

INVENTARIO DE EMISIONES DE MEXICALI

INFORME FINAL (Versión Final)

Preparado para :
Grupo Técnico del Inventario Mexicali

Preparado por :
Ingeniería en Control Ambiental y Riesgo Industrial, S. de R. L. M. I.

Septiembre de 1999

Contenido

Índice de Tablas y Figuras	ii
Abreviaturas y Acrónimos	iii
1 Introducción.....	1
2 Antecedentes y Características de Mexicali	3
2.1 Aspectos geográficos.....	4
2.2 Población	4
2.3 Crecimiento urbano.....	4
2.4 Aspectos económicos	5
2.5 Descripción y ubicación industrial.....	5
2.6 Fuentes de área características de Mexicali	6
2.7 Características de la vialidad en Mexicali.....	6
2.8 Características del parque vehicular en Mexicali	8
3 Obtención de Información	9
3.1 Registros oficiales.....	9
3.2 Cuestionario a fuentes puntuales	9
3.3 Solicitud de información.....	10
3.4 Recopilación bibliográfica	11
4 Inventario de Emisiones.....	12
4.1 Fuentes puntuales	14
4.1.1 Comportamiento por contaminante	15
4.1.2 Comportamiento por giro.....	15
4.2 Fuentes de área.....	17
4.2.1 Fuentes de combustión	18
4.2.2 Fuentes móviles no carreteras	19
4.2.3 Fuentes evaporativas	22
4.2.3.10 Comercialización y Distribución de productos del petróleo	24
4.2.4 Fuentes industriales ligeras o comerciales	25
4.2.5 Agricultura	26
4.2.6 Manejo de residuos	28
4.2.7 Fuentes de área misceláneas	28
4.3 Fuentes Vehiculares	30
4.4 Fuentes Naturales.....	31
4.4.1 Erosión Eólica	32
4.4.2 Vegetación.....	32
5 Proyecciones.....	33
5.1 Generalidades.....	33
5.2 Fuentes Puntuales	34
5.3 Fuentes de Área	35
5.4 Fuentes Vehiculares	36
5.5 Fuentes Naturales.....	37
6 Aseguramiento y Control de Calidad	38
6.1 Aplicación de metodologías	38
6.2 Cálculos	38
6.3 Manejo de información.....	38
7 Conclusiones.....	39
8 Recomendaciones	40
9 Glosario de Términos.....	42
10 Referencias Bibliográficas	44

Indice de Tablas y Figuras

Tabla 1.1 Grupos del Inventario de Emisiones de Mexicali 1996	2
Tabla 2.2.1 Crecimiento Poblacional 1950-1996	4
Tabla 2.3.1 Viviendas y Cobertura de Servicios 1960-1990	5
Tabla 2.4.1 Población Ocupada 1950-1996	5
Tabla 2.7.1 Principales Vialidades de Mexicali	7
Tabla 2.8.1 Comportamiento del parque vehicular	8
Tabla 3.3.1 Información obtenida para el inventario	10
Tabla 4.1 Resumen de Emisiones de Mexicali 1996 (Toneladas)	12
Figura 4.1 Emisiones por Contaminante y Tipo de Fuente 1996 (Toneladas)	13
Figura 4.2 Emisión por tipo de fuente (Porcentaje)	13
Figura 4.3 Emisión por contaminante (Porcentaje)	14
Tabla 4.1.1 Distribución de Fuentes Puntuales de Mexicali en 1996	14
Tabla 4.1.1.1 Emisión total por contaminante de fuentes puntuales en 1996	15
Tabla 4.1.2.1 Emisiones por giro industrial en 1996 (toneladas)	16
Tabla 4.1.3 Emisiones por giro industrial en 1996 (porcentaje)	16
Tabla 4.2.1 Resumen de emisiones por categoría y contaminante (Toneladas)	17
Tabla 4.2.1.2 Emisiones de combustión comercial, industrial y de servicios	18
Tabla 4.2.1.2 Emisiones de combustión residencial en 1996	19
Tabla 4.2.2.1 Emisiones de Locomotoras	20
Tabla 4.2.2.2 Emisiones de aeronaves	20
Tabla 4.2.2.3 Emisiones de equipos móviles no carreteros	21
Tabla 4.2.2.4 Emisiones vehiculares en cruces fronterizos	21
Tabla 4.2.2.6 Emisiones en terminales de autobuses	22
Tabla 4.2.3.1 Emisiones de fuentes evaporativas	23
Tabla 4.2.3.2 Emisiones por almacenamiento y transporte de productos de petróleo	24
Tabla 4.2.3.3 Emisiones por carga de combustible a aeronaves	24
Tabla 4.2.4.1 Emisiones de asados al carbón	26
Tabla 4.2.5.1 Superficie de quemas agrícolas	27
Tabla 4.2.5.2 Emisiones por quemas agrícolas	27
Tabla 4.2.6.1 Emisiones por incineración de basura	28
Tabla 4.2.7.1 Emisiones por incendios en construcciones	29
Tabla 4.3.1 Emisiones totales de fuentes vehiculares 1996 (toneladas)	31
Tabla 4.4.1 Emisiones de fuentes naturales en 1996 (Toneladas)	31
Tabla 5.1.1 Comparativo de Emisiones 1996-2005 por Tipo de Fuente	33
Tabla 5.1.2 Comparativo de Emisiones 1996-2005 por Tipo de Contaminante (Toneladas)	34
Tabla 5.2.1 Emisiones de Fuentes Puntuales Proyectadas al año 2005	34
Tabla 5.3.1 Emisiones de Fuentes de Area Proyectadas al año 2005	35
Tabla 5.4.1 Emisiones de Fuentes Vehiculares Proyectadas al año 2005	36
Tabla 5.5.1 Emisiones de Fuentes Naturales Proyectadas al año 2005	37

Abreviaturas y Acrónimos

A.S.A.	Aeropuertos y Servicios Auxiliares
AP-42	Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Vol. 1, Stationary Point and Area Sources
Av.	Avenida
Blv.	Bulevar
Calz.	Calzada
CEEMSA	Compañía Editora de Enciclopedias de México
CO	Monóxido de Carbono
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONASUPO	Compañía Nacional de Subsistencias Populares
COPLADEMM	Comité de Planeación para el Desarrollo del Municipio de Mexicali
COV's	Compuestos Orgánicos Volátiles
DGE	Dirección General de Ecología del Gobierno del Estado de B. C.
FAAED	Federal Aviation Administration Emission Database
Gas L. P.	Gas Licuado de Petróleo
GOT	Gases Orgánicos Totales
g/gal	gramos por galón
g/km	gramos por kilómetro
g/m ³	gramos por metro cúbico
Ha	Hectárea
HC	Hidrocarburos
HCNM	Hidrocarburos no metánicos
HDDV	Camiones pesados a diesel (camiones de carga y autobuses)
HDGV	Camiones pesados a gasolina (camiones de carga y autobuses)
ICBC	Instituto de Cultura de Baja California
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
kcal	kilocalorías
kg/ton	kilogramos por tonelada
kg/ m ³	kilogramos por metro cúbico
km	kilómetro
km/hr	kilómetros por hora
KRV	kilómetros recorridos por vehículo
l	Litro
lb/in ²	Libras por pulgada cuadrada
LDGV	Vehículos ligeros a gasolina (Automóviles y Taxis)
LDGT1	Camiones ligeros a gasolina (Pick-ups)
LDGT2	Camiones ligeros a gasolina
MC	Motocicletas

ml/gal	Mililitros por galón
ml/l	Mililitros por litro
ml/ m ³	Mililitros por metro cúbico
min	Minuto
m ³	Metro cúbico
NH ₃	Amoniaco Anhidro
NO ₂	Bióxido de Nitrógeno
NOx	Oxidos de Nitrógeno
Part	Partículas
Pb	Plomo
PCBEIS	Biogenic Emissions Inventory System for Personal Computer
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PM	Material Particulado
PM10	Material particulado con diámetro dinámico menor o igual a 10 micrones
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PVR	Presión de Vapor Reid
S	Azufre
SAGAR	Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
SO ₂	Bióxido de Azufre
SOx	Oxidos de azufre
TEP	Tetraetilo de Plomo
TOG	Gases Orgánicos Totales
Ton. (ton)	Tonelada
ton/año	Toneladas por año
U.S. EPA (EPA)	United States Environment Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América)
U. S. INS	United States Immigration and Naturalization Service (Servicio de Inmigración y Naturalización de los Estados Unidos de América)
UABC	Universidad Autónoma de Baja California
USA (EU)	Estados Unidos de América
UTM	Universal Transverse Mercator (Sistema universal de coordenadas geográficas)
VOC's	Compuestos Orgánicos Volátiles
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México
°C	Grados Celsius
°F	Grados Fahrenheit

1 Introducción

El inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos es indispensable tanto para la definición de políticas de prevención y control de la calidad del aire por parte de la autoridad, como para la instrumentación de medidas correctivas por parte del empresario para reducir las emisiones generadas por su industria. Su importancia es de tal magnitud que constituye la base para el desarrollo integral de planes y programas para mejorar la calidad del aire. Un inventario permite conocer la ubicación de los diferentes tipos de fuentes emisoras, así como los tipos de contaminantes que emite cada una de ellas.

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 cooperación institucional entre el gobierno local y federal. Algunas experiencias internacionales señalan que son necesarios años de estudio y una considerable cantidad de recursos para definir correctamente un inventario.¹

La elaboración de un Inventario de Emisiones para Mexicali parte de la necesidad de analizar el comportamiento de los contaminantes atmosféricos que permita identificarlos, cuantificarlos y desarrollar estrategias para su abatimiento, a partir de un esfuerzo tripartita entre instituciones federales, estatales y municipales, con la colaboración de instituciones de Estados Unidos de América que apoyan los trabajos binacionales en esta materia.

Este proyecto fue auspiciado por la Western Governors' Association, institución que hace la aportación de los recursos económicos recibidos de la U. S. Environmental Protection Agency para el desarrollo del inventario, así como para el desarrollo de la metodología a utilizar.

Se contó con la participación de la Agencia de Protección del Ambiente (U. S. EPA Region IX) y del California Air Resources Board de los Estados Unidos de Norteamérica, quienes apoyaron con asesoría e información.

La Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca y el Instituto Nacional de Ecología dieron la cobertura institucional tanto a nivel local como central para desarrollar este proyecto, debido a la necesidad de cumplir con convenios internacionales en materia ecológica, apoyar a los municipios en la elaboración de sus planes de calidad del aire para el cumplimiento de la norma vigente y como parte del Programa Integral de Planeación y Control de la Contaminación que se está impulsando con los gobiernos estatales y municipales.

Por parte del Gobierno del Estado y del Ayuntamiento de Mexicali a través de la Dirección General de Ecología y la Dirección de Catastro, Control Urbano y Ecología, respectivamente, participaron proporcionando información y aportando sus opiniones en la revisión de los avances, lo que permitió conocer con mayor precisión las fuentes y áreas de impacto de las emisiones. Esto permitirá, a su vez, definir con bases sólidas la política ambiental y normatividad local en la esfera de sus competencias.

Se buscó con este proyecto probar y ajustar la metodología desarrollada para México por Radian International LLC. Puesto que cada región de México donde se levante un inventario de emisiones puede tener algunas circunstancias muy particulares; se sabe que es posible hacer la metodología más estandarizada para todo México, a partir del conocimiento obtenido con el desarrollo del inventario de emisiones para Mexicali.

En forma paralela al desarrollo de este proyecto, se capacitó personal técnico que posteriormente sea capaz de mantener actualizado el inventario y pueda impulsar y desarrollar otros estudios complementarios, así como del diseño de políticas y normatividad con bases técnicas y fundamentadas. Se impartieron: un curso introductorio a Inventario de Emisiones, un Taller de Emisiones de Fuentes Vehiculares, un curso de Entrenamiento a Entrenadores dirigido al Grupo Técnico que incluyó la revisión y adecuación del Cuestionario de Fuentes Puntuales y un Taller para el llenado del Cuestionario de Fuentes Puntuales en el que participaron representantes de la industria, tanto de jurisdicción federal como estatal.

Para este proyecto se definieron tres grupos de participantes formados de la siguiente manera:

¹ Gobierno del Estado de Jalisco, et. al. 1997. Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara 1997-2001

Tabla 1.1 Grupos del Inventario de Emisiones de Mexicali 1996

Grupo Administrativo	INE SEMARNAP B. C. RADIAN (Consultor)
Grupo Técnico	INE SEMARNAP (Delegación B. C.) Gobierno del Estado (Dirección General de Ecología) Ayuntamiento de Mexicali (Dirección de Catastro, Control Urbano y Ecología) U.S. EPA Región IX Western Governors' Association California Air Resources Board (CARB) Imperial County Air Pollution Control District (ICAPCD) Radian International LLC/Corporación Radian, S. A. de C. V. Ingeniería en Control Ambiental y Riesgo Industrial, S. de R. L. M. I. (Contratista)
Grupo Inventario Mexicali	Gobierno del Estado (DGE) Ayuntamiento de Ensenada Ayuntamiento de Mexicali Ayuntamiento de Rosarito Ayuntamiento de Tecate Ayuntamiento de Tijuana Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) Instituto Tecnológico de Mexicali (ITM) Instituto Tecnológico de Tijuana (ITT) Ingeniería en Control Ambiental y Riesgo Industrial (ICAR).

Las funciones sustantivas de cada grupo fueron:

Grupo Administrativo: Coordinación de la aplicación de los fondos del proyecto.

Grupo Técnico: Definición de los alcances, usos y desarrollo del inventario en forma colegiada, tomando en cuenta las propuestas de los otros participantes.

Grupo Inventario Mexicali: Cada dependencia propuso los representantes para participar en las capacitaciones impartidas por INE y Radian, aportaron también aquella información derivada de sus actividades y atribuciones requerida dentro del inventario, además de su participación en algunas reuniones de evaluación de avances y experiencias del proyecto.

2 Antecedentes y Características de Mexicali

El surgimiento de Mexicali está estrechamente relacionado con la colonización y desarrollo agrícola de la región en ambos lados de la frontera. A fines del siglo pasado y primeros años del presente se llevaron a cabo por la compañía americana California Development los trabajos de irrigación y desarrollo urbano de las ciudades de El Centro, Imperial y Heber. El desarrollo del desierto del Colorado al que más tarde se llamó Valle Imperial estuvo financiado y dirigido por el empresario Canadiense George Chaffey. Fue este quien en 1901 decidió fundar la ciudad de Caléxico. En 1902 Antonio H. Heber sustituye a Chaffey en la dirección de las compañías Imperial Land y California Development. Con el apoyo de inversionistas Americanos, Heber compra el 17 de octubre de 1902 a la Sociedad de Irrigación y Terrenos de la Baja California un predio de 187.6 hectáreas en territorio mexicano colindante con la nueva población de Caléxico y comisiona al ingeniero Charles Rockwood para elaborar el trazo del pueblo de Mexicali.

Entre los años de 1904 y 1905 la empresa Colorado River Land adquirió la mayor parte de los terrenos irrigables en el valle de Mexicali. De manera simultánea a la operación de venta de lotes agrícolas el empresario inició la operación de venta de lotes urbanos. El compromiso de los empresarios Americanos con los nuevos colonos del Valle Imperial y de Mexicali incluía la entrega de agua para irrigación que se tomaría del Río Colorado.

En los años veinte fue peculiar el crecimiento de la industria cervecera pero a pesar de sus volúmenes de producción no transformaron la ciudad en una ciudad industrial. El surgimiento de la industrialización en el valle de Mexicali se dió hasta fines de los años cuarenta cuando la agroindustria en esta zona logró transformar en forma significativa el padrón espacial de crecimiento de la entidad con 117 establecimientos industriales. Las principales industrias fueron las plantas despepitadoras de algodón, la elaboración de aceites y grasas vegetales, el enlatado de pescados y mariscos; la elaboración de vinos y licores, el embotellado de aguas gaseosas, el empaque de carnes y la pasteurización de la leche. Al inicio de los años cincuenta ya se contaba con 525 establecimientos industriales. A finales de la década de los cincuenta inicia la instalación de las primeras industrias maquiladoras en la ciudad de Mexicali y con el Programa de Industrialización en la Frontera Norte a mediados de la década de los sesenta, surgen los primeros parques industriales para el establecimiento de las maquiladoras. Esto hace que la economía de la ciudad cambie y a partir de entonces, su carácter primordialmente agrícola se transforma a uno de mayor diversidad y estabilidad. La demanda de mano de obra por la industria maquiladora trae como consecuencia el incremento en la tasa de inmigración proveniente principalmente de los estados con mayor desempleo y pobreza de la República Mexicana.²

A partir de entonces, y sobre todo después de las devaluaciones del peso en 1982, esta rama se ha desarrollado muy rápidamente, la mayoría son propiedad de compañías norteamericanas o tienen alguna vinculación con ellas, aunque recientemente se están instalando firmas asiáticas y europeas.

Se concentran principalmente en la fabricación y ensamble de productos eléctricos y electrónicos, accesorios para automóviles, confección de prendas de vestir y producción de empaques.³

Como parte del proceso de crecimiento de la maquiladora, está el desarrollo de parques industriales, los cuales proveen infraestructura y servicios a los establecimientos industriales. Aunado a lo anterior, las autoridades y grupos empresariales han promovido en forma constante este desarrollo.

La industria nacional también ha crecido en estas últimas décadas en lo que ha influido de manera importante el desarrollo del campo geotérmico de Cerro Prieto que surte de energía eléctrica a la región. También hay diversificación de giros entre los que se encuentran la industria del vidrio, fundición, automotriz y papel, entre otras.

