

INVENTARIO DE EMISIONES DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO



CONTAMINANTES CRITERIO
2010



Inventario de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 2010

Contaminantes Criterio

DIRECTORIO

Marcelo Luis Ebrard Casaubon

JEFE DE GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

Martha Teresa Delgado Peralta

SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE DEL DISTRITO FEDERAL

J. Víctor Hugo Páramo Figueroa

DIRECTOR GENERAL DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

Jorge Sarmiento Rentería

DIRECTOR DE PROGRAMAS DE CALIDAD DEL AIRE E INVENTARIO DE EMISIONES

INTEGRACIÓN DEL DOCUMENTO

COORDINADORES

Saúl Rodríguez Rivera

Subdirector de Inventario y Modelación

Ma. Cristina Ruiz Ramírez

Subdirectora de Planeación y Evaluación de Programas de Calidad del Aire.

EDICIÓN E INTEGRACIÓN DEL DOCUMENTO

Patricia Camacho Rodríguez

Petra Paz Ramírez

Saira Mendoza Pelcastre

Saúl Rodríguez Rivera

DESARROLLO TÉCNICO DE LA INFORMACIÓN

Francisco Hernández Ortega

María del Carmen Mendoza Pelcastre

María Cristina Ruiz Ramírez

María Magdalena Armenta Martínez

Miguel Ángel Flores Román

Patricia Camacho Rodríguez

Petra Paz Ramírez

Rosa Daniela Vázquez Samperio

Saira Mendoza Pelcastre

Saúl Pablo Siles Tapia

Saúl Rodríguez Rivera

Valeri Adriana Reyes Ramos

REVISIÓN: Jorge Sarmiento Rentería, Saúl Rodríguez Rivera, Patricia Camacho Rodríguez

DISEÑO DE PORTADA E INTERIORES: Ivalu Loya Moreno, Miguel Ángel Flores Román

D.R. © Secretaría del Medio Ambiente
Gobierno del Distrito Federal
Agricultura 21, 1er. Piso, Col. Escandón,
Del. Miguel Hidalgo, C.P. 11800
www.sma.df.gob.mx/inventario_emisiones/
Primera edición 2012

<i>Presentación</i>	7
<i>Agradecimientos</i>	9
<i>Introducción</i>	11
<i>Zona Metropolitana del Valle de México</i>	14
1.1. Características físicas y ambientales de la ZMVM	15
1.2. Consumo energético	16
<i>Inventario de Emisiones de la ZMVM 2010</i>	19
2.1. Emisiones anuales	19
2.2. Emisiones por jurisdicción	24
2.3. Especiación de Compuestos Orgánicos Totales	25
2.4. Distribución horaria	26
2.5. Distribución espacial	27
<i>Emisiones del Sector Industrial (Fuentes Puntuales)</i>	35
3.1. Emisiones anuales de las fuentes puntuales	36
3.2. Emisiones por contaminante	37
3.3. Emisiones por entidad y jurisdicción	41
3.4. Emisiones horarias	44
<i>Emisiones de las Fuentes de Área</i>	45
4.1. Emisiones anuales	45
4.2. Principales contaminantes y sus categorías de emisión	48
4.3. Emisiones horarias	52
<i>Emisiones de las Fuentes móviles</i>	53
5.1. Parque vehicular por tipo de vehículo y combustible	54
5.2. Edad del parque vehicular por tipo de combustible	55
5.3. Actividad vehicular y factores de emisión	57
5.4. Parque vehicular y emisiones por tipo de uso	59
5.5. Emisiones vehiculares por jurisdicción	65
5.6. Distribución horaria de las emisiones vehiculares	65
<i>Emisiones de las Fuentes Naturales</i>	67
6.1. Vegetación y suelos (emisiones biogénicas)	67
6.2. Erosión eólica	69
<i>Concentración de contaminantes y tendencia de emisiones de la ZMVM 2000-2010</i>	71
7.1. Tendencia de las emisiones	71
7.2. Comportamiento de los principales contaminantes	73
<i>Conclusiones y Recomendaciones</i>	75
8.1. Conclusiones	75
8.2. Recomendaciones	76
<i>Bibliografía</i>	77
<i>Anexos</i>	

Presentación

Para fortalecer los esfuerzos realizados para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, a través de la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire, actualiza los inventarios de emisiones contaminantes, con el fin de conocer el origen de la contaminación atmosférica, además de servir para diseñar y evaluar las medidas y acciones que permitan reducir las emisiones y mejorar la calidad del aire.

El presente documento tiene como objetivos el conocer las fuentes de emisión, las cantidades generadas y los compuestos emitidos. De esta manera, los inventarios de emisiones, el monitoreo y los modelos de calidad del aire forman parte fundamental de las herramientas básicas de que dispone el Gobierno del Distrito Federal para fortalecer la toma de decisiones en la gestión ambiental del aire y en la planeación de programas que contribuyen a evitar y/o reducir la generación de emisiones de contaminantes atmosféricos.

Los inventarios son el principal insumo para la modelación de emisiones y simulación de escenarios de la calidad del aire. La aplicación de los modelos MCCM (Multiscale Climate Chemistry Model), Flexpart, Hysplit y AERMOD, entre otros, proporcionan resultados útiles para jerarquizar e identificar con más precisión, el beneficio ambiental en la calidad del aire de las medidas que se están instrumentando o que se planean instrumentar.

El presente inventario de emisiones incluye la estimación de los contaminantes atmosféricos que se generan por las actividades cotidianas en el hogar (aseo personal, cocción de alimentos y calentamiento de agua); por las necesidades de traslado de personas y bienes (transporte particular y/o colectivo) y durante las actividades industriales, comerciales, de servicios y agropecuarias. Asimismo se cuantifican algunas emisiones naturales generadas por los incendios forestales, por la erosión eólica y por la vegetación.

Es importante destacar que los productos del presente inventario de emisiones y sus futuras actualizaciones, serán el insumo básico para el seguimiento del Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la ZMVM 2011-2020; también servirán para retroalimentar y proporcionar directrices para que se diseñen, cumplan y evalúen las estrategias y acciones que se incluyen como parte del Plan Verde y de nuevos programas e iniciativas que contribuirán a mejorar la calidad del aire. Por ello, el presente documento tiene como prioridad el análisis de las emisiones relacionadas con la contaminación por ozono y partículas.

El contenido del inventario está estructurado de la siguiente forma: en la introducción se describe un panorama general de la historia y utilidad del desarrollo de los inventarios de emisiones en la ZMVM; el capítulo uno muestra los aspectos generales de la Zona Metropolitana del Valle de México, describiendo datos de población, medios de transporte, consumo energético, así como sus principales características fisiográficas y climáticas.

En el capítulo dos las emisiones son analizadas por sector y jurisdicción, con el objetivo de mostrar a los tres niveles de gobierno las oportunidades de reducción de emisiones contaminantes. Se incluye además la distribución horaria y espacial de los contaminantes y el análisis de las emisiones de compuestos orgánicos totales por familia química.

Las emisiones generadas por sector y fuente emisora se describen en los capítulos tres, cuatro, cinco y seis. Además se presenta un análisis de la tendencia y evolución de las emisiones. Por último se incorpora un apartado de conclusiones y recomendaciones.

Esperamos que esta publicación sea un documento de consulta ciudadana que fortalezca la cooperación entre gobierno y comunidad, para seguir mejorando la calidad del aire y con ello, la salud de los habitantes del Distrito Federal y de la Zona Metropolitana del Valle de México.

MARTHA TERESA DELGADO PERALTA
SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE

Agradecimientos

La Dirección de Programas de Calidad del Aire e Inventario de Emisiones, adscrita a la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, agradece a las siguientes instituciones por sus aportes de información:

- Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) - Dirección General Adjunta de Finanzas y Operación– Subdirección de Operaciones ASA/Gerencia de Informática y Estadística,
- Cámara Nacional de la Industria de Artes Gráficas (CANAGRAF),
- Cámara Nacional de la Industria de Baños y Balnearios (CANAIBAL),
- Comisión Nacional Forestal – Regional Estado de México,
- Dirección Ejecutiva de Operación del Sistema de Aguas de la Ciudad de México,
- Dirección General del Heroico Cuerpo de Bomberos del Gobierno del Distrito Federal,
- Ferrocarril y Terminal del Valle de México, S.A. de C.V.-Dirección de Operación,
- PEMEX Refinación-Gerencia de Coordinación Comercial/Subgerencia de la Administración de la Demanda,
- PEMEX Gas y Petroquímica Básica-Gerencia de Comercialización de Gas LP en la ZMVM/Subgerencia de Mercado Nacional,
- Planta de Asfalto del Gobierno del Distrito Federal,
- Red de Transporte de Pasajeros del Gobierno del Distrito Federal,
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Delegación Distrito Federal-Centro de Estadística Agropecuaria,
- Secretaría de Energía - Dirección de Enlace, Estadística y Asuntos Especiales de la Dirección General de Gas LP,
- Secretaría de Transporte y Vialidad del Distrito Federal,
- Comisión de Recursos Naturales de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal,
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México,
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno Federal,
- Sistema de Corredores de Transporte Público de Pasajeros-Metrobús.

Introducción

Con la finalidad de aumentar el conocimiento de la problemática de la contaminación del aire de la Ciudad de México, desde el año 1972 con la creación de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia en ese entonces, se inició el desarrollo de los inventarios de emisiones. Algunos de éstos se publicaron como parte de otros documentos, como el inventario de emisiones de la ZMVM del año 1988 que se incluyó en el Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica (PICCA), a principios de la década de los noventa.

Posteriormente se desarrollaron otros inventarios, sin embargo, sólo se presentaron los resultados sin dar a conocer la metodología, ni las fuentes de información que los sustentan bien. A partir de 1998, se publican bianualmente los inventarios de emisiones de contaminantes criterio.



Figura 1.1 Publicaciones de los Inventarios de Emisiones

Desde 1990 a la fecha, los resultados de los inventarios de emisiones han sido el insumo principal de los programas instrumentados en la ZMVM para mejorar la calidad del aire.

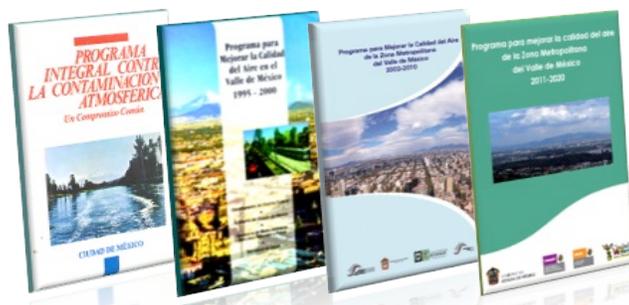


Figura 1.2 Programas de la Calidad del Aire de la ZMVM

Para elaborar y actualizar los Inventarios de Emisiones de Contaminantes Criterio de la ZMVM, se ha utilizado como base la metodología desarrollada por la autoridad ambiental federal, incorporando además en las actualizaciones: mejores prácticas para aumentar el aseguramiento y control de calidad de los resultados; revisión, evaluación e incorporación de actualizaciones metodológicas nacionales e internacionales; recopilación de información reciente y suficiente para mejorar y/o incorporar al inventario nuevos sectores de importancia.

Una de las principales mejoras realizadas al inventario de emisiones durante esta administración, es el desarrollo de un sistema interno con base en el lenguaje de programación SQL, para agilizar y aumentar la desagregación y confiabilidad de la flota vehicular obtenida de las bases de datos de los Programas de Verificación Vehicular Obligatorio, con lo cual se realizó una clasificación más detallada, por ejemplo, debido al aumento de camionetas particulares SUV (por sus siglas en inglés, Sport Utility Vehicle), estas se incorporaron en una categoría propia. Por la importancia que tiene el transporte de carga, se desagregó este sector en varias categorías con base en su peso bruto vehicular.

Además, como el transporte público de pasajeros ha cambiado, a las categorías vehiculares de este sector se les reasignó un factor de emisión de acuerdo al peso bruto vehicular, por ejemplo: en la categoría de combis, que actualmente la mayor parte son camionetas tipo panel (de mayor capacidad y peso vehicular), les corresponde un factor de emisión más alto, de igual forma, por el peso bruto de los microbuses, estos cambiaron de una categoría de emisión de vehículos ligeros, a una de vehículos pesados.

Por otra parte, con base en estadísticas nacionales del mercado de recubrimientos y tintas, se elaboraron factores de emisión locales para mejorar la estimación de emisiones de COV en el recubrimiento de superficies arquitectónicas, el recubrimiento de superficies industriales, artes gráficas, pintura automotriz, pintura en tránsito y pinturas en aerosol.

Referente al cálculo de emisiones de polvo fugitivo (partículas PM10 y PM2.5) provenientes de las vialidades pavimentadas, se mejoró la estimación con el empleo de metodologías recientemente publicadas por la Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos de América (US-EPA), además, se amplió la utilización de datos locales que demanda esta metodología.

Por otro lado, por recomendaciones de investigadores en materia ambiental como el Doctor Mario Molina y su grupo de colaboradores, se recopiló y procesó información para agregar al inventario, la estimación de emisiones de nuevas categorías relacionadas con los sectores agrícola, ganadero y de la construcción.

Con la finalidad de mejorar la aplicación de los modelos de calidad del aire que se tienen en operación, se actualizó la distribución espacial y temporal de las emisiones vehiculares con base a los resultados de la encuesta origen destino que realizó el INEGI para la ZMVM en el año 2007. Esto servirá para tener mejoras en la los modelos de calidad del aire que se utilizan, como es el caso del Multiscale Climatic Chemistry Model (MCCM), que nos ha permitido estimar la calidad del aire como resultado de la aplicación de nuevas medidas de reducción de emisiones y con la aplicación de los modelos de trayectoria (Flexpart o Hysplit) para determinar las posibles fuentes que ocasionan elevadas concentraciones de SO₂.

El principal objetivo del inventario de emisiones de contaminantes criterio, es analizar las emisiones de dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos totales (COT), compuestos orgánicos volátiles (COV), amoníaco (NH₃) y partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5 respectivamente). Al igual que todos los inventarios de emisiones realizados desde el año 1998, el presente documento estará disponible para su consulta en la página web de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal:

http://www.sma.df.gob.mx/inventario_emisiones/.

Zona Metropolitana del Valle de México

La Zona Metropolitana del Valle de México, aloja a más de 20 millones de personas, que se distribuyen en las 16 delegaciones del Distrito Federal y 59 municipios del Estado de México (GODF, 2006). En el año 2010, para satisfacer las actividades de la ZMVM, se consumieron 527 Petajoules de energía, que son demandados por más de 5.3 millones de viviendas y 5 millones de vehículos; así como para cubrir los requerimientos energéticos de 78 mil industrias y de aproximadamente 123 mil comercios y servicios (Ver Figura 1.3).

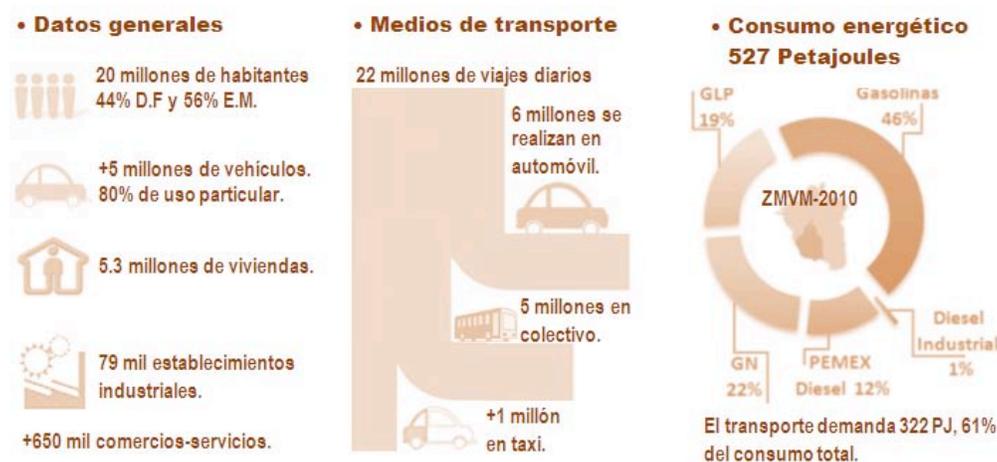
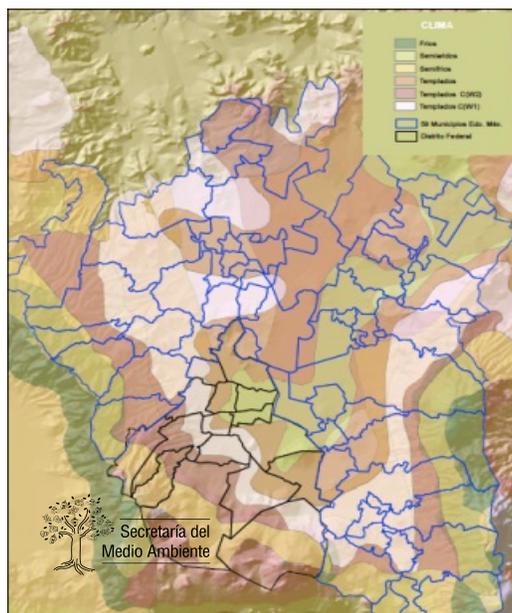


Figura 1.3 Aspectos generales de la ZMVM-2010

Los principales elementos que determinan la calidad del aire de la ZMVM, son las emisiones antropogénicas generadas por las actividades que se desarrollan dentro de la zona, así como las características geográficas y climáticas que condicionan la acumulación o dispersión de los contaminantes liberados al aire.

Por su posición latitudinal la radiación solar en la ZMVM es intensa, lo que acelera reacciones fotoquímicas de contaminantes en la atmósfera como el ozono y las partículas secundarias. La cadena montañosa que la rodea, propicia el estancamiento de contaminantes. Asimismo, debido a su altitud (2,240 msnm), el contenido de oxígeno en el aire es aproximadamente 23% menor que a nivel del mar (Molina, 2002) lo cual ocasiona que los procesos de combustión sean menos eficientes.

1.1. Características físicas y ambientales de la ZMVM



La superficie total de la ZMVM es de 7,718 km², de los cuales, el 19% corresponde al Distrito Federal y el 81% al Estado de México (INEGI, CONAPO y SEDESOL, 2007).

En la ZMVM, el clima es templado semiseco en la región noreste, en el centro predomina el templado subhúmedo y en las regiones altas el tipo semifrío subhúmedo. De manera general, la entrada principal de viento se ubica en la zona norte, aunque puede darse que el flujo del viento sea de sur a norte (INEGI, 2007).

Figura 1.4 Zona Metropolitana del Valle de México y sus climas, 2010

En la ZMVM se reconocen dos temporadas climáticas: una húmeda (lluvias) y otra seca que tiene dos micro-estaciones, seca-caliente (marzo a mayo) y seca-fría (noviembre a febrero). En el año 2010, la temperatura promedio anual que se registró en la zona, osciló entre los 11°C y 19°C. En el mes de diciembre se presentaron las temperaturas más bajas y en el mes de mayo se alcanzaron las más altas.

Respecto al registro de la humedad en el aire, los valores más elevados se presentaron en la temporada de lluvias, con un máximo de 78% de humedad en el mes de julio. Por lo que se refiere a la precipitación, durante los meses de julio a septiembre se presentan los registros más altos; en general, el promedio acumulado de precipitación fue de 685 milímetros, durante estos meses se acumuló el 64% del total anual precipitado (Ver Figura 1.5).

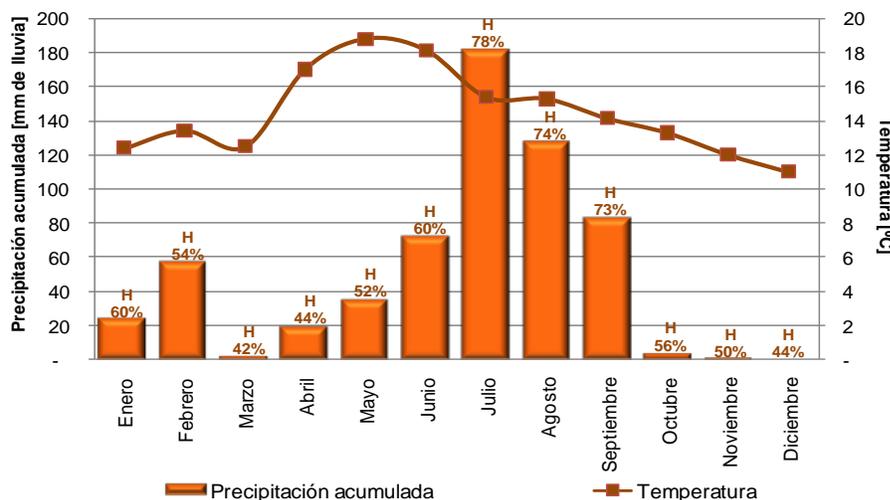


Figura 1.5 Precipitación acumulada, temperatura y humedad relativa del aire, ZMVM-2010

La altura de la capa de mezclado, es el límite de la región de la atmósfera donde se dispersan y mezclan los contaminantes del aire debido a la turbulencia. Esta altura depende de las condiciones de calentamiento del aire y de la velocidad del viento, por lo que presenta variaciones a través del día y del año. La altura promedio anual de la capa de mezclado para el año 2010 fue de 1,290 metros (SMA-GDF, 2011), el valor máximo se reportó en el mes de mayo (1,771 metros) y el mínimo en el mes de enero (888 metros).

Las inversiones térmicas son sinónimo de estabilidad atmosférica de tipo temporal que favorece el estancamiento de los contaminantes. En el año 2010, el número de inversiones térmicas ascendió a 107 y se presentaron con mayor frecuencia en los meses de abril y diciembre (SMA-GDF, 2010).

Los usos del suelo que predominan en la ZMVM son: bosques, pastizales, matorrales, agricultura y zona urbana. Con respecto a la agricultura, las tierras de temporal son las que ocupan mayor superficie que van desde las llanuras hasta las altas sierras. Se presenta vegetación de clima templado frío y semiárido como los bosques de oyamel, bosque de pino, bosque de encino, matorral, pastizal, agrupaciones halófilas y vegetación acuática.

En la ZMVM, se han identificado aproximadamente 1,500 especies de plantas vasculares. Además, cabe mencionar que en la zona urbana, la vegetación original se encuentra modificada o incluso ha desaparecido.

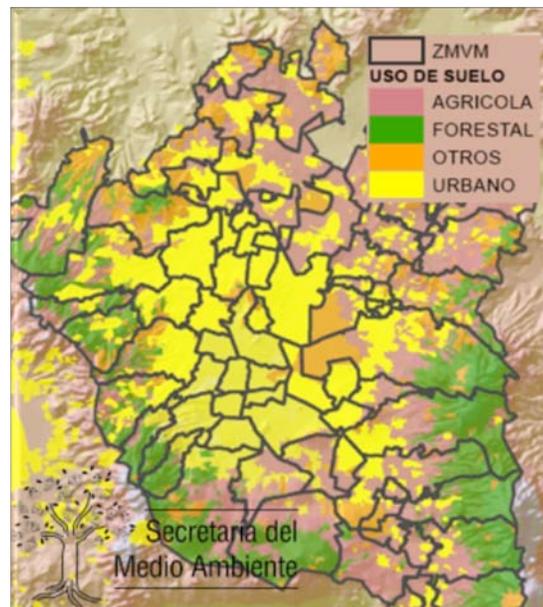


Figura 1.6 Uso de suelo en la ZMVM-2010

1.2. Consumo energético

El consumo energético de combustibles fósiles da un panorama del potencial contaminante que tienen los diferentes sectores para generar emisiones a la atmósfera por la quema del combustible. En los últimos 20 años se ha ido incrementado el consumo energético, pasando de 443 Petajoules (PJ) en 1990 a 527 PJ en 2010, siendo el sector transporte el que registra los mayores consumos, con un incremento de 78 PJ en estas dos décadas.

En este mismo periodo la demanda de combustible industrial registró un decremento de 11 PJ, lo cual posiblemente es un reflejo de la economía del país y costo del combustible, así como de las mejoras en eficiencia energética para la producción de bienes. En la Figura 1.7 se muestra la tendencia de consumo energético de la ZMVM durante el periodo de 1990 a 2010.

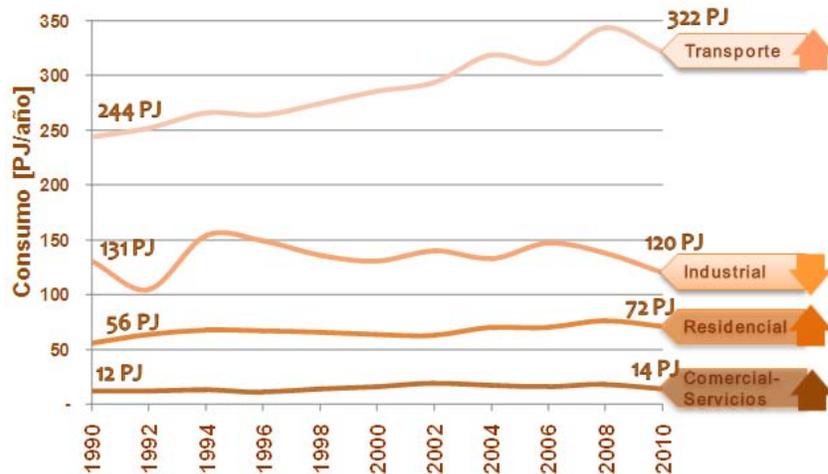


Figura 1.7 Tendencia del consumo energético de la ZMVM, periodo 1990-2010

En el año 2010 se utilizaron 527 PJ, que transformados a litros de gasolina equivalente son alrededor de 45 millones de litros por día. El transporte (fuentes móviles) es el sector de mayor demanda, ya que utilizó el 61% del total de la energía consumida. En la Tabla 1.1 se presenta el consumo energético de la ZMVM por tipo de combustible, en ella se pueden apreciar que los de mayor demanda en la ZMVM son: la gasolina Magna con el 42% del consumo, el gas natural con el 22% y el gas licuado de petróleo (gas L.P.) con el 19%.

Tabla 1.1 Consumo energético por tipo de combustible en la ZMVM-2010

Tipo de combustible	Consumo anual		Energía disponible	
	[millones de barriles]	[millones de litros]	[PJ]	[%]
Gasolina Premium	3.7	586	19	4
Gasolina Magna	43.8	6,964	223	42
Diesel industrial bajo azufre	0.7	108	4	1
PEMEX Diesel	11.3	1,793	64	12
Gas natural	21,691.7	3,448,703	117	22
Gas L.P.	23.4	3,725	100	19
Total ZMVM	21,774.6	3,461,880	527	100

NOTA: No incluye turbosina, ya que la mayoría se consume fuera de la ZMVM y por encima de la capa de mezclado.

La Figura 1.8 presenta el consumo energético de combustibles fósiles por sector; como se dijo anteriormente el principal demandante es el sector transporte, básicamente con requerimientos de gasolina Magna y diesel. Por otra parte, en el sector industrial predomina el uso de gas natural, con el 90% del consumo; en los sectores residencial y comercial, el consumo es cubierto en su mayoría con gas L.P.

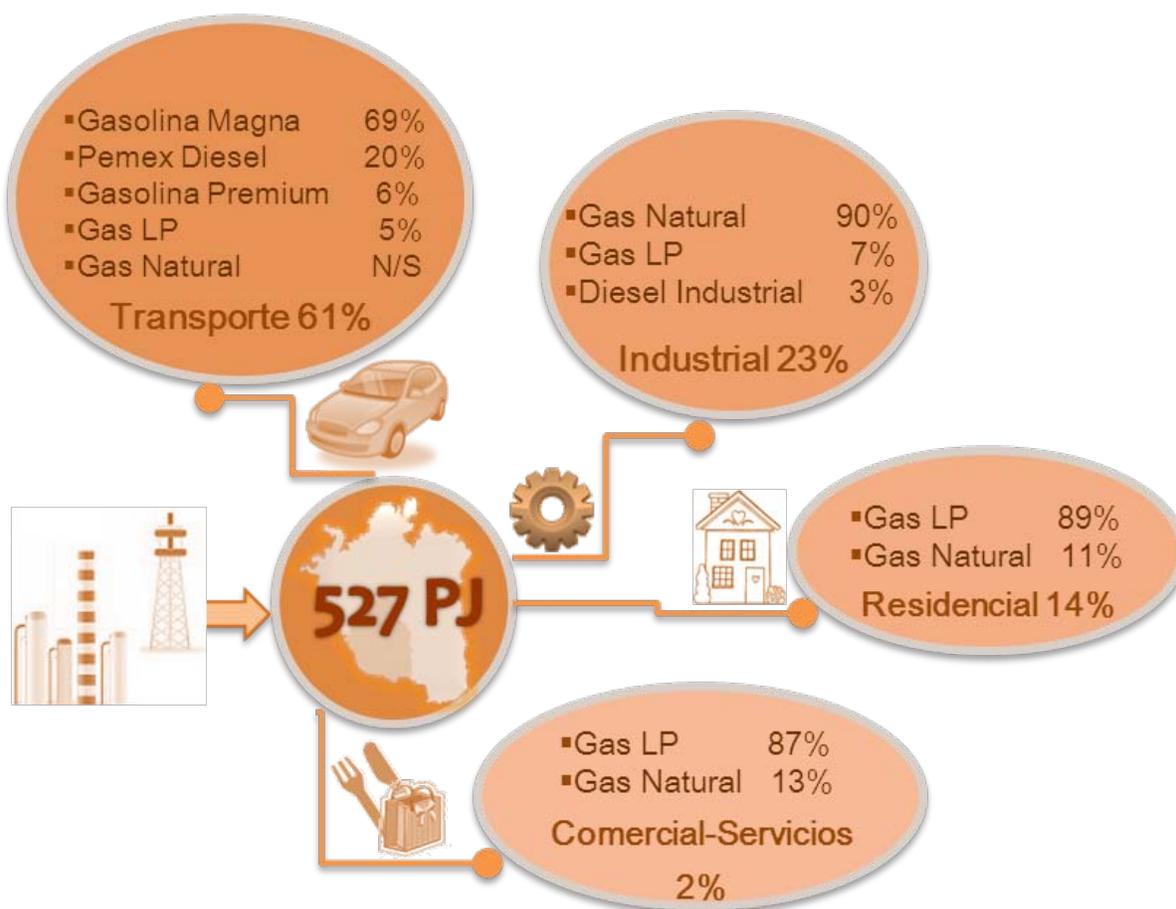


Figura 1.8 Consumo energético por sector, ZMVM-2010

Inventario de Emisiones de la ZMVM 2010

La calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México, está determinada por el balance dinámico entre las emisiones contaminantes liberadas al aire y la capacidad de la región para eliminar, dispersar o concentrar dichos contaminantes.

Aunque la fisiografía de la región y las condiciones meteorológicas pueden determinar los niveles de contaminación atmosférica que alcanza la ZMVM, únicamente la reducción de emisiones logrará extender el tiempo en que la calidad del aire sea “buena”, lo cual permitirá reducir los riesgos a la salud para los habitantes de la Ciudad de México.

Es de utilidad saber que los vehículos de combustión interna y las industrias generan gran parte de los contaminantes al aire, sin embargo, también es importante mencionar que las actividades que realizamos dentro de nuestras casas, aun las más básicas y cotidianas como el arreglo y aseo personal, la limpieza del hogar, la cocción de alimentos, entre otros, tienen una contribución importante. Debido a esto, todos los que habitamos o que realizamos alguna actividad en la ZMVM, podemos ayudar en la reducción de emisiones contaminantes para mejorar la calidad del aire que respiramos.

Con la finalidad de establecer y priorizar las áreas de oportunidad para reducir emisiones, se estimó la generación de contaminantes del aire de las principales fuentes ubicadas en la ZMVM.

La siguiente sección presenta el inventario de emisiones de la ZMVM del año 2010 por tipo de contaminante, sector o categoría.

2.1. Emisiones anuales

Es importante mencionar que en este inventario a diferencia de los anteriores, se incluye una nueva clasificación donde se agrupan las fuentes de área en sectores o categorías específicas para identificar de forma más precisa la procedencia de las emisiones. En la Tabla 2.1 se puede apreciar la generación de emisiones por sector o categoría de la ZMVM; asimismo, en las Tablas 2.2 y 2.3 se presenta el aporte de emisiones desagregado como en inventarios anteriores.

Tabla 2.2 Inventario de emisiones de la ZMVM, 2010

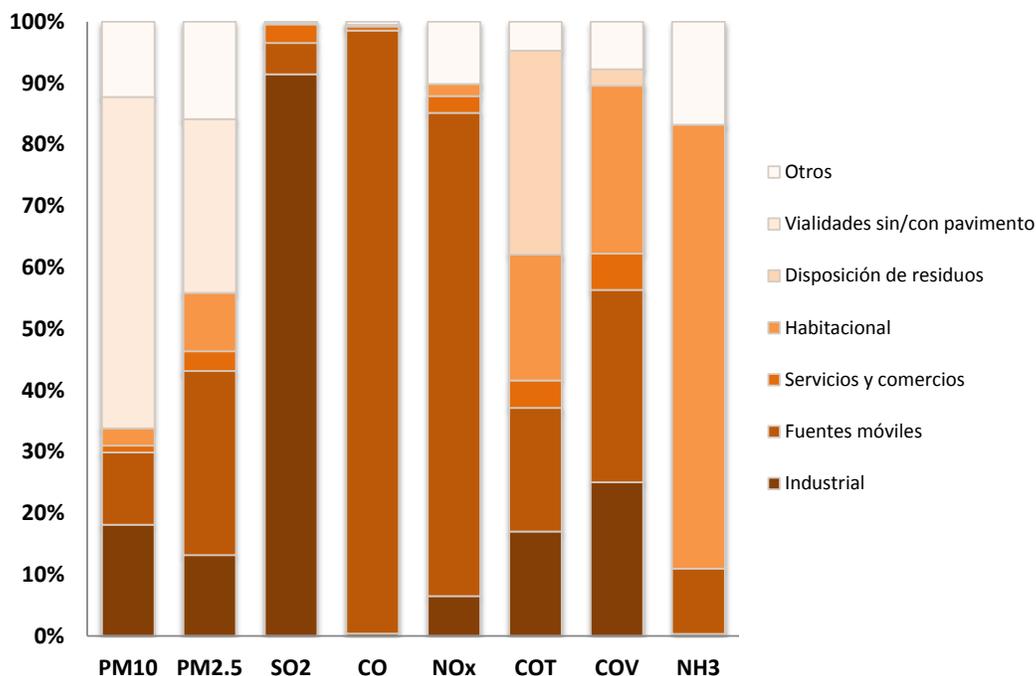
Sector/categoría	Emisiones [t/año]							
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Industrial	5,721	1,219	7,423	6,324	13,953	169,514	150,933	145
Fuentes móviles	3,720	2,769	411	1,587,662	169,005	200,010	188,414	4,448
Servicios y comercios	349	298	245	11,441	5,878	44,593	35,557	N/S
Habitacional	905	880	19	4,427	4,274	203,913	164,747	30,237
Construcción	845	607	N/S	4,767	12,001	1,441	1,381	N/S
Agrícola	2,300	652	8	1,746	4,683	529	491	2,182
Ganadero	112	13	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4,824
Disposición de residuos	N/A	N/A	N/A	153	N/A	330,557	16,090	N/E
Vialidades sin/con pavimento	17,046	2,615	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Incendios	97	86	9	992	32	78	42	9
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	5,026	44,774	44,774	N/A
Erosión eólica del suelo	511	108	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	31,606	9,247	8,115	1,617,512	214,852	995,409	602,429	41,845

N/A No Aplica

El sector industrial incluye las emisiones estimadas como fuentes puntuales y las emisiones de COT y COV generadas por la categoría de mantenimiento de superficies y recubrimiento industrial. En la categoría de fuentes móviles, se incluyeron todos los vehículos motorizados que circulan por las vialidades. En el sector servicios y comercios, se incluyen una gran variedad de fuentes dispersas y pequeñas como hoteles, gasolineras, hospitales, centros comerciales, entre otros, que proporcionan algún tipo de prestación o servicio que generan emisiones a la atmósfera.

En el sector habitacional se reportan las emisiones generadas por las actividades cotidianas que se realizan en el hogar como el uso de energéticos para la cocción de alimentos y el calentamiento de agua y el uso de una gran variedad de productos que contienen solventes. En el caso del sector de la construcción, se reportan las emisiones de partículas generadas por el movimiento de tierra y los contaminantes generados por el uso de la maquinaria. El sector agrícola y ganadero incluye emisiones generadas por la aplicación de fertilizantes y plaguicidas, así como de partículas de polvo que se suspenden por la labranza, y emisiones de amoníaco producidas por los residuos generados por el ganado (vacuno, porcino, caprino, pollos, entre los principales). En la disposición de residuos, sólo se considera la emisión de COT y COV que provienen de la degradación de los residuos sólidos (basura) y del proceso de tratamiento de las aguas residuales. En la categoría de vialidades, se incluyen las partículas de polvo fugitivo que se desprenden por el paso vehicular en las vialidades con o sin pavimentar. En los incendios, se incluyen las emisiones generadas en los incendios forestales y estructurales. En la categoría de vegetación, se estiman las emisiones de COV generadas por árboles, plantas y cultivos. Y por último en la erosión eólica del viento, se estima las partículas de polvo que se desprenden de los suelos desprovistos de alguna cubierta vegetal o de otro tipo.

En la Gráfica 2.1 se muestra el aporte de emisiones por contaminante y por sector o categoría, en ella se puede observar que la mayor parte de las emisiones de CO y de NO_x son generadas por las fuentes móviles, las PM10 provienen en su mayoría de las vialidades con y sin pavimentación, así como del sector industrial, y las PM2.5 son generadas principalmente por las fuentes móviles y las vialidades pavimentadas.



Gráfica 2.1 Contribución porcentual de emisiones por sector

En lo que se refiere a los COT, gran parte de estas emisiones son de gas metano generado por la disposición de residuos sólidos en los rellenos sanitarios. En el caso de los COV, todos los sectores son importantes en su generación, sin embargo destacan las fuentes móviles, la industria y el sector habitacional. A continuación se presentan las emisiones desagregadas por cada fuente contaminante (Ver Tabla 2.2 y 2.3).

Tabla 2.3 Emisiones de la ZMVM-2010 por categoría

Sector	Emisiones [t/año]							
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	5,721	1,219	7,423	6,324	13,953	141,262	136,668	145
Industria alimentaria	821	110	109	225	740	5,183	4,952	6
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	418	14	142	81	185	10,257	10,238	N/S
Industria de la madera	126	26	135	11	31	1,760	1,742	N/S
Industria del papel	98	54	676	411	1,075	14,234	14,127	12
Impresión e industrias conexas	31	1	N/S	14	30	9,561	8,793	N/S
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	27	N/S	15	8	20	2,910	2,745	N/S
Industria química	1,226	249	871	382	1,057	42,036	40,549	10
Industria del plástico y del hule	150	6	15	105	189	30,873	30,617	1
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	1,515	377	4,804	906	1,439	1,125	930	20
Industrias metálicas básicas	292	77	353	959	2,059	2,015	1,491	4
Fabricación de productos metálicos	229	27	126	323	411	4,568	4,563	1
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	116	8	13	92	238	2,381	2,376	3
Fabricación de equipo de transporte	281	42	48	445	173	5,906	5,596	N/S
Fabricación de muebles, colchones y persianas	24	3	N/S	4	10	2,597	2,594	N/S
Generación de energía eléctrica	199	199	16	2,198	5,995	289	143	85
Otras industrias manufactureras	168	26	100	160	301	5,567	5,212	3
Fuentes de área	21,654	5,151	281	23,526	26,868	609,363	232,573	37,252
Combustión de equipos agrícolas	1	1	N/S	18	32	2	2	N/S
Operación de aeronaves	37	35	243	6,127	4,237	1,961	1,882	N/E
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5,278	5,214	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5,077	5,052	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	35,726	33,763	N/A
Limpieza de superficie industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	22,974	9,051	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	20,709	12,012	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5,403	5,403	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3,927	3,864	N/A
Fugas en instalaciones de GLP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	34,323	27,877	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	34,498	33,946	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	153	N/A	326,889	12,716	N/E
Vialidades pavimentadas	6,428	1,553	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	10,618	1,062	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Productos de cuidado personal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	22,887	15,792	N/A
Productos de consumo doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	21,683	14,961	N/A
Plaguicidas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	25,056	17,347	N/A
Productos para el cuidado automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18,846	13,064	N/A
Adhesivos y selladores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8,138	5,568	N/A
Maquinaria	681	626	7	5,825	16,650	1,677	1,608	N/E
Asados al carbón	243	195	N/A	4,649	229	28	28	N/A
Agricultura	2,098	464	N/A	N/A	N/A	187	187	2,182
Ganadería	112	13	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4,824
Otras fuentes de área	1,436	1,202	31	6,754	5,720	14,094	13,236	30,246
Fuentes móviles	3,720	2,769	411	1,587,662	169,005	200,010	188,414	4,448
Autos particulares	551	253	152	429,474	44,045	57,988	55,752	2,189
Camionetas particulares SUV	155	77	49	152,670	14,092	17,256	16,506	568
Taxis	200	92	49	225,744	27,318	17,706	17,024	827
Vagonetas y combis	52	28	19	91,498	6,735	8,092	7,351	171
Microbuses	80	57	34	126,929	8,776	13,958	12,287	140
Pick up y vehículos de carga hasta 3.8 ton	127	72	45	190,323	11,406	20,966	19,419	370
Tractocamiones	1,375	1,215	4	22,818	14,189	4,005	3,833	15
Autobuses	374	329	11	46,493	25,311	7,195	6,816	32
Vehículos de carga mayores a 3.8 ton	677	572	40	154,421	13,174	13,749	12,578	100
Motocicletas	120	67	8	147,189	3,635	39,039	36,794	36
Metrobús	9	7	N/S	103	324	56	54	N/S
Fuentes naturales	511	108	N/A	N/A	5,026	44,774	44,774	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	5,026	44,774	44,774	N/A
Erosión eólica del suelo	511	108	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	31,606	9,247	8,115	1,617,512	214,852	995,409	602,429	41,845

N/A: no aplica, N/E: no estimado, N/S: no significativo

Tabla 2.4 Contribución porcentual de emisiones de la ZMVM-2010 por categoría

Sector	Emisiones [%]							
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOx	COT	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	18.10	13.16	91.45	0.41	6.47	14.18	22.69	0.34
Industria alimentaria	2.60	1.19	1.34	0.01	0.34	0.52	0.82	0.01
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	1.32	0.15	1.75	0.01	0.09	1.03	1.70	N/S
Industria de la madera	0.40	0.28	1.66	0.00	0.01	0.18	0.29	N/S
Industria del papel	0.31	0.58	8.33	0.03	0.50	1.43	2.35	0.03
Impresión e industrias conexas	0.10	0.01	N/S	0.00	0.01	0.96	1.46	N/S
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	0.09	N/S	0.18	0.00	0.01	0.29	0.46	N/S
Industria química	3.88	2.69	10.73	0.02	0.49	4.22	6.73	0.02
Industria del plástico y del hule	0.47	0.06	0.18	0.01	0.09	3.10	5.08	0.00
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	4.79	4.08	59.20	0.06	0.67	0.11	0.15	0.05
Industrias metálicas básicas	0.92	0.83	4.35	0.06	0.96	0.20	0.25	0.01
Fabricación de productos metálicos	0.72	0.29	1.55	0.02	0.19	0.46	0.76	0.00
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	0.37	0.09	0.16	0.01	0.11	0.24	0.39	0.01
Fabricación de equipo de transporte	0.89	0.45	0.59	0.03	0.08	0.59	0.93	N/S
Fabricación de muebles, colchones y persianas	0.08	0.03	N/S	0.00	0.00	0.26	0.43	N/S
Generación de energía eléctrica	0.63	2.15	0.20	0.14	2.79	0.03	0.02	0.20
Otras industrias manufactureras	0.53	0.28	1.23	0.01	0.13	0.56	0.87	0.01
Fuentes de área	68.50	55.70	3.45	1.46	12.50	61.23	38.58	89.01
Combustión de equipos agrícolas	0.00	0.01	N/S	0.00	0.01	0.00	0.00	N/S
Operación de aeronaves	0.12	0.38	2.99	0.38	1.97	0.20	0.31	N/E
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.53	0.87	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.51	0.84	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.59	5.60	N/A
Limpieza de superficie industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.31	1.50	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.08	1.99	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.54	0.90	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.39	0.64	N/A
Fugas en instalaciones de GLP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.45	4.63	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.47	5.63	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	0.01	N/A	32.84	2.11	N/E
Vialidades pavimentadas	20.34	16.79	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	33.59	11.48	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Productos de cuidado personal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.30	2.62	N/A
Productos de consumo doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.18	2.48	N/A
Plaguicidas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.52	2.88	N/A
Productos para el cuidado automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.89	2.17	N/A
Adhesivos y selladores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.82	0.92	N/A
Maquinaria	2.15	6.77	0.09	0.36	7.75	0.17	0.27	N/E
Asados al carbón	0.77	2.11	N/A	0.29	0.11	N/S	N/S	N/A
Agricultura	6.64	5.02	N/A	N/A	N/A	0.02	0.03	5.21
Ganadería	0.35	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.53
Otras fuentes de área	4.54	13.00	0.37	0.42	2.66	1.42	2.19	72.27
Fuentes móviles	11.75	29.95	5.05	98.17	78.64	20.09	31.28	10.64
Autos particulares	1.74	2.74	1.87	26.55	20.50	5.83	9.25	5.23
Camionetas particulares SUV	0.49	0.83	0.60	9.44	6.56	1.73	2.74	1.36
Taxis	0.63	0.99	0.60	13.96	12.71	1.78	2.83	1.98
Vagonetas y combis	0.16	0.30	0.23	5.66	3.13	0.81	1.22	0.41
Microbuses	0.25	0.62	0.42	7.85	4.08	1.40	2.04	0.33
Pick up y vehículos de carga hasta 3.8 ton.	0.40	0.78	0.55	11.77	5.31	2.11	3.22	0.88
Tractocamiones	4.35	13.14	0.05	1.41	6.60	0.40	0.64	0.04
Autobuses	1.18	3.56	0.14	2.87	11.78	0.72	1.13	0.08
Vehículos de carga mayores a 3.8 ton	2.14	6.19	0.49	9.55	6.13	1.38	2.09	0.24
Motocicletas	0.38	0.72	0.10	9.10	1.69	3.92	6.11	0.09
Metrobús	0.03	0.08	N/S	0.01	0.15	0.01	0.01	N/S
Fuentes naturales	1.62	1.17	N/A	N/A	2.34	4.50	7.43	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	2.34	4.50	7.43	N/A
Erosión eólica del suelo	1.62	1.17	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

N/A: no aplica, N/E: no estimado, N/S: no significativo

2.2. Emisiones por jurisdicción

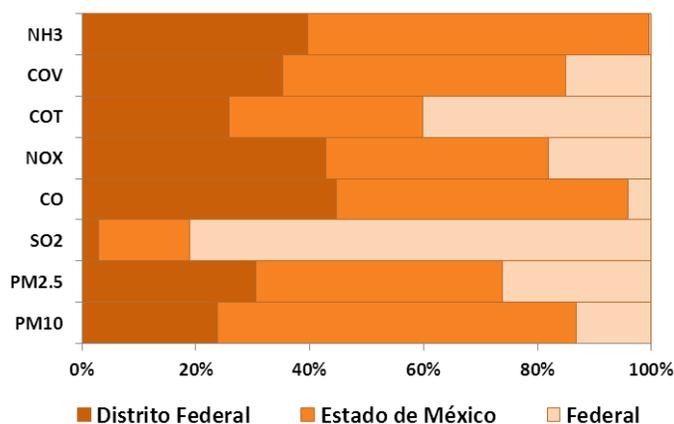
Considerando que la instrumentación de medidas para el mejoramiento de la calidad del aire de la ZMVM, es responsabilidad tanto del gobierno del Distrito Federal (GDF), como del gobierno del Estado de México (GEM) y del gobierno Federal (GF), es importante conocer de dónde provienen las emisiones y diferenciar la jurisdicción a la que pertenece la fuente, para responsabilizar en el control y reducción de emisiones a quien compete.

En la Tabla 2.4 se muestran las emisiones por jurisdicción y en la Gráfica 2.2 su contribución porcentual, donde se observa que las fuentes a cargo del GEM emiten la mayor cantidad de partículas (PM10 y PM2.5), de monóxido de carbono (CO), de compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoníaco (NH3); las que están a cargo del GDF emiten la mayor cantidad de óxidos de nitrógeno (NOx); en tanto que las fuentes a cargo del Gobierno Federal emiten la mayor cantidad de dióxido de azufre y COT.

Tabla 2.5 Emisiones de la ZMVM-2010 por jurisdicción

Jurisdicción	Emisiones [t/año]							
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Distrito Federal	7,513	2,819	236	721,969	91,969	256,298	212,392	16,578
Estado de México	19,916	4,005	1,297	829,330	84,028	339,339	299,708	25,094
Federal	4,177	2,423	6,582	66,213	38,855	399,772	90,330	173
Total	31,606	9,247	8,115	1,617,512	214,852	995,409	602,429	41,845

Referente a los compuestos orgánicos totales (COT), aunque se le adjudicó al Gobierno Federal la mayor cantidad de emisiones, es importante mencionar que gran parte de estos compuestos se generan en el relleno sanitario Bordo Poniente que está ubicado en el Estado de México, en donde por varios años se han depositado gran parte de los residuos generados por los habitantes de la ZMVM y que el manejo de este sitio está a cargo del Gobierno del Distrito Federal a quien la Federación le otorgó la concesión de los terrenos en donde se ubica este sitio de disposición final de basura.



Gráfica 2.2 Contribución porcentual por jurisdicción

En lo que se refiere a los óxidos de nitrógeno, las fuentes a cargo del gobierno del Distrito Federal como las del Estado de México generan emisiones similares, aportando el 43% y 39% respectivamente.

2.3. Especiación de Compuestos Orgánicos Totales

En las emisiones de los compuestos orgánicos totales (COT) se incluyen todos los gases orgánicos emitidos a la atmósfera, como el metano y el etano que son de baja reactividad, así como los compuestos orgánicos volátiles que tienen gran reactividad y participación en la formación de ozono. Para conocer la diversidad de contaminantes que se incluyen en los COT, se realizó su especiación para estimar la cantidad en peso de los diferentes compuestos que se incluyen en cada fuente contaminante inventariada. La especiación de los COT son datos esenciales para simular mediante los modelos fotoquímicos la formación del ozono, y además permite caracterizar los compuestos tóxicos.

En mediciones de COV realizadas en la atmósfera de la ZMVM, se ha detectado la presencia de compuestos pertenecientes a las familias químicas de los alcanos (parafinas), los alquenos (olefinas) y los compuestos aromáticos, con una mayor abundancia de alcanos (Arriaga, et al. 1997, Vega, et al. 2000, Molina y Molina, 2002 en SMA-GDF, INE-DGCENICA y UAMI, 2008). Además, también se han encontrado mezcla de alquinos, compuestos halogenados y especies oxigenadas (Velasco, E., et al. 2007).

En la ZMVM en el año 2010 se generaron 995,409 toneladas de COT, que se distribuyeron en 8 familias químicas. En la Figura 2.1 se muestra la contribución en peso por familia química y entidad.

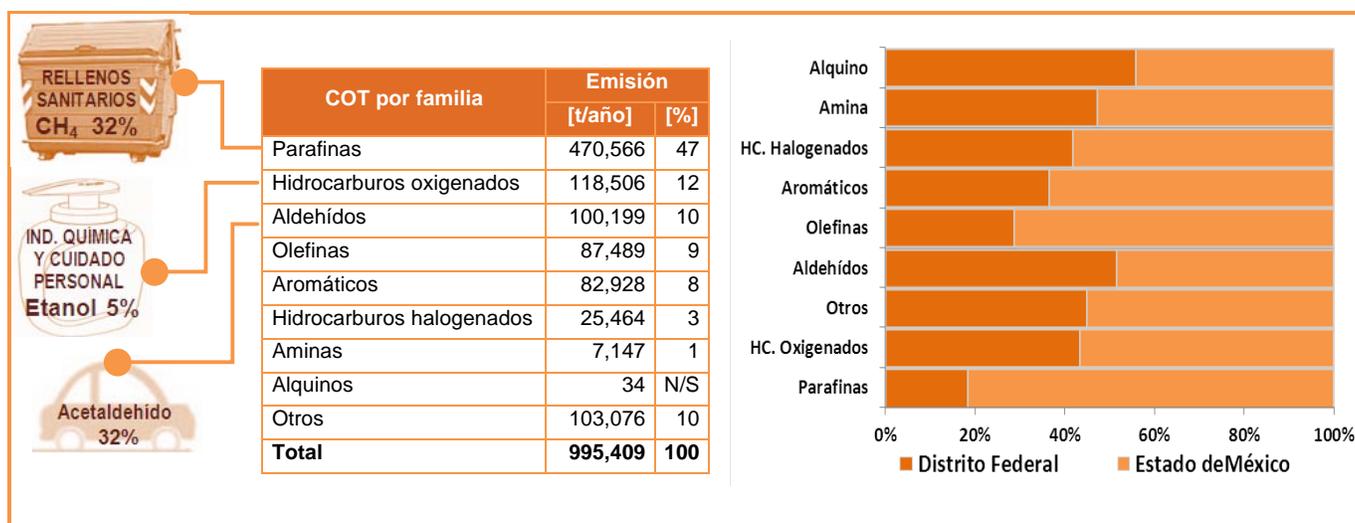


Figura 2.9 Especiación de COT y contribución por entidad

Las familias más abundantes, al igual que en algunos estudios atmosféricos son las parafinas, los hidrocarburos oxigenados y los aldehídos, los cuales provienen en su mayoría de desechos orgánicos, del consumo de solventes domésticos e industriales y de los vehículos. Cabe mencionar que la familia de las parafinas es la más abundante en las emisiones generadas en el Estado de México, ya que en ella se incluye el metano generado en los rellenos sanitarios que aunque es abundante es considerado de baja o nula reactividad.

Los hidrocarburos oxigenados son representados básicamente por alcoholes (etanol y metanol), generados por las fuentes de área y la industria química. Finalmente, los aldehídos participan con el 10% del total de las emisiones y son generados por los vehículos automotores a gasolina.

2.4. Distribución horaria

Con la finalidad de tener un análisis detallado del comportamiento de las emisiones y utilizarlo en la modelación fotoquímica, los inventarios de emisiones se estimaron en forma temporal y espacial. Con esta desagregación, es posible mejorar el desarrollo de escenarios de la calidad del aire.

La distribución horaria permite conocer el comportamiento de los contaminantes en cada hora del día, ya que éstos se generan en cantidades diferentes durante el transcurso de las 24 horas, en la Tabla 2.5 y Figura 2.2 se muestra un panorama de la intensidad con la que varían las emisiones y por lo tanto las actividades que se desarrollan en la ZMVM durante el transcurso del día, ya que los contaminantes se generan de acuerdo a los horarios de actividad de la población. El perfil horario de las emisiones muestra una influencia de los contaminantes vehiculares, como consecuencia de la satisfacción de necesidades de movilización de la población.

Tabla 2.6 Emisiones promedio horarias de la ZMVM-2010

Hora	Emisiones [t/h]					
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOx	COV
0	0.5	0.2	1.0	5.0	7.6	31.4
1	0.6	0.2	1.0	8.4	11.4	35.9
2	0.6	0.2	1.0	8.8	11.8	36.3
3	0.6	0.2	1.0	9.7	12.8	38.0
4	1.0	0.3	1.3	43.2	49.9	83.0
5	2.5	0.8	1.8	171.0	191.1	243.0
6	5.6	1.6	2.7	436.1	483.9	571.0
7	7.3	2.0	3.3	541.7	601.0	714.5
8	6.8	1.9	3.3	384.9	432.5	549.3
9	5.9	1.6	2.9	257.6	292.1	401.2
10	5.8	1.4	2.7	209.7	239.4	344.3
11	5.6	1.4	2.6	189.4	217.0	321.3
12	6.6	1.6	2.9	275.8	312.4	428.2
13	7.4	1.8	3.0	348.9	393.1	517.9
14	7.6	1.9	3.0	366.5	412.5	540.2
15	6.4	1.6	2.7	277.1	313.6	421.4
16	5.6	1.4	2.5	232.6	264.4	351.1
17	5.8	1.5	2.5	253.0	286.8	372.5
18	6.2	1.5	2.5	376.3	418.5	511.6
19	4.8	1.1	2.1	251.4	280.5	354.2
20	4.3	1.0	1.9	222.3	248.2	315.0
21	2.8	0.7	1.6	150.6	168.7	216.0
22	1.6	0.4	1.3	84.5	95.5	133.1
23	0.8	0.2	1.1	27.9	32.9	61.2
Total/día	103	27	52	5,132	5,778	7,592

No se incluyen las emisiones de los incendios forestales y estructurales, ya que estas categorías no presentan un patrón regular de emisión.

Durante el transcurso del día se presentan cinco horas de máxima generación de emisiones, que contribuyen con el 29% de las emisiones diarias. Entre las 6:00 y 8:00 horas de la mañana, cuando inician los viajes escolares y laborales se emite el 8% de las emisiones diarias. Según estadísticas del INEGI, aproximadamente el 27% de los viajes ocurren entre las 6:00 y las 8:00 horas, esto ocasiona una saturación de vialidades y disminución de la velocidad de tránsito, lo cual se ve reflejado en el aumento de la generación de emisiones durante las primeras horas de la mañana.

La mayor cantidad de emisiones se genera entre las 13:00 y 14:00 horas en días laborables, coincidiendo principalmente con el horario de salida de las escuelas y horarios de comida de los trabajadores; otra emisión importante ocurre a las 18:00 horas, cuando se terminan las jornadas laborales.

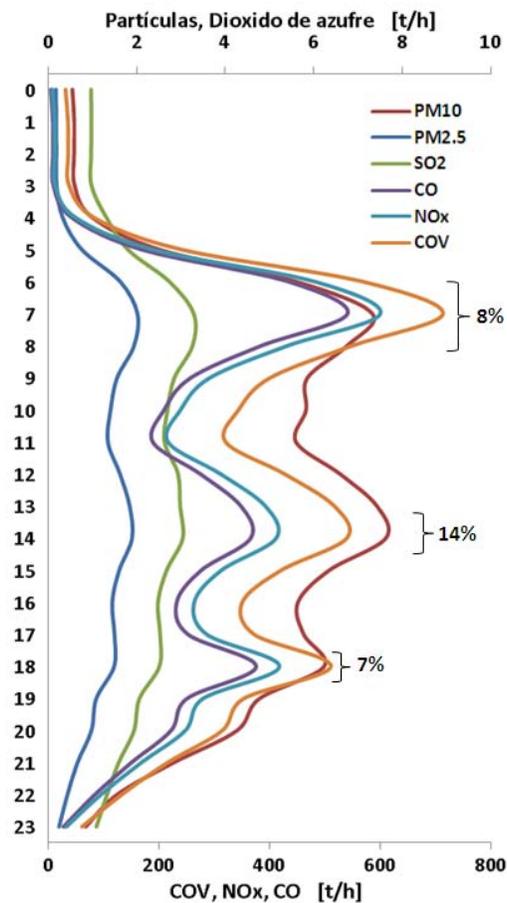


Figura 2.10 Representación de emisiones horarias

2.5. Distribución espacial

La población de mayores ingresos en la ZMVM vive en el sur y en el poniente donde hay más vegetación, acceso al agua y a la red vial; la industria está localizada principalmente en el noreste y noroeste de la zona; y el lado oriente se ha cubierto por grandes desarrollos habitacionales de bajo nivel de ingresos, encontrándose lejos del centro, en zonas de difícil acceso y con servicios escasos. Esta distribución de la población, así como la intensidad y tipo de actividades que realiza, tiene gran influencia en la distribución espacial de las emisiones.

Cabe mencionar que la ubicación geográfica de las áreas de mayor emisión, permite fortalecer ambientalmente el diseño de políticas de gestión y planeación del uso del suelo, así como de reubicación y cierre de fuentes emisoras. En las siguientes figuras se presenta la distribución espacial de cada uno de los contaminantes criterios inventariados, donde se puede observar que las emisiones están asociadas principalmente con la presencia de asentamientos poblacionales, industriales, vialidades y áreas de vegetación. Además de la distribución espacial de las emisiones, en cada mapa se muestra una gráfica con las categorías que aportan la mayor cantidad del contaminante por entidad.

Partículas menores a 10 micrómetros (PM10)

En la Figura 2.3 se muestra que gran parte de las emisiones de partículas PM10 provienen de las vialidades sin pavimentar, ubicadas en su mayoría en la periferia de los núcleos poblacionales del Estado de México; en orden de importancia le siguen las emisiones fugitivas provenientes de las vialidades pavimentadas, generadas proporcionalmente en ambas entidades. Además, en el Estado de México se emiten cantidades importantes de partículas, durante las actividades agrícolas y por la producción industrial de minerales no metálicos.

De manera general, la distribución de las emisiones de PM10 depende en gran medida de la actividad vehicular sobre vialidades pavimentadas y sin pavimentar y en algunas áreas (color morado y rojo) de los municipios de Tlalnepantla de Baz, Naucalpan de Juárez y Atizapán de Zaragoza, se conjuntan las emisiones generadas por la fabricación de productos a base de minerales no metálicos y textiles principalmente. En el municipio de Nezahualcóyotl, así como en la periferia de otros núcleos poblacionales del Estado de México (celdas moradas y rojas), se generan emisiones importantes por el tráfico vehicular sobre vialidades sin pavimentar.

Dentro del Distrito Federal, la mayor parte de las emisiones de PM10 son generadas por el tránsito vehicular, además de algunas zonas (color naranja y rojo) de las delegaciones Cuauhtémoc, Benito Juárez, Iztacalco, Venustiano Carranza, norte de Iztapalapa, Gustavo A. Madero y su colindancia con Azcapotzalco, que es donde se intensifica esta actividad. En las áreas de color morado ubicadas en las delegaciones Gustavo A. Madero y Azcapotzalco se tienen emisiones industriales

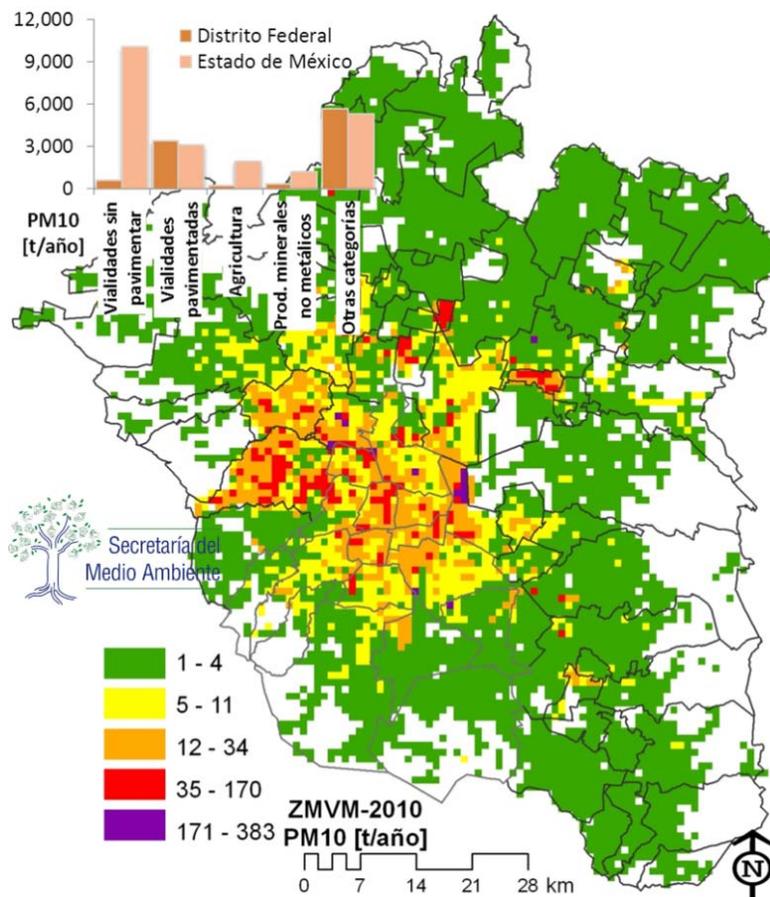


Figura 2.11 Distribución espacial de PM10

Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM2.5)

Aunque los patrones de distribución y los generadores de emisiones de PM10 y PM2.5 son similares, entre las principales fuentes de emisión de PM2.5 se tiene a los tractocamiones, lo cual se refleja en las áreas de color rojo, ubicadas dentro del círculo en la Figura 2.4. En menor proporción, las emisiones fugitivas de PM2.5 provenientes de las vialidades sin pavimentar, siguen siendo importantes en la periferia de los núcleos poblacionales.

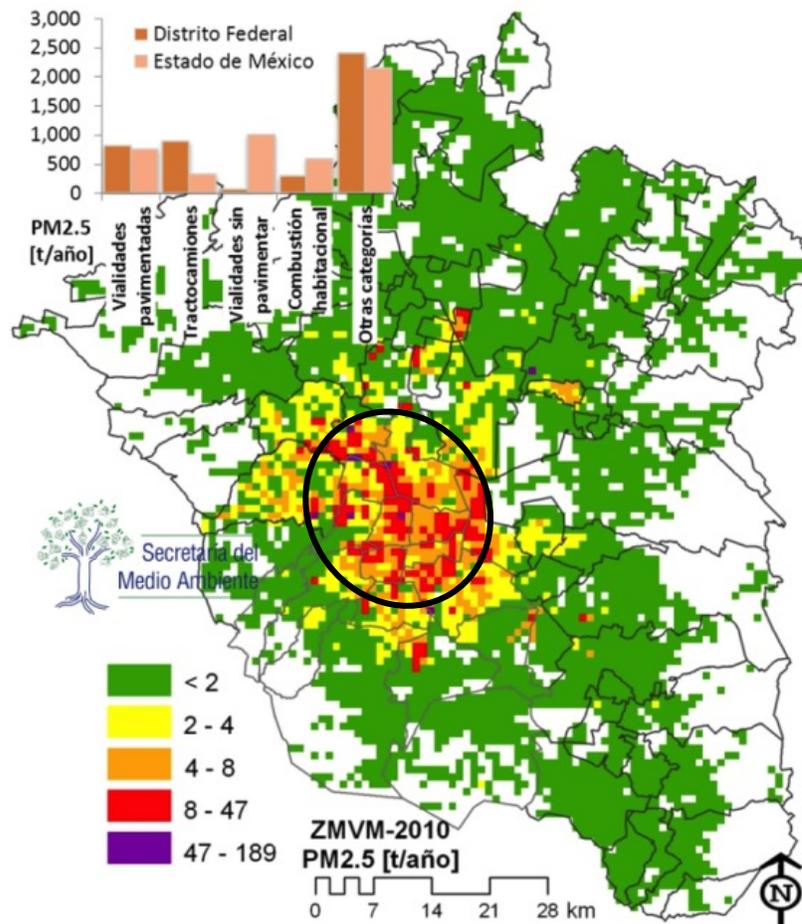


Figura 2.12 Distribución espacial de PM2.5

Dióxido de azufre (SO₂)

La mayoría de las emisiones de SO₂ son generadas por las industrias ubicadas en el Estado de México, en particular por la fabricación de productos a base de minerales no metálicos y en menor cantidad por la industria química y del papel. De manera general (áreas de color verde de la Figura 2.5), se emiten emisiones de SO₂ debido a la actividad vehicular, en específico en las áreas de color morado y rojo de la zona norte, también se generan emisiones por la actividad industrial.

En la delegación Venustiano Carranza del Distrito Federal se ubica el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, por lo que aquí se generan importantes emisiones de SO₂, debido a las actividades de aterrizaje, desplazamiento y despegue de las aeronaves.

Monóxido de carbono (CO)

El 98% de las emisiones de CO son generadas por los vehículos automotores, básicamente por los autos particulares y por el uso intensivo de los vehículos dedicados al transporte de carga y de pasajeros (taxis). Debido a lo anterior, la distribución geográfica de las emisiones se realiza conforme a la distribución de la red vial. Las áreas de color morado de la Figura 2.6 indican mayor densidad de vialidades y/o, un flujo vehicular más intenso.

En las delegaciones Cuauhtémoc, Benito Juárez, Venustiano Carranza, Iztacalco, el norte de Iztapalapa y en el límite de Gustavo A. Madero con Azcapotzalco, se tienen las zonas de mayor generación de emisiones de CO, así como en los municipios de Nezahualcóyotl, Tlalnepantla de Baz y la colindancia de Naucalpan de Juárez con el Distrito Federal. Cabe mencionar que estas zonas son consideradas como las principales atractoras y generadoras de viajes.

Óxidos de nitrógeno (NOx)

Los óxidos de nitrógeno provienen en su mayoría de los vehículos automotores (76% del total de la ZMVM). Este contaminante es generado en básicamente por los autos particulares, los taxis, los tractocamiones y los autobuses. Su variación espacial se ve influenciada por el patrón de intensidad vehicular sobre las principales avenidas. Las áreas de color rojo que se muestran en la Figura 2.7, corresponden a la zona con vialidades muy transitadas.

En el Estado de México dentro de los municipios de Acolman, Tultitlán y Tlalnepantla de Baz, algunas manchas de color morado son resultado de la emisión conjunta de los vehículos y del sector industrial. En específico por la fabricación de productos a base de minerales no metálicos y generación de energía eléctrica.

Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

En la Figura 2.8 se pueden observar las categorías que más generan COV, las cuales son: autos particulares y motocicletas, la vegetación, la industria química y los hidrocarburos no quemados de gas L.P. provenientes de la combustión ineficiente de estufas y calentadores de agua. Además de éstas, existen categorías que utilizan solventes y que en conjunto generan grandes cantidades de COV.

Debido a esto, la distribución geográfica de las emisiones no solo depende de la actividad vehicular e industrial, sino también de la densidad de población por sus actividades cotidianas y la presencia de vegetación de la zona.

Debido a que las áreas de población y el flujo vehicular se extienden por casi toda la ZMVM, las emisiones se distribuyen de la misma forma, siendo las áreas de color morado y rojo, donde se presenta actividad industrial o una mayor intensidad vehicular (Ver Figura 2.8).

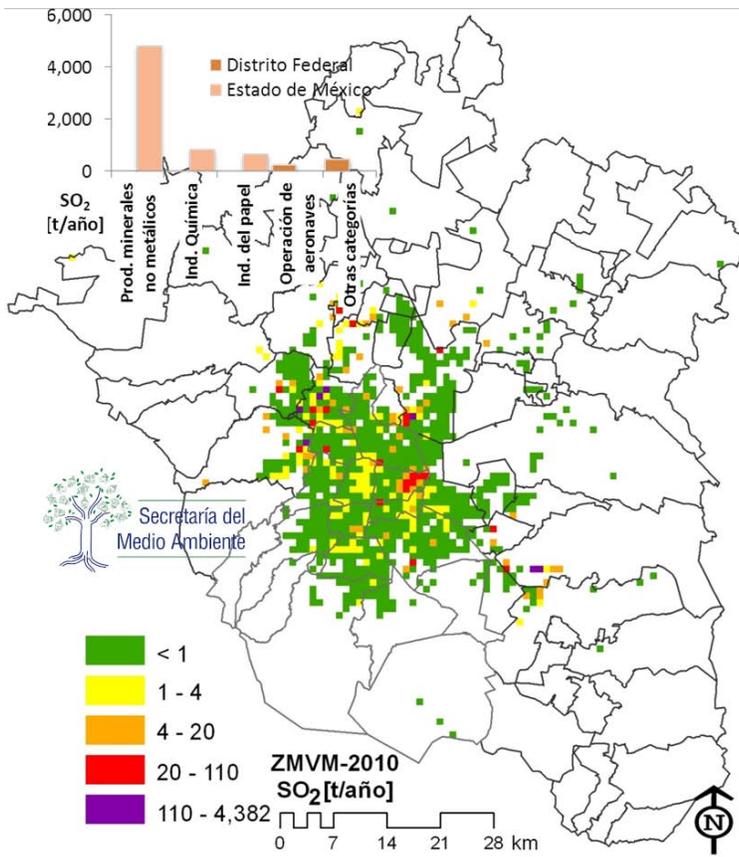


Figura 2.13 Distribución espacial de SO₂

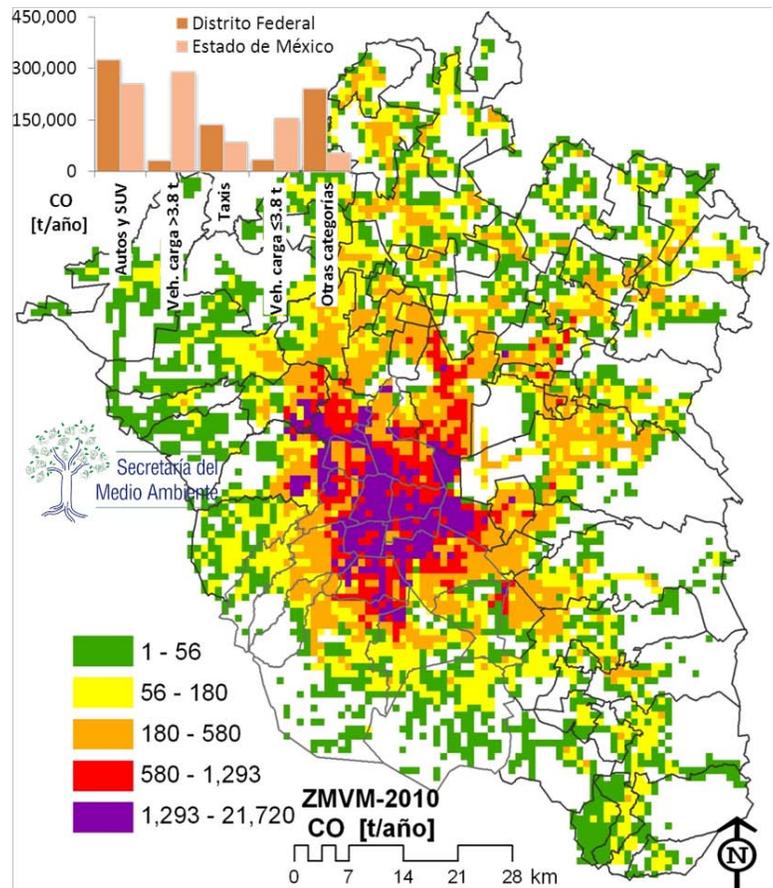


Figura 2.14 Distribución espacial de CO

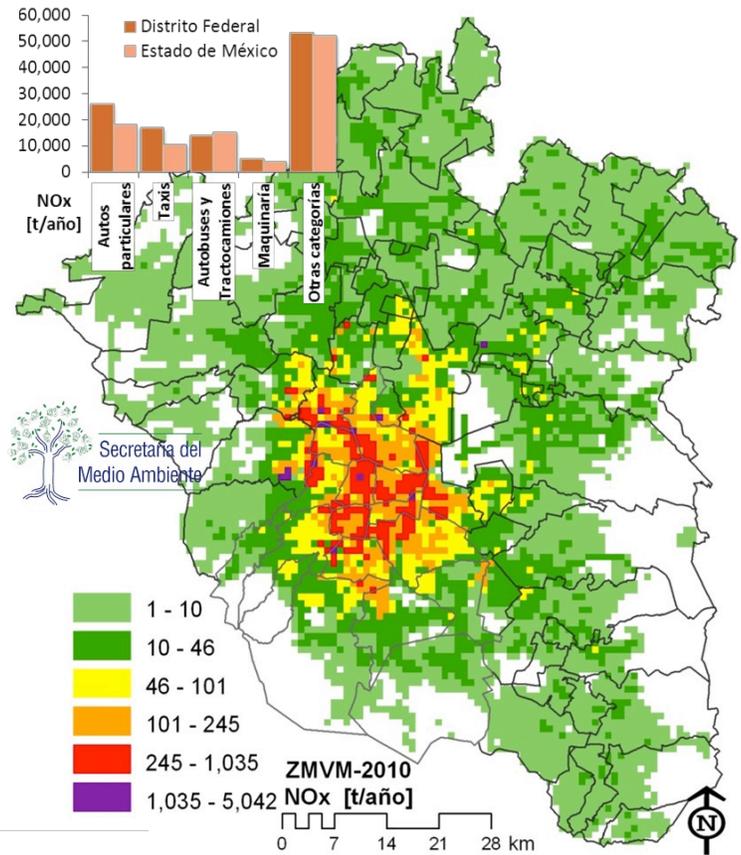


Figura 2.15 Distribución espacial de NOx

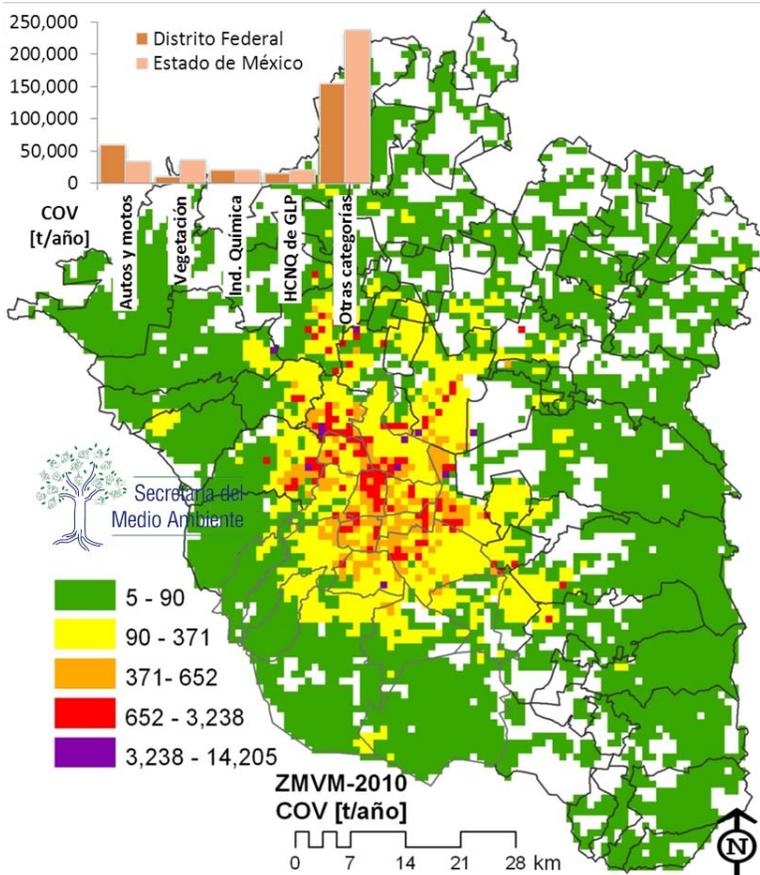


Figura 2.16 Distribución espacial de COV

Compuestos orgánicos totales (COT)

El principal emisor de COT son los rellenos sanitarios, donde se generan grandes cantidades de metano por la descomposición de la basura. Las áreas de color intenso, ubicadas en los municipios de La Paz y Nezahualcóyotl, así como en la delegación Álvaro Obregón, corresponden a la ubicación de estos sitios de disposición final.

Debido a que los COV forman parte de los COT, su distribución geográfica y categorías de emisión son similares, a excepción de los rellenos sanitarios. Las zonas de color anaranjado y rojo que muestra la Figura 2.9, corresponde a la presencia de mayor tráfico vehicular, densidad poblacional y actividad de la industria.

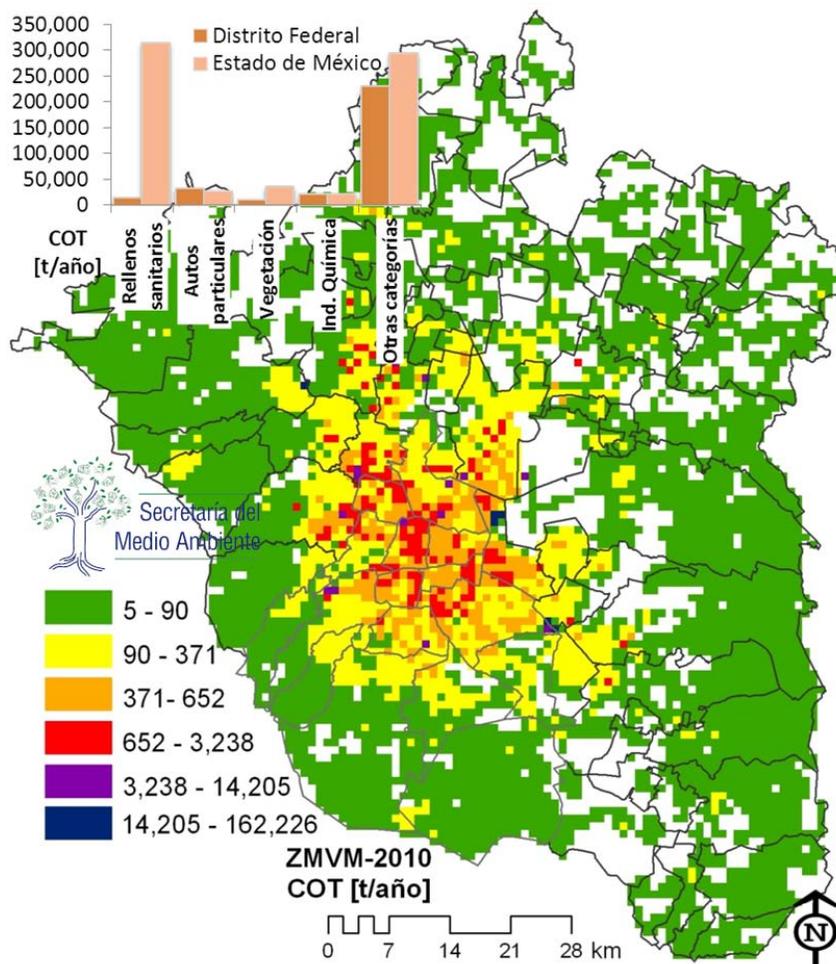


Figura 2.17 Distribución espacial de COT

Amoniaco (NH₃)

Más de la mitad de las emisiones de amoniaco están asociadas con la transpiración humana y con las excretas de animales domésticos, éstas se incluyen en la categoría de “emisiones domesticas” de amoniaco. Las áreas de mayor generación de amoniaco son las delegaciones y municipios más poblados. Las áreas de color rojo que se muestran en la Figura 2.10, corresponden a municipios y delegaciones con alta densidad de población.

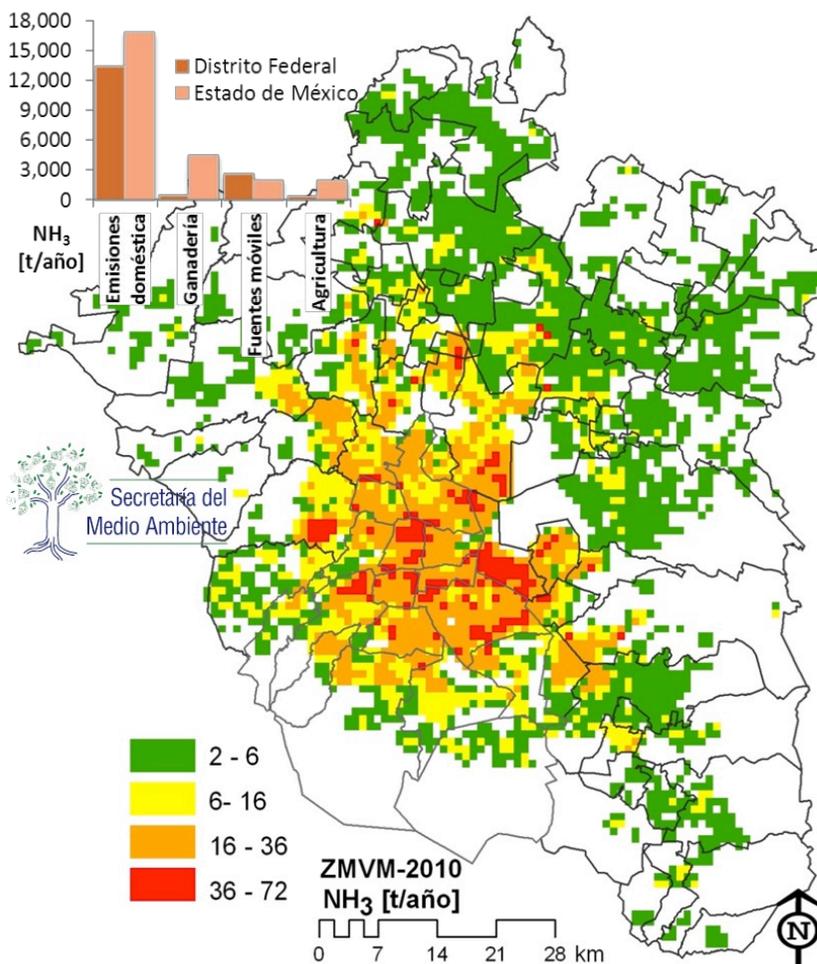


Figura 2.18 Distribución espacial de NH₃

Emisiones del sector industrial (fuentes puntuales)

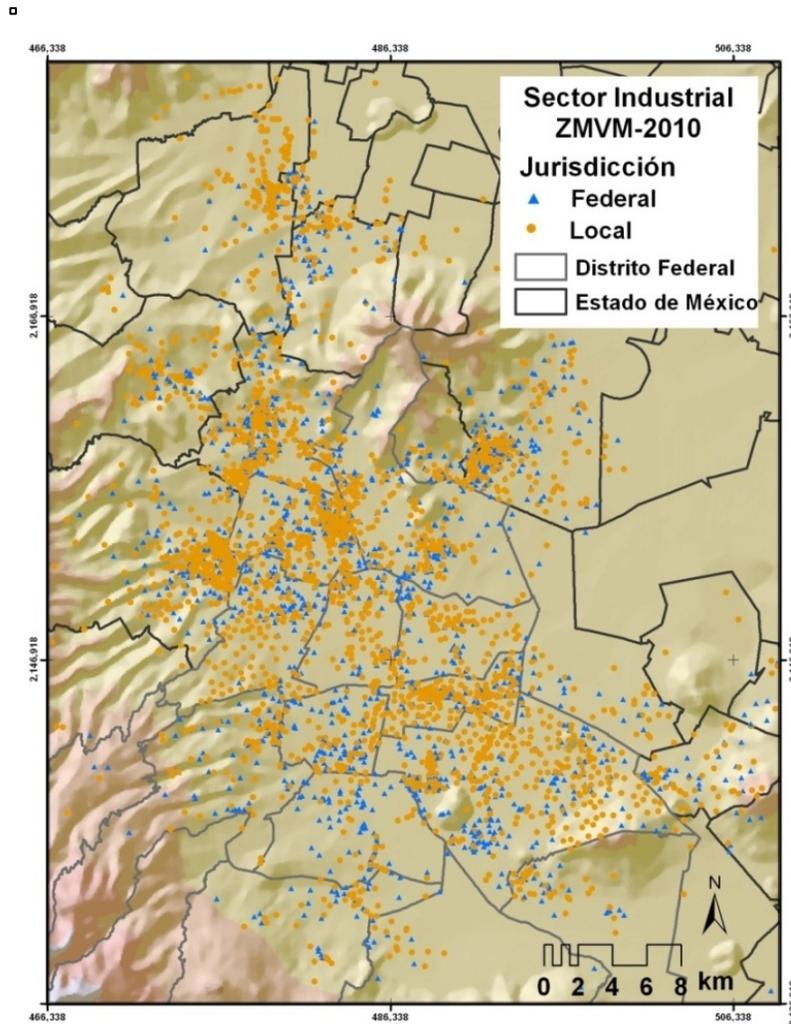
Con base en los datos reportados en el Censo Económico 2009 elaborado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), existen más de 436,851 industrias manufactureras a nivel nacional, de las cuales, las empresas micro que cuentan con hasta 10 trabajadores representaron el 92.5%, las pequeñas el 5.1%, las medianas el 1.6% y las grandes el 0.7%.

El Estado de México y el Distrito Federal concentran un poco más de 79 mil establecimientos manufactureros y de estos, el 97% son micros y pequeñas empresas que no generan o generan muy pocas emisiones atmosféricas.

Las empresas grandes y medianas, son las que emiten la mayor parte de las emisiones industriales, de las cuales en el Estado de México se ubican 1,362 y en el Distrito Federal 1,273.

En este inventario, se incluyen las emisiones contaminantes de 4,857 fuentes puntuales que han entregado información sobre sus emisiones a las autoridades correspondientes. Del total de industrias el 19% son micros, el 36% pequeñas, el 33% medianas y 12% grandes. Un poco más de la mitad de estas industrias(2,532) se ubican en el Distrito Federal y el resto en el Estado de México (Ver Mapa 3.1).

En el año 2010, el sector industrial ubicado en la ZMVM consumió 120 PJ, que representa el 23% de la energía total generada por la quema de combustibles fósiles, utilizando en su mayoría gas natural.



Mapa 3.1 Ubicación industrial de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2010

3.1. Emisiones anuales de las fuentes puntuales

En la Tabla 3.1 se presentan las fuentes puntuales (industrias) de la ZMVM por subsector, con base en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) y sus respectivas emisiones anuales por contaminante.

Como se puede apreciar en la Tabla 3.1, las fuentes puntuales generan más de 136 mil toneladas al año de compuestos orgánicos volátiles; seguidos por los óxidos de nitrógeno con una emisión de aproximadamente 14 mil toneladas al año, y por el dióxido de azufre con más de 7 mil toneladas anuales, que representan el 91% de las emisiones totales de la ZMVM.

Además de las emisiones de COT que se registran en el inventario de las fuentes puntuales, en el inventario de emisiones de fuentes de área se reportan 28,252 toneladas de COT generadas por las actividades de limpieza y recubrimiento de superficies industriales por lo que en total, el sector industrial genera 169,514 toneladas de COT.

Tabla 3.7 Emisiones anuales de las fuentes puntuales de la ZMVM, 2010

SCIAN	Subsector	Número de empresas	Emisiones [t/año]							
			PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOX	COT	COV	NH ₃
311	Industria alimentaria	420	821	110	109	225	740	5,183	4,952	6
312	Industria de las bebidas y del tabaco	58	14	7	1	44	136	658	653	3
313	Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	189	418	14	142	81	185	10,257	10,238	N/S
314	Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	34	3	N/S	N/S	4	6	544	544	N/S
315	Fabricación de prendas de vestir	168	9	N/S	N/S	5	20	325	325	N/S
316	Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	53	4	N/S	N/S	N/S	3	104	104	N/S
321	Industria de la madera	153	126	26	135	11	31	1,760	1,742	N/S
322	Industria del papel	184	98	54	676	411	1,075	14,234	14,127	12
323	Impresión e industrias conexas	312	31	1	N/S	14	30	9,561	8,793	N/S
324	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	49	27	N/S	15	8	20	2,910	2,745	N/S
325	Industria química	757	1,226	249	871	382	1,057	42,036	40,549	10
326	Industria del plástico y del hule	439	150	6	15	105	189	30,873	30,617	1
327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	216	1,515	377	4,804	906	1,439	1,125	930	20
331	Industrias metálicas básicas	267	292	77	353	959	2,059	2,015	1,491	4
332	Fabricación de productos metálicos	632	229	27	126	323	411	4,568	4,563	1
333	Fabricación de maquinaria y equipo	106	63	2	14	92	23	183	171	N/S
334	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	25	12	N/S	1	2	3	1,503	1,503	N/S
335	Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	151	116	8	13	92	238	2,381	2,376	3
336	Fabricación de equipo de transporte	226	281	42	48	445	173	5,906	5,596	N/S
337	Fabricación de muebles, colchones y persianas	109	24	3	N/S	4	10	2,597	2,594	N/S
339	Otras industrias manufactureras	302	63	17	84	13	110	2,250	1,912	N/S
221	Generación de energía eléctrica	7	199	199	16	2,198	5,995	289	143	85
	Total	4,857	5,721	1,219	7,423	6,324	13,953	141,262	136,668	145

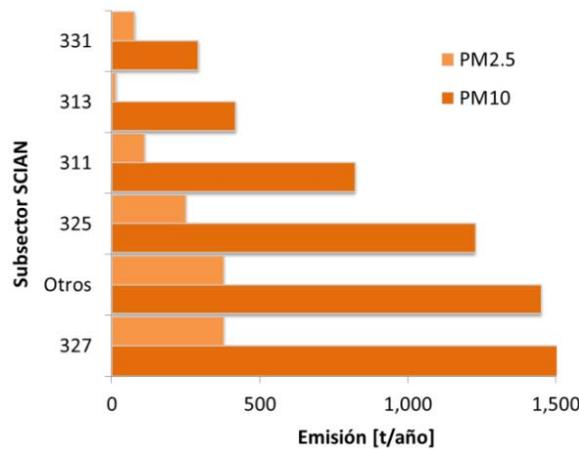
N/S: No significativo

3.2. Emisiones por contaminante

A continuación se presenta un análisis de la emisión de los contaminantes generados por las fuentes puntuales, donde se muestran los principales subsectores y la contribución a las emisiones por un número determinado de industrias.

PM10y PM2.5

En la Gráfica 3.1 se observa que la mayor contribución de emisiones de PM10 de las fuentes puntuales, se generan por la fabricación de productos a base de minerales no metálicos, por la industria química e industria alimentaria; estos tres subsectores aportan el 62% de las emisiones totales (3,562 t/año). Estos mismos subsectores aportan 736 t/año de PM2.5, y en conjunto con la generación de energía eléctrica (199 t/año), representan el 77% de las emisiones totales de PM2.5 de este sector.



Gráfica 3.3 Emisiones de partículas por subsector industrial

La Figura 3.1 muestra que el 5% de las fuentes puntuales (243 industrias), contribuye con el 89% de las emisiones de PM10 y con el 95% de PM2.5; lo cual indica que los esfuerzos para disminuir la emisión de estos contaminantes, deben estar dirigidos hacia esas empresas.

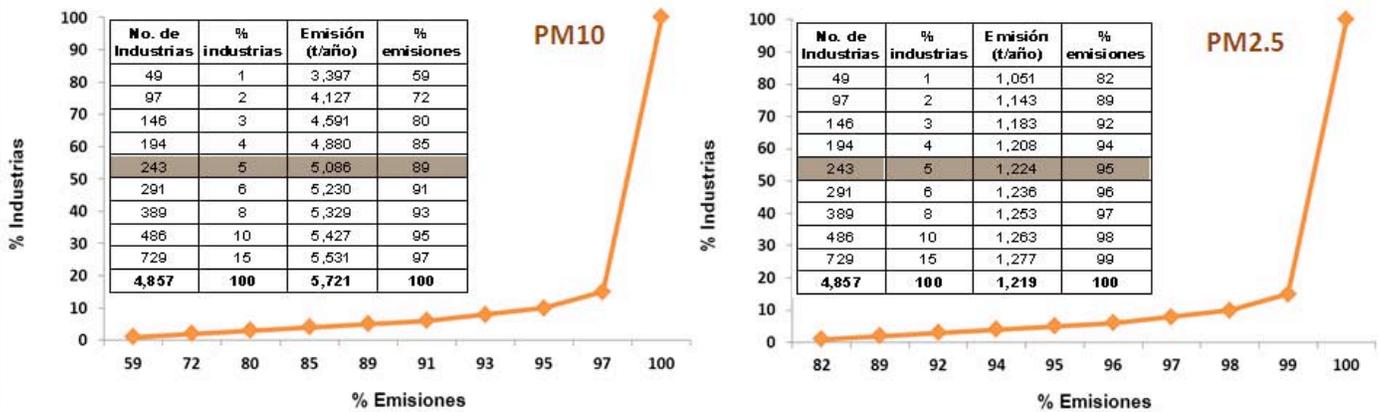
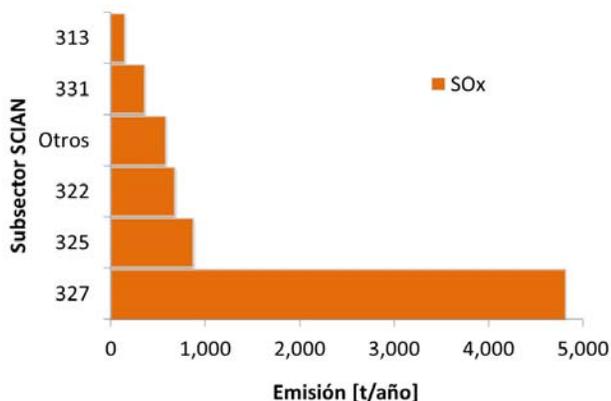


Figura 3.19 Contribución industrial a las emisiones de partículas

Dióxido de Azufre

En la Gráfica 3.2 se observa que el dióxido de azufre del sector industrial, proviene básicamente de la fabricación de productos a base de minerales no metálicos, el cual aporta el 65% (4,804 t/año), en particular por la fabricación de cemento y productos de concreto.

De la emisión de SO₂ de las fuentes puntuales, se tiene que el 3% de la industria (146 industrias) contribuye con el 97% de las emisiones de este contaminante como se muestra en la Figura 3.2.



Gráfica 3.4 Emisiones de SO₂ por subsector industrial

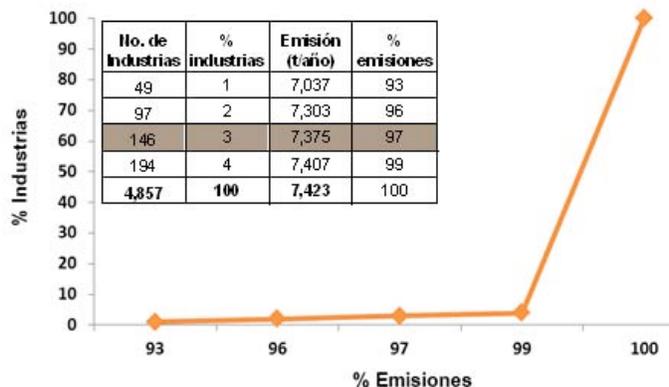
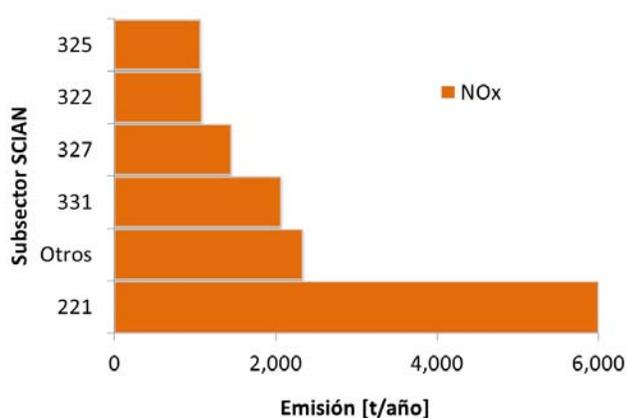


Figura 3.20 Contribución industrial a las emisiones de SO₂

Óxidos de Nitrógeno

La generación de energía eléctrica es el giro industrial que emite la mayor cantidad de óxidos de nitrógeno, con un aporte de aproximadamente 6,000 t/año, otro sector importante en las emisiones de NO_x, es la industria metálica básica que genera 2,059 t/año. Ambos sectores generan el 58% del total del sector.

En la Figura 3.3 se observa que el 6% de la industria contribuye con el 96% de las emisiones de NO_x. Este contaminante proviene en su mayoría de la quema de gas natural y otros combustibles fósiles, por lo que se puede mencionar, que 291 industrias consumen la mayor parte del combustible que se distribuye en el sector industrial, asimismo, las plantas generadoras de energía eléctrica utilizan gran cantidad de este combustible, y por consecuencia generan más emisiones de NO_x.



Gráfica 3.5 Emisiones de NO_x por subsector industrial

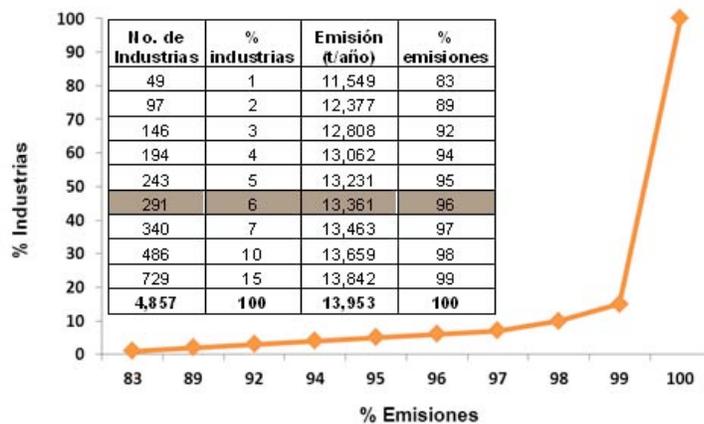
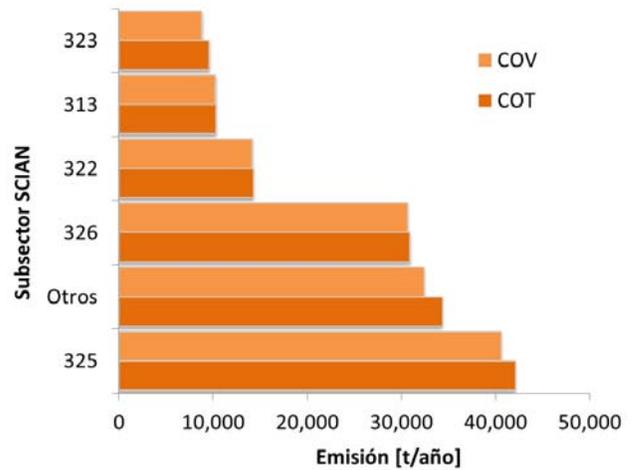


Figura 3.21 Contribución industrial a las emisiones de NO_x

Compuestos Orgánicos Totales y Volátiles

En la Gráfica 3.4 se puede observar que los principales subsectores que contribuyen a la emisión de COT son la industria química, la industria del plástico y del hule y la industria del papel; estos tres giros contribuyen con el 62% de las emisiones industriales de COT, ya que utilizan gran cantidad de solventes en sus procesos o como parte del producto final, como es el caso de las pinturas, recubrimientos y adhesivos.



Gráfica 3.4 Emisiones de COT y COV por subsector industrial

El 4% de la industria registrada en la ZMVM contribuye con el 86% de las emisiones de COT y COV; es decir, sólo 194 industrias son las responsables de dicha emisión. Debido a que los COV se encuentran contenidos en los COT, el porcentaje de contribución de emisiones se mantiene relativamente igual (Ver Figura 3.4).

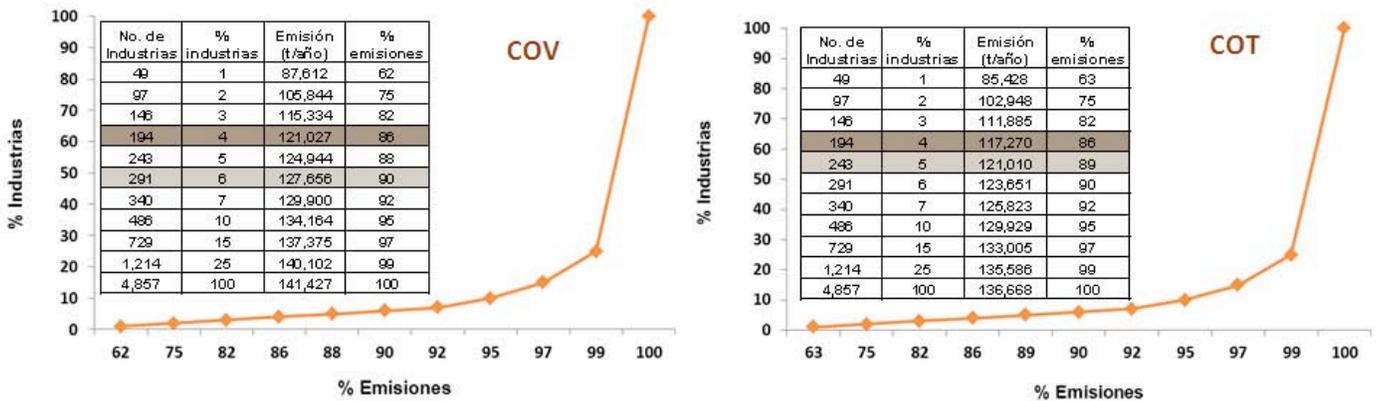
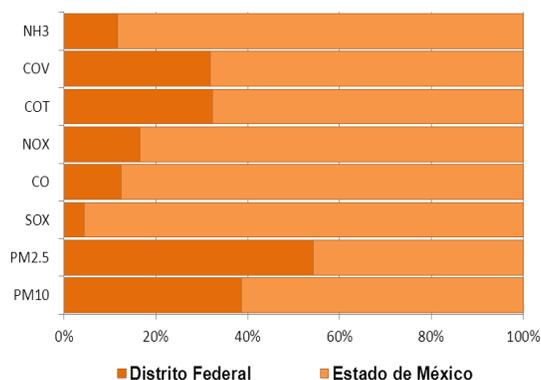


Figura 3.4 Contribución industrial a la emisión de COT y COV

Cabe mencionar que las emisiones de los COV que se generan por el mantenimiento y recubrimiento de superficies industriales no se consideran en esta sección, ya que es una categoría que se reporta como parte de las fuentes de área, sin embargo la emisión pertenece al sector industrial.

3.3. Emisiones por entidad y jurisdicción



Al desagregar a las fuentes puntuales por entidad, tenemos que la mayor generación de emisiones se presenta en las industrias ubicadas en el Estado de México, excepto para el caso de PM2.5, donde poco más del 50% es generado en el Distrito Federal, básicamente por las industrias química, alimentaria y por la fabricación de productos a base de minerales no metálicos. Ver Gráfica 3.5.

Gráfica 3.5 Distribución de emisiones industriales por entidad

Las industrias ubicadas en los 59 municipios del Estado de México que pertenecen a la ZMVM, emiten el 61% (3,510 t/año) de PM10 y el 46% (558 t/año) de PM2.5 y respecto a los precursores de ozono, éstas generan el 68% (93,078 t/año) de COV y el 84% (11,653 t/año) de NOx. En la Tabla 3.2 se observa que la delegación Iztapalapa concentra el mayor número de industrias, seguida de Azcapotzalco y Gustavo A. Madero; en estas tres delegaciones se ubican casi la mitad de las industrias registradas en el Distrito Federal y generan la mayor parte de los contaminantes de dicha entidad.

Tabla 3.8 Emisiones industriales por delegación en el Distrito Federal

Delegación	Número de empresas	Emisiones [t/año]							
		PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOX	COT	COV	NH ₃
Álvaro Obregón	135	49	12	3	8	22	430	416	N/S
Azcapotzalco	415	667	278	58	263	1,266	7,675	7,365	6
Benito Juárez	150	20	1	19	22	26	465	428	N/S
Coyoacán	95	9	1	11	14	30	4,772	4,341	N/S
Cuajimalpa	7	N/S	N/S	N/S	N/S	1	5	5	N/S
Cuauhtémoc	167	66	18	1	69	198	3,985	3,898	2
G. A. Madero	285	307	27	108	125	114	14,977	14,602	1
Iztacalco	262	129	17	58	23	40	1,632	1,507	N/S
Iztapalapa	535	485	157	46	110	178	6,517	6,284	2
Magdalena Contreras	1	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	1	1	N/S
Miguel Hidalgo	207	201	140	16	116	340	2,152	1,959	6
Milpa Alta	1	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Tláhuac	67	232	6	N/S	4	10	475	456	N/S
Tlalpan	58	5	N/S	2	6	16	85	83	N/S
Venustiano Carranza	122	20	3	3	12	33	2,239	2,062	N/S
Xochimilco	25	21	1	N/S	16	26	189	183	N/S
Total	2,532	2,211	661	325	788	2,300	45,599	43,590	17

N/S: No significativo

En los municipios de Tlalnepantla, Naucalpan y Ecatepec de Morelos, se ubican gran cantidad de industrias, así como la mayor generación de emisiones atmosféricas de esta entidad, además, cabe mencionar que el municipio de Acolman aporta el 43% de las emisiones de NOx debido a que en él se ubican dos plantas generadoras de energía eléctrica de la ZMVM (Turbogas Valle de México y Termoeléctrica Valle de México). Ver Tabla 3.3.

Tabla 3.9 Emisiones industriales por municipio en el Estado de México

Municipio	Número de empresas	Emisiones [t/año]							
		PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOX	COT	COV	NH ₃
Acolman	13	438	162	13	1,794	5,018	1,900	1,728	69
Amecameca	3	N/S	N/S	N/S	2	3	49	48	N/S
Apaxco	6	31	15	454	7	46	290	290	1
Atenco	3	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	5,372	5,370	N/S
Atizapán de Zaragoza	119	50	1	38	73	22	1,117	1,072	N/S
Atlautla	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Axapusco	1	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	8	8	N/S
Ayapango	1	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Chalco	34	45	5	17	147	6	1,104	911	N/S
Chiautla	1	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	28	28	N/S
Chicoloapan	16	8	N/S	13	33	6	54	46	N/S
Chiconcuac	22	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	14	14	N/S
Chimalhuacán	5	4	1	N/S	35	1	N/S	N/S	N/S
Coacalco de Berriozábal	7	43	N/S	N/S	N/S	N/S	37	35	N/S
Cocotitlán	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Coyotepec	2	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	16	16	N/S
Cuautitlán	48	45	N/S	45	54	44	246	242	N/S
Cuautitlán Izcalli	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Ecatepec de Morelos	344	415	31	242	906	1,025	12,629	12,149	8
Ecatzingo	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Huehuetoca	7	46	N/S	N/S	1	2	525	525	N/S
Hueypoxtla	220	208	4	7	52	101	9,825	9,512	N/S
Huixquilucan	7	49	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Isidro Fabela	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ixtapaluca	36	107	19	713	125	76	597	595	1
Jaltenco	2	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	14	14	N/S
Jilotzingo	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Juchitepec	N/A	N/A	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
La paz	73	63	1	51	45	17	854	828	N/S
Melchor Ocampo	1	6	N/S	N/S	N/S	N/S	7	7	N/S
Naucalpan de Juárez	468	362	12	382	244	316	11,148	10,846	2
Nextlalpan	12	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	20	20	N/S
Nezahualcóyotl	59	13	N/S	1	4	8	686	657	N/S
Nicolás Romero	8	2	N/S	2	1	5	12,808	12,808	N/S
Nopaltepec	1	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	10	10	N/S
Otumba	5	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	9	9	N/S
Ozumba	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Papalotla	1	2	1	3	11	N/S	5	5	N/S
San Martín de las Pirámides	9	5	N/S	N/S	N/S	N/S	149	144	N/S
Santa María Tonanitla	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Tecámac	19	7	N/S	76	1	15	90	86	N/S
Temamatla	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Temascalapa	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Tenango del Aire	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Teoloyucán	3	2	N/S	19	3	6	175	167	N/S
Teotihuacán	13	14	N/S	4	2	1	522	519	N/S
Tepetlaoxtoc	1	2	1	N/S	8	10	113	113	N/S
Tepetlixpa	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Tepotzotlán	29	51	N/S	1	23	19	2,910	2,873	N/S
Tequixquiác	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Texcoco	22	9	N/S	N/S	N/S	4	254	248	N/S
Tezoyuca	3	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	449	449	N/S
Tlalmanalco	1	2	2	N/S	18	22	80	79	N/S
Tlalnepantla	546	1,234	250	4,917	1,271	3,425	20,685	20,089	26
Tultepec	5	9	N/S	5	7	13	32	30	N/S
Tultitlán	138	237	53	95	669	1,442	10,785	10,441	21
Valle de Chalco	7	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	2	2	N/S
Villa del Carbón	4	1	N/S	N/S	N/S	N/S	45	45	N/S
Zumpango	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Total General	2,325	3,510	558	7,098	5,536	11,653	95,663	93,078	128

N/S: No significativo. N/A: No Aplica

Es importante mencionar que las industrias ubicadas en la ZMVM tienen diferente jurisdicción: Gobierno Federal y Gobierno Local, este último ya sea del Estado de México o del Distrito Federal. Debido a lo anterior, concierne a los tres gobiernos la responsabilidad de controlar y reducir las emisiones contaminantes del sector para mejorar la calidad del aire.

Como resumen, la Tabla 3.4 muestra las emisiones industriales por jurisdicción, se observa que las industrias de jurisdicción del Gobierno Federal y las del Gobierno del Estado de México son las que aportan la mayor cantidad de contaminantes.

Tabla 3.10 Emisiones industriales por jurisdicción y entidad federativa

Entidad	Jurisdicción	Número de empresas	Emisiones [t/año]							
			PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOX	COT	COV	NH ₃
Distrito Federal	Local	1,423	880	146	13	195	757	15,304	14,658	4
	Federal	1,109	1,331	515	312	593	1,543	30,295	28,932	13
	Total	2,532	2,211	661	325	788	2,300	45,599	43,590	17
Estado de México	Local	1,620	2,298	84	1,083	1,452	1,056	71,655	70,162	7
	Federal	705	1,212	474	6,015	4,084	10,597	24,008	22,916	121
	Total	2,325	3,510	558	7,098	5,536	11,653	95,663	93,078	128
ZMVM	Local	3,043	3,178	230	1,096	1,647	1,813	86,959	84,820	11
	Federal	1,814	2,543	989	6,327	4,677	12,140	54,303	51,848	134
	Total	4,857	5,721	1,219	7,423	6,324	13,953	141,262	136,668	145

Nota: En el artículo 111 bis de la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente* (LGEEPA), se establecen los giros de jurisdicción federal (Química, del Petróleo y Petroquímica, Pinturas y Tintas, Metalúrgica, Automotriz, Celulosa y Papel, Cementera y Calera, Asbesto, Vidrio, Generación de Energía Eléctrica y Tratamiento de Residuos Peligrosos). Por lo que las industrias de jurisdicción local, son aquellas que no están mencionadas en dicho artículo.

3.4. Emisiones horarias

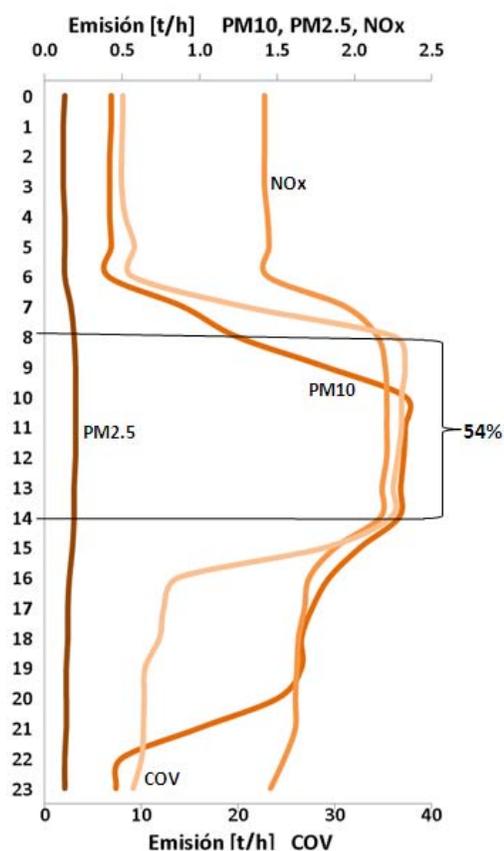
El perfil horario de emisiones de partículas y de precursores de ozono del sector industrial que se muestra en la Gráfica 3.6, nos indica que las mayores emisiones se generan de las 8:00 a las 14:00 horas, lo cual es indicativo del horario de mayor intensidad de las actividades industriales, generándose en este tiempo el 54% de las emisiones diarias.

En la Tabla 3.5 se muestran las emisiones horarias de los contaminantes de este sector.

Tabla 3.11 Emisión horaria de las fuentes puntuales por contaminante

Hora	Emisiones [t/h]						
	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COT	COV
00:00	0.43	0.13	0.76	0.61	1.42	8.46	8.09
01:00	0.43	0.12	0.76	0.6	1.42	8.41	8.05
02:00	0.42	0.12	0.75	0.59	1.42	8.31	7.95
03:00	0.42	0.12	0.75	0.59	1.42	8.31	7.95
04:00	0.42	0.13	0.94	0.59	1.44	8.7	8.33
05:00	0.43	0.13	0.94	0.6	1.45	9.66	9.28
06:00	0.41	0.13	0.91	0.59	1.44	9.41	9.04
07:00	0.89	0.17	1.03	0.88	1.94	21.2	20.55
08:00	1.24	0.19	1.12	1.01	2.15	37.15	36.13
09:00	1.81	0.2	1.14	1.04	2.2	38.3	37.23
10:00	2.33	0.2	1.15	1.07	2.21	37.97	36.89
11:00	2.33	0.2	1.15	1.07	2.21	37.97	36.89
12:00	2.32	0.2	1.15	1.06	2.21	37.58	36.5
13:00	2.30	0.19	0.95	1.05	2.18	37.1	36.03
14:00	2.29	0.19	0.95	1.04	2.17	36.85	35.79
15:00	2.04	0.18	0.91	0.9	1.88	29.98	29.07
16:00	1.84	0.16	0.89	0.83	1.71	14.44	13.88
17:00	1.73	0.15	0.88	0.8	1.68	12.84	12.33
18:00	1.66	0.15	0.84	0.79	1.64	12.35	11.88
19:00	1.66	0.14	0.84	0.77	1.63	10.85	10.39
20:00	1.51	0.14	0.84	0.77	1.62	10.74	10.29
21:00	1.00	0.14	0.84	0.75	1.62	10.67	10.21
22:00	0.50	0.13	0.83	0.71	1.55	10.48	10.03
23:00	0.46	0.13	0.8	0.68	1.46	9.56	9.15
Total	30.86	3.74	22.13	19.37	42.07	467.29	451.94

Gráfica 3.6 Emisión horaria de las fuentes puntuales



Emisiones de las Fuentes de Área

Las fuentes de área están conformadas por categorías numerosas y dispersas, de las cuales la contribución individual es poco significativa, sin embargo al obtener el aporte total por categoría de fuente, se alcanzan emisiones contaminantes que contribuyen de manera importante al inventario total de emisiones.

Para el presente inventario, las emisiones de fuentes de área provienen de 48 categorías y subcategorías (Ver Anexo de Fuentes de Área), que se agrupan con base en su modalidad de generación en: uso de solventes, combustión, disposición de residuos, polvo fugitivo y fugas de combustible. A continuación se presentan y analizan las emisiones generadas por las fuentes de área con base en la agrupación mencionada, indicando la actividad principal de generación de contaminantes.

4.1. Emisiones anuales

En la Tabla 4.1 se presentan las emisiones anuales generadas por las fuentes de área de la ZMVM, en el año 2010.

Tabla 4.1 Inventario de emisiones de fuentes de área, ZMVM-2010

Categoría	Emisiones [t/año]							
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Uso de solventes y recubrimientos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	194,907	140,123	N/A
Combustión y fugas de combustible	2,127	1,980	281	23,373	26,868	78,820	71,281	11
Disposición de residuos	N/A	N/A	N/A	153	N/A	330,557	16,090	N/E
Emisiones de polvo fugitivo	19,527	3,171	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Otras	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5,079	5,079	37,241
Total	21,654	5,151	281	23,526	26,868	609,363	232,573	37,252

N/A: No aplica, N/E: No estimado

El contaminante más abundante en peso que emiten las fuentes de área en la ZMVM, son los compuestos orgánicos totales (COT) con más de 609 mil toneladas anuales, básicamente estos compuestos son generados por las actividades cotidianas que realiza la población en sus hogares y la disposición de residuos, por ejemplo, la basura que se genera en las casas-habitación, que posteriormente es dispuesta en los rellenos sanitarios, se le asocia una emisión de casi 327 mil toneladas de COT.

Es importante resaltar que el 38% de las emisiones de COT (232,573 toneladas), son compuestos orgánicos volátiles precursores de ozono, que provienen principalmente del uso de solventes en los sectores habitacional, comercial, de servicios e industrial, así como del uso y manejo del gas licuado de petróleo.

Las emisiones de partículas PM10 de este sector, se estimaron en 21,654 toneladas, que en su mayoría son consecuencia del paso de los vehículos sobre vialidades sin pavimentar (terracería), así como de las actividades de labranza agrícola. Cabe mencionar que la generación de estas emisiones, también depende de las condiciones meteorológicas (humedad, precipitación pluvial, temperatura y viento) de la zona.

La transpiración humana y las excretas de animales son la causa principal de las emisiones de amoníaco, contribuyen con el 65% del total generado en toda la ZMVM (41,845 toneladas). De manera particular, el crecimiento de la población humana y de animales de tipo doméstico como gatos y perros, es el principal factor del aumento en la generación de este contaminante.

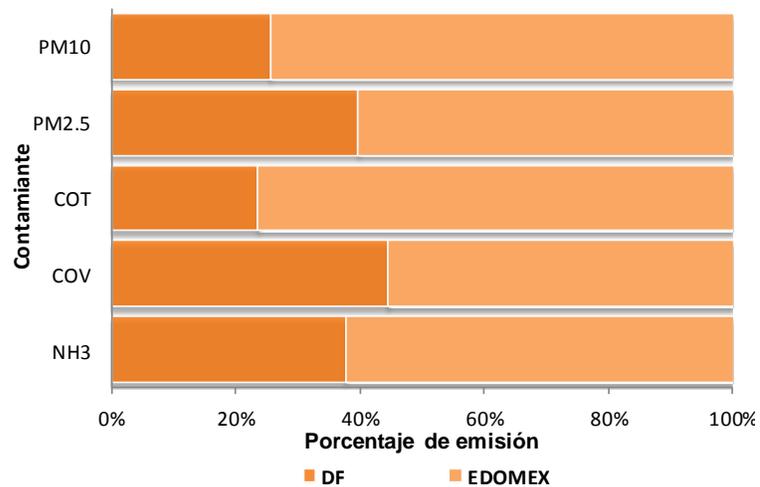
Las fuentes de área son las principales generadoras de COT, PM10, PM2.5 y NH₃ en la ZMVM, contribuyen con el 61%, 69%, 56% y 89% respectivamente al total del inventario. Las categorías más importantes por su emisión se muestran en la Figura 4.1.



Figura 4.22 Principales categorías de emisión de las fuentes de área

Las emisiones contaminantes de las fuentes de área de mayor importancia se ubican en el Estado de México, toda vez que varias categorías de emisión están relacionadas a la cantidad de población.

Es importante mencionar que las de emisiones de COT que se generan en el relleno sanitario Bordo Poniente ubicado en el Estado de México, son consecuencia también de los residuos sólidos (basura) que se generan en el Distrito Federal. A continuación, la Gráfica 4.1 presenta la contribución porcentual de emisiones por entidad federativa y tipo de contaminante.

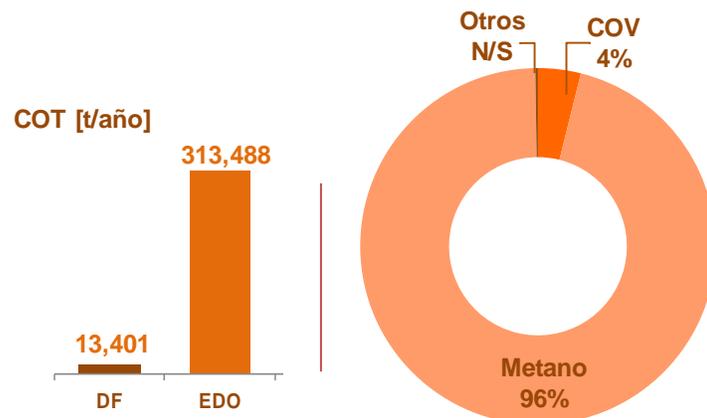


Gráfica 4.6 Contribución porcentual por contaminante y entidad

La disposición de residuos sólidos participa con más del 50% de la emisión de COT de las Fuentes de Área. En el Distrito Federal se localiza el relleno sanitario Prados de la Montaña en la delegación Álvaro Obregón y genera poco más de 13 mil toneladas de COT al año.

En el Estado de México se ubica el relleno Santa Catarina, en el municipio de La Paz, y en el municipio de Nezahualcóyotl se encuentra el relleno Bordo Poniente, que consta de cuatro secciones de disposición. Ambos generan 313 mil toneladas anuales de COT.

Cabe aclarar que de las emisiones de COT, el 96% es liberado como metano, el cual es producto de la degradación de los residuos sólidos. Ver Gráfica 4.2.



Gráfica 4.7 Emisiones de COT generadas por rellenos sanitarios

4.2. Principales contaminantes y categorías de emisión

Los contaminantes de mayor impacto en la calidad del aire de la ZMVM son las partículas y los COV, (estos últimos por ser precursores de ozono troposférico). Las emisiones de PM10 se asocian, entre otras causas, al polvo fugitivo proveniente de las vialidades (SMA-GDF, *et al.*, 2011) y la presencia de COV está relacionada básicamente al uso de solventes y consumo de gas L.P. (SMA-GDF, *et al.*, 2008); por lo anterior, resulta importante mencionar y analizar estas categorías de emisión.

Partículas PM10 y PM2.5 por polvo fugitivo

Las vialidades sin pavimento son la principal categoría generadora de partículas, y se estima que aproximadamente el 38% de las vialidades de los municipios del Estado de México son de terracería (INEGI, 2010), el Distrito Federal sólo presenta un 3% de este tipo de vialidades, y se encuentran en las delegaciones que no están totalmente urbanizadas (SMA-GDF, 2012). Otra emisión importante son las partículas provenientes de las vialidades pavimentadas, generadas por el intenso flujo vehicular que se desarrolla en ellas.

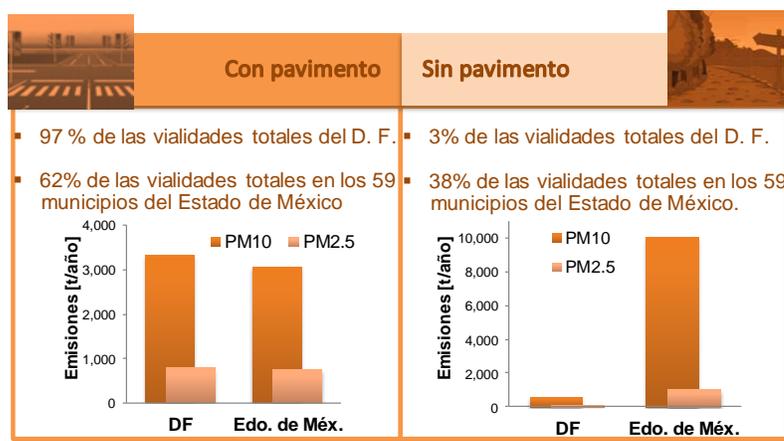


Figura 4.23 Emisiones de vialidades pavimentadas y sin pavimentar, ZMVM

En cuanto a la contribución respecto al total de emisiones de las Fuentes de Área, las vialidades pavimentadas y sin pavimentar, aportan el 79% de las PM10, de ellas el 49% (10,618 toneladas) se generan en las vialidades sin pavimentar y el 30% (6,428 toneladas) en las vialidades pavimentadas. Para el caso de las PM2.5, dichas vialidades generan el 21% (1,062 toneladas) y el 30% (1,553 toneladas) respectivamente.

La labranza y cosecha agrícola es también una fuente de contaminación de partículas fugitivas, y aunque la ZMVM no se caracteriza por ser una zona agrícola, en el 2010 las operaciones de labranza contribuyeron con el 10% de las emisiones de PM10. Ver Gráfica 4.3.



Gráfica 4.8 Principales categorías de emisión de PM10 y PM2.5

Compuestos orgánicos volátiles por uso de solventes, recubrimientos y tintas

La ZMVM presenta una alta densidad demográfica, además, en ella se concentran grandes grupos económicos, industriales, comerciales y de servicios. Lo anterior ocasiona que se consuman grandes cantidades de materias primas y productos terminados para realizar las actividades cotidianas de la Zona.

El uso de solventes como agentes de limpieza, diluyentes, desengrasantes y medios de dispersión, además de productos que contienen solventes como las pinturas, lacas, tintas, barnices, es un importante causante de emisiones atmosféricas de COV. La emisión se genera cuando los solventes se evaporan en la medida y tiempo en que estos son utilizados (limpiadores y desengrasantes) o también pueden emitirse posterior a la aplicación, hasta que el producto se seca (recubrimientos).

Dentro de las Fuentes de área, por uso industrial y comercial de solventes, las principales actividades generadoras son: recubrimiento industrial (mantenimiento), limpieza de superficies, pintado automotriz, lavado en seco, artes gráficas, pintura de tránsito y aplicación de asfalto.

El consumo de recubrimientos en los sectores industrial y de servicios de la ZMVM, es de 18.5 millones de litros¹ y los que se consumen en mayor cantidad son para el pintado automotriz (73% del total), actividad que es conocida por realizarse comúnmente de manera informal, al aire libre y sin medidas de control de emisiones y de protección a la salud. Otro consumo importante es el utilizado para mantenimiento industrial (18% del consumo), en el cual se tiene una diversidad de productos para la protección de materiales o superficies, aislantes y para señalización. Cabe mencionar que también en los establecimientos comerciales se consumen tintas para las actividades de impresión y flexografía a pequeña escala.

Otras actividades en las que también se consumen solventes y que generan gran emisión son la limpieza y el desengrase (de piezas metálicas o equipos industriales), así como los establecimientos de lavado en seco (tintorerías), los cuales utilizan destilados de petróleo y se caracterizan por ser fuentes comerciales que no cuentan con sistemas de control de emisiones.

La Figura 4.3 muestra las emisiones de COV generadas por el uso de recubrimientos, solventes y tintas por entidad y categoría.

¹ Información estimada con datos proporcionados por la ANAFAPYT

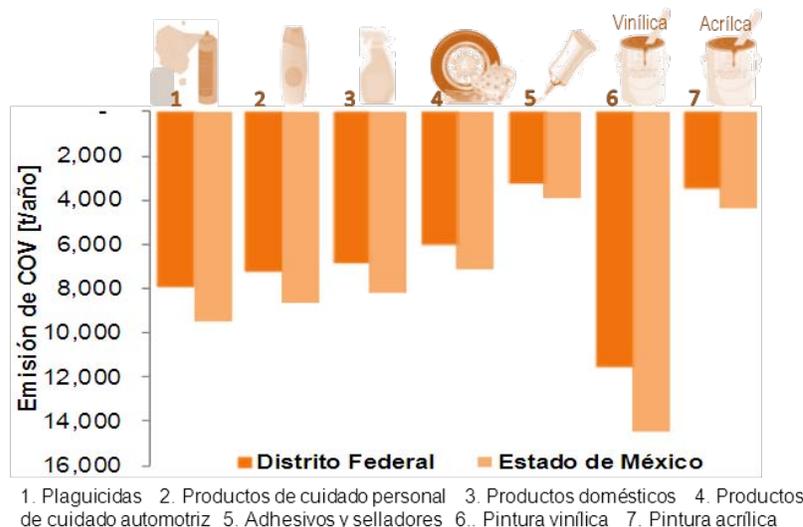


Figura 4.24 Emisiones de COV por la limpieza con solventes, recubrimientos y tintas

También existen emisiones domésticas de COV, que se generan cuando los habitantes utilizan recubrimientos (pinturas) para dar mantenimiento a sus viviendas y edificios, cuando utilizan productos de limpieza y aromatizantes y/o, al consumir productos de cuidado personal. Cabe mencionar que en la composición química de dichos productos, se encuentran compuestos orgánicos que son utilizados para proporcionar fluidez y aromaticidad.

En el año 2010, la ZMVM tuvo un consumo estimado de 51 millones de litros de pintura², equivalentes al 18% del consumo nacional, de éstas, la mayoría (74%) son de tipo vinílico (se diluyen con agua) y el resto son acrílicas (se diluyen con solvente). Es importante señalar que aquellas que se diluyen con agua, también contienen COV en su composición base.

Respecto al consumo doméstico de solventes, se estima que en promedio una vivienda puede tener hasta 60 productos diferentes, entre ellos se pueden encontrar limpiadores, aromatizantes, detergentes, plaguicidas, adhesivos y productos de cuidado personal, entre los principales. Estos productos contienen COV, que además de ser tóxicos y causar daños directos a la salud, son liberados al aire durante su aplicación y contribuyen con la generación de ozono.

Debido a la gran cantidad de población que presenta la ZMVM, el uso de estos productos genera el 44% (102,047 toneladas) de las emisiones totales de COV de las Fuentes de Área. Las emisiones de COV por uso de solventes y recubrimientos domésticos se muestran en la Gráfica 4.4.



Gráfica 4.9 Emisión de COV por limpieza con solventes y recubrimientos domésticos

² Información estimada con datos proporcionados por la ANAFAPYT

Emisiones de COV por almacenamiento, transporte y uso de gas L.P.

Entre las actividades de almacenamiento, transporte y uso de derivados del petróleo, las emisiones más abundantes son las relacionadas con el aprovechamiento del gas L.P., ya que debido a la falta de instalaciones domésticas eficientes, no se garantiza una completa hermeticidad del tanque de almacenamiento, ni de su sistema de conexiones hacia la estufa y calentadores de agua, lo cual ocasiona fugas que son liberadas completamente al aire.

Además, se presentan otras emisiones generadas por la combustión incompleta de este combustible, que se registran como “emisiones de hidrocarburos no quemados” (HCNQ). En total, por fugas y por la combustión incompleta del gas LP, se generan 72 mil toneladas de COV.

Es relevante mencionar que con la cantidad de gas L.P. que se fuga, se podrían llenar más de 1.6 millones de cilindros portátiles de 20 Kg, que representan un costo de aproximadamente de 317 millones de pesos (Con base en el precio del gas LP en el año 2010: \$9.66/kg. SENER, 2011).

En la Figura 4.4 se muestran las emisiones de COV por el aprovechamiento del gas L.P., destacando las generadas por fugas en instalaciones y conexiones (27,877 toneladas), así como los HCNQ (33,946 toneladas). Las actividades de almacenamiento, distribución y combustión, sólo generan 4,792 toneladas.

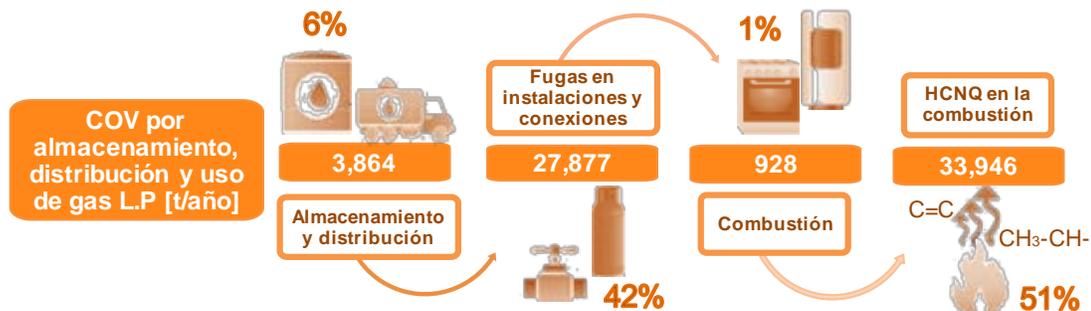


Figura 4.25 Emisiones de COV generadas por el uso de gas L.P.

Debido a que las emisiones se producen por deterioro y conexiones inapropiadas, además de la ineficiencia en los equipos de combustión; el establecimiento de medidas de control y reducción de emisiones de COV, deberían estar enfocadas al control de las fugas y al aumento de la eficiencia de combustión en las estufas y calentadores de agua. Las emisiones desglosadas de esta subcategoría así como la entidad donde se generan, se presentan en el Anexo de Fuentes de Área.

4.3. Emisiones horarias

La intensidad y los horarios de las actividades domésticas de la población, así como de los sectores comerciales y de servicios, son los principales factores que determinan el comportamiento de las emisiones de las Fuentes de Área a través del día.

La distribución horaria de las emisiones totales de COV de las Fuentes de Área, indican que a partir de las 4:00 y hasta las 08:00 de la mañana, las emisiones se van incrementando hasta alcanzar el horario de máxima emisión entre las 9:00 y 15:00 horas, donde se genera el 42% de las emisiones diarias.

Respecto a la contribución de emisiones por actividad generadora, el uso de solventes en la industria y comercios contribuye con el 30% de las emisiones de COV, observándose que de las 9:00 a las 14:00 horas se alcanzan las emisiones más altas, relacionadas con el horario de mayor intensidad de las actividades productivas de estos sectores.

El uso doméstico de solventes y el consumo de gas L.P. utilizado para el calentamiento de agua y cocción de alimentos, contribuyen con el 55% de la emisión diaria y dicha emisión comienza a incrementarse de las 4:00 a las 6:00, que es cuando comienzan las actividades cotidianas de la población. Ver Gráfica 4.5.

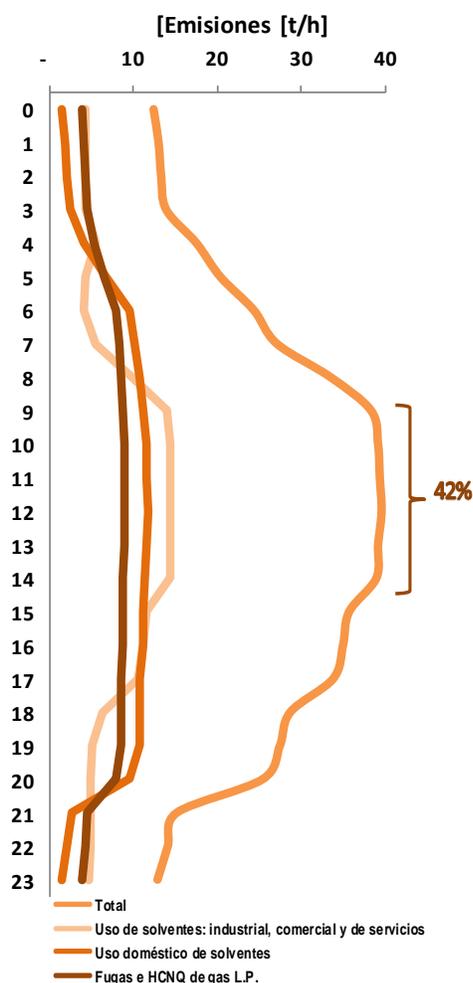


Figura 4.26 Perfil horario de emisión de COV de las fuentes de área

Emisiones de las Fuentes Móviles

A pesar del constante aumento de la flota vehicular que circula dentro de la ZMVM, la evolución de la calidad del aire indica una tendencia a la baja de las mediciones de ozono (Figura 5.1), sin embargo debido a que las concentraciones atmosféricas de este contaminante, junto con las de las partículas PM10 y PM2.5 continúan rebasando los niveles establecidos en las normas oficiales mexicanas de salud, es indispensable la aplicación de medidas que contribuyan a la reducción de emisiones en el sector transporte de la ZMVM.

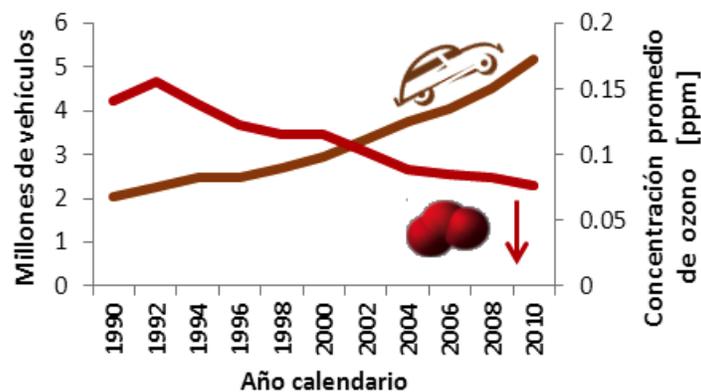


Figura 5.27 Flota vehicular de la ZMVM 2010 y concentración promedio de ozono

Las emisiones contaminantes que son generadas por los vehículos están directamente relacionadas con las necesidades de movilidad de la Zona Metropolitana del Valle de México. Asimismo, el crecimiento de la mancha urbana de la ZMVM ha provocado cambios importantes en los patrones de viaje, haciendo los recorridos cada vez más largos.

5.1. Parque vehicular por tipo de vehículo y combustible

En la ZMVM se tuvieron registrados más de 5 millones de vehículos automotores, de los cuales el 57% corresponde a unidades registradas en el Distrito Federal y el 43% restante a unidades domiciliadas en el Estado de México. En la Tabla 5.1 se puede observar la participación porcentual por tipo de vehículo, destacando los autos particulares que representan el 61% y el 15% de camionetas particulares SUV, los cuales en total suman más de 3.8 millones de vehículos de transporte particular de pasajeros.

Tabla 5.2 Parque vehicular de la ZMVM por entidad, 2010

Tipo de vehículo	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM	%
Autos particulares	1,832,278	1,234,135	3,066,413	61.0%
Camionetas particulares SUV	441,027	323,985	765,012	15.2%
Taxis	131,729	69,040	200,769	4.0%
Combis	5,820	39,981	45,801	0.9%
Microbuses	19,510	12,115	31,625	0.6%
Pick Up y vehículos de carga ligeros ≤ 3.8 t	124,014	301,283	425,297	8.5%
Tractocamiones	50,920	18,862	69,782	1.4%
Autobuses	32,970	14,039	47,009	0.9%
Vehículos de carga pesados > 3.8 t	57,625	105,366	162,991	3.2%
Motocicletas	161,087	48,599	209,686	4.2%
Metrobús	233	N/A	233	N/S
Total	2,857,213	2,167,405	5,024,618	100%

Fuente: Elaboración propia con información de:

- Programa de Verificación Vehicular Obligatoria del año 2008, 2009, 2010
- SETRAVI (2010), 3er Informe de Actividades, 2009 y Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012
- SCT, Subsecretaría de Transporte, DGAF (2011). Estadísticas Básicas del Autotransporte Federal 2010.
- Padrón Estatal de Transporte Público (jun., 2010). Secretaría de Transportes, Subdirección de Informática GEM.
- RTP, 2010. Informe de Avance en la Ejecución del Plan Integral de Transporte para la Ciudad de México.
- INEGI (2011), Estadísticas de vehículos de motor registrados en circulación 1980-2009.
- Metrobús (Junio 2011). [Información de correo electrónico]. Subgerente de Nuevas Tecnologías y Reducción de Emisiones de Metrobús
- Informe de actividades enero-diciembre 2009 -- Consejo Directivo de Metrobús
- Dirección General de Metrobús (2010), Informe de actividades 2008-2010.
- Informe de actividades 2008-2010. GDF (2010).
- Informe de Avances del Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012.

El combustible vehicular más utilizado en la ZMVM es la gasolina, consumiéndose 21 millones de litros diariamente, es decir, 46% de la energía anual que se consume en la metrópoli. Las unidades a diesel sólo representan el 4% de la flota de la ZMVM y consumen alrededor de 4.8 millones de litros diariamente (Figura 5.2). Los vehículos que utilizan gas licuado de petróleo (GLP) o gas natural comprimido son muy pocos y constituyen sólo el 1% del parque vehicular. En la Tabla 5.2 se presenta la flota vehicular por combustible y tipo de vehículo en la ZMVM.

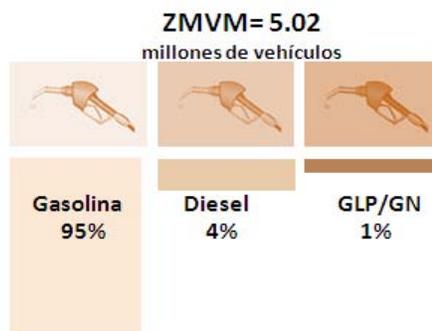


Figura 5.28 Flota vehicular de la ZMVM por tipo de combustible

Tabla 5.3 Flota vehicular de la ZMVM por tipo de vehículo y combustible

Tipo de vehículo	Gasolina	Diesel	GLP	GN
Autos particulares	3,061,791	2,053	2,556	13
Camionetas particulares SUV	756,307	4,347	4,336	22
Taxis	200,557	204	8	0
Combis	44,062	1,581	144	14
Microbuses	15,097	1,681	14,351	496
Pick Up y vehículos de carga de hasta 3.8 t	407,772	11,081	6,437	7
Tractocamiones	N/A	69,782	N/A	N/A
Autobuses	964	45,346	698	1
Vehículos de carga pesados de más de 3.8 t	90,841	53,084	19,061	5
Motocicletas	209,686	N/A	N/A	N/A
Metrobús	N/A	233	N/A	N/A
Total	4,787,077	189,392	47,591	558

Fuente: Elaboración propia con información de la Tabla 5.1

5.2. Edad del parque vehicular por tipo de combustible

Debido a que los niveles de las emisiones contaminantes dependen de la edad del vehículo, de la tecnología anticontaminