Verificación Vehicular se realizarán campañas de concientización como parte de su compromiso para mejorar la calidad del aire.

Cuotas de cumplimiento por sectores de actividad

Se promoverá en las diferentes actividades industriales, comerciales y educativas, el cumplimiento de la verificación vehicular:

- A través de la AMAC y la CANACINTRA, tratando de cumplir la verificación en programas que involucren los vehículos de los trabajadores durante la jornada laboral.
- A través de la CANACO principalmente para empleados de comercio y servicios y para flotillas de reparto.
- A través de las principales empresas de la localidad que cuenten con flotillas de comercialización de refrescos, leche, frutas y legumbres, gas, etc.
- A los vehículos de estudiantes, particularmente en centros de educación superior.

ANEXO G. ACUERDO DE LA PAZ DE 1983

Los esfuerzos formales y conjuntos de México y Estados Unidos para proteger y mejorar el ambiente en la zona fronteriza comenzaron en 1983 con la firma del *Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos para la Protección y el Mejoramiento del Ambiente en la Zona Fronteriza*, conocido como “Acuerdo de la Paz”.

Este Acuerdo delinea los principales objetivos en materia de cooperación ambiental fronteriza, establece un mecanismo para acuerdos adicionales, anexos y acciones técnicas, así como la realización de reuniones de alto nivel y de reuniones técnicas especiales para promover y fomentar la cooperación entre ambos países; de igual manera establece procedimientos de comunicación formal entre los dos países y ordenó que fuesen nombrados sendos Coordinadores Nacionales para dirigir y supervisar la puesta en práctica del Acuerdo.

El Acuerdo de la Paz regula un marco de cooperación entre las autoridades Mexicanas y las Estadounidenses para prevenir, reducir y eliminar fuentes de contaminación del aire, agua y suelo en una zona de 100 kilómetros de ancho de cada lado de la frontera internacional. El Acuerdo crea la estructura general según la cual deben aplicarse los proyectos específicos señalados en sus cinco anexos técnicos. Los aspectos de calidad del aire se abordan en el Anexo IV *"Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre Contaminación Transfronteriza del Aire causada por las Fundidoras de Cobre a lo Largo de su Frontera Común"* y en el Anexo V *"Acuerdo de Cooperación entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América relativo al Transporte Internacional de Contaminación del Aire Urbano".*

A Continuación se reproduce el Acuerdo de la Paz y sus Anexos IV y V.

CONVENIO ENTRE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA SOBRE COOPERACIÓN PARA LA PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE EN LA ZONA FRONTERIZA

Los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América.

RECONOCIENDO la importancia de un medio ambiente sano para el bienestar económico y social, a largo plazo, de las generaciones presentes y futuras de cada país, así como de la comunidad internacional;

RECORDANDO que la Declaración de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano, proclamada en Estocolmo en 1972, hizo un llamado a todas las naciones para colaborar en la solución de problemas ambientales de interés común;

TOMANDO NOTA de acuerdos y programas previamente celebrados entre los dos países referente a la cooperación en materia ambiental;

CONVENCIDOS que tal cooperación es de beneficio mutuo al atender problemas ambientales similares en cada país;

RECONOCIENDO el importante trabajo de la Comisión Internacional de Límites y Aguas y la contribución de los acuerdos celebrados entre los dos países en relación con asuntos ambientales;

REAFIRMANDO su voluntad política de fortalecer y demostrar la importancia que conceden ambos Gobiernos a la cooperación sobre protección ambiental y en observancia del principio de buena vecindad.

Han acordado lo siguiente:

Artículo 1

Los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América, en adelante referidos como las Partes, acuerdan cooperar en el campo de la protección ambiental en la zona fronteriza sobre la base de igualdad, reciprocidad y beneficio mutuo. Los objetivos del presente Convenio son establecer las bases para la cooperación entre las Partes en la protección, mejoramiento y conservación del medio ambiente y los problemas que lo afectan, así como acordar las medidas necesarias para prevenir y controlar la contaminación en la zona fronteriza y proveer el marco para el desarrollo de un sistema de notificación para situaciones de emergencia. Dichos objetivos podrán ser propiciados sin prejuicio de la cooperación que las Partes pudieran acordar llevar a cabo fuera de la zona fronteriza.

Artículo 2

Las Partes se comprometen, en la medida de lo posible, a adoptar las medidas apropiadas para prevenir, reducir y eliminar fuentes de contaminación en su territorio respectivo que afecten la zona fronteriza de la otra.

Adicionalmente, las Partes cooperarán en la solución de problemas ambientales de interés común en la zona fronteriza, de conformidad con las disposiciones de este Convenio.

Artículo 3

De conformidad con este Convenio, las Partes podrán concluir arreglos específicos para la solución de problemas comunes en la zona fronteriza, los que podrán serle anexados. Igualmente las Partes podrán también acordar anexos a este Convenio sobre cuestiones técnicas.

Artículo 4

Para los propósitos de este Convenio deberá entenderse que la “zona fronteriza” es el área situada hasta 100 kilómetros de ambos lados de las líneas divisorias terrestres y marítimas entre las Partes.

Artículo 5

Las Partes acuerdan coordinar sus esfuerzos, de conformidad con sus propias legislaciones nacionales y acuerdos bilaterales vigentes para atender problemas de contaminación del aire, tierra y agua en la zona fronteriza.

Artículo 6

Para aplicar este Convenio, las Partes considerarán y, según sea apropiado, procurarán en forma coordinada medidas prácticas, legales, institucionales y técnicas, para proteger la calidad del medio ambiente en la zona fronteriza. Las formas de cooperación pueden incluir: coordinación de programas nacionales, intercambios científicos y educacionales; medición ambiental; evaluación de impacto ambiental; e intercambios periódicos

de información y datos sobre posibles fuentes de contaminación en su territorio respectivo que puedan producir incidentes contaminantes del medio ambiente, según se definan en un anexo a este Convenio.

Artículo 7

Las Partes evaluarán, según sea apropiado, de conformidad con sus respectivas leyes, reglamentos y políticas nacionales, proyectos que puedan tener impactos significativos en el medio ambiente de la zona fronteriza, para que se puedan considerar medidas apropiadas para evitar o mitigar efectos ambientales adversos.

Artículo 8

Cada Parte designa a un coordinador nacional cuyas principales funciones serán las de coordinar y vigilar la aplicación de éste Convenio, hacer recomendaciones a las Partes, y organizar las reuniones anuales a que se refiere el Artículo 10, así como las reuniones de expertos de que trata el Artículo 11. Otras responsabilidades de los coordinadores nacionales podrán ser acordadas en un anexo a este Convenio.

En el caso de México el coordinador nacional será la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología a través de la Subsecretaría de Ecología, y en el caso de los Estados Unidos será la Environmental Protection Agency.

Artículo 9

Tomando en cuenta los temas a ser examinados conjuntamente los coordinadores nacionales podrán invitar, según sea apropiado, a representantes de los gobiernos federales, estatales y municipales para que participen en las reuniones dispuestas en este Convenio. Por mutuo acuerdo podrán también invitar a representantes de organizaciones internacionales gubernamentales o no gubernamentales que pudieren contribuir con algún elemento de conocimiento a los problemas a resolver.

Los coordinadores nacionales determinarán por acuerdo mutuo la forma y manera de participación de las entidades no gubernamentales.

Artículo 10

Las Partes celebrarán como mínimo una reunión anual de alto nivel para revisar la manera en que se está aplicando este Convenio. Estas reuniones se celebrarán en la zona fronteriza, alternativamente, en México y en los Estados Unidos de América.

La composición de las delegaciones que representan a cada Parte, tanto en las reuniones anuales como en las reuniones de expertos a que se refiere el Artículo 11, será comunicada a la otra Parte por la vía diplomática.

Artículo 11

Las Partes podrán, según lo estimen necesario, convocar reuniones de expertos para los propósitos de coordinar los programas nacionales referidos en el Artículo 6 y preparar los proyectos de arreglos específicos y de anexos técnicos previstos en el Artículo 3.

Estas reuniones de expertos podrán revisar asuntos técnicos. Las opiniones de los expertos que resulten de dichas reuniones serán comunicadas por ellos a los coordinadores nacionales, y servirán para asesorar a las Partes en cuestiones técnicas.

Artículo 12

Cada Parte se asegurará que su coordinador nacional esté informado de las actividades de sus entidades de cooperación realizadas con sujeción a este Convenio. Cada Parte se asegurará también de que su coordinador nacional esté informado de la aplicación de otros acuerdos vigentes entre los dos Gobiernos en cuestiones relacionadas con este Convenio. Los coordinadores nacionales de ambas Partes presentarán a las reuniones anuales un informe sobre los aspectos ambientales de todo trabajo conjunto realizado conforme a este Convenio y en aplicación de otros acuerdos relevantes entre las Partes, tanto bilaterales como multilaterales.

Nada en este Convenio prejuzgará o de manera alguna afectará las funciones encargadas a la Comisión Internacional de Límites y Aguas, de conformidad con el Tratado de Aguas de 1944.

Artículo 13

Cada Parte será responsable de informar a sus estados fronterizos y de consultarlos de conformidad con sus respectivos sistemas constitucionales, en relación a asuntos cubiertos por este Convenio.

Artículo 14

A menos que se acuerde otra cosa, cada Parte sufragará el costo de su participación en la aplicación de este Convenio, incluyendo los gastos del personal que participe en cualquier actividad realizada sobre la base del mismo.

Para el entrenamiento de personal, la transferencia de equipo y la construcción de instalaciones relacionadas con la aplicación de este Convenio, las Partes podrán acordar una modalidad especial de financiamiento, tomando en cuenta los objetivos definidos en este Convenio.

Artículo 15

Las Partes facilitarán la entrada de equipo y personal relacionados con este Convenio, con sujeción a las leyes y reglamentos del país receptor.

A fin de llevar a cabo la detección de actividades contaminantes en la zona fronteriza, las Partes realizarán consultas sobre la medición y análisis de elementos contaminantes en la zona fronteriza.

Artículo 16

Toda información técnica obtenida a través de la aplicación de este Convenio estará disponible para ambas Partes. Dicha información podrá facilitarse a terceras partes por acuerdo mutuo de las Partes en este Convenio.

Artículo 17

Nada en este Convenio será entendido en prejuicio de otros acuerdos vigentes o futuros entre las dos Partes, ni afectará los derechos y obligaciones de las Partes conforme a acuerdos internacionales de los que son parte.

Artículo 18

Las actividades realizadas conforme a este Convenio se sujetarán a la disponibilidad de fondos y otros recursos de cada Parte y a la aplicación de las leyes y reglamentos de cada país.

Artículo 19

El presente Convenio entrará en vigor mediante un intercambio de Notas, en las que cada una de las Partes declare que ha cumplido con sus procedimientos internos necesarios.

Artículo 20

El presente Convenio estará en vigor indefinidamente a menos que una de las Partes notifique a la otra, por la vía diplomática, su deseo de denunciarlo, en cuyo caso el Convenio terminará seis meses después de la fecha de tal notificación escrita. A menos que se acuerde otra cosa, dicha terminación no afectará la validez de ningún arreglo celebrado conforme a este Convenio.

Artículo 21

Este Convenio podrá ser enmendado por acuerdo de las Partes.

Artículo 22

La adopción de los anexos y de los arreglos específicos previstos en el Artículo 3, y las enmiendas de los mismos, se efectuarán por intercambio de Notas.

Artículo 23

Este Convenio sustituye al intercambio de Notas concluido el 19 de junio de 1978 con el Memorándum de Entendimiento anexo, entre la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia de México y la Environmental Protection Agency de los Estados Unidos, para la Cooperación en Problemas y Programas Ambientales a través de la Frontera.

HECHO por duplicado en la Ciudad de La Paz, Baja California, México, el 14 de agosto de 1983, en los idiomas español e inglés, siendo ambos textos igualmente auténticos.

ANEXO IV. AL CONVENIO ENTRE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA SOBRE COOPERACIÓN PARA LA PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE EN LA ZONA FRONTERIZA

ACUERDO DE COOPERACIÓN ENTRE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA SOBRE CONTAMINACIÓN TRANSFRONTERIZA DEL AIRE CAUSADA POR LAS FUNDIDORAS DE COBRE A LO LARGO DE SU FRONTERA COMÚN

PREÁMBULO

El Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos ("México") y el Gobierno de los Estados Unidos de América ("Los Estados Unidos"), (las Partes).

Reconociendo la preocupación del público por los daños a la salud y al ambiente, que resultan de la contaminación del aire causada por las fundidoras de cobre a lo largo de su frontera común;

Tomando nota de que tal preocupación del público condujo a la celebración de consultas entre las Partes en el marco de su Convenio sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza de 1983 ("El Acuerdo de 1983");

Tomando nota también con satisfacción de que tales consultas condujeron a que cada una de las Partes tomará en sus respectivos territorios, medidas que producirán un mejoramiento de la calidad del aire en la zona fronteriza;

Reconociendo que la decisión de los Estados Unidos de cerrar la Fundidora de Cobre Phelps Dodge en Douglas, Arizona, para el 15 de enero de 1987, constituirá una contribución importante para la protección del medio ambiente en la zona fronteriza;

Reconociendo también que los esfuerzos que ya se realizan en México para establecer una planta de alta eficiencia para el procesamiento de dióxido de azufre a ácido sulfúrico, en la Fundidora de Cobre "Mexicana de Cobre La Caridad" en Nacozari, Sonora, para el 1 de junio de 1988, constituirán una contribución importante para la protección del medio ambiente en la zona fronteriza;

Considerando la importancia para las Partes de asegurar la aplicación de las medidas antes descritas, así como la necesidad de contemplar la adopción de otras medidas para la mayor protección y mejoramiento de la calidad del aire frente a las actividades de las fundidoras de cobre en la zona fronteriza;

Reafirmando el principio 21 de la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de 1972; adoptada en Estocolmo, la cual dispone que los Estados tienen, de conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y con los principios de derecho internacional, el derecho soberano de explotar sus propios recursos en aplicación de su propia política ambiental y la obligación de asegurarse de que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o bajo su control no perjudiquen al medio de otros Estados o de zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional;

Deseosos de cooperar efectivamente para proteger la salud y el bienestar públicos de los efectos de la contaminación del aire causada por las fundidoras de cobre en la zona fronteriza; y

Recordando que el Artículo 3 del Convenio de 1983 dispone que las Partes pueden concluir arreglos específicos para la solución de problemas comunes en la zona fronteriza, como anexos a dicho convenio;

Han convenido en lo siguiente:

Artículo I
Medidas para la Reducción de Emisiones

1. Los Estados Unidos se comprometen a asegurar que, en caso de que la Fundidora de Cobre Phelps Dodge en Douglas, Arizona, reanude sus operaciones de fundición después del 15 de enero de 1987, o de que cualquier otra fundidora de cobre que se establezca en el futuro en su lado de la zona fronteriza, tal fundidora se sujetará, al inicio de sus operaciones de fundición, a las medidas necesarias efectivas que se tomen para asegurar que las emisiones de bióxido de azufre, no excederán el 0.065 por ciento por volumen durante cualquier periodo de seis horas.
2. Otras fundidoras de cobre existentes en el lado de los Estados Unidos de la zona fronteriza, ya sea que estén actualmente operando o no, continuarán sujetándose a medidas efectivas de control necesarias para proteger el

medio ambiente de las emisiones de bióxido de azufre, dispuestas en las leyes estatales y federales aplicables.

3. México se compromete a asegurar que las operaciones de la Fundidora de Cobre "Mexicana de Cobre La Caridad" en Nacozari, Sonora, a partir del 1 de junio de 1988, o que cualquier otra fundidora de cobre que se establezca en el futuro en su mismo lado de la zona fronteriza, se sujete desde el inicio de sus operaciones a medidas efectivas necesarias que se tomen para asegurar que las emisiones de bióxido de azufre no excederán el 0.065 por ciento por volumen durante cualquier período de seis horas. Hasta esa fecha la fundidora de Nacozari continuará operando con un límite máximo promedio de emisión que no exceda una concentración ambiental de bióxido de azufre de 0.13 partes por millón durante un período de veinticuatro horas.
4. México se compromete a asegurar que cualquier expansión futura de la capacidad de fundición de la Fundidora de Cobre "Compañía Minera de Cananea" en Cananea, Sonora; se sujetará al momento de iniciar dichas operaciones de expansión a medidas efectivas que se tomen para asegurar que las emisiones de dióxido de azufre no excederán de 0.065 por ciento por volumen durante cualquier período de seis horas.
5. Para el propósito de determinar el cumplimiento del límite de emisiones de 0.065 establecida en este Anexo:
   a) El promedio de seis horas de concentraciones de dióxido de azufre será calculado y registrado diariamente por los cuatro periodos consecutivos de seis horas de cada día de operaciones, empezando a las 12 horas a.m.
   b) Cada período de seis horas de concentraciones se integrará por el promedio de lecturas de dióxido de azufre medido por hora contigua.
   c) La hora promedio de concentración de emisiones deberá ser computada de cuatro o más datos puntuales igualmente espaciados sobre cada período de una hora.
6. Las Partes deberán esforzarse por tomar, con sujeción a la disponibilidad de recursos, cualesquier otras medidas interinas apropiadas de reducción de emisiones destinadas a proteger la salud y bienestar públicos de la contaminación atmosférica causada por fundidoras de cobre en la zona fronteriza.

Artículo II
Sistemas de Monitoreo, Registro e Información de Emisiones

1. Cualquier fundidora de cobre que, de conformidad con este Anexo, deba cumplir con la limitación de emisiones de 0.065 por ciento por volumen durante cualquier período de seis horas, deberá instalar, operar y mantener sistemas continuos de monitoreo, registro e información de emisiones conforme a las siguientes bases:

d) Con el fin de monitorear emisiones de dióxido de azufre, el sistema de monitoreo deberá ser instalado, calibrado y mantenido por el propietario u operador de cualquiera de las fundidoras de cobre a las que aplica este Artículo, con lapsos de verificación de cero a valor conocido que sean practicadas diariamente con un programa de aseguramiento de calidad.

e) Para los fines del registro, todos los registros de emisiones deberán ser conservados por los dos años siguientes a las fechas de esas emisiones así como:
   i) otra información que se incluya en expedientes puede incluir el sistema continuo de monitoreo, el dispositivo de monitoreo y las medidas de prueba de eficiencia, todas las revisiones de calibración de los sistemas continuos de monitoreo o de los dispositivos de monitoreo, los ajustes o mantenimiento efectuados sobre esos sistemas o dispositivos y toda la información que la autoridad nacional competente requiera que sea conservada.
   ii) al propietario u operador de la fundidora se le requerirá que lleve un registro mensual del total de la carga de la fundidora.
   iii) al propietario u operador de la fundidora se le requerirá que presente a la autoridad nacional competente, cada tres meses, informes escritos de las emisiones de dióxido de azufre que excedan el 0.065 por ciento por volúmenes durante cualquier período de seis horas, así como la siguiente información:
      - la magnitud de cualquier emisión que exceda el 0.065 por ciento por volumen durante cualquier período de seis horas y la fecha y hora de comienzo y terminación de cada período de tiempo de dichas emisiones.
      - la identificación específica de cada periodo de seis horas en el cual las emisiones excedan el 0.065 por ciento por volumen durante el comienzo, cierre o descompostura de la fundidora, la naturaleza y causa de cualquier descompostura si se conoce, y las medidas correctivas tomadas.
      - la fecha, hora y duración de cada período durante el cual el sistema continuo de monitoreo no operó, excepto para los lapsos de revisión desde cero, así como la naturaleza de las reparaciones o ajustes efectuados en el sistema.

2. Los sistemas de monitoreo, registro e información de emisiones referidos en el párrafo 1 de este Artículo, están dirigidos a proveer a cada Parte información adecuada que le permita tomar la medida práctica que considere apropiada, o que permita a las Partes cooperar para ese fin, y de ninguna manera la información resultante deberá ser interpretada en forma alguna que altere los compromisos de las Partes especificados en el Artículo I de este Anexo ó en cualquiera de sus otras disposiciones.
3. Las Partes deberán consultarse para encontrar medios efectivos de cooperación, a fin de asegurar los más inmediatos medios para la pronta y completa aplicación de las disposiciones estipuladas en este Artículo.

Artículo III
Dispositivos de Monitoreo Atmosférico

Las Partes deberán continuar consultándose sobre sus dispositivos de monitoreo atmosférico localizados en la zona fronteriza y continuarán cooperando para aumentar la efectividad en el monitoreo.

Artículo IV
Grupo de Trabajo de Expertos Técnicos

1. Las Partes confirman el grupo binacional de expertos técnicos establecido por la Primera Reunión Anual de Coordinadores Nacionales, en el espíritu del Artículo 11 del Convenio de 1983, conocido como el Grupo de Trabajo México-Estados Unidos sobre Calidad del Aire ("Grupo de Trabajo"). El Grupo de Trabajo deberá ser copresidido por funcionarios que serán nombrados por y responderán ante los Coordinadores de México y Estados Unidos ("Coordinadores Nacionales"), como está establecido en el Artículo 8 del Convenio de 1983. El Grupo de Trabajo se reunirá en forma regular y deberá incluir la participación, según sea apropiada o necesaria, de las autoridades locales y estatales de ambos países.
2. El Grupo de Trabajo deberá reunirse al menos una vez cada seis meses, para revisar los avances en el abatimiento de la contaminación por fundidoras en la zona fronteriza, según se contempla en este Anexo y, si es necesario, para determinar medidas correctivas adicionales a ser recomendadas a los Coordinadores Nacionales. El Grupo de Trabajo deberá suministrar todas sus recomendaciones y su evaluación del cumplimiento por las Partes de los términos de este Anexo, en un informe bianual a los Coordinadores Nacionales. Los Coordinadores Nacionales deberán, por mutuo acuerdo, aplicar tales recomendaciones según lo juzguen apropiado.
3. Los Coordinadores Nacionales deberán enviar todos los informes del Grupo de Trabajo a sus respectivos Ministerios de Relaciones Exteriores de cada país, es decir, en el caso de México a la Secretaría de Relaciones Exteriores y al Departamento de Estado en el caso de los Estados Unidos, y recomendarán, tomando en cuenta los informes del Grupo de Trabajo, cualquier acción adicional que pueda necesitarse para promover los propósitos de este Anexo.
4. Las Partes deberán, de conformidad con sus respectivas leyes y reglamentos internos, intercambiar información y datos sobre las fundidoras de cobre en sus respectivos Estados fronterizos y también asegurar que el Grupo de Trabajo reciba información completa, incluyendo datos de monitoreo atmosférico y de emisiones en la zona fronteriza y otra información que exista o se haga disponible como respuesta de este Anexo.

Artículo V
Competencia Legislativa

Las Partes promoverán la adopción de legislación que les otorgue las competencias que sean necesarias, para proveer el abatimiento de la contaminación atmosférica transfronteriza causada por las fundidoras de cobre. Las Partes continuarán consultándose sobre estas cuestiones.

Artículo VI
Efectos sobre otros instrumentos

1. Nada de lo dispuesto en el presente Anexo deberá entenderse en perjuicio de otros acuerdos existentes o futuros entre las Partes, ni afectará los derechos u obligaciones de las Partes conforme a acuerdos internacionales de los que sean Partes.
2. Las disposiciones del presente Anexo, en particular, no deberán perjudicar o de cualquier otra manera afectar las funciones encomendadas a la Comisión Internacional de Límites y Aguas, de conformidad con el Tratado de 1944 sobre la Utilización de las Aguas de los Ríos Colorado y Tijuana y del Río Bravo.

Artículo VII
Apéndices

Cualesquiera apéndices al presente Anexo podrán ser incorporados mediante intercambio de notas diplomáticas, y formarán parte integral del presente Anexo.

Artículo VIII
Enmiendas

El presente Anexo y cualesquier apéndices que se le incorporen, podrán ser enmendados por acuerdo mutuo de las Partes por medio del intercambio de notas diplomáticas.

Artículo IX
Revisión

Las Partes se reunirán al menos cada dos años desde la fecha de entrada en vigor del presente Anexo, en el lugar y fecha que sean mutuamente convenidos, a fin de revisar la efectividad de su aplicación y acordar las medidas individuales o conjuntas que sean necesarias para mejorar dicha efectividad.

Artículo X
Entrada en vigor

El presente Anexo entrará en vigor con el intercambio de notas diplomáticas entre las Partes, en las que se informe que cada Parte ha completado sus procedimientos internos necesarios.

Artículo XI
Terminación

El presente Anexo permanecerá en vigor indefinidamente, a menos que una de las Partes notifique a la Otra por escrito y por la vía diplomática de su deseo de terminarlo, en cuyo caso el presente Anexo terminará seis meses después de la fecha de dicha notificación escrita.

A menos que se acuerde otra cosa, esta terminación no afectará la validez de cualesquier acuerdos celebrados conforme al presente Anexo.

EN TESTIMONIO DE LO CUAL los abajo firmantes estando debidamente autorizados por sus respectivos Gobiernos, han firmado este Anexo.

Hecho en la ciudad de Washington en duplicado el día veintinueve del mes de enero del año de mil novecientos ochenta y siete, en los idiomas español e inglés, siendo ambos textos igualmente auténticos.

Por el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos	Por el Gobierno de los Estados Unidos de América

ANEXO V. AL ACUERDO ENTRE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA SOBRE COOPERACIÓN PARA LA PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE EN LA ZONA FRONTERIZA.

ACUERDO DE COOPERACIÓN ENTRE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA RELATIVO AL TRANSPORTE INTERNACIONAL DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE URBANO.

El Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos (México) y el Gobierno de los Estados Unidos de América (los Estados Unidos) (las Partes).

Reconociendo que daños a la salud y al medio ambiente pueden ser el resultado de las emisiones de contaminantes del aire en las zonas urbanas;

Conscientes de que el transporte de contaminantes del aire ocurre desde ciudades fronterizas de los Estados Unidos a ciudades fronterizas de México y de ciudades fronterizas de México a ciudades fronterizas de los Estados Unidos;

Buscando delimitar la magnitud de dicho transporte de contaminantes del aire y los mecanismos físicos que facilitan ese transporte;

Conscientes de que ciertas zonas adyacentes de México y en los Estados Unidos no cubren los niveles de calidad del aire ambiental de sus respectivos países para varios contaminantes;

Buscando asegurar una reducción de las concentraciones de contaminantes para el beneficio de sus ciudadanos que viven en zonas urbanas a lo largo de la frontera México-Estados Unidos;

Reafirmando el principio 21 de la Declaración de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano de 1972, adoptada en Estocolmo, que dispone que los Estados tienen, de conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y los principios de derecho internacional, el derecho soberano de explotar sus propios recursos conforme a sus propias políticas ambientales y la responsabilidad de asegurar que las actividades dentro de su jurisdicción o control no causen daño al medio ambiente de otros Estados o a zonas más allá de los límites de su jurisdicción nacional;

Reconociendo que el Artículo 3 del Acuerdo entre las Partes sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza de 1983 (el Acuerdo de 1983) dispone que las Partes pueden celebrar acuerdos específicos para la solución de problemas comunes en las zonas fronterizas, como anexos a dicho Acuerdo;

Han acordado lo siguiente:

Artículo I
Definiciones

1. "Zona de Estudio" significa cada zona geográfica específica de preocupación por contaminación del aire urbano que las Partes acuerden sujetar a los requerimientos de este Anexo, según se listan en los apéndices a este Anexo.
2. "Contaminantes seleccionados" significan aquellos contaminantes del aire escogidos por las Partes para cada "zona de estudio", según se listan en los apéndices de este Anexo.
3. "Fuente Estacionaria Mayor" significa cualquier fuente estacionaria con emisiones superiores a 97 toneladas métricas (100 toneladas) por año para el cual exista un nivel específico de control de contaminación del aire en vigor, cualquier otra fuente con emisiones superiores a 243 toneladas métricas (250 toneladas) por año, y cualquier otra fuente estacionaria que las Partes mutuamente designen para los propósitos de este Anexo.
4. "Niveles de control de contaminación del aire" significa los límites tecnológicamente asequibles para controlar emisiones de contaminación del aire provenientes de fuentes estacionaras (p. ej., New Source Performance Standards y Límites de Emisión para Fuentes Nuevas).
5. "Niveles de calidad del aire ambiental" significa los niveles críticos ambientales de contaminantes del aire (p. ej., The National Ambient Air Quality Standards y la Norma Mexicana de Calidad del Aire).
6. "Fuentes móviles" significa vehículos, automóviles, camiones urbanos o de construcción, vehículos transurbanos, vehículos acuáticos y aeronaves.
7. "Fuentes de área" significan todos los emisores de contaminantes del aire diferentes de fuentes estacionarias mayores y fuentes móviles.
8. "Clasificación industrial" significa un sistema para clasificar diferentes actividades industriales organizándolas en tipos comparables (P.ej., el Sistema

Nacional de Información de Fuentes Fijas (SNIFF) y the Standard Industrial Classification (SIC) Code.

9. "Punto tipo de emisión" significa la fuente de emisión contaminante a pequeña escala, sea por chimenea, fugitiva, volumen o en línea.

Artículo II
Obligaciones Generales

1. Para cada zona de estudio las Partes detallarán en su respectivo territorio la magnitud de las emisiones de contaminantes seleccionados y el nombre, tipo y localización de cada fuente de contaminación, si es una fuente estacionaria mayor.
2. Para cada zona de estudio las Partes identificarán en su respectivo territorio la naturaleza y magnitud de los requerimientos de control, si los hubiera, para cada fuente estacionaria mayor que se necesite ajustar a los niveles de control de contaminación del aire aplicables a ese tipo de fuente y deberá identificar controles relativamente simples y rápidos de iniciar y/o cambios en prácticas administrativas para reducir la contaminación del aire proveniente de cada fuente estacionaria mayor que no cumpla con los niveles de control de contaminación del aire aplicables.
3. Para cada zona de estudio, las Partes estimarán en su respectivo territorio las emisiones de los contaminantes seleccionados debido a las actividades de todas las fuentes móviles y de área
4. Las Partes emitirán un informe conjunto en el que se incorporen los resultados obtenidos bajo los incisos (1), (2) y (3) anteriores dentro de un plazo de 6 meses a partir de que obtengan tales resultados.
5. Cada Parte deberá, en su territorio, efectuar un monitoreo ambiental de contaminantes seleccionados comunes y parámetros meteorológicos en cada zona de estudio, en forma tal que se puedan definir las concentraciones de contaminación que surgen de cada zona urbana separada y aquellas concentraciones debidas a la interacción de contaminantes que se originen en ambas zonas urbanas.
6. Cada parte emitirá informes en los lapsos que se acuerden, aunque no superiores a un año, detallando los resultados del monitoreo efectuado conforme al inciso (5) anterior.
7. Cada Parte deberá, en su territorio, realizar el monitoreo necesario para apoyar exitosamente el uso de un sofisticado modelo matemático para el análisis de la calidad del aire. Las Partes ejecutarán el análisis de modelos a fin de valorar eficazmente el efecto de los cambios en los niveles de emisión de cada tipo de fuente dentro de la zona de estudio, sobre las concentraciones ambientales de los contaminantes relacionados dentro de la zona de estudio.
8. El monitoreo en cada zona de estudio se llevará a cabo por un periodo de 2 años a partir del inicio de cada estudio, momento en que las partes decidirán si desean un monitoreo ulterior.

Artículo III
Compilación de inventarios de emisión de contaminación del aire e información sobre fuentes conforme se indica en el Artículo II

1. Para los propósitos del Artículo II, cada Parte deberá compilar inventarios de emisiones de contaminación del aire e información de fuentes respecto a su territorio.
2. Los inventarios de emisión deberán estar basados en factores de emisión que sean mutuamente aceptables para ambas partes.
3. Cada parte enlistará las emisiones de cada fuente estacionaria mayor en su territorio, en unidades de medidas convencionales mutuamente acordadas, con la dirección y clasificación industrial de la fuente; para cada punto de emisión individual en la fuente estacionaria mayor cada Parte enlistará las emisiones, latitud y longitud, punto tipo de emisión, diámetro de chimenea, altura de chimenea, velocidad de salida de gases en chimenea, temperatura de salida de gases en chimenea, ancho, largo y altura, en los casos que resulte aplicable.
4. Al utilizar la información obtenida bajo los incisos (2) y (3) anteriores, cada Parte deberá identificar aquellas fuentes estacionarias mayores en su territorio que no cumplan los niveles de control de contaminación del aire aplicables para cada contaminante seleccionado. Para todas estas fuentes, las Partes deberán, basadas en visitas locales, y/o buena práctica de ingeniería: (A) identificar el tipo y la magnitud del equipo de control de contaminación que sea requerido para hacer que cada una de tales fuentes se ajuste a los niveles de control de contaminación del aire aplicables para cada contaminante seleccionado y (B) identificar controles relativamente simples y rápidos de iniciar y/o cambios en prácticas administrativas para reducir la contaminación del aire de cada una de dichas fuentes. Las Partes deberán también identificar el porcentaje aproximado de reducción de emisiones de cada contaminante seleccionado que resulte de dichos controles y/o cambios en prácticas administrativas. Los participantes designados por una de las Partes para visitas locales acordadas en el territorio de la otra Parte tendrán el status de observadores.

Artículo IV
Ejecución del monitoreo y modelación que se indica en el Artículo II

1. Para los propósitos del Artículo II, cada Parte deberá llevar a cabo los trabajos relacionados con el monitoreo y modelación con respecto a su territorio.
2. Cada Parte deberá, en su territorio, colocar y operar estaciones de monitoreo en cada zona de estudio en número suficiente para cumplir las metas de este Anexo para evaluar las concentraciones ambientales de los contaminantes seleccionados.
3. Cada Parte deberá, en su territorio, colocar y operar estaciones meteorológicas en número suficiente para cumplir con las metas de este Anexo; estas estaciones deberán monitorear en forma continua los siguientes parámetros: velocidad del viento, dirección del viento y temperatura.
4. Todos los detalles relacionados con la naturaleza, el número y la colocación de los aparatos de monitoreo indicados en los incisos (2) y (3) anteriores serán mutuamente acordados por las Partes
5. El análisis asociado con el monitoreo y el control de calidad será efectuado en forma mutuamente acordada por las Partes.
6. El sofisticado análisis matemático de modelos deberá ser un análisis de modelos de dispersión o un análisis de modelos de recepción o ambos, de conformidad con lo mutuamente acordado por las Partes; las Partes por mutuo consentimiento, podrán autorizar análisis suplementarios.

Artículo V
Armonización de niveles

Con la finalidad de hacer más eficaz la ejecución de este Anexo, las Partes conjuntamante explorarán formas para armonizar, en la medida de lo posible, sus niveles de control de contaminación del aire y niveles de calidad del aire ambiental, de conformidad con sus respectivos procedimientos legales.

Artículo VI
Protección de información confidencial

Las Partes adoptarán medidas para proteger la confidencialidad de información privada o sensitiva manejada de conformidad con este Anexo, cuando dichas medidas aún no existan.

Artículo VII
Efecto sobre otros acuerdos

Nada en este Anexo o sus apéndices deberá ser interpretado para derogar otros acuerdos, presentes o futuros, celebrados entre las Partes, o afectar los derechos u obligaciones de las Partes bajo acuerdos internacionales de los cuales son Parte.

Artículo VIII
Implementación

La ejecución de este Anexo está condicionada a la disponibilidad de fondos suficientes.

Artículo IX
Apéndices

Podrá adicionarse apéndices al presente Anexo mediante un intercambio de Notas Diplomáticas y formarán parte integral de este Anexo.

Artículo X
Modificaciones

Este Anexo, y cualquier apéndice que se adicione al presente, podrá ser modificado por mutuo acuerdo de las Partes mediante un intercambio de Notas Diplomáticas.

Artículo XI
Revisión

Los Coordinadores Nacionales del Acuerdo de 1983 o quienes ellos designen deberán reunirse por lo menos cada año a partir de la fecha en que entre en vigor este Anexo en el lugar y fecha que debidamente se acuerde, con la finalidad de revisar la efectividad de su ejecución y acordar sobre cualesquiera medidas individuales o colectivas que sean necesarias para mejorar dicha efectividad.

Artículo XII
Entrada en vigor

Este Anexo entrará en vigor una vez firmado cuando cada Parte haya informado a la Otra mediante Nota Diplomática que se han completado los procedimientos internos necesarios para que el Anexo entre en vigor.

Artículo XIII
Terminación

Este Anexo permanecerá en vigor indefinidamente a menos que una de las partes notifique a la Otra por escrito a través de la vía diplomática su intención de terminarlo, en cuyo caso el Anexo terminará 6 meses después de la fecha de dicha notificación escrita.

En fe de lo cual, los abajo firmantes, debidamente autorizados por sus respectivos gobiernos, han firmado el presente Anexo.

Hecho en la Ciudad de Washington, D.C; a los tres días del mes de octubre del año de mil novecientos ochenta y nueve, en dos ejemplares originales, en idiomas español e inglés, siendo ambos textos igualmente auténticos,

Por el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos	Por el Gobierno de los Estados Unidos de América

APÉNDICE

ANEXO V. AL ACUERDO ENTRE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA SOBRE COOPERACIÓN PARA LA PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE EN LA ZONA FRONTERIZA.

ACUERDO DE COOPERACIÓN ENTRE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA RELATIVO AL TRANSPORTE INTERNACIONAL DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE URBANO.

Para los fines del Anexo V, las Partes acuerdan definir la zona de estudio "A" como:

El Condado de El Paso, Texas; aquella parte del Estado de Nuevo México que está tanto al Sur de los 32 grados 00 minutos de latitud Norte como al este de los 106 grados 40 minutos de longitud Oeste; y aquella parte del Estado de Chihuahua que está tanto al Norte de los 31 grados 20 minutos de latitud Norte como al Este de los 106 grados 40 minutos de longitud Oeste.

Para la zona de estudio "A", las Partes acuerdan definir como contaminantes seleccionados los siguientes: ozono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no-metanos, monóxido de carbono, dióxido de sulfuro, materia en partículas y plomo.

La Secretaría de Relaciones Exteriores saluda atentamente a la Embajada de Estados Unidos y tiene el honor de hacer referencia a su Nota diplomática Nº 0521 del 7 de mayo de 1996, en la que presenta varias propuestas relativas a los nuevos apéndices al Anexo V del Convenio sobre Cooperación para la Proteción y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza, suscrito en La Paz, B.C., el 14 de agosto de 1983 ("Convenio de La Paz"). Propuestas que son resultado de las negociaciones en la materia que llevaron a cabo representantes de los gobiernos de México y de los Estados Unidos de América, a las cuales alude la Nota de la Embajada.

La Secretaría desea manifestar su conformidad respecto a la revisión del texto de los párrafos 3 y 5 del Artículo I del Anexo V, a efecto de que su redacción lea como se consigna en el anexo "A" de la presente nota.

En cuanto a las propuestas adicionales de la Embajada y de conformidad con lo acordado durante las negociaciones referidas, la Secretaría acepta que el Apéndice al Anexo V existente sea eliminado y que se le incorporen seis nuevos Apéndices, mismos que se adicionan a esta nota como Anexo "B". De esta manera, la Secretaría manifiesta su acuerdo de que con el Apéndice 1 se establezca un Comité Consultivo Conjunto para el mejoramiento de la calidad del aire en la Cuenca Atmosférica de Ciudad Juárez, Chihuahua/El Paso, Texas/Condado de Doña Ana, Nuevo México; y que los Apéndices 2 al 6 definan áreas geográficas de estudio que serán designadas con las letras "A" a la "E".

De conformidad con lo establecido en el Artículo IX del Anexo V, la Secretaría de Relaciones Exteriores manifiesta que la Nota de propuesta de la Embajada de Estados Unidos del 7 de mayo de 1996 y la presente Nota de respuesta constituyen un Acuerdo entre ambos Gobiernos que entrará en vigor en esta fecha.

La Secretaría de Relaciones Exteriores aprovecha la oportunidad para reiterar a la Embajada de Estados Unidos las seguridades de su atenta y distinguida consideración.

México, D.F., a 7 de mayo de 1996.

A la Embajada de los Estados Unidos
de América Ciudad

Anexo "A"

Artículo I
Definiciones

3. "Fuente estacionaria mayor" significa cualquier fuente estacionaria con emisiones superiores a 91 toneladas métricas (100 toneladas) por año para la cual exista un nivel específico de control de contaminación del aire en vigor, cualquier otra fuente estacionaria que las Partes mutuamente designen para los propósitos de este acuerdo.

5. "Niveles de la calidad del aire ambiental" significa los niveles críticos ambientales de contaminantes del aire (por ejemplo, las Normas Oficiales Mexicanas de Calidad del Aire y the National Ambient Air Quality Standards").

Anexo "B"

APÉNDICE 1

ANEXO AL ACUERDO ENTRE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA SOBRE COOPERACIÓN PARA LA PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE EN LA ZONA FRONTERIZA.

ACUERDO DE COOPERACIÓN ENTRE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA RELATIVO AL TRANSPORTE INTERNACIONAL DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE URBANO.

Teniendo presente que en el preámbulo del Anexo V las Partes manifiestan su intención de asegurar una reducción de las concentraciones de contaminación del aire para el beneficio de sus ciudadanos que viven en zonas urbanas a lo largo de la frontera México-Estados Unidos; y

Reconociendo la importancia de la participación de las comunidades locales en la realización de esfuerzos encaminados a lograr este propósito;

Las Partes, habiendo decidido establecer un Comité Consultivo Conjunto para el mejoramiento de la calidad del aire (en adelante "el Comité"), en la cuenca atmosférica de Ciudad Juárez, Chihuahua/El Paso, Texas/Condado de Doña Ana, Nuevo México (en adelante "Cuenca Atmosférica");

Han acordado lo siguiente:

Definición

La cuenca atmosférica es definida como el área geográfica que incluye el área metropolitana de Ciudad Juárez, Chihuahua, el Condado de El Paso, Texas y aquellas partes del Condado de Doña Ana, Nuevo México, que están comprendidas dentro de la franja de 100 km de la frontera.

Objetivo

El Comité se establece con el propósito de desarrollar y presentar recomendaciones al Grupo de Trabajo del Aire establecido al amparo del Convenio de La Paz, sobre estrategias para la prevención y el control de la contaminación del aire en la cuenca atmosférica;

Ambito de Competencia

El Comité podrá desarrollar recomendaciones al Grupo de Trabajo del Aire sobre:

a) Desarrollo conjunto de estudios y análisis sobre monitoreo y modelaje de la calidad del aire y sobre estrategias de prevención y abatimiento de la contaminación en la cuenca atmosférica;
b) Intercambio de información en temas vinculados con la calidad del aire, tales como compendios de datos sobre la calidad del aire, las emisiones al aire y el cumplimiento de los estándares de calidad del aire de cada una de las Partes;
c) Programas de asistencia técnica, intercambio de tecnologías y capacitación en áreas relevantes para prevenir y reducir la contaminación del aire en la cuenca atmosférica;
d) Programas de educación ambiental y asistencia pública a la población civil en áreas relevantes para la prevención y reducción de la contaminación del aire en la cuenca atmosférica;
e) Explorar estrategias para prevenir y reducir la contaminación del aire en la cuenca atmosférica, incluyendo recomendaciones sobre la comercialización de emisiones y otros incentivos económicos, así como sobre el incremento de la compatibilidad de los programas para mejorar la calidad del aire en la cuenca atmosférica; y
f) Aquellos otros asuntos vinculados con el mejoramiento de la calidad del aire que el Comité considere pertinentes

para la cuenca atmosférica y que pudieran ser recomendados por las Partes.

Las Partes proveerán una lista indicativa al Comité donde se detallen las áreas específicas en las que podrá actuar el Comité. Esta lista indicativa podrá ser actualizada periódicamente por las Partes.

Las recomendaciones podrán incluir análisis de los costos estimados y posibles fuentes de financiamiento para su implementación. Las recomendaciones podrán también señalar la tecnología y capacitación disponibles para su implementación.

Estructura y Organización

El Comité consistirá de 20 personas, diez de las cuales serán seleccionadas por cada Parte en estrecha comunicación con las autoridades estatales y municipales y con la sociedad civil de la cuenca atmosférica.

Los diez representantes estadounidenses invitados a participar en el Comité incluirán (i) un representante del gobierno federal; (ii) un representante de los gobiernos estatales de Texas y Nuevo México; (iii) un representante del gobierno local en El Paso, Texas; (iv) un representante del gobierno local en el Condado de Doña Ana, Nuevo México; y (v) cinco residentes de la cuenca atmosférica que no estén empleados por el gobierno federal, estatal o local. Al menos una de estas cinco persona será un representante de la comunidad empresarial y al menos una será representante de una organización no gubernamental cuyas actividades estén involucradas principalmente con la contaminación del aire.

Los diez representantes mexicanos invitados a participar en el Comité incluirán (i) un representante del Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAP); (ii) un representante de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA); (iii); un representante de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA); (iv) un representante de las autoridades ambientales del Estado de Chihuahua; (v) un representante de las autoridades ambientales del Municipio de Ciudad Juárez; y (vi) cinco ciudadanos mexicanos, residentes de Ciudad Juárez, que no estén empleados por el gobierno federal, estatal y municipal. Al menos una de estas cinco personas será un representante del sector privado, al menos una será representante de una organización no gubernamental cuyas actividades estén involucradas principalmente en la contaminación del aire, al menos una será representante de las instituciones académicas de Ciudad Juárez; al menos una será representante del Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable, región Norte.

Un representante federal de cada Parte presidirá el Comité. Las decisiones del Comité se tomarán por consenso.

El Comité establecerá sus propias reglas de procedimiento, con la aprobación previa de las Partes. Las reuniones del Comité generalmente serán abiertas al público.

El Grupo de Trabajo del Aire considerará las recomendaciones del Comité y le informará a éste la resolución que haya adoptado respecto de tales recomendaciones.

Las recomendaciones que presente el Comité no serán obligatorias para el Grupo de trabajo del Aire o para las Partes.

Revisión y Terminación

Las Partes revisarán periódicamente la implementación del presente Apéndice.

Este Apéndice permanecerá en vigor indefinidamente, a menos que una de las Partes notifique por escrito a través de los canales diplomáticos su intención de terminarlo o el Anexo V, lo cual ocurrirá seis meses después de dicha notificación.

LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

AMPIP	Asociación Mexicana de Desarrollistas de Parques Industriales
AP-42	Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Vol. 1, Stationary Point and Area Sources
CANACINTRA	Cámara Nacional de la Industria de la Transformación
CARB	California Air Resources Board
CCC	Comité Consultivo Conjunto para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Cuenca Atmosférica de Cd. Juárez - El Paso - Sunland Park
CEBETI	Centro de Estudio de Bachillerato Tecnológico
CECATI	Centro de Capacitación para el Trabajo Industrial
CEMA	Centro de Estudios de Medio Ambiente de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CICA	Centro de Información sobre Calidad del Aire
CIT	California Institute of Technology
CMB	Chemical Mass Balance
CMU	Carnegie Mellon University
CNA	Comisión Nacional del Agua
CO	Monóxido de carbono
COA	Cédula de Operación Anual
CONALEP	Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica
COT	Compuestos orgánicos totales
COV	Compuestos orgánicos volátiles
CRE	Sistema de Créditos para Reducir Emisiones
DDUE	Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Municipio de Juárez
DGDUE	Dirección General de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado de Chihuahua
DOF	Diario Oficial de la Federación
EDF	Environmental Defense Fund
EPA	Environmental Protection Agency
EP-MPO	El Paso Metropolitan Planning Organizations
EUA	Estados Unidos de América
EVI	Extreme Value Index
FEMAP	Federación Mexicana de Asociaciones Privadas de Salud y Desarrollo Comunitario
Gas L.P.	Gas licuado de petróleo
GE	Gobierno del Estado
GIS	Geographical Information System

GM	Gobierno Municipal
HC	Hidrocarburos
HCNM	Hidrocarburos no metanicos
HPA	Hidrocarburos policíclicos aromáticos
IE	Instituciones de Educación
IMECA	Indice Metropolitano de Calidad del Aire
IMIP	Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Cd. Juárez
IMP	Instituto Mexicano del Petróleo
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
ITESM	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
LAU	Licencia Ambiental Unica
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
MAQI	Mitre Air Quality Index
M-K	Horno para ladrillo Márquez Kilns
MOP	Material orgánico policíclico
MPOs	Organización de Planeación Metropolitana de El Paso, Texas
NAAQS	National Ambient Air Quality Standards
NMED	New Mexico Environmental Department
NMSU	New Mexico State University
NOM	Norma Oficial Mexicana
NO_X	Óxidos de nitrógeno
NO_2	Bióxido de nitrógeno
O_2	Oxígeno
O_3	Ozono
OCDE	Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico
ONG´s	Organismos No Gubernamentales
ORAQI	Oak Ridge Air Quality Index
PAS	Proyectos Ambientales Suplementarios
Pb	Plomo
PEA	Población Económicamente Activa
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PIAF	Programa Integral Ambiental Fronterizo
PM10	Partículas fracción inhalable menores a 10 micrómetros
PM2.5	Partículas fracción respirable menores a 2.5 micrómetros
ppb	partes por billón
ppm	partes por millón
PSI	Pollutant Standard Index
PST	Partículas suspendidas totales
PVG	Programa Voluntario de Gestión Ambiental
PVR	Presión de Vapor Reid
RETC	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

SCERP	Southwest Center for Environmental Research and Policy
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SE	Secretaría de Energía
SECOFI	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SI	Sector Industrial
SIP	State Implementation Plan
SIRG	Sistema Integrado de Regulación Directa y Gestión Ambiental de la Industria
SNIFF	Sistema Nacional de Fuentes Fijas
SO_2	Bióxido de azufre
SRE	Secretaría de Relaciones Exteriores
SSA	Secretaría de Salud
TACB	Texas Air Control Board
TLC	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
TNRCC	Texas Natural Resources Conservation Commission
TXDOT	Texas Departament of Transportation
U.S. DOT	United States Departament of Transportation
UACJ	Universidad Autónoma de Cd. Juárez
UAM	Urban Airshed Model
UTEP	University of Texas at El Paso
WGA	Western Governor's Association
ZFN	Zona Frontera Norte
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México

Participaron en la elaboración de este documento
las siguientes personas:

Jesús Contreras Franco
Luis Raúl Córdova Chávez
Guadalupe De la Luz González
Adrián Fernández Bremauntz
José Manuel González Osorio
Hugo Hinojosa Barrios
Oscar F. Ibáñez Hernández
Rodolfo Iniestra Gómez
Jorge Martínez Castillejos
Roberto Martínez Verde
Gustavo Olais Fernández
Víctor Hugo Páramo Figueroa
Carlos A. Rincón Valdéz
Saúl Rodríguez Rivera
Rosalba Rojas Martínez
María Cristina Ruiz Ramírez
Luis Carlos Salmerón Guerrero
Jorge Sarmiento Rentería
Francisco Soto Delgadillo
Gerardo Tarín Torres
José Treviño Fernández
José Zaragoza Ávila