El crecimiento industrial ha traído consigo la consolidación y el incremento de pequeños establecimientos industriales de servicio a las empresas más grandes, sobre todo en las áreas de soldadura, maquinado y de reparación, así como también de los comercios que surten equipos, papelería, materiales de limpieza, materiales diversos, equipo de cómputo y servicios de mantenimiento, limpieza y vigilancia .

² UABC. 1991. Mexicali Una Historia. Tomo I. Instituto de Investigaciones Históricas, UABC.

³ CEEMSA, ICBC. 1989. Diccionario Enciclopédico de B. C.

2.1 Aspectos geográficos

Mexicali presenta condiciones diferentes al resto de México por su clima, vegetación y ubicación geográfica. Las temperaturas durante el año son extremas (5 °C en invierno a 50 °C en verano), con clima muy seco, su precipitación pluvial promedio es mínima (<100 mm/año), existe poca vegetación natural predominando la de tipo matorral (cactus, chamizo, gobernadora, mezquite, pinillo) y el terreno es plano con una elevación promedio de 10 metros sobre el nivel medio del mar en el área de estudio seleccionada, con suelos tipo regosol cálcico y solonchak órtico.

Limita al norte con el Valle Imperial de California, al Oeste y Sur con los municipios de Tecate y Ensenada, al Este con Yuma en Arizona (compartiendo la frontera natural del Río Colorado), el Estado de Sonora y el Golfo de California.

2.2 Población

El total de población estimada a 1996 es de 716,551 habitantes (49.8% mujeres, 50.2% hombres; 32.5% menor de 15 años, 30% de 15 a 29 años, 21.1% de 30 a 44 años, y, 16.4% de 45 años y más) de los cuales 519,513 (72.5%) corresponden a la zona urbana de la Ciudad de Mexicali.⁴

El crecimiento demográfico promedio a partir de la década de 1950 es de 3.88% a nivel municipal y de 4.63% para la Ciudad de Mexicali, como se puede observar en el cuadro siguiente.

Tabla 2.2.1 Crecimiento Poblacional 1950-1996

Año	Municipal	Cd. de Mexicali
1950	124,362	64,668
1960	281,333	197,214
1970	396,324	263,498
1980	510,664	341,559
1990	601,938	438,377
1996 e	716,551	519,513
TMCA	3.88%	4.63%

e.- estimada, TMCA.- Tasa Media de Crecimiento Anual

Es necesario aclarar que a esta cantidad se adicionó la población de las localidades conurbadas consideradas dentro del fondo legal de la ciudad, entre las que destacan por su tamaño poblacional el Ejido Puebla, la Col. Progreso y la Col. Zaragoza, para un total de 545,754 personas, cantidad base para los cálculos a lo largo del inventario.

2.3 Crecimiento urbano

El rápido crecimiento poblacional de la ciudad, ha llevado aparejado el crecimiento de los servicios urbanos para cubrir las necesidades básicas de la población como son agua potable, energía eléctrica, drenaje, escuelas, abastecimiento de mercancías, calles y carreteras, aumentando así los problemas característicos de zonas urbanas; esto es crecimiento desordenado, falta de servicios, aumento del tráfico, incremento de los desechos sólidos, y por lo tanto aumento de la contaminación ambiental.

Muestra de lo anterior se puede apreciar en el cuadro siguiente, donde se anotan, para todo el municipio, el número de viviendas y los porcentajes de cobertura de los servicios básicos para diferentes años censales.^{5,6}

⁴ COPLADEMM. 1997. Anuario Estadístico Municipal de Mexicali 1996.

⁵ INEGI. Cuaderno Estadístico Municipal. Edición 1994.

⁶ COPLADE.1984. Estadísticas Generales de B. C. 1983.

Tabla 2.3.1 Viviendas y Cobertura de Servicios 1960-1990

Año	No. de Viviendas	Energía Eléctrica (%)	Agua Potable (%)	Drenaje (%)
1960	51,589	63.5	42.9	24.0
1970	68,175	79.1	71.8	39.3
1980	100,892	91.6	87.3	60.5
1990	131,605	96.6	91.0	69.8

2.4 Aspectos económicos

Las actividades económicas principales del municipio son la agricultura de riego abastecida con agua del Río Colorado y pozos en cerca de 180,000 hectáreas con cultivos principales como el algodón (43,000 ha.), el trigo (53,400 ha.), la cebada, el cártamo, el maíz, hortalizas diversas y forrajes; la ganadería donde resaltan la producción de leche y carne de bovino; la industria nacional y de exportación principalmente metalmecánica, electrónica, eléctrica, alimenticia, vidrio y agroquímicos; además el comercio y los servicios financieros, de gobierno, talleres de reparación y restaurantes.

Para 1996 se estima que de la población ocupada se dedicó al sector de actividades primarias (agricultura, ganadería y pesca) el 18%, 26% al sector industrial, el 53% al sector terciario (comercio y servicios) y el 4% no está suficientemente especificada la actividad. En forma global este indicador - que se muestra en el cuadro siguiente - presenta una tasa de crecimiento mayor al de población total, lo que refleja un aumento acelerado de las actividades económicas.^{4,5}

Tabla 2.4.1 Población Ocupada 1950-1996

Año	Población Ocupada
1950	41,040
1960	84,455
1970	94,087
1980	169,532
1990	200,104
1996 /e	349,315

e.- estimada

El crecimiento económico y de la población en las décadas recientes en Mexicali han contribuido a altos niveles de contaminación del aire en esta área. Es por esto la importancia de desarrollar un inventario de emisiones para identificar las principales fuentes de contaminación del aire en Mexicali, lo que permitirá iniciar y establecer estrategias de control apropiadas.

2.5 Descripción y ubicación industrial

En la ciudad de Mexicali se encuentran ubicadas alrededor de 1,087 establecimientos industriales, de los cuales menos del 1% corresponde a la minería y extracción del petróleo y el grueso de los establecimientos lo constituye la industria manufacturera con el 99%; de estos, la mayoría corresponde a

la micro y pequeña industria, sólo el 11% corresponde a la industria mediana y grande, razón por la cual el número de establecimientos registrados con emisiones es bajo respecto al total.⁷

Las principales concentraciones de establecimientos industriales se dan en: la zona aledaña al Bulevar López Mateos, el corredor González Ortega a lo largo de la Carretera a San Luis Río Colorado y sobre la Carretera a San Felipe, así como en los parques y centros industriales Mexicali I, Mexicali II, Mexicali III, Mexicali IV, Las Californias, Progreso, Marán, EXX-XI, El Vigía, Cucapah, Cachanilla, Margar y Nelson.

2.6 Fuentes de área características de Mexicali

En Mexicali existe una diversidad de fuentes generadoras de contaminantes clasificadas como fuentes de área, dentro de las cuales destacan por su cantidad emitida las siguientes:

- Los vehículos, adicionalmente a la contaminación provocada por la quema de combustible al circular, constituyen la fuente generadora más importante debido, en primer término, a que el parque vehicular se considera obsoleto y con deficiencias en el mantenimiento; en segundo lugar, a su paso por las calles no pavimentadas y pavimentadas levantan gran cantidad de partículas; y, por último, la acumulación y paso lento en la zona centro de la ciudad para cruzar la frontera y los autobuses urbanos que finalizan e inician ahí sus rutas.
- Mexicali es una zona con muy baja precipitación pluvial, con alrededor del 40% de calles no pavimentadas, lotes baldíos diseminados por toda la mancha urbana, por lo cual se tienen altas emisiones de partículas de polvo por efecto de los vientos.
- La distribución de combustibles también constituye una fuente considerable, debido a la evaporación por los efectos de las altas temperaturas durante el transporte y almacenamiento de estos, así como por las operaciones de abastecimiento a los vehículos y el llenado de tanques de gas L. P. para su reparto en los hogares.
- Por ser una zona altamente agrícola, en el Valle de Mexicali se realizan quemas de residuos de cultivos de trigo, espárrago y zacate, cuya contaminación es transportada por los vientos.

Otras fuentes características de Mexicali son las comidas preparadas al carbón en un gran número de establecimientos fijos y ambulantes, las labores de labranza agrícola, aplicación de agroquímicos y corrales de manejo y engorda de ganado, las emisiones de la quema accidental y clandestina de llantas y basura, cuyas emisiones son importantes pero menos cuantiosas.

2.7 Características de la vialidad en Mexicali

La zona urbana de la ciudad de Mexicali esta conformada por una red de calles irregular, situada sobre terreno predominantemente plano, con una traza de ejes longitudinales y transversales que permiten la comunicación entre los diversos sectores de la ciudad con una longitud de alrededor de 1,800 kilómetros, aunque no totalmente fluida debido a la existencia de barreras que interrumpen la continuidad de las vialidades como el cauce del Río Nuevo, la vía del ferrocarril y el crecimiento urbano no planificado.⁸

El límite norte es la línea internacional con los Estados Unidos de América colindando con la ciudad de Calexico y el Valle Imperial, California y hacia los otros puntos limita con terrenos dedicados a la agricultura y grandes baldíos.

Los accesos a la ciudad son varios, por la parte norte las dos garitas internacionales, el mayor tráfico se registra en la que se encuentra situada en la zona centro y otra al oriente de la ciudad que fue puesta en operación a finales de 1996 y también alberga la aduana de carga; por la parte oriente la vía principal de acceso es la carretera Federal #2 a San Luis Río Colorado que conecta la Península de Baja California con el resto del país; al sur se comunica con la carretera Federal #5 al Puerto de San Felipe y la parte sur del Valle de Mexicali; y, al occidente la vía de acceso es la carretera Federal #2 a Tecate y Tijuana.

⁷ INEGI. Cuaderno Estadístico Municipal, Mexicali, B. C. Edición 1997.

⁸ XIV Ayuntamiento de Mexicali. Programa de Desarrollo Urbano Centro de Población Mexicali, B. C. 1993-2007.

Las vialidades que registran mayor tráfico son: el Bulevar Lázaro Cárdenas que conecta las carreteras de San Luis Río Colorado y Tijuana, además de permitir internamente en la ciudad el tránsito de las zonas sureste y suroeste de la ciudad; el Bulevar López Mateos comunica desde la garita del centro hasta la salida a las carreteras que van a San Luis Río Colorado y San Felipe; la Calzada Justo Sierra permite el tráfico de la línea internacional hacia el sur conectándose con el Bulevar Benito Juárez y el Bulevar Francisco L. Montejano; la Calzada Independencia atraviesa de oriente a poniente la ciudad en su parte media. Otras arterias de significancia son el Bulevar Anáhuac, el Bulevar Carranza, la Calzada Cuauhtémoc, la Avenida Madero, la Avenida Colón, la Avenida Sinaloa, la Avenida Zaragoza, la Calle Heróico Colegio Militar, la Calle Río Culiacán, y recientemente construidas o ampliadas la Carretera Unión (Calz. Héctor Terán) y la Calzada Manuel Gómez Morín (Periférico), entre otras, tal como se muestra en la Tabla 2.7.1.

Tabla 2.7.1 Principales Vialidades de Mexicali

Nombre	Sentido	Longitud Aproximada (km)
Blv. Lázaro Cárdenas	Este-Oeste	21.7
Blv. Adolfo López Mateos	Norte-Sur	8.3
Blv. Rodolfo Sánchez Taboada (Carretera a San Luis)	Este-Oeste	10.7
Calz. Justo Sierra	Norte-Sur	2.3
Blv. Francisco L. Montejano	Norte-Sur	2.5
Blv. Castellón	Este-Oeste	3.6
Carretera a San Felipe (hasta acceso a Fracc. Campestre)	Norte-Sur	4.2
Calz. Independencia	Este-Oeste	9.0
Blv. Anáhuac	Norte-Sur	3.5
Av. Zaragoza	Este-Oeste	2.2
Calz. De las Américas	Este-Oeste	4.1
Calz. Cuauhtémoc	Este-Oeste	3.0
Calz. Manuel Gómez Morín (Periférico Oriente)	Norte-Sur	5.2
Blv. Carranza	Norte-Sur	5.6
Calz. CETYS	Este-Oeste	1.9
Carretera Unión	Este-Oeste	8.1
Calz. Heróico Colegio Militar	Norte-Sur	4.4
Av. Cristóbal Colón	Este-Oeste	7.7
Av. Francisco I. Madero	Este-Oeste	4.0
Av. Argentina	Este-Oeste	4.1
Av. Sinaloa	Este-Oeste	2.3
Av. Pioneros	Este-Oeste	0.9
Calle del Hospital	Norte-Sur	0.6
Diagonal Alfareros	Norte-Sur	1.2
Av. Calafia	Norte-Sur	0.9
Calle Uxmal	Norte-Sur	2.6
Calle Tuxtla Gutiérrez	Norte-Sur	2.8
Calle Ulises Irigoyen	Norte-Sur	2.3
Calle "G"	Norte-Sur	2.7
Calle "J"	Norte-Sur	3.5
Calle "K"	Norte-Sur	3.2
Calle Río Culiacán	Norte-Sur	4.8
Calle Río Mocerito	Norte-Sur	4.8
Calle Río Presidio	Norte-Sur	3.6
Calle Cuarta	Norte-Sur	2.8
Calle Novena	Norte-Sur	2.5

Fuente: UABC (1994). Estudio Integral de Vialidad y Transporte Urbano de Mexicali, Baja California. XIV Ayuntamiento de Mexicali. Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali, B. C. 1993-2007. INEGI (1997). Carta Urbana Base, Escala 1:25,000.

Por las características y ubicación de la ciudad, el terreno plano ha permitido la construcción de vialidades amplias pavimentadas, con por lo menos 4 carriles; en 1996 aproximadamente 11.63 millones de metros cuadrados de vialidad se encontraban pavimentados, lo que representa 62% de la traza urbana, sin embargo es importante mencionar que el pavimento presenta diferentes grados de deterioro apreciable en el 60% de la superficie pavimentada con daños como baches, grietas, desprendimiento de agregados y ondulaciones entre otros.⁹

Las vialidades no pavimentadas en 1996 cubrían un área de 7.79 millones de metros cuadrados que representaron el 38%, estas se ubican principalmente al sur, al sureste y al poniente de la ciudad donde se localizan las colonias populares de reciente creación y algunas que a pesar de tener tiempo de construidas no han contado con pavimentación.

2.8 Características del parque vehicular en Mexicali

El parque vehicular oficialmente registrado en Mexicali en 1996 fue de 240,810 vehículos¹⁰ los cuales en su gran mayoría provienen de los Estados Unidos de América, de donde se importan usados a precios relativamente más bajos que los vehículos nacionales. Estos vehículos en ocasiones ya presentan fallas mecánicas del motor y los sistemas de control de emisiones se encuentran deteriorados.

Esa facilidad de adquisición ha tenido como consecuencias el incremento acelerado del parque vehicular, así como la proliferación de modelos antiguos mutilados de los sistemas de inyección de combustible y los sistemas anticontaminantes, condiciones que los hace más contaminantes que los vehículos nuevos.

En la Tabla 2.8.1 se puede apreciar el crecimiento del parque vehicular según las estadísticas oficiales, sin embargo es necesario considerar que para tener datos precisos de la composición del mismo, a estas cantidades se les debe agregar una cantidad porcentual de vehículos flotantes porque los registros no contemplan el número de vehículos utilizados por los residentes de Mexicali que trabajan en el lado americano y los ciudadanos extranjeros que laboran en el lado mexicano.

Tabla 2.8.1 Comportamiento del parque vehicular

Año	Número de Vehículos	Incremento Anual Promedio (%)
1980	86,319	
1985	104,500	3.9
1989	126,565	4.9
1992	151,485	6.1
1994	173,674	7.1
1996	240,810	17.8

Fuentes: Compilada con información de Secretaría de Planeación y Finanzas. Sistema de Control Vehicular. 1996. Centro SCT02. Departamento de Autotransporte Federal. 1996. UABC (1994). Estudio Integral de Transporte y Vialidad. Para 1994 y anteriores.

En la distribución por tipo de vehículo utilizada para los cálculos de este inventario, se tiene que el mayor porcentaje corresponde a automóviles particulares, predominando los importados, en una proporción de 9 a 1 con respecto a los de fabricación nacional.¹¹

⁹ Ayuntamiento de Mexicali. 1993. Programa de Desarrollo Urbano 1993-2007.

¹⁰ Secretaría de Planeación y Finanzas. 1996. Reporte de Estadísticas por Municipio. Centro SCT02. S/f. Vehículos del Autotransporte Federal Registrados.

¹¹ Valor obtenido del "Reporte de Estadísticas por Municipio. 1996" de la Secretaría de Planeación y Finanzas.

3 Obtención de Información

A partir del mes de noviembre de 1997 se inició la recopilación de información establecida en el Plan de Trabajo, en el que se detallaron los datos a recopilar necesarios para realizar los cálculos de factores y de emisiones y las fuentes probables de información.

3.1 Registros oficiales

Inicialmente se realizó la revisión de los archivos de la Delegación de SEMARNAP y la Delegación de la Dirección General de Ecología del Estado en Mexicali, de donde se efectuó el levantamiento de la información disponible de las empresas para 1996, obteniendo los datos de la solicitud de Licencia de Funcionamiento y la Cédulas de Operación Anual para los establecimientos de jurisdicción federal; para el caso de las de jurisdicción estatal las fuentes de información fueron la solicitud de registro en el Registro Estatal de Fuentes Emisoras a la Atmósfera y los informes para la revalidación de dicho registro.

Esta etapa constituyó el origen principal para la elaboración de la base de datos de las fuentes puntuales, de las cuales se obtuvo información general del establecimiento, uso de materias primas, equipos de proceso y de control, equipos de combustión y su consumo de combustibles, así como las emisiones reportadas a la autoridad como producto de sus actividades, regularmente obtenidas de mediciones.

3.2 Cuestionario a fuentes puntuales

Dentro de los objetivos del inventario se incluyó el probar las ventajas y desventajas de la aplicación de un Cuestionario de Fuentes Puntuales¹² diseñado para recopilar datos sobre las emisiones contaminantes al aire y la operación de los establecimientos industriales en México, para definir su aplicabilidad en aquellos que se lleven a cabo posteriormente en el resto del país.

Primeramente se efectuó una revisión del cuestionario original por el Grupo Técnico para adecuarlo a las características de la industria en Mexicali, tanto para las de jurisdicción federal como estatal, además de la definición de la estrategia de aplicación y recolección.

Seguidamente se invitó a las industrias a participar en un “Taller de Emisiones a la Atmósfera” al que asistieron 42 industrias, en el cual se les explicaron los alcances del inventario de emisiones y especialmente la forma de llenado del cuestionario que debería ser contestado y remitido posteriormente con la información derivada de mediciones o estimaciones conforme a las características del proceso particular de cada una. Las empresas que no asistieron les fue enviado el cuestionario por servicio de mensajería.

Durante el período concedido a las industrias para la devolución y llenado del cuestionario, les fue proporcionada asistencia técnica y datos de factores para la estimación de las emisiones; de esta manera se logró obtener información adicional de las industrias, así como también la capacitación del personal encargado de tareas de gestión ambiental en las mismas, lo que permitirá mejorar la calidad de la información que periódicamente debe ser entregada a la autoridad.

Complementariamente al cuestionario, ya que era un dato solicitado en el mismo, se llevó a cabo una recopilación de la localización georeferenciada de las fuentes puntuales, mediante la utilización de un geoposicionador con el cual se recorrieron todas las industrias incluidas en el inventario para obtener su localización UTM.

¹² Radian/SEMARNAP. Junio 1998. Cuestionario de Fuentes Puntuales en México,

3.3 Solicitud de información

A partir del mes de abril de 1998 se inició la recopilación de información a oficinas públicas, organismos y empresas definidas en el Plan de Trabajo como posibles fuentes de información. Al efecto, se solicitó oficialmente a través de la Delegación de SEMARNAP, información por escrito y se tuvieron reuniones con dependencias y organismos para la obtención y verificación de los datos recabados. También, durante las reuniones de trabajo del Grupo Técnico se revisó la información recolectada a fin de validarla y en su caso decidir el uso más adecuado. En la Tabla 3.3.1 siguiente se anota una relación de las fuentes y la información proporcionada por cada una de estas:

Tabla 3.3.1 Información obtenida para el inventario

Organismo	Información proporcionada
Aeropuertos y Servicios Auxiliares, Administración del Aeropuerto de Mexicali	Vuelos y ventas de combustibles aéreos en el Aeropuerto de Mexicali en 1996.
Ayuntamiento de Mexicali, Dirección de Catastro, Control Urbano y Ecología	Estudio Integral de Vialidad y Transporte Urbano de Mexicali. Aplicación de asfalto. Licencias de construcción. Superficies pavimentadas, sin pavimento, lotes baldíos y áreas verdes.
Ayuntamiento de Mexicali, Dirección de Obras Públicas	Volumen de Basura generado en Mexicali en 1996.
California Air Resources Board	Factores climatológicos y de emisión de partículas en el Valle Imperial.
Centro SCT 02, Departamento de Autotransporte Federal	Camiones del Servicio Público Federal registrados en Mexicali.
COBACH, Departamento de Obras	Maquinaria de jardín.
CESPM, Gerencia de Planeación	Volumen de aguas negras tratadas. Superficie de Lagunas de Oxidación. Longitud de drenes de aguas negras. Maquinaria de construcción.
CONAGUA, Gerencia Regional en Baja California, Oficina de Meteorología	Información Climatológica de Mexicali para 1996.
CONASUPO, Delegación en Baja California	Relación de Tortillerías y sus consumos de maíz y harina de maíz subsidiados.
Gas Silza, S. A. de C. V.	Ventas de gas L. P. en 1996.
Instituto Nacional de Ecología	Factores de emisión de partículas en vehículos. Modelos para computadora personal: Mobile 5 Juárez, FAAED, PCBs y Tanks3.
PEMEX, Subdirección de Producción, Superintendencia de Ventas en Mexicali	Relación de ventas por tipo de combustible para Mexicali. Características de los combustibles.
Radian International, LLC	Factores AP-42, Quinta Edición.
SAGAR, Delegación Baja California	Consumo de fertilizantes y pesticidas. Superficie sin cultivar. Superficie de quemas agrícolas. Cantidad de tractores y trilladoras.
Secretaría de Desarrollo Económico, Dirección de Estadística e Indicadores Económicos	Número de Hospitales y camas en Mexicali. Cruces Fronterizos. Corridos de autobuses en la Central de Autobuses de Mexicali.

Secretaría de Fomento Agropecuario, Direcciones de Agricultura, Ganadería y Comercialización	Superficie cultivada por tipo de cultivo Censo ganadero Guías técnicas de cultivos
Secretaría de Planeación y Finanzas, Departamento de Control Vehicular	Vehículos registrados por municipio
UABC, Dirección de Obras	Maquinaria de Jardín.
UABC, Instituto de Ingeniería, Coordinación de Meteorología	Temperaturas horarias.

La información detallada en la tabla se utilizó para fuentes de área y naturales, fundamentalmente, y algunos datos sirvieron para complementar cálculos en fuentes vehiculares y fuentes puntuales.

3.4 Recopilación bibliográfica

Esta se inició con la recepción por el Grupo Técnico de la metodología desarrollada para el inventario y posteriormente diversas publicaciones de inventarios ya desarrollados en México. Se obtuvieron de las instituciones trabajos publicados con estadísticas locales, información geográfica y estadísticas diversas indicadas en las referencias bibliográficas.

4 Inventario de Emisiones

En la integración de este primer inventario se incluyeron las emisiones generadas por las fuentes puntuales registradas (industrias) de jurisdicción federal y jurisdicción estatal, de las cuales se recopiló también información referente a las materias primas y combustibles utilizados, así como la producción obtenida, esto para que mediante la combinación de métodos como la aplicación de factores de emisión, mediciones y balance de material se estimaran las emisiones de contaminantes criterio totales del sector industrial de Mexicali.

El inventario de emisiones de fuentes de área incluye las emisiones de fuentes que por su tamaño se consideran pequeñas, son numerosas y se encuentran dispersas por lo cual es difícil incluirlas adecuadamente en el inventario de fuentes puntuales, sean estas de tipo industrial, comercial o de servicios. Además, las fuentes de área emiten contaminantes al aire en forma significativa que deben ser incluidos en un inventario de emisiones para garantizar que esté completo.

Las fuentes de área agrupan las emisiones de fuentes similares dentro de categorías y consta de las siguientes:

- Combustión en fuentes estacionarias (e. g., combustión doméstica y comercial ligera).
- Fuentes móviles que no circulan por carreteras (e. g., trenes y equipo móvil).
- Uso de solventes (e. g., limpiadurías o tintorerías, aplicación de asfaltos).
- Almacenamiento, transporte y distribución de productos del petróleo (e. g., gasolina).
- Fuentes industriales ligeras y comerciales (e. g., panaderías, asados al carbón).
- Agricultura (e. g., corrales de engorda, quemadas agrícolas).
- Manejo de residuos (e. g., rellenos sanitarios, tratamiento de aguas).
- Fuentes de área misceláneas (e. g., incendios, caminos no pavimentados).

En cuanto a fuentes naturales, en el inventario se consideran las emisiones generadas por la vegetación urbana, la vegetación nativa de la región y los cultivos, cuyos contaminantes se emiten por efecto de factores climáticos y por el tipo mismo de la vegetación. También se incluyen en esta clasificación las emisiones provocadas por la acción de los vientos sobre los terrenos de cultivo, terrenos baldíos y calles sin pavimentar.

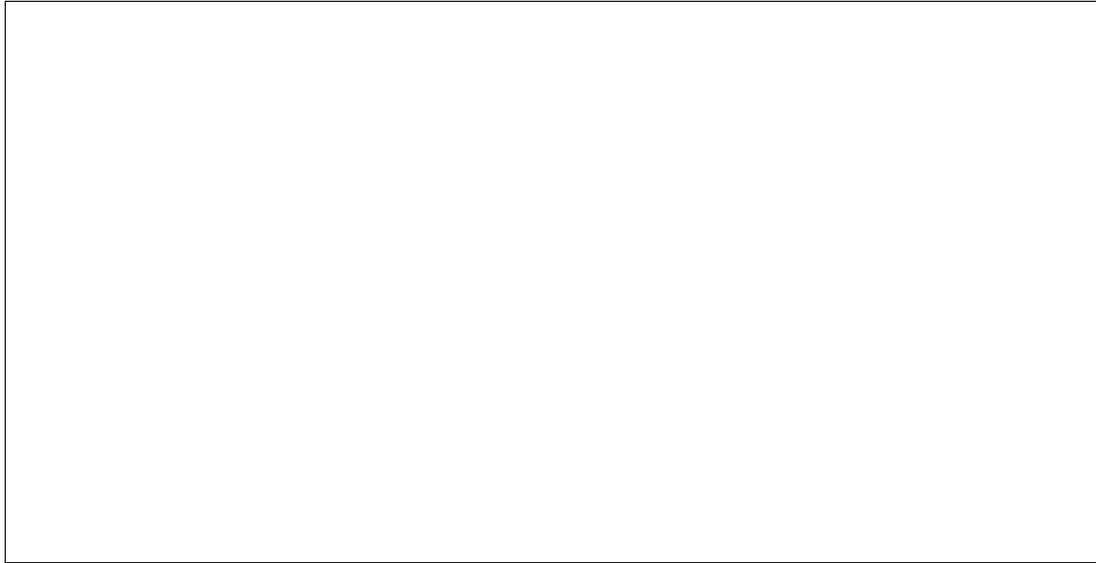
En la tabla siguiente se anota un resumen de las emisiones por cada tipo de fuente y para cada uno de los contaminantes, tanto los cinco considerados "contaminantes criterio" así como el plomo y el amoníaco.

Tabla 4.1 Resumen de Emisiones de Mexicali 1996 (Toneladas)

Sector	PM 10	SO ₂	CO	NO _x	HC	Pb	NH ₃	Total
Fuentes Puntuales	1,994	2,849	4,721	1,537	1,407	0.2	3,060	15,568
Fuentes de Area	61,932	11	18,944	735	15,379	NE	4,749	101,750
Fuentes Vehiculares	515	937	243,073	14,927	31,184	2	NA	290,638
Fuentes Naturales	20,548	NE	NE	1,348	3,441	NA	NE	25,337
Total	84,989	3,797	266,738	18,547	51,411	2	7,809	433,293

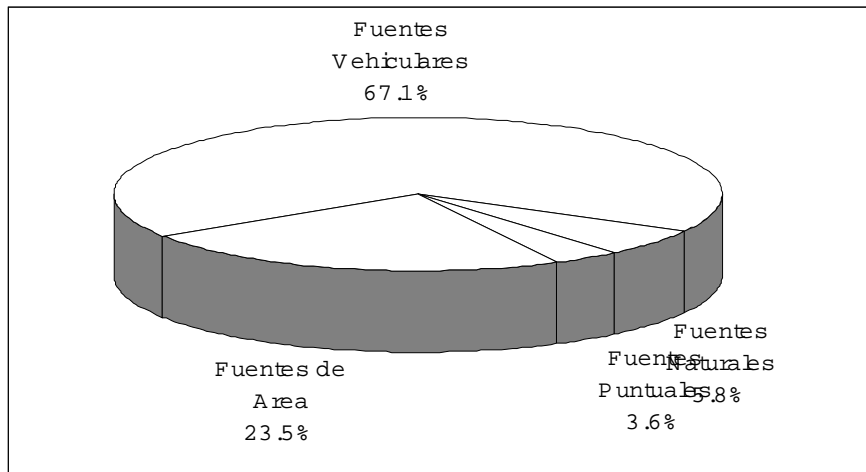
NA: No Aplica NE: No Estimado

Figura 4.1 Emisiones por Contaminante y Tipo de Fuente 1996 (Toneladas)



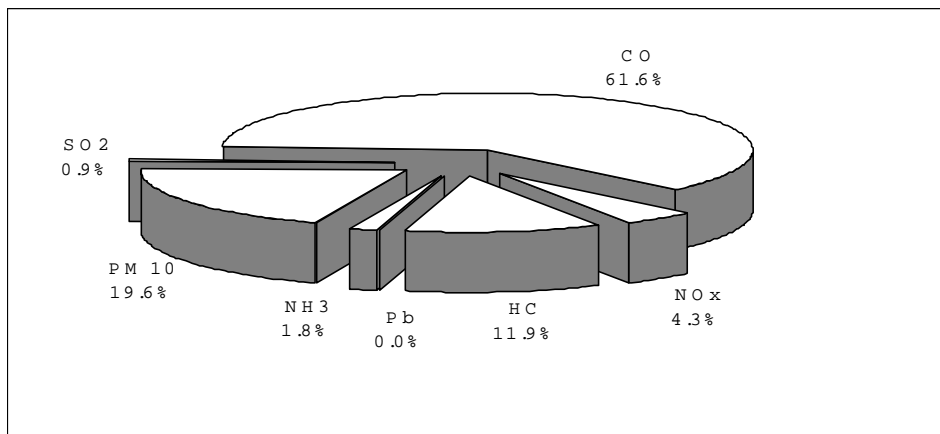
En la Tabla 4.1 y Figuras 4.1, 4.2 y 4.3, se puede apreciar que en tres tipos de fuentes y 3 contaminantes se concentra el grueso de las emisiones generadas en Mexicali, con predominancia del monóxido de carbono emitido por los vehículos automotrices que representa mas de la mitad del total de todas las emisiones. Le sigue en importancia la emisión de partículas de fuentes de área cuyo origen principal son las partículas emitidas por los vehículos en calles pavimentadas y no pavimentadas. En tercer lugar se encuentran los hidrocarburos provenientes del transporte.

Figura 4.2 Emisión por tipo de fuente (Porcentaje)



Por tipo de fuente los vehículos automotrices emiten el 67.1% de la emisión total, el segundo lugar lo acupan las fuentes de área con el 23.5%, el tercero las fuentes naturales con el 5.8% y en último lugar con el 3.6% las fuentes puntuales. Como lo muestra la figura 4.2.

Figura 4.3 Emisión por contaminante (Porcentaje)

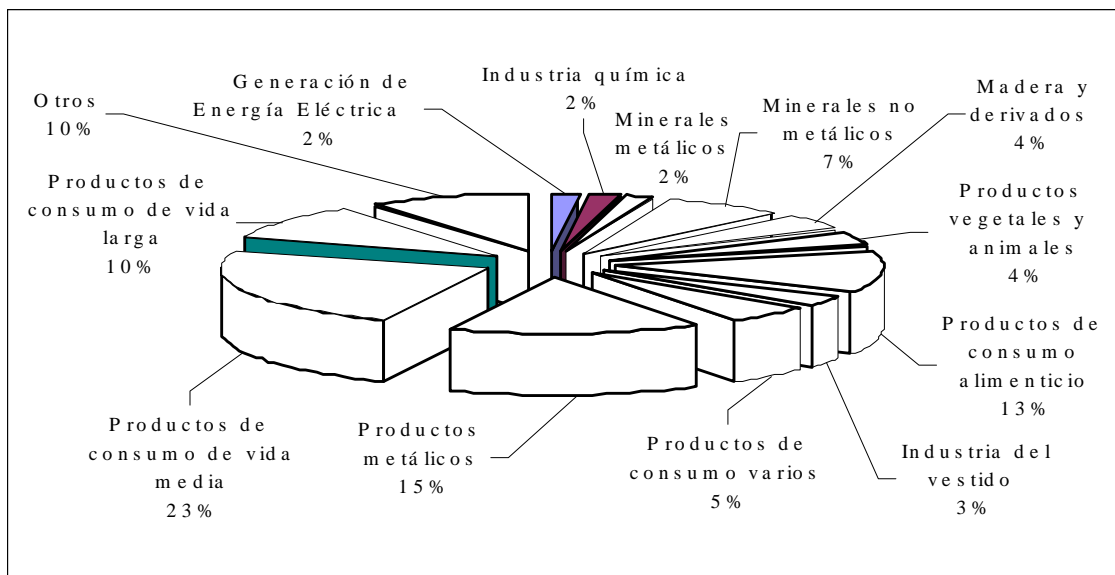


En los siguientes incisos se describe el comportamiento por cada uno de los tipos de fuentes, desglosando las emisiones por categorías y cada uno de los contaminantes criterio, así como de plomo y amoníaco definidos desde el Plan de Trabajo para ser considerados en las estimaciones de Mexicali.

4.1 Fuentes puntuales

Referente a la contribución de emisiones a la atmósfera la industria mediana y grande es la que más aportan en este sector; de estas industrias se obtuvo información referente a su operación en 1996 de 112 establecimientos de la Cédula de Operación Anual y los informes anuales a la DGE, clasificándose en 13 giros, de los cuales el de Productos de consumo de vida media agrupa al 23% de los establecimientos, seguido por el de Productos metálicos con el 15%, el de Productos de consumo alimenticio con el 13%, el de Productos de consumo de vida larga con el 10%, Otros con el 10%, el de Minerales no metálicos con el 7% y el 22% lo constituyen los restantes giros, tal y como se muestra en la Figura 4.1.1.

Tabla 4.1.1 Distribución de Fuentes Puntuales de Mexicali en 1996



De las 112 industrias incluidas en la base de datos del inventario, 36 corresponden a la jurisdicción de la federación con mayor presencia en los giros de generación de energía eléctrica, alimentos, minerales metálicos, minerales no metálicos, productos de consumo de vida larga – del ramo automotriz, principalmente -, plantas distribuidoras de líquidos orgánicos, fertilizantes e insecticidas. De estos 36 establecimientos, 10 son maquiladoras.

Los otros 76 establecimientos reportan sus emisiones a la atmósfera a las autoridades ambientales estatales; el giro más numeroso es Productos de Consumo de Vida Media, específicamente la industria maquiladora electrónica (20 empresas) que producen tableros de circuitos impresos y televisores y sus partes, principalmente; enseguida se encuentra el giro de Productos Metálicos en el cual también predominan por su número las maquiladoras dedicadas al pulido, ensamble y recubrimiento de artículos metálicos diversos.

Las empresas no maquiladoras de jurisdicción estatal -26 industrias- se encuentran principalmente en los giros relacionados con alimentos, materiales para construcción y empaques.

4.1.1 Comportamiento por contaminante

Con base en los cálculos realizados, se tiene que el total de emisiones de fuentes puntuales en Mexicali es de 15,568 ton/año, de esas las emisiones de monóxido de carbono son mayoritarias, también se puede observar una contribución importante de bióxidos de azufre y amoniaco, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.1.1.1 Emisión total por contaminante de fuentes puntuales en 1996

Contaminante	Emisiones Totales (ton/año)	Emisiones Totales (porcentaje)
PM 10	1,994	13%
SO ₂	2,849	18%
CO	4,721	30%
NOx	1,537	10%
HC	1,407	9%
Pb	0.2	NS
NH ₃	3,060	20%
Total	15,568	100%

Es adecuado señalar que en el informe de fuentes puntuales no se incluyó el amoniaco, pues no es contaminante criterio y usualmente no se incorpora en los inventarios de INE. Las cantidades registradas de este se refieren, principalmente, a las emisiones de vapor endógeno para generar energía eléctrica en Cerro Prieto y emisiones fugitivas de los sistemas de congelación de las empresas de alimentos y bebidas.

4.1.2 Comportamiento por giro

Como se puede apreciar enseguida, los giros minerales metálicos y minerales no metálicos son los que más liberan contaminantes al aire en la ciudad de Mexicali, estos dos giros emiten 9,605 toneladas anuales, lo que representa el 62% del total de emisiones del sector industrial.

Tabla 4.1.2.1 Emisiones por giro industrial en 1996 (toneladas)

Giro	# Est.	PM 10	SO ₂	CO	NOx	HC	Pb	NH ₃	Total
Generación de energía eléctrica	2	18	83	134	595	17	NA	3,037	3,884
Industria química	2	NS	NS	NS	1	NS	NE	NE	1
Minerales metálicos	2	105	857	4,486	153	1	NS	NE	5,602
Minerales no metálicos	8	1,669	952	59	590	733	NS	NE	4,003
Madera y derivados	5	1	12	2	8	NS	NE	NE	23
Productos vegetales y animales	4	83	652	11	89	71	NS	12	918
Productos de consumo alimenticio	14	45	18	7	34	1	NS	11	116
Industria del vestido	3	NS	NS	NS	NS	2	NA	NE	2
Productos de consumo varios	6	15	270	2	34	167	NS	NE	488
Productos metálicos	17	34	NS	2	8	124	NS	NE	168
Productos de consumo de vida media	27	2	NS	3	4	95	0.2	NE	104
Productos de consumo de vida larga	11	22	5	15	20	138	NE	NE	200
Otros	11	NS	NS	NS	1	58	NS	NE	59
Total	112	1,994	2,849	4,721	1,537	1,407	0.2	3,060	15,568

Fuente: Base de datos de fuentes puntuales

En lo que respecta a plomo, las emisiones registradas son producto de las operaciones de soldadura en las empresas del ramo electrónico, con muy baja participación dentro de las emisiones totales, tanto por tipo de fuente como por contaminante. Una fuente adicional de plomo en el sector industrial lo constituyen las emisiones de combustión de combustóleo, sin embargo estas son poco significativas.

Tabla 4.1.3 Emisiones por giro industrial en 1996 (porcentaje)

Giro	# Est.	PM 10	SO ₂	CO	NOx	HC	Pb	NH ₃	Total
Generación de energía eléctrica	2	0.90%	2.91%	2.84%	38.71%	1.21%	NA	99.25%	24.95%
Industria química	2	NS	NS	NS	0.07%	NS	NE	NE	0.01%
Minerales metálicos	2	5.27%	30.08%	95.02%	9.95%	0.07%	NS	NE	35.98%
Minerales no metálicos	8	83.70%	33.42%	1.25%	38.39%	52.10%	NS	NE	25.71%
Madera y derivados	5	0.05%	0.42%	0.04%	0.52%	NS	NS	NE	0.15%
Productos vegetales y animales	4	4.16%	22.89%	0.23%	5.79%	5.05%	NS	0.39%	5.90%
Productos de consumo alimenticio	14	2.26%	0.63%	0.15%	2.21%	0.07%	NS	0.36%	0.75%
Industria del vestido	3	NS	NS	NS	NS	0.14%	NA	NE	0.01%
Productos de consumo varios	6	0.75%	9.48%	0.04%	2.21%	11.87%	NS	NE	3.13%
Productos metálicos	17	1.71%	NS	0.04%	0.52%	8.81%	NS	NE	1.08%
Productos de consumo de vida media	27	0.10%	NS	0.06%	0.26%	6.75%	100.00%	NE	0.67%
Productos de consumo de vida larga	11	1.10%	0.18%	0.32%	1.30%	9.81%	NE	NE	1.28%
Otros	11	NS	NS	NS	0.07%	4.12%	NS	NE	0.38%
Total	112	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100%	100.00%	100.00%

Fuente: Base de datos de fuentes puntuales

En la anterior distribución se observa que del aporte total de emisiones generadas por el sector industrial, los giros de mayor contribución en contaminantes son minerales metálicos, minerales no metálicos, generación de energía eléctrica, productos vegetales y animales, y productos de consumo varios los cuales contribuyen con el 36%, 26%, 25%, 6%, 4% y 3% a las emisiones, respectivamente.

4.2 Fuentes de área

Las fuentes de área evaluadas en Mexicali, emitieron en total de 101,750 toneladas durante 1996, que corresponden a 61,932 toneladas de Partículas PM-10, 11 toneladas de SO₂, 18,944 toneladas de CO, 735 toneladas de NO_x, 15,379 toneladas de hidrocarburos y 4,749 toneladas de amoníaco, cuyo desglose por categoría se anota en la tabla siguiente.

Tabla 4.2.1 Resumen de emisiones por categoría y contaminante (Toneladas)

Tipo de Fuente/Categoría	PM 10	SO ₂	CO	NO _x	HC	NH ₃	Total
Fuentes de Combustión							
Combustión comercial, industrial ligera y de servicios	1	NS	3	24	1	NA	29
Combustión residencial	4	6	79	121	8	NA	218
Fuentes Móviles no Carreteras							
Locomotoras	6	NE	34	237	14	NA	291
Aeronaves	NE	NS	111	6	12	NA	129
Otros equipos	45	NE	398	246	61	NA	750
Cruces fronterizos	NS	NE	2,606	19	294	NA	2,919
Terminales de autobuses	2	NE	904	48	133	NA	1,087
Fuentes Evaporativas							
Recubrimiento industrial	NA	NA	NA	NA	254	NA	254
Pintado de carrocerías	NE	NA	NA	NA	458	NA	458
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	NE	NA	NA	NA	1,141	NA	1,141
Pintura de tránsito	NE	NA	NA	NA	22	NA	22
Limpieza de superficies en industria (desengrasado)	NA	NA	NA	NA	1,718	NA	1,718
Lavado en seco (tintorerías)	NA	NA	NA	NA	327	NA	327
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	322	NA	322
Aplicación de asfalto	NA	NA	NA	NA	1,568	NA	1,568
Uso comercial y doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	2,292	NA	2,292
Comercialización y distribución de combustibles	NA	NA	NA	NA	1,596	NA	1,596
Carga de combustible en aeronaves	NA	NA	NA	NA	NS	NA	-
Distribución de gas L. P.	NA	NA	NA	NA	2,260	NA	2,260
Fuentes Industriales Ligeras o Comerciales							
Panaderías	NA	NA	NA	NA	76	NA	76
Asados al carbón	228	NA	NE	NE	28	NA	256
Ladrilleras	NE	NE	NE	NE	NE	NE	-
Agricultura							
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	587	NA	587
Corrales de engorda de ganado	1,180	NA	NA	NA	NA	NA	1,180
Quemas agrícolas	2,143	NA	14,325	NE	1,949	NA	18,417
Aplicación de fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	2,745	2,745
Desechos de animales	NA	NA	NA	NA	NA	1,554	1,554
Labranza agrícola	1,283	NA	NA	NA	NA	NA	1,283
Manejo de residuos							
Manejo de residuos (quema a cielo abierto)	88	5	460	33	164	NA	750
Tratamiento de aguas residuales	NA	NA	NA	NA	92	NA	92
Fuentes de Área Misceláneas							
Incendios en construcciones	2	NE	24	1	2	NA	29
Partículas de caminos pavimentados	3,261	NA	NA	NA	NA	NA	3,261
Partículas de caminos no pavimentados	53,689	NA	NA	NA	NA	NA	53,689
Emisiones domésticas de amoníaco	NA	NA	NA	NA	NA	450	450
Suma	61,932	11	18,944	735	15,379	4,749	101,750

4.2.1 Fuentes de combustión

Esta categoría incluye las emisiones de aquellos equipos pequeños como son calderas, de calefacción, estufas, calentadores de agua, etc. Los combustibles considerados para esta categoría incluyen combustibles fósiles líquidos o gaseosos, así como biomasa o combustibles derivados de residuos de madera.

El combustible más utilizado es el gas L. P. calculándose el consumo residencial en 36,829.3 toneladas y 7,325 toneladas en las otras actividades – tortillerías, panaderías, hoteles, restaurantes, etc. - cuyo valor se estimó disminuyendo al consumo total municipal el consumo reportado en fuentes puntuales y el consumo residencial en otras áreas del municipio no consideradas para el inventario.

4.2.1.1 Combustión comercial, industrial y de servicios

Se considera dentro de esta subcategoría a todos aquellos establecimientos relacionados con actividades comerciales como pueden ser; hoteles, restaurantes, escuelas, hospitales, edificios gubernamentales, tortillerías, panaderías, etc.

Conforme a la tabla siguiente, se muestran las emisiones calculadas mediante la aplicación de factores de AP-42 por contaminante para la combustión comercial, industrial ligera y de servicios.

Tabla 4.2.1.2 Emisiones de combustión comercial, industrial y de servicios

PM10	SO ₂	CO	NO _x	HC
1	NS	3	24	1

Toneladas anuales

4.2.1.2 Combustión residencial

Se considera dentro de esta subcategoría la quema de combustibles en los hogares, tanto de gas L. P. como fuente principal, como de madera y keroseno.

Para obtener las emisiones se distribuyó la cantidad de población conforme a los porcentajes de consumo por tipo de combustible y se le aplicaron los factores de emisión para cada uno de ellos. De las estadísticas de ventas de gas L. P. se estimó un consumo promedio de 67.5 kg/persona/año, que se tomó como base para calcular también la cantidad de leña y otros combustibles (calculado como keroseno), asumiendo que se requiere la misma cantidad de energía – 728,325 kcal/persona/año - de cualquier combustible a nivel doméstico.

Conforme a la tabla siguiente, se muestran las emisiones calculadas mediante la aplicación de factores de AP-42 por contaminante para la combustión residencial.

Tabla 4.2.1.2 Emisiones de combustión residencial en 1996

Combustible utilizado y % de población	Población consumidora	Uso Anual (kg/persona)	Consumo Total Anual (Toneladas)	Contaminantes	Factor de Emisión (g/kg)	Emisión Anual (toneladas)
Leña o carbón (0.89%)	4,857	272	1,321.1	CO	47.3	62.5
				HC	2.9	3.8
				NOx	1.6	2.1
Gas L. P. (97.81%)	533,802	67.5	56,281.6	CO	0.44	15.9
				HC	0.12	4.3
				NOx	3.23	116.4
				SOx	8.00E-05	0.0
				PM	0.1	3.6
Otro combustible (1.30%)	7,095	111	787.5	CO	0.71	0.6
				HC	0.36	0.3
				NOx	2.56	2.0
				SOx	8.07	6.4
				PM	0.46	0.4
Suma	545,754			CO		79
				HC		8
				NOx		121
				SOx		6
				PM		4

Elaborado con factores de las Tablas 1.3-1, 1.3-2 y 1.5-1 de AP-42 y datos del Censo de Población y Vivienda 1995.

4.2.2 Fuentes móviles no carreteras

Esta categoría se incluye en el inventario de emisiones de fuentes de área, debido a que en la estimación de emisiones se emplean metodologías específicas para cada caso. Las subcategorías que se incluyen son: Locomotoras, aeronaves, Otro equipo móvil que no circula por carretera (incluyendo equipo recreativo, de construcción, industrial, de jardinería, agrícola, comercial ligero y de servicio de aeropuertos), cruces fronterizos, Terminales de autobuses y camiones. Estas dos últimas subcategorías se refieren a vehículos automotrices, pero las emisiones que generan durante las estancias en un punto sin moverse y con el motor encendido, se consideran fuentes de área.

Los tipos de fuentes móviles no carreteras que existen en Mexicali son las siguientes: aeronaves y equipo aeroportuario de apoyo, locomotoras de patio y foráneas, equipo de construcción, equipo agrícola y equipo de jardinería, los vehículos de tipo recreativo se consideran no significativos. Cabe aclarar que el **SO₂** no se anota debido a que se consideró en forma global en fuentes móviles al calcularse esa emisión por balance de materia, a partir de las ventas globales de combustibles.

Los cruces fronterizos son una fuente importante de emisiones por el alto número de vehículos que se acumulan para cruzar la frontera de Mexicali a Calexico; la Central de Autobuses de Mexicali es otro punto de tomarse en cuenta pues las corridas de los autobuses foráneos llegan allí por su localización intermedia entre Tijuana y el resto del país, además de las corridas normales que dan servicio regional y nacional desde y hacia Mexicali; como parte también de esta categoría, los autobuses urbanos tienen la característica de terminar las rutas en el centro de la ciudad creando aglomeraciones continuas en los paraderos situados en una pequeña área de esa zona.

4.2.2.1 Locomotoras

Los ferrocarriles tienen dos tipos de operación: de arrastre (foránea) y de patio (o cambio) que hacen su recorrido dentro de un área delimitada.

Las locomotoras de arrastre generalmente viajan entre localidades distantes, desde una ciudad a otra (incluyendo el servicio de carga intermodal, el servicio de carga mixto y el transporte de pasajeros), Mexicali se conecta con el resto del país a través de la línea que va a Benjamín Hill, Sonora; y, hacia Estados Unidos de Norteamérica cruzando por el centro de la ciudad la línea internacional. Actualmente el movimiento del ferrocarril es por carga, pues durante 1996 se dejó de prestar el servicio de pasajeros. El tipo de locomotoras diesel-eléctricas utilizan un motor de diesel, y un alternador o generador para producir la electricidad requerida para alimentar los motores de tracción, de ahí que los contaminantes se produzcan por combustión del diesel. Este equipo es el que transita por las vías de Mexicali.

Se determinó que para Mexicali se tiene una longitud de vías férreas equivalente a 86 km, y, de acuerdo a la estimación que se hizo respecto al total nacional, el consumo de diesel es de 2'743,991 litros al año.

En el área de Mexicali se tienen únicamente 4 locomotoras de patio que dan el servicio de entrega y recepción de carga a las empresas que se encuentran establecidas en las cercanías de la vía principal y cuentan con espuelas de acceso a sus instalaciones. Los principales productos manejados son: chatarra, aceites comestibles, cemento, gas, fertilizantes y semillas.

El movimiento de las máquinas generan 291 ton/año de emisiones, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 4.2.2.1 Emisiones de Locomotoras

PM 10	SO₂	CO	NOx	HC
6	NE	34	237	14

Toneladas Anuales

4.2.2.2 Aeronaves

En esta categoría se incluyen naves con alas fijas, desde el motor individual más pequeño hasta las aeronaves comerciales de mayor tamaño.

El número de operaciones de aterrizajes y de despegues durante 1996 en el Aeropuerto Internacional de Mexicali es de 6,243 vuelos de acuerdo a información proporcionada por la Administración de dicho aeropuerto.

El mayor número de operaciones, además de los vuelos comerciales diarios, corresponde a la aviación general en la que predominan aviones pequeños de 2 a 4 plazas, con poca afluencia de jets de negocios y aviones más grandes.

Para estimar las emisiones generadas por el aterrizaje y despegue de las aeronaves, se utilizó el modelo para computadora personal FAAED, el cual calcula los contaminantes emitidos a partir de la cantidad de ciclos de llegada y salida por cada tipo de avión. Los resultados que se obtuvieron son los siguientes:

Tabla 4.2.2.2 Emisiones de aeronaves

CO	NOx	HC
111	6	12

Toneladas anuales

4.2.2.3 Otros equipos

En Mexicali los equipos mayormente utilizados son los de jardín, de construcción e industriales y en la zona del valle los de tipo agrícola. La estimación de liberación de contaminantes de tales equipos se anota en la tabla siguiente:

Tabla 4.2.2.3 Emisiones de equipos móviles no carreteros

PM 10	SO ₂	CO	NO _x	HC
45	NE	398	246	61

Toneladas Anuales

4.2.2.4 Cruces fronterizos

En Mexicali se tienen dos Garitas Internacionales: La Garita Internacional ubicada en el centro de Mexicali y la nueva Garita por la cual pasa la totalidad de transporte de carga desde finales de 1996, está ubicada en la parte Noreste de la ciudad. Los vehículos (tanto mexicanos como estadounidenses) a menudo se forman por largos periodos de tiempo (hasta de 1 hora), mientras esperan ingresar a EU y pasar las inspecciones aduanales. Los vehículos en la fila normalmente no apagan sus motores, sino que los mantienen encendidos mientras avanzan lentamente, estimándose en aproximadamente 7 millones al año. Esta categoría de emisiones también es aplicable a los vehículos que entran a México (si bien el tiempo de espera al parecer es menor, comparado con los vehículos que esperan entrar en EU).

Las emisiones fueron calculadas utilizando el modelo Mobile5 Juárez, haciendo una corrida para cada mes, a una velocidad de 4 km/hr y un tiempo de espera promedio de 15 minutos, estimándose sus emisiones en 2,919 toneladas al año distribuidas conforme a la siguiente tabla.

Tabla 4.2.2.4 Emisiones vehiculares en cruces fronterizos

Categoría	Emisión Total			
	PM 10	CO	NO _x	HC
Autos Particulares	NS	2,085	15	234
Pick Ups	NS	516	4	59
Motocicletas	NS	4	ns	1
Total	NS	2,606	19	294

Toneladas Anuales NS: No Significativo

4.2.2.5 Terminales de autobuses

Se consideraron las emisiones generadas por terminales de autobuses y camiones. En Mexicali se tienen 2 fuentes emisoras: La Central de Autobuses de Mexicali y las terminales de los autobuses urbanos en el centro de la ciudad. Respecto a la Central de Autobuses de Mexicali durante 1996, se desplazaron 835,262 personas, con un número de corridas o viajes de 90,445 en autobuses foráneos.

En el centro de la ciudad confluyen todas las rutas de autobuses urbanos, permaneciendo en los paraderos o haciendo fila en la calle, en espera de subir y bajar pasaje, regularmente con el motor encendido; lo mismo sucede en las terminales de inicio de ruta.

Las emisiones de ambas subcategorías se obtuvieron mediante corridas del Mobile 5 Juárez con el tiempo de espera correspondiente y una velocidad de 4 km/hr, cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4.2.2.6 Emisiones en terminales de autobuses

Subcategoría	Emisión Total (toneladas)			
	PM10	CO	NOx	HC
Central de Autobuses	NS	3	2	1
Autobus urbano a diesel	2	45	37	8
Autobus urbano a gasolina	NS	856	9	124
Total	2	904	48	133

Toneladas Anuales NS: No Significativo.

4.2.3 Fuentes evaporativas

Se refiere a todas aquellas actividades que generan emisiones fugitivas de hidrocarburos debidas a la utilización de materiales que tienen en su composición solventes orgánicos.

4.2.3.1 Recubrimiento industrial de superficies

En esta subcategoría se consideran la operaciones de aplicación de recubrimientos como pintura, laca, barniz u otro recubrimiento, conteniendo solvente, a superficies diversas con fines decorativos o de protección. Estos procesos incluyen diferentes etapas en su uso y aplicación para una amplia gama de productos como muebles, automóviles, maquinaria, madera, artículos y accesorios diversos, así como también el mantenimiento de maquinaria y equipo industrial.

De la emisión total se disminuyeron 444 toneladas de HC calculadas en fuentes puntuales.

4.2.3.2 Pintado de carrocerías

En esta actividad se consideran las emisiones que se generan por pequeñas arreglos de autos, las cuales pueden incluir pintado, reparación y restauración de carrocerías de automóviles, camiones ligeros y otros vehículos. Es importante señalar que el recubrimiento de vehículos nuevos no está incluida en esta categoría de fuente; debido a que se le debe considerar en el inventario de fuentes puntuales.

4.2.3.3 Recubrimiento de superficies arquitectónicas

Se refiere a la aplicación de recubrimientos tales como pintura, barniz o laca y el uso de solventes como adelgazantes y limpiadores a las superficies arquitectónicas de casas y edificios en general.

4.2.3.4 Pintura de tránsito

Se refiere al mantenimiento y reparación que se les da a los carriles, banquetas, marcas de dirección, señales de tránsito, superficies pavimentadas y no pavimentadas para facilitar el tráfico de vehículos, tanto en obras nuevas como las ya establecidas.

4.2.3.5 Limpieza de superficies (desengrasado)

Las operaciones de limpieza de superficies involucran el uso de solventes líquidos o vapores de solventes, para eliminar contaminantes insolubles en agua tales como grasa, aceite, ceras, depósitos de carbón, óxidos y alquitranes de superficies tales como metales, plásticos, vidrios y otros. Este proceso se lleva a cabo en una gran variedad de operaciones de manufactura, científicas y de reparación. Las operaciones de limpieza con solventes implican el uso de sustancias diversas, así como de distintos procedimientos de limpieza.

A la emisión total estimada con el factor de 3.27 kg/persona/año de AP-42, se le restaron 67 toneladas reportadas por las industrias para el inventario de fuentes puntuales.

4.2.3.6 Lavado en seco (limpiadurías o tintorerías)

El lavado en seco es un servicio para la limpieza de ropa, cortinas, artículos de cuero y otros productos de tela. En sus operaciones se utilizan solventes orgánicos halogenados o destilados de petróleo. El tamaño de los establecimientos de lavado en seco en Mexicali es desde plantas industriales medianas a pequeñas, por lo que todas se incluyen como fuente de área, cuya actividad se incrementa o disminuye conforme la época fría o caliente del año.

4.2.3.7 Artes gráficas

Las artes gráficas incluyen las operaciones que están relacionadas con la impresión de periódicos, revistas, libros y otros materiales impresos. Las emisiones que se generan dependen de la composición de las tintas de impresión la cual es muy variable, pero todas constan de tres componentes principales: pigmentos, aglutinantes y solventes. Los solventes se evaporan de las tintas hacia la atmósfera durante el proceso de secado. Predominan en esta ciudad los establecimientos pequeños, aunque se incluyen las editoras de periódicos.

4.2.3.8 Uso comercial y doméstico de solventes

Debido a los ingredientes de los productos comerciales y de consumo que sirven como agentes para el secado (a través de la evaporación), además durante el uso del producto se emiten co-solventes y agentes limpiadores.

Las emisiones de las categorías anteriores se calcularon utilizando factores per cápita, estimándose así que en Mexicali se emiten 5,440 toneladas al año de COV's, por el uso de solventes en sus diversas modalidades, tal como se describe en la Tabla siguiente:

Tabla 4.2.3.1 Emisiones de fuentes evaporativas

Categoría	toneladas anuales
Recubrimiento Industrial de Superficies	254
Pintado de Carrocerías	458
Recubrimiento de Superficies Arquitectónicas	1,141
Pintura de Tránsito	22
Limpieza de Superficies	1,718
Limpieza en Seco	327
Artes Graficas	322
Aplicación de asfalto	1,568
Uso Comercial y doméstico de Solventes	2,292
TOTAL	5,446

4.2.3.9 Aplicación de asfalto

Las superficies y pavimentos de asfalto están compuestos por un agregado compactado y un adhesivo de asfalto. El agregado transmite la carga desde la superficie hacia la base, absorbe el desgaste abrasivo del tráfico y proporciona una superficie antiderrapante. El adhesivo mantiene al agregado unido y evita los movimientos o pérdida de éste. Esta categoría de fuente maneja las emisiones de hidrocarburos de la evaporación de estos adhesivos.

En cuanto a la aplicación de asfaltos se tiene un consumo anual de 8,000 m³ caracterizado como de curado medio con una pérdida promedio del 20% del peso aplicado, resultando una emisión de 2,240 toneladas de VOC's.

4.2.3.10 Comercialización y Distribución de productos del petróleo

Por lo general, los diversos puntos de emisión asociados con el almacenamiento y transporte de productos de petróleo se consideran demasiado numerosos para ser incluidos en el inventario de fuentes puntuales en una región de inventario determinada. Por lo tanto estas pequeñas fuentes de evaporación necesitan ser incluidas en un inventario de fuentes de área. Dentro de esta categoría se identifican tres actividades:

Distribución de gasolina (incluye a las pipas de gasolina en tránsito, la descarga de pipas, la respiración de los tanques subterráneos, la carga de los vehículos y derrames durante la carga); carga de combustible en aeronaves y distribución de gas licuado de petróleo.

Es importante señalar que las emisiones generadas por almacenamiento de diesel y gasolina de la planta distribuidora de PEMEX se consideraron en el inventario de fuentes puntuales.

Distribución de gasolina

Para la distribución de gasolina en Mexicali, se transporta en pipas y poliducto desde la terminal de Rosarito hasta la terminal ubicada al poniente de la ciudad y de esta a las estaciones de servicio en pipas; por lo que se producen emisiones evaporativas que se presentan en todos los puntos del proceso de distribución de gasolina. Las operaciones consideradas como fuentes de área son las estaciones expendedoras de gasolina (estaciones de servicio o gasolineras) y las pipas distribuidoras de gasolina en tránsito.

De acuerdo a la información de la tabla siguiente, en 1996 se distribuyeron 602,561 m³ de gasolinas, la cual se distribuye al detalles a los vehículos mediante 130 estaciones de servicio, se estima que se emiten 1,596 ton/año de HC.

Tabla 4.2.3.2 Emisiones por almacenamiento y transporte de productos de petróleo

Combustible	Consumo 1996 (m ³)	Emisiones (Ton/año)
Nova	12,488.80	1,596
Magna	584,137.01	
Premium	3,940.00	
Total gasolina	602,561.81	

4.2.3.11 Carga de combustible en aeronaves

Los dos combustibles utilizados para las aeronaves son la turbosina y el gas avión. Las emisiones ocurren si el aire cargado de vapor en un tanque parcialmente vacío es desplazado a la atmósfera cuando se recarga el tanque. En 1996 se distribuyeron 13,999 m³ de turbosina y 1,779 m³ de gas avión los cuales generaron 0.117 toneladas/año de HC.

Tabla 4.2.3.3 Emisiones por carga de combustible a aeronaves

Combustible	Consumo (m ³)	Emisión (ton/año)
Turbosina	13,999	0.104
Gas avión	1,779	0.013

En 1996 las principales aerolíneas que consumieron turbosina fueron Mexicana con el 85%, A.S.A. (Aviación General) con el 8%, Aerolitoral el 3% y otras aerolíneas el 4%. Mientras que para el gas avión la aviación general consumió el 67% y la fumigación agrícola el 33% restante.

4.2.3.12 Distribución de Gas L. P.

Las fugas o la evaporación de los sistemas de almacenamiento y distribución de gas L.P. representan una importante fuente de contaminación cuyas emisiones debe ser consideradas cuando se desarrolla un inventario de emisiones de área. El Instituto Mexicano del Petróleo y algunos investigadores de la Universidad de California han identificado a las fugas de gas L.P. como una fuente potencialmente significativa de emisiones de hidrocarburos. Si bien una parte del gas L.P. es usado por los sectores industriales, comerciales y de servicios, en México el gas L.P. se usa sobre todo a nivel doméstico, tanto para cocinar como para calentar agua. En esta categoría de fuente se estiman las emisiones generadas en toda la distribución de gas L.P.

Al igual que en el resto del país en Mexicali, la distribución y almacenamiento del gas L.P. para uso doméstico se hace principalmente por medio de tanques portátiles de 45 kg que se venden en camiones distribuidores y además existe una pequeña zona de distribución por tubería subterránea. Los tanques vacíos se recolectan y se llenan en centros especializados de las dos empresas distribuidoras. Otra forma de almacenamiento del gas L.P. doméstico es en tanques estacionarios, cuya capacidades, por lo general de 300 kg., se usan principalmente en los restaurantes y pequeños establecimientos industriales y comerciales. Estos tanques se llenan a domicilio por camiones especiales equipados con mangueras. En Mexicali se cuenta con 2 empresas que en 1996, distribuyeron 62,774.5 toneladas de gas L.P., lo cual generó 2,260 toneladas de HC.

4.2.4 Fuentes industriales ligeras o comerciales

Se clasifican dentro de esta categoría las siguientes: Panaderías; Ladrilleras; Actividades de Construcción; Señales de Tránsito; Asados al carbón y Vendedores Ambulantes.

4.2.4.1 Panaderías

Se considera en las panaderías que la fermentación de la levadura produce emisiones de hidrocarburos, consistentes principalmente de etanol generado durante la fermentación y levantado de la levadura, así como en el horneado. Las emisiones provienen de un proceso biológico y, como es típico en estos procesos, dependen de un gran número de variables como la duración del tiempo de levantado para la levadura, la cantidad de azúcares fermentables en la masa y la temperatura de fermentación. Aplicando un factor per cápita, se estima que la emisión de hidrocarburos por elaboración de pan asciende a 76.4 toneladas durante 1996.

4.2.4.2 Producción de Ladrillos

En esta categoría no fue posible calcular sus emisiones, ya que no existe información sobre la cantidad de producción ni los tipos y cantidades de combustible utilizados, aunque extraoficialmente se estima existen 10 establecimientos asentados en el área sur de la ciudad en la zona conocida como Rivera Campestre y un número no determinado a más de 30 km. al oriente de la ciudad en el Valle de Mexicali.

4.2.4.3 Asados al carbón

La actividad de las carnes asadas se refiere al cocinado de carne, ya sea de res o de pollo, sobre una flama abierta durante la cual la grasa escurre adentro de la flama abierta y al quemarse produce partículas y gases orgánicos.

En Mexicali esta categoría es una de las principales, ya que los establecimientos se distribuyen en toda la ciudad. La comida preparada en estas unidades incluye fundamentalmente carne asada y al pastor para tacos, burritos, pollo asado y otras menos importantes como hamburguesas y "hot dogs". Los combustibles utilizados son carbón de leña y gas L.P.

El tipo de establecimientos es muy variado, desde vendedores ambulantes con una pequeña parrilla, hasta taquerías fijas con amplias instalaciones y horario de operación las 24 horas, aunque el horario más usual es de las 17:00 a las 23:00 horas.

En la tabla siguiente se muestran las emisiones generadas en este tipo de giros la cual representa 256 toneladas al año.

Tabla 4.2.4.1 Emisiones de asados al carbón

Tipo de carne	Cantidad consumida (ton/año)	Emisiones de PM10 (ton/año)	Emisiones de TOG (ton/año)
Res	6,346	208	24
Pollo	1,991	20	4
Total	8,337	228	28

4.2.5 Agricultura

Esta categoría abarca diferentes subcategorías que han sido características desde el origen de Mexicali, entre las que se pueden mencionar: Aplicación de plaguicidas, Corrales de Engorda de Ganado; Quemadas Agrícolas; Aplicación de Fertilizantes; Desechos de Animales y Labranza Agrícola, mismas que se presentan en las zona aledaña a la ciudad, con influencia también, en su parte norte, de emisiones de este tipo generadas del otro lado de la frontera, en el Valle Imperial California.

4.2.5.1 Aplicación de plaguicidas

En los cultivos del Valle de Mexicali se aplican diferentes tipos de plaguicidas y herbicidas para el control de plagas, principalmente insectos, nemátodos y malezas. Según datos proporcionados por la Delegación Estatal de la SAGAR se aplicaron en 1996 un total de 739,492 unidades (kilogramos o litros) de esos productos, tanto en mezclas líquidas o polvos en forma terrestre y aérea.

Las emisiones se estimaron mediante la metodología recomendada en el Manual de Fuentes de Area y los factores de AP-42, en los cuales se considera la presión de vapor del ingrediente activo, el tipo de concentración del producto, el contenido de COV's y la forma de aplicación. El cálculo se hizo a partir de las cantidades recomendadas por producto en cada cultivo de la zona y de las hectáreas cultivadas.

Se obtuvo una emisión total de 587 toneladas, correspondiendo el 23% a los gases del ingrediente activo y el 77% restante a los compuestos orgánicos volátiles presentes como ingrediente inerte.

4.2.5.2 Corrales de engorda de ganado

Los corrales de engorda de ganado son áreas utilizadas para engordar o retener el ganado antes de comercializarlo o transferirlo a otro lugar. Por lo general el proceso de engorda consiste en alimentar al ganado con una ración de alimentos balanceados de alta energía por un periodo de cuatro a cinco meses. Los corrales pueden ser una fuente importante de partículas fugitivas. El principal mecanismo de generación es el movimiento del ganado sobre el polvo del suelo y el estiércol seco. El tránsito vehicular y la acción del viento en la vecindad del corral también pueden contribuir a las emisiones de partículas. De acuerdo a Información proporcionada por la Secretaría de Fomento Agropecuario para el año 1996, se manejaron 98,300 cabezas de ganado lo cual generó 1,180 toneladas de PM₁₀.

4.2.5.3 Quemadas Agrícolas

Se considera en esta categoría a las quemadas de restos de cultivos en la zona agrícola, con el fin de preparar los campos para dobles cultivos o para el siguiente ciclo agrícola. De acuerdo a información proporcionada por la Delegación Estatal de SAGAR se tiene la siguiente tabla la superficie sujeta a la práctica de quemado.

Tabla 4.2.5.1 Superficie de quemas agrícolas

Cultivo	Superficie Cultivada (Ha)
Trigo	53,557
Espárrago	1,757
Zacate Bermuda	1,881
Total	57,195

Con los factores de AP-42, de cantidad de material combustible por hectárea y contaminantes emitidos aplicados al tipo de cultivo, se obtuvieron las emisiones de 18,279 toneladas al año como se consignan en la tabla siguiente:

Tabla 4.2.5.2 Emisiones por quemas agrícolas

PM 10	CO	HC
2,143	14,325	1,949

Toneladas Anuales

La época de mayor incidencia de emisiones es durante los meses de junio y julio y se debe a la gran superficie que representa el trigo, mientras que el zacate bermuda y el espárrago se queman en invierno.

4.2.5.4 Aplicación de fertilizantes

La aplicación de fertilizantes nitrogenados es muy variada, dependiendo del tipo de cultivo y características del suelo, principalmente. Sus formas de aplicación más usuales son granuladas esparcidas al boleó y líquidas o gaseosas diluidas en el agua de riego o inyectadas al suelo, lo cual produce emisiones de amoníaco (NH₃) a la atmósfera.

Los de mayor consumo son urea granulada con el 31%, 11-52-00 granulada con el 29%, UN32 con el 15% y amoníaco anhidro con el 11%, constituyendo el resto los fertilizantes del tipo N-P-K granulados y líquidos.

Sus emisiones están determinadas por el contenido de nitrógeno, influenciadas por factores como condiciones meteorológicas, características del suelo, técnicas de aplicación; para ello se han desarrollado factores de emisión que van de 12 a 187 kg de NH₃ por tonelada aplicada, basados en los factores mencionados, aunque se siguen investigando por U. S. EPA.

Se aplicaron 115,500 unidades (kilogramos o litros según la presentación) durante 1996, informó la Delegación Estatal de SAGAR - los cuales distribuyeron por fertilizante conforme a las recomendaciones de aplicación por hectárea de cultivo, resultando una emisión total de amoníaco de 2,745 toneladas.

4.2.5.5 Desechos de Animales

El ganado y otros animales domésticos de granja son otra fuente importante de emisiones de amoníaco. Estas emisiones resultan de la conversión del nitrógeno excretado en amoníaco y su subsecuente volatilización. Se piensa que el nitrógeno contenido en la orina del ganado se convierte fácilmente en amoníaco y se emite como tal. En cambio, las emisiones de amoníaco del estiércol por lo general requieren considerable descomposición.

En Mexicali existe una gran cantidad de instalaciones para la crianza y explotación de animales, localizadas alrededor de la ciudad en las zonas suburbanas agrícolas. Las especies que se manejan son principalmente gallina de postura, ganado vacuno, ganado caprino y ganado porcino; el ganado ovino y equino no son significativos.

De acuerdo al Censo Ganadero de 1996 proporcionado por la Secretaría de Fomento Agropecuario del Estado, se aplicaron los factores de emisión en kilogramos de NH₃ por cabeza por año a cada clasificación de animales, obteniéndose una emisión total de 1,554 toneladas, de las cuales el 70% corresponde a ganado vacuno, 12% a caprino, 10% a aves 8% a porcino.

4.2.5.6 Labranza Agrícola

El polvo fugitivo de las operaciones agrícolas puede contribuir de manera significativa a las emisiones de PM₁₀ en algunas áreas rurales. Por lo general las operaciones agrícolas se dividen en tres clasificaciones: preparación del suelo, mantenimiento del suelo y cosecha. La categoría de labranza agrícola se enfoca principalmente en la preparación del suelo. Ésta incluye operaciones tales como: arado, rastreo, nivelado, surcado y bordeo, además de la cosecha por medio de la trilla mecanizada.

Con la aplicación de la metodología propuesta en el Manual V y los factores de AP-42 a los cultivos y su respectiva superficie, se obtuvo una emisión de PM₁₀ de 1,283 toneladas.

4.2.6 Manejo de residuos

En esta categoría se incluyen las actividades que se refieren al tratamiento, controlado y no controlado de los residuos sólidos y líquidos de las áreas urbanas.

4.2.6.1 Incineración en Sitio

La incineración en sitio es la quema **confinada** de basura y otros desechos lo cual no se da en forma sistemática en la ciudad, por lo que no se realizó ningún cálculo al respecto.

Manejo de Residuos - Quema a Cielo Abierto

En algunas áreas la quema a cielo abierto es el método preferido para eliminar los residuos sólidos.

En Mexicali se recolectaron un promedio de 600 toneladas diarias, según información recabada en el Anuario Estadístico Municipal, la cual es enviada totalmente al relleno sanitario, no se tiene contemplada la incineración, solamente se da la quema clandestina y por incendio de basureros.

Estimaciones de la Oficina Municipal de Ecología indican que la basura quemada en forma clandestina llega al orden del 5%, lo que representa un total anual de 10,950 toneladas anuales, que generaron 750 toneladas de contaminantes al año, como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 4.2.6.1 Emisiones por incineración de basura

Descripción	PM 10	SOx	CO	NOx	HC
Factor (kg/ton)	8.0	0.5	42.0	3.0	15.0
Emisión (ton/año)	88	5	460	33	164

4.2.6.2 Tratamiento de Aguas Residuales

Existen procesos industriales que generan aguas residuales que contienen compuestos orgánicos. Esta agua residuales se recolectan, se someten a un tratamiento de sus contaminantes.

Además de las aguas residuales industriales, las plantas también pueden tratar aguas domésticas, institucionales o comerciales, así como aguas que ingresan al sistema de alcantarillado desde el suelo y desde los escurrimientos pluviales.

Al aplicar la metodología se estimaron las emisiones de las plantas de tratamiento operadas por la CESP, resultando una emisión de 92 toneladas anuales de hidrocarburos.

4.2.7 Fuentes de área misceláneas

En este apartado se incorporan todos aquellas categorías de fuentes emisoras que no tienen una clasificación específica pero sus emisiones son apreciables y medibles.

4.2.7.1 Incendios de Construcciones

Igual que otras fuentes de combustión, los incendios de construcciones generan emisiones de GOT, CO, NO_x y partículas. Sin embargo, a diferencia de otras fuentes de combustión, estos incendios no son intencionales y en consecuencia la cantidad de combustible quemado puede ser difícil de determinar.

De acuerdo a información disponible de la Dirección de Bomberos y Protección Civil, en 1996 ocurrieron 244 incendios en casas habitación, con emisiones estimadas de 29 toneladas distribuidas por contaminante conforme a la tabla siguiente:

Tabla 4.2.7.1 Emisiones por incendios en construcciones

PM 10	CO	NOx	HC
2	24	1	2

Toneladas anuales

4.2.7.2 Partículas de Caminos Pavimentados

Al circular los vehículos sobre las superficies de caminos pavimentados, el polvo que se ha depositado sobre la superficie pavimentada o que ha sido llevado a ésta, es arrastrado por la estela turbulenta del vehículo y se emite como partículas. En la actualidad, las emisiones se calculan como una función de la carga de sedimentos de la superficie pavimentada y del peso promedio de los vehículos que circulan sobre ella. A su vez, la carga de sedimentos es función del tipo de camino. Por lo general, los caminos con altos volúmenes de tránsito tienen menores cargas de sedimentos que aquellos con bajos volúmenes. El sedimento se define como el material que atraviesa una criba de malla 200 usando el método ASTM-C-136. Para el caso de Mexicali se consideró una carga de 0.32 g/m² (desarrollado por CARB para el Valle Imperial aplicable a calles locales) dado que la mayor parte de las zonas pavimentadas están en zonas residenciales. El cálculo efectuado como lo recomienda el Manual V, arroja una cantidad de 3,261 toneladas de PM-10 por efecto del paso de vehículos en este tipo de calles.

4.2.7.3 Partículas de Caminos No Pavimentados

Al igual que en calles pavimentadas, cuando los vehículos circulan sobre las superficies de los caminos sin pavimentar el polvo que contienen es arrastrado por la estela turbulenta del vehículo y es emitido como partículas. En el momento en que los vehículos pasan sobre la superficie la fuerza de las ruedas muele el material del camino en partículas más pequeñas reponiendo así parcialmente el contenido de sedimentos del camino.

Para el caso particular de Mexicali donde más del 40% de las calles no cuentan con carpeta asfáltica, y donde las calles solamente se les dá el paso con la maquinaria, la compactación del camino ha sido mediante el paso por años de los vehículos, y considerando el tipo de suelo existente en la ciudad, el cual es de vertisoles háplicos cuyo contenido de limo en un terreno suelto es del 22 al 26%, en los caminos no pavimentados por ser el limo la partícula más fina y por la presencia de lluvias erráticas y torrenciales estas pequeñas partículas van hacia las capas inferiores del suelo, quedando en la capa superior cantidades que van del 1 al 18% dependiendo del grado de compactación. Para la ciudad se consideró un 11% de limo (valor por omisión del Volumen V), para el caso de la humedad del suelo se consideró un 1.3%, esto de acuerdo a información proporcionada por técnicos de laboratorio de suelos, otra consideración que se hizo para el cálculo de las emisiones fue el peso promedio de los vehículos considerándose 1.9 toneladas, por último se estima que el recorrido de kilómetros acumulados por los vehículos que circulan en estas calles es de más de 175 millones.

Es importante mencionar que para el cálculo de las emisiones se utilizó la fórmula publicada en septiembre de 1998 por la EPA, debido a que esta modifica a la anteriormente publicada en Manual V de inventarios de emisiones de fuentes de área. Esta categoría genera 53,689 toneladas al año de PM-10.

4.2.7.4 Emisiones Domésticas de Amoníaco

Esta categoría consiste de diversas fuentes domésticas de amoníaco (NH_3) incluyendo los desechos de mascotas, la transpiración y la respiración humanas, el uso doméstico de amoníaco, el humo de cigarrillos y los desechos humanos sin tratar. A nivel individual, las emisiones de estas fuentes son relativamente pequeñas. Sin embargo, a nivel colectivo, suelen ser significativas.

Con los factores establecidas en el Manual V de la metodología, se estima una emisión anual de 450 toneladas de amoníaco.

4.3 Fuentes Vehiculares

En Mexicali las emisiones generadas por los vehículos automotores contribuyen significativamente en el deterioro de la calidad del aire, lo cual es producto del consumo de combustibles fósiles por el parque vehicular, cuya cantidad se ha venido incrementando en forma significativa en los últimos años; a su vez es importante mencionar que la conformación del parque vehicular en su gran mayoría esta integrado por vehículos importados de los Estados Unidos de Norteamérica predominando los vehículos antiguos con tecnología carente de dispositivos para el control de la contaminación.

Como parte importante del proyecto del Inventario de Emisiones de Mexicali fue probar la metodología propuesta para México en una ciudad mexicana fronteriza, en la integración del Inventario de Emisiones de Mexicali se realizó el inventario de emisiones generadas por el sector transporte utilizando los métodos recomendados en el Volumen VI -Desarrollo del Inventario de Vehículos Automotores- elaborado por Radian International para el Instituto Nacional de Ecología.

Como parte de las actividades del programa antes de iniciar la integración del inventario de emisiones en esta ciudad, se impartió un curso taller a los integrantes del grupo técnico con el propósito de que todos los integrantes estuvieran familiarizados con la serie de datos que son necesarios para la integración de un inventario de emisiones total y en caso de que su dependencia u organismo posea información, esta sea proporcionada para los fines del proyecto.

El inventario requirió recabar datos locales sobre la composición y características del parque vehicular, las condiciones climatológicas, consumo y características de combustibles, datos de actividad por tipo de vehículo, principalmente.

Para el desarrollo de los factores de emisión se utilizó el modelo MOBILE5-Juárez, el cual calcula los factores de emisión en gramos por kilómetro recorrido para hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno por cada tipo de vehículo que utilicen como combustible gasolina o diesel, a este modelo se le alimentaron los datos correspondientes a la ciudad de Mexicali para cada uno de los 12 meses del año 1996. Esto se hizo por considerar que la variación de las temperaturas máximas y mínimas tiene gran influencia en la determinación de los factores de emisión y por lo tanto repercute en las emisiones generadas por el sector transporte.

Para el cálculo de las emisiones de óxidos de azufre y plomo generadas en la ciudad de Mexicali se estimaron utilizando el balance de materiales, considerando el consumo y parámetros de calidad de gasolinas y diesel para el año 1996. Para estimar las emisiones de partículas PM_{10} se utilizaron factores recomendados por el Instituto Nacional de Ecología.

En la tabla siguiente se presenta el resumen de las emisiones estimadas para cada tipo de vehículo y para cada contaminante.

Tabla 4.3.1 Emisiones totales de fuentes vehiculares 1996 (toneladas)

Categoría de Vehículo	PM10	SO ₂	CO	NOx	HC	Pb	Total
Autos particulares	80	507	143,957	6,283	18,427	1	169,255
Taxis	1	7	2,102	92	269	NS	2,471
Pick-up	34	216	58,828	2,570	7,742	1	69,391
Camiones de pasajeros a gasolina	2	10	4,623	206	454	NS	5,295
Camiones de pasajeros a diesel	22	7	159	248	41	NA	477
Camiones de carga ligera a diesel	5	32	8,694	441	1,289	NA	10,461
Camiones de carga pesada a gasolina	7	47	21,621	962	2,122	NS	24,759
Camiones de carga pesada a diesel	363	107	2,638	4,113	673	NA	7,894
Motocicletas	1	4	451	12	167	NS	635
Total	515	937	243,073	14,927	31,184	2	290,638

Como puede notarse, la mayor fuente de contaminación del aire la constituyen los vehículos, sobresaliendo por su magnitud el monóxido de carbono en primer lugar, los hidrocarburos no quemados y evaporados en segundo término, seguidos por los óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre, partículas y plomo, en ese orden. También se concluye del cuadro anterior que los automóviles particulares y pick ups producen más del 80% de esos contaminantes.

4.4 Fuentes Naturales

Dentro de este sector las mayores emisiones son de partículas PM 10 siendo la principal fuente emisora la erosión del suelo por efecto del viento, debido a que esta ciudad se ubica en la zona desértica donde una extensa superficie no cuenta con vegetación y el tipo de suelo que es predominantemente arcilloso favorece el aporte de partículas. Dentro de las zonas identificadas como generadoras se tienen a las áreas agrícolas, los espacios sin cobertura vegetal dentro de la ciudad, caminos sin pavimentar y lotes baldíos.

Por lo que se refiere a las emisiones de compuestos orgánicos volátiles estas provienen principalmente de los cultivos de la región entre los que tenemos el trigo, las hortalizas, el algodón, el rye gras y la alfalfa, entre otras. El ciclo de cada uno de ellos es variable y es de unos meses medio año, a excepción de la alfalfa y frutales que son un cultivos perennes. También se incluyen las áreas verdes urbanas y la escasa vegetación nativa presente en la región.

Para este inventario se consideraron también las emisiones de óxidos de nitrógeno generadas por dicha vegetación, que sumadas a las anteriores significan el total de contaminantes emitidos por las fuentes biogénicas.

Tabla 4.4.1 Emisiones de fuentes naturales en 1996 (Toneladas)

Tipo de Fuente/Categoría	PM 10	NOx	HC	Total
Erosión Eólica				
Calles no pavimentadas y lotes baldíos	12,112	NA	NA	12,112
Cultivos	8,436	NA	NA	8,346
Vegetación				
Áreas verdes y cultivos	NA	1,348	3,441	4,789
Suma	20,548	1,348	3,441	25,337

En la tabla anterior se resumen las emisiones de fuentes naturales en cada de las categorías estudiadas y para cada tipo de contaminante presente.

4.4.1 Erosión Eólica

Durante los periodos de vientos de alta velocidad, las partículas pequeñas de polvo pueden ser arrastradas por el viento y emitidas a la atmósfera como partículas. Por lo general, estas emisiones se asocian con suelos perturbados, como los campos agrícolas en cultivo o grandes sitios de construcción. Además, las emisiones pueden originarse en terrenos baldíos, en cunetas que contienen tierra suelta y en caminos sin pavimentar. Los suelos naturales que no han sido perturbados se consideran fuentes no significativas de polvo movido por el viento.

4.4.1.1 Erosión en calles sin pavimentar y lotes baldíos

Se considera en este apartado un área de 797 hectáreas de calles sin pavimentar y 1,980 hectáreas de lotes baldíos, según información de la Dirección de Catastro, Control Urbano y Ecología, sujeta a los efectos del viento.

Para calcular las emisiones se utilizó la fórmula 11.50-1 del Volumen V de la metodología, con un factor climático "C" de 3.5 aplicado por CARB en el Valle Imperial, resultando una emisión de 12,112 toneladas de PM 10 anuales.

4.4.1.2 Erosión en cultivos

Para el cálculo de emisiones generadas por el viento en los cultivos se tomaron en cuenta los cuatro cultivos preponderantes – algodón, alfalfa, rye grass y trigo - en un radio equivalente a la distancia de la ciudad al aeropuerto y sus superficies respectivas, que totalizaron 47,500 hectáreas.

El método para estimar las emisiones es el recomendado en la metodología, incorporando los datos locales del clima y suelos, calculándose de esta forma una emisión de 8,436 toneladas de PM10 anuales.

4.4.2 Vegetación

Para el cálculo de las emisiones para este sector se consideraron los diferentes cultivos de la zona, la vegetación urbana y natural, estimándose emisiones de compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógeno utilizando el modelo PCBeis ajustado para las condiciones de vegetación y clima de Mexicali. Las emisiones fueron de 1,348 toneladas de NOx y 3,441 toneladas de hidrocarburos, haciendo un total de 4,789 toneladas al año.

5 Proyecciones

Con la finalidad de darle una perspectiva en el tiempo al inventario, se desarrollaron proyecciones al año 2005 por tipo de fuente y categorías, como fue previsto desde el Plan de Trabajo, para los mismos contaminantes evaluados, excepto el plomo cuya fuente principal es la gasolina Nova ya descontinuada para usarse en Mexicali y las emisiones de este contaminante por otras fuentes son muy poco significativas.

Las premisas básicas para la proyección son el crecimiento poblacional y el crecimiento industrial de donde se derivaron el incremento del parque vehicular y de otras categorías. Con las tasas de crecimiento se actualizaron las tasas de actividad para cada fuente o categoría a las que se les aplicaron los factores de emisión y de esa manera obtener la emisión proyectada de emisiones.

5.1 Generalidades

Conforme a los datos del Consejo Estatal de Población¹³, Mexicali tiene una tasa actual de crecimiento anual del 2.6%, con el cual se obtiene una población proyectada de 1996 a 2005 de 687,580 habitantes, equivalentes al 26% respecto a 1996, para la zona urbana y localidades cercanas consideradas dentro del área de estudio.

Con datos publicados por la Secretaría de Desarrollo Económico¹⁴ se estimó para 2005 un incremento global del empleo del 87.5%, con tendencia a la baja en la participación porcentual de la industria en este indicador, de donde se asume un incremento industrial promedio del 80% de 1996 a 2005, con predominancia de la industria maquiladora.

El porcentaje proyectado de incremento mencionado, se asume en virtud de no encontrarse proyecciones directas sobre indicadores industriales y de servicios al año 2005, de ahí que se tomaran las tendencias globales de crecimiento en la elaboración de los cálculos para la proyección de emisiones a la atmósfera de las diferentes fuentes consideradas.

De acuerdo a las emisiones proyectadas, presentadas por fuente y categoría en los incisos siguientes, se tendrá una disminución del - 6.3% global de 1996 a 2005, influido a la baja por fuentes vehiculares con -14.4% debido al cambio paulatino a modelos de automóvil más nuevos, por el -3.3% de fuentes naturales y por el -1.9% de fuentes puntuales; mientras que a la alza influyó el aumento de 15.3% en fuentes de área por el incremento poblacional que afecta prácticamente todas las categorías de esta clasificación. Esto se puede constatar en la Tabla 5.1.1 siguiente.

Tabla 5.1.1 Comparativo de Emisiones 1996-2005 por Tipo de Fuente

Sector	Emisión Estimada 1996 (Toneladas)	Emisión Proyectada 2005 (Toneladas)	Diferencia (%)
Fuentes Puntuales	15,568	15,278	- 1.9
Fuentes de Area	101,750	117,347	15.3
Fuentes Vehiculares	290,638	248,678	- 14.4
Fuentes Naturales	25,337	24,507	- 3.3
Total	433,293	405,810	- 6.3

¹³ CONEPO. 1999. Proyecciones de Población para el Estado de B. C.

¹⁴ Secretaría de Desarrollo Económico. 1999. Perspectivas Económicas de B. C.

Respecto a la emisión por contaminantes, las partículas PM10, el amoníaco y los óxidos de nitrógeno presentan incrementos del 16.6%, 1.6% y 1.1%, mientras que disminuyen el SO₂, el CO y los HC con -25.4%, -14.4% y -4.8%, respectivamente, como se anota en la Tabla 5.1.2.

Tabla 5.1.2 Comparativo de Emisiones 1996-2005 por Tipo de Contaminante (Toneladas)

Contaminante	Emisión Estimada 1996 (Toneladas)	Emisión Proyectada 2005 (Toneladas)	Diferencia (%)
Partículas PM ₁₀	84,989	99,138	16.6
Bióxido de Azufre	3,797	2,832	- 25.4
Monóxido de Carbono	266,738	228,196	- 14.4
Oxidos de Nitrógeno	18,547	18,753	1.1
Hidrocarburos	51,411	48,959	- 4.8
Amoniaco	7,809	7,932	1.6
Plomo	2	N. E.	N. E.
Total	433,293	405,810	- 6.3

No Evaluado

5.2 Fuentes Puntuales

La proyección de estas emisiones se efectuó en 2 partes: la primera se refiere a combustión y la segunda a procesos de producción. Inicialmente se separaron las emisiones por tipo de combustible utilizado, se estimó la cantidad de cada combustible a sustituir por gas natural según las líneas de distribución (combustóleo 13,690 m³, diesel 11,030 m³ y gas L. P. 31,990 m³), de donde se obtuvo el consumo base de combustibles y se proyectó el uso de cada uno al año 2005, utilizando el factor de 80% del crecimiento industrial. Para convertir esas cantidades a gas natural se usó la cantidad de energía equivalente de cada combustible respecto al gas natural obteniendo así un total de 46.8 millones de metros cúbicos que proyectados al 2005 con el mismo factor de 80% resultan 84.2 millones de metros cúbicos. Finalmente se aplicaron los factores de emisión de AP-42 a cada combustible, con lo que se obtuvo el valor proyectado de emisiones.

Las emisiones de proceso se proyectaron por empresa y por tipo de contaminante a partir de la cantidad emitida en 1996, aplicando el factor de crecimiento de 26% para las empresas nacionales cuya actividad está más ligada al crecimiento poblacional y el de 80% a las maquiladoras que son las industrias de mayor crecimiento en la región.

La Tabla 5.2.1 se presentan los resultados de las proyecciones por tipo de proceso y contaminante, el desarrollo del cálculo para llegar a esas cantidades se puede consultar en el anexo de cálculo.

Tabla 5.2.1 Emisiones de Fuentes Puntuales Proyectadas al año 2005

Categoría	PM 10	SO ₂	CO	NOx	HC	NH ₃	Total
Emisiones de Combustión	55	527	204	774	26	N. A.	1,586
Emisiones de Proceso	2,357	1,098	4,520	717	1,934	3,066	13,692
Total	2,412	1,625	4,724	1,491	1,960	3,066	15,278

Toneladas

En base a la tabla anterior y la Tabla 4.1.2.1 se observa un decremento de 1.9% respecto a 1996, debido principalmente a la disminución de emisiones de combustión por el uso de gas natural en sustitución de diesel y combustóleo.

5.3 Fuentes de Area

La forma de calcular la emisión proyectada en esta gama de fuentes, fue aplicando en la mayoría de los casos el factor de 26% de crecimiento poblacional proyectado a la tasa de actividad de cada una y enseguida el factor de emisión y/o modelo correspondiente (Mobile 5 Juárez o FAAED). Para el caso de combustión residencial y de servicios se estimó con información de la empresa distribuidora local que aproximadamente 120,000 personas utilizarán gas natural a nivel doméstico para el año de la proyección. En el caso de la combustión en fuentes comerciales e industriales se dividió el consumo de gas L. P. de 1996 en consumo de gas natural y gas L. P. en proporción similar a las fuentes puntuales (11% para L. P. y 89% para gas natural) proyectando el consumo de ambos con un incremento de 26%, ya que este se liga al crecimiento poblacional por estar relacionado con los servicios.

En el caso de las fuentes emisoras de las actividades agrícolas, se asumió que no habrá diferencias significativas en las emisiones, pues no se prevén cambios en los patrones de cultivo y la superficie manejada permanecerá prácticamente igual.

Respecto a las emisiones de partículas en caminos pavimentados y no pavimentados, se usó el total proyectado de kilómetros recorridos por los vehículos obtenido en fuentes vehiculares y se desagregaron de la misma forma que en el inventario para 1996.

Finalmente, la generación de aguas residuales se calculó con la cantidad de 2,335 litros por segundo, mencionada en el programa de desarrollo citado, como la capacidad que se tendrá en operación para el año 2005 en las diferentes plantas de tratamiento.

Tabla 5.3.1 Emisiones de Fuentes de Area Proyectadas al año 2005.

Categoría	PM 10	SO ₂	CO	NO _x	HC	NH ₃	Total
Combustión comercial, industrial ligera y de servicios	1	NS	4	20	1	NA	26
Combustión residencial	1	NS	35	189	6	NA	231
Locomotoras	6	4	34	237	14	NA	295
Aeronaves	NE	NS	174	32	23	NA	229
Otros equipos	46	20	461	252	67	NA	846
Cruces fronterizos	NS	NE	2,121	26	277	NA	2,424
Terminales de autobuses	3	NE	473	37	94	NA	607
Recubrimiento industrial	NA	NA	NA	NA	212	NA	212
Pintado de carrocerías	NE	NA	NA	NA	578	NA	578
Recubrimientos de superficies arquitectónicas	NE	NA	NA	NA	1,437	NA	1,437
Pintura de tránsito	NE	NA	NA	NA	28	NA	28
Limpieza de superficies en industria (desengrasado)	NA	NA	NA	NA	2,133	NA	2,133
Lavado en seco (tintorerías)	NA	NA	NA	NA	413	NA	413
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	406	NA	406
Aplicación de asfalto	NA	NA	NA	NA	1,980	NA	1,980
Uso comercial y doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	2,888	NA	2,888
Comercialización y distribución de combustibles	NA	NA	NA	NA	1,921	NA	1,921
Distribución de gas L. P.	NA	NA	NA	NA	1,510	NA	1,510
Panaderías	NA	NA	NA	NA	92	NA	92
Asados al carbón	288	NA	NE	NE	36	NA	324
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	587	NA	587
Corrales de engorda de ganado	1,180	NA	NA	NA	NA	NA	1,180
Quemas agrícolas	2,143	NA	14,325	NE	1,949	NA	18,417
Aplicación de fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	2,745	2,745
Desechos de animales	NA	NA	NA	NA	NA	1,554	1,554
Labranza agrícola	1,283	NA	NA	NA	NA	NA	1,283
Manejo de residuos (quema a cielo abierto)	110	7	580	41	210	NA	948
Tratamiento de aguas residuales	NA	NA	NA	NA	147	NA	147
Incendios en construcciones	2	NE	30	1	3	NA	36
Partículas de caminos pavimentados	4,109	NA	NA	NA	NA	NA	4,109
Partículas de caminos no pavimentados	67,187	NA	NA	NA	NA	NA	67,187
Emisiones domésticas de amoníaco	NA	NA	NA	NA	NA	567	567
Total	76,359	31	18,237	835	17,019	4,866	117,347

Toneladas NA: No Aplica NE: No Estimado NS: No Significativo

En la Tabla 5.3.1 se anotan las emisiones por contaminante y categoría de área proyectadas al año 2005, de la cual se deriva un aumento del 15.3% en el total de emisiones respecto a 1996. Influye significativamente en dicho incremento la emisión de partículas levantadas por el transporte en calles pavimentadas y no pavimentadas.

5.4 Fuentes Vehiculares

La forma en que se calcularon las emisiones proyectadas de los vehículos automotores es similar a la usada para 1996, se corrió el modelo Mobile 5 Juárez para obtener los factores de emisión por categoría de vehículo en cada mes del año y se aplicaron a la cantidad de kilómetros recorridos y los días de cada mes, de donde se obtuvo la emisión anual de hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

El número de vehículos se obtuvo de la proporción de vehículos por habitante en 1996 aplicada a la cantidad de población en el año 2005, para cada tipo de vehículo. Se mantuvo la cantidad de kilómetros recorridos por día por vehículo, ya que no se tiene información de cambios en este indicador, ni en el de velocidad promedio.

El consumo de combustibles se estimó a partir del promedio de consumo por kilómetro en 1996, por vehículos de gasolina y vehículos diesel, multiplicado por la cantidad de kilómetros recorridos proyectada a 2005, resultando 756,632 y 216,120 metros cúbicos de gasolina y Diesel Sin, respectivamente.

Respecto a la cantidad de bióxido de azufre, se calculó con el consumo global proyectado de gasolina y diesel, aplicando el porcentaje de contenido de azufre en peso consignado en la NOM-086-ECOL publicada por SEMARNAP/INE para regular la calidad de los combustibles. Las cantidades obtenidas, 1,032.3 toneladas en la gasolina y 143.5 toneladas en diesel, se distribuyeron por tipo de vehículo conforme a la proporción respecto al total de kilómetros anuales recorridos. El factor de emisión de partículas es el mismo de 1996 para gasolina y diesel. La emisión de plomo no se calculó, ya que en 1996 dejó de utilizarse la gasolina Nova en Mexicali, que significaba el origen principal de este contaminante.

Tabla 5.4.1 Emisiones de Fuentes Vehiculares Proyectadas al año 2005

Categoría de Vehículo	Vehículos	KrV Día	PM 10	SO2	CO	NOx	HC	Total
Autos particulares	211,860	45	101	636	131,203	6,993	16,151	155,084
Taxis	1,392	100	1	9	1,916	102	236	2,264
Pick-up	57,960	70	43	271	47,792	3,104	6,586	57,796
Camiones de pasajeros a gasolina	1,010	185	2	13	2,282	224	315	2,836
Camiones de pasajeros a diesel	326	185	28	8	166	178	31	411
Camiones de carga ligera a gasolina	8,454	70	7	40	7,882	479	1,058	9,466
Camiones de carga pesada a gasolina	8,742	100	9	58	10,678	1,049	1,475	13,269
Camiones de carga pesada a diesel	12,448	80	457	135	2,750	2,934	503	6,779
Motocicletas	1,198	70	1	6	566	16	184	773
Total	303,390	-	649	1,176	205,235	15,079	26,539	248,678

Con los datos de la tabla anterior se tiene un total de emisiones que representa una disminución de 14.4% respecto a 1996. La disminución obedece principalmente al cambio de la edad del parque vehicular - se hace más nuevo en promedio - supuesto dentro del modelo Mobile 5 Juárez.

Por contaminante, comparando con la Tabla 4.3.1, se nota aumento en partículas PM10 y SO₂ obtenidas por balance de materia, así como en NOx calculados con los factores de Mobile; los decrementos se dan en CO y HC con 15.5% y 14.9%, respectivamente, representando la tendencia a la baja por ser los de mayor emisión.

5.5 Fuentes Naturales

En lo que se refiere a este tipo de fuentes, la categoría de emisiones de vegetación no se realizaron proyecciones debido a que no existen tendencias de cambio significativas en las áreas verdes y los cultivos.

En erosión de suelos se tomaron los datos del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Mexicali, B. C. donde se anota una cantidad esperada de 1,840 hectáreas de lotes baldíos y una factibilidad técnico-económica de pavimentar 500,000 metros cuadrados de calles, los que se disminuyeron de los considerados para 1996 y con esos datos se calculó la emisión proyectada.

Tabla 5.5.1 Emisiones de Fuentes Naturales Proyectadas al año 2005

Categoría	PM 10	SO2	CO	NOx	HC	Total
Calles no pavimentadas y lotes baldíos	11,282	NA	NA	NA	NA	11,282
Partículas de tierras de cultivos	8,436	NA	NA	NA	NA	8,436
Vegetación	NA	NA	NA	1,348	3,441	4,789
Suma	19,718	-	-	1,348	3,441	24,507

Toneladas

NA: No Aplica

Se observa una disminución de 3.3% respecto a las emisiones de 1996 por la disminución del área que se espera esté sujeta a erosión, tanto en lotes baldíos como en calles sin pavimentar.

6 Aseguramiento y Control de Calidad

Con el objetivo de obtener resultados del inventario adecuados, se llevaron a cabo diversas actividades de control y aseguramiento de calidad, mismas que iniciaron desde el diseño del Plan de Trabajo, también con las opiniones y observaciones del Grupo Técnico respecto a los alcances, manejo y disponibilidad de información, aplicación de factores de emisión y metodología durante el desarrollo de los trabajos.

El Instituto Nacional de Ecología se encargó de definir los conceptos de aplicación de aseguramiento y control de calidad, así como de su seguimiento a través de cada etapa del proyecto, conforme al esquema que se describe en los siguientes incisos.

6.1 Aplicación de metodologías

Inicialmente se revisaron los manuales de Fundamentos del Inventario de Emisiones (Volumen II), Técnicas Básicas de Estimación de Emisiones (Volumen III), y Desarrollo del Inventario de Fuentes de Área (Volumen VI) de la serie de manuales para inventarios en México como referencias básicas para el desarrollo del inventario.

Se consultaron las secciones de AP-42 referentes a las categorías y subcategorías en estudio existentes en Mexicali.

Los procedimientos de cálculo y modelos para la estimación de emisiones fueron estudiados para determinar su aplicabilidad y adaptaciones necesarias de acuerdo al tipo de fuentes existentes en Mexicali, la información recabada de las fuentes de información y bibliografía, así como los requerimientos de datos en cada caso.

6.2 Cálculos

Los cálculos se realizaron siguiendo las recomendaciones de los manuales, y en general se verificó su desarrollo y exactitud para garantizar al máximo posible el resultado final.

Los supuestos, datos de entrada, información adicional y otras actividades referentes a los cálculos fueron documentados para posibilitar su revisión y verificación; la documentación de soporte cubre:

- Información proporcionada por las fuentes.
- Información bibliográfica.
- Archivos de entrada y salida de los modelos mecanísticos para computadora utilizados.
- Hojas de cálculo utilizando factores de emisión y balance de materiales.
- Memorias de cálculos manuales
- Reportes de resultados.

Los cálculos se elaboraron en forma manual, utilizando hojas de cálculo electrónicas y aplicando modelos mecanísticos como el PCBeis y Mobile 5 Juárez. En este último caso se cuidó la alimentación adecuada y correcta de los requerimientos de información del modelo, los supuestos que se tomaron en cuenta y la lógica de los resultados para Mexicali.

6.3 Manejo de información

En el proceso de transcripción de datos, desarrollo de cálculos, llenado de hojas de cálculo, aplicación de factores y aplicación de modelos se verificó la exactitud y veracidad de la transcripción de datos de las fuentes de información de origen, así como los trasposos de datos de las fuentes impresas a las hojas de cálculo y/o cálculos manuales, corrigiendo y actualizando cuando fue necesario.

Para efectos de dimensionar los resultados, se realizaron algunas comparaciones con respecto a emisiones del mismo tipo de otros inventarios.

7 Conclusiones

Como se puede observar, en esta ciudad son los vehículos automotores la principal fuente de emisión de contaminantes a la atmósfera, tanto las generadas por el proceso de combustión del combustible que los impulsa, como por su tránsito en las calles pavimentadas y no pavimentadas levantando partículas con sus ruedas.

Respecto a los vehículos es importante la tendencia a la disminución de emisiones conforme cambia a modelos más recientes el parque vehicular, por el cambio tecnológico que esto implica.

En lo que se refiere a la industria, esta tiene baja presencia en el total de emisiones, aunque deben regularse las emisiones de partículas en procesos, básicamente en manejo de granos en las industrias de alimento y manejo de agregados en minerales no metálicos, así como las emisiones fugitivas de hidrocarburos en los procesos de desengrase, limpieza y recubrimiento de superficies.

La disminución más importante en este sector se debe a la sustitución de combustibles pesados como el combustóleo y el diesel con gas natural, con lo que se reduce sensiblemente la emisión de bióxido de azufre.

Las emisiones generadas por las fuentes de área se distribuyeron en 34 subcategorías y 3 de fuentes naturales existentes en Mexicali.

Las máximas emisiones se registran en las partículas PM10, siendo las categorías más emisoras los caminos no pavimentados, la erosión en suelos agrícolas, las partículas generadas en caminos pavimentados por efecto del paso de los vehículos y el viento y las provenientes de quemas agrícolas.

De acuerdo a la aplicación del cuestionario a fuentes puntuales, este representó un buen avance técnico para el registro de las emisiones a nivel planta, sin embargo coincidieron diversos factores para su poca respuesta, como la necesidad de mayor tiempo para su llenado y devolución, la extensión del plazo para la entrega de la Cédula de Operación Anual y su carácter voluntario para la industria.

8 Recomendaciones

Establecer los mecanismos y acuerdos necesarios entre las dependencias federales, estatales y municipales para interrelacionar sus programas y actividades para asegurar el seguimiento de las políticas, líneas de acción y proyectos derivados del presente y próximos inventarios de emisiones.

Mantener e incrementar los controles administrativos, bases de datos y demás fuentes de información de datos de las dependencias oficiales, para la actualización continua del inventario de emisiones. Esto permitirá a la vez desarrollar escenarios de impacto de políticas y programas mediante el uso de modelos mecanísticos y de dispersión de contaminantes.

Establecer programas de aprovechamiento de espacios abandonados y/o regularización de lotes baldíos, cercándolos y forestándolos para evitar la acumulación de basura, pastos y fauna nociva que en un momento dado provocan emisiones contaminantes por quema o descomposición de materia orgánica.

Promover con la comunidad programas prioritarios de forestación con especies de árboles de baja emisión de orgánicos volátiles, estableciendo los mecanismos que incentiven la participación de los diversos sectores de la sociedad.

Establecer un programa de medidas de seguridad para la prevención de riesgos de incendio en el basurero municipal y lotes baldíos, a fin de evitar las altas emisiones anuales de contaminantes.

Incentivar a la industria que, en cumplimiento a las disposiciones ambientales, regule y disminuya sus emisiones al ambiente, principalmente en lo que se refiere a calibración de los equipos de combustión para disminuir las emisiones de CO e hidrocarburos, así como la instalación de equipos de control de emisiones de polvos y gases orgánicos volátiles.

Establecer un programa de control vehicular en el que se contemplen: verificación de emisiones y condiciones mecánicas, concientización de los automovilistas a que en forma voluntaria y conciente mantengan en niveles adecuados las emisiones de sus automóviles incentivando a aquellos que si cumplan, control por parte de las autoridades federales de los modelos de vehículos susceptibles de importar incluyendo límites de emisión que eviten el envejecimiento del parque vehicular.

Establecer un programa de revestimiento de calles sin pavimentar mediante el uso de agregados y aditivos que reduzcan las emisiones de PM10 y PM2.5 provocadas por la circulación de vehículos.

Incentivar a las autoridades y sector educativo por los esfuerzos que desarrollen en el establecimiento de acciones tendientes a prevenir la contaminación ambiental.

Generar una cultura en la sociedad mediante una campaña en los medios masivos de comunicación promoviendo los beneficios, objetivos, metas y líneas de acción establecidas para mejorar la calidad ambiental de la ciudad y el municipio. Esto puede incluir selección y disposición adecuada de la basura doméstica, utilización de productos del hogar biodegradables o con bajo contenido de solventes, mantenimiento vehicular adecuado, forestación, entre muchos otros.

Establecer con las instituciones educativas de enseñanza media y superior (UABC, CETYS, ITM, CBTIS, CETIS, etc.) programas de investigación y desarrollo para mejorar la recolección de información y establecimiento de bases de datos que apoyen la elaboración de inventarios, así como el desarrollo de modelos para prevenir situaciones de riesgo por contaminación ambiental y desarrollo de tecnologías domésticas regionales de reducción, reutilización y reciclaje de desechos en los hogares.

Promover la aplicación efectiva de la legislación ambiental que aun no está en práctica como la verificación vehicular y el control de quemadas agrícolas.

Impulsar los mecanismos que permitan generar en forma clara los reglamentos, normas y demás ordenamientos legales para el control más estricto de quemadas de basura urbana, disposición de llantas, utilización de rellenos sanitarios, etc. dentro del ámbito legal de las autoridades locales y estatales.

Establecer los mecanismos de participación interinstitucional entre diferentes órdenes de gobierno y organismos sociales tendientes a vigilar el cumplimiento de la reglamentación en materia de contaminación ambiental.

Con el propósito de seguir generando inventarios, es necesario iniciar con una serie de estudios cuyo objetivo sea el proporcionar mejores datos de entrada al modelo Mobile-Juárez, entre ellos se pueden

sugerir estudios de aforos vehiculares, tasa de actividad por tipo de vehículo, clasificación vehicular más detallada, grado de mutilación de los equipos de control de la contaminación en los vehículos, entre otros.

También se deberá considerar la realización de estudios para desarrollar factores de emisión propios para la región, donde se parta de un modelo de factores de emisión básicos obtenidos de pruebas vehiculares en Mexicali, además de patrones de manejo que permitan obtener un ciclo de manejo específico para la zona.

Considerando los grandes volúmenes de monóxido de carbono emitidos, es necesario iniciar a la brevedad con un programa de verificación vehicular en esta ciudad.

Mexicali se encuentra en rápido crecimiento, donde debido al parque vehicular viejo, la situación debe considerarse como un problema potencial, que puede incrementarse con el tiempo, por lo que es necesario emprender acciones tendientes a disminuir las emisiones de contaminantes para detener el deterioro de la calidad del aire.

Por último, será necesario continuar con el registro permanente del consumo y calidad de los combustibles que se suministran a la zona, principalmente respecto al contenido de plomo, contenido de azufre y PVR.

Es recomendable estudiar la utilización de métodos de estabilización de suelos y/o pavimentación de calles para reducir las emisiones de partículas generadas en calles no pavimentadas.

Proponer a las autoridades correspondientes instrumentar un programa de recuperación de vapores en terminales de servicio y distribución de combustibles.

9 Glosario de Términos

Aforo. Medición del número y tipo de vehículos que transitan en un punto dado de una vialidad durante un tiempo determinado.

Ambiente. Conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos (naturales o artificiales inducidos por el hombre), que propician la existencia, transformación y desarrollo de organismos.

Atmósfera. Capa de aire que circunda la tierra y que se extiende alrededor de 100 kilómetros por encima de la superficie terrestre. Su composición consiste en una mezcla de 78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno y 1% de diversos gases (Argón, Neón, Bióxido de Carbono y vapor de agua principalmente).

Atmósfera. Capa de aire que circunda la tierra y que se extiende alrededor de 100 kilómetros por encima de la superficie terrestre. Su composición consiste en una mezcla de 78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno y 1% de diversos gases (Argón, Neón, Bióxido de Carbono y vapor de agua principalmente).

Bióxido de azufre (SO₂). Contaminante producido durante los procesos de combustión de combustibles con contenido de azufre.

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

Combustibles fósiles. Compuestos orgánicos de los restos de plantas y animales que vivieron en la Tierra en épocas anteriores a la aparición del hombre (carbón mineral, petróleo y gas).

Combustibles. Sustancias capaces de sufrir una oxidación violenta acompañada de desprendimiento de calor y algunas veces de flama.

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

Contaminación. Presencia de materia o energía cuya naturaleza, ubicación o cantidad produce efectos ambientales indeseables, afectando la integridad física, biológica, química o radiológica de los ecosistemas.

Contaminación. Presencia de materia o energía cuya naturaleza, ubicación o cantidad produce efectos ambientales indeseables, afectando la integridad física, biológica, química o radiológica de los ecosistemas.

Contaminante. Sustancia que al incorporarse a la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier otra parte del ambiente, altera o modifica su composición, afecta la salud o impide su utilización como recurso.

Despepitadora de algodón. Industria dedicada a la separación de la semilla y fibra del algodón. La fibra se obtiene en forma de pacas comprimidas.

Ecosistema. Unidad estructural funcional y de organización básica de interacción de los organismos entre sí y con el ambiente, en un espacio determinado.

Emisión. Descarga de contaminantes a la atmósfera provenientes de vehículos, fuentes industriales, comerciales y residenciales, así como de fuentes naturales.

Energía. Capacidad de un sistema para desarrollar trabajo.

Erosión. Destrucción y eliminación de ciertas características físicas, químicas o biológicas de los suelos, por efecto climáticos o por la actividad del hombre.

Factor de Emisión. Relación entre la cantidad de contaminación producida y la cantidad de materias primas consumidas, energía utilizada o distancia recorrida.

Fuente Móvil. Máquina, aparato o dispositivo emisor de contaminantes que no tiene un lugar fijo (automóviles, barcos, aviones, etc).

Fuente. Sitio, sistema o vehículo desde el cual se emiten contaminantes.

Hidrocarburos. Compuestos orgánicos constituidos principalmente por Carbono e Hidrógeno en cantidades variables. Forman parte de los combustibles y lubricantes más usuales.

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.

Mineral. Material del que se extraen metales y otras sustancias que poseen aplicaciones diversas en la rama industrial, comercial o residencial.

Monóxido de Carbono. Gas tóxico, incoloro e inodoro, producido por la oxidación incompleta de combustibles de origen fósil.

Oxidos. Compuestos formados por Oxígeno y otro elemento exclusivamente. (ej. Monóxido de Carbono, Bióxido de Azufre etc.).

Parque Vehicular. Cantidad de vehículos automotores que circulan en un asentamiento humano.

Partículas. Contaminante suspendido en el aire generado por los procesos de combustión, calentamiento, transporte, producción y manipulación de materiales pulverizados o líquidos, formado de cenizas, hollín, humos, polvos, nieblas y aerosoles.

Productos de consumo de Vida Media. Bienes dedicados al consumo familiar con vida útil de pocos años representados principalmente por los aparatos domésticos, refacciones y accesorios.

Productos de consumo de Vida Larga. Bienes cuya duración es de varios años y se refiere a vehículos, maquinaria y equipo.

Vialidad. Conjunto de vías o espacios geográficos destinados a la circulación y desplazamiento de vehículos y peatones.

10 Referencias Bibliográficas

- Birth, T. L, Geron, C. D. y Pierce. T. E. 1996. User's Guide to the personal computer version of the Biogenic Emissions Inventory System (PCBEIS), Version 2.2. U. S. EPA. Research Triangle Park, NC. USA.
- CANACINTRA. 1997. Directorio Industrial de Mexicali. Cámara Nacional de la Industria de Transformación, Delegación Mexicali. Mexicali, B. C.
- California Air Resources Board. Laboratory Analysis Report (Reporte de los análisis de las muestras de gasolina Magna Sin, gasolina Premium y Diesel tomadas en Mexicali). Julio 1997. USA.
- Centro SCT 02, Departamento de Autotransporte Federal en Mexicali. Vehículos de Servicio Público de Autotransporte Federal Registrados (manuscrito). Mexicali, B. C.
- Comisión Nacional del Agua, Delegación en Baja California. 1996. Observaciones Climatológicas Estación Mexicali No. 24. Formato 212-50. Mexicali, B. C.
- Comité Planeación para el Desarrollo del Municipio de Mexicali. 1997. Anuario Estadístico Municipal de Mexicali 1997. Mexicali, B. C.
- CONEPO. 1999. Proyecciones de Población para el Estado de Baja California. Consejo Estatal de Población.
- DGE, 1993, Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California. Dirección General de Ecología, Gobierno del Estado de Baja California.
- Gámez, L. G. y J. Román Calleros. 1989. Los Agroquímicos: Su Impacto en el Medio Ambiente y la Salud Humana. Valle Imperial y Mexicali. El Colegio de la Frontera Norte. Mimeo.
- Gobierno del Estado de Chihuahua, et. al. 1998. Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez 1998-2002. México, D. F.
- INEGI, 1994. XI Censo de Servicios, Censos Económicos 1994 Baja California. Gobierno del Estado de Baja California, INEGI. Aguascalientes.
- INEGI, 1997a. Anuario Estadístico del Estado de Baja California. Gobierno del Estado de Baja California, INEGI. Aguascalientes.
- INEGI, 1997b. División Territorial del Estado de Baja California, de 1810 a 1995. INEGI. Aguascalientes.
- INEGI, 1998. Industria Maquiladora de Exportación, Mayo 1998. INEGI. Aguascalientes.
- Instituto Nacional de Ecología. Sin fecha. Propuesta del Inventario de emisiones de partículas generadas por fuentes móviles en la ZMVM para el inventario 1996. México, D. F.
- Instituto Nacional de Ecología. Sitio web del INE para acceso a información de calidad del aire. <http://www.ine.gob.mx> Programas para mejorar la calidad del aire.
- Keller, A. E. 1996. Environmental Geology. Prentice Hall. Seventh edition.
- PEMEX, Subdirección de Producción. Oficio SP-3-0124 dirigido a INE. Datos de Calidad de Combustibles y volúmenes de ventas para los años 1996 y 1997. 24 de Marzo de 1998.
- PEMEX, Superintendencia de Ventas Mexicali. Volumen de Ventas de Combustibles en Mexicali en 1996. Mexicali, B. C.
- Radian International LLC. Development of Mobile Emissions Factor Model for Ciudad Juarez, Chihuahua. Agosto 1996. USA.
- Radian International LLC. Mexico Emissions Inventory Program Manuals. Volume VI Motor Vehicle Inventory Development. February 1997. Sacramento, Ca. USA.
- Radian International LLC. 1996. Modelo Mobile5 Juarez Versión 5a.1 para PC. USA.
- Radian International LLC. 1997. Mexico Emissions Inventory Program Manuals. Volume III Basic Emissions Estimates Technics. Sacramento, Ca. USA.

- Radian International LLC. 1997. Mexico Emissions Inventory Program Manuals. Volume V Area Source. Sacramento, Ca. USA.
- Secretaría de Desarrollo Económico. 1999. Perspectivas Económicas del Estado de Baja California.
- Secretaría de Planeación y Finanzas, Departamento de Control Vehicular. 1996. Reporte de Estadísticas 1996 por Municipio. Mexicali, B. C.
- Secretaría de Planeación y Finanzas, Departamento de Control Vehicular. Distribución de Vehículos por año modelo en Baja California. 1998. Mexicali, B. C.
- U. S. EPA. 1996. Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Volume I: Point and Area Sources. Fifth Edition. USA.
- U. S. EPA, Quality Assurance Committee. 1997. Emission Inventory Improvement Program. Volume VI. Quality Assurance Procedures. Report No. EPA-454/R-97-004f. 1997. USA.
- UABC. 1991. Mexicali Una Historia. Tomo I. Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Autónoma de Baja California.
- Universidad Autónoma de Baja California, et. al. Estudio Integral de Vialidad y Transporte Urbano de Mexicali, Baja California , Informe de Inventario. 1994. Mexicali, B. C.
- Universidad Autónoma de Baja California, et. al. 1994. Estudio Integral de Vialidad y Transporte Urbano de Mexicali, Baja California , Informe de Inventario. Mexicali, B. C.
- Wolf, Marty, et. al. Comments on Draft Mobile Sources Interim Report “(comunicación a ICAR AMBIENTAL vía Fax)”. Julio de 1998. USA.
- Wolf, Marty, et. al. Comments on Draft Point Sources Interim Report “(comunicación a ICAR AMBIENTAL vía Fax)”. Mayo de 1999. USA.
- Wolf, Marty, et. al. Comments on Draft Area and Natural Sources Interim Report “(comunicación a ICAR AMBIENTAL vía Fax)”. Mayo de 1999. USA.
- XIV Ayuntamiento de Mexicali. 1993. Diagnóstico Ambiental del Municipio de Mexicali, Baja California. XIV Ayuntamiento de Mexicali.
- XV Ayuntamiento de Mexicali. 1997. Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali, B. C. 2010. COPLADEMM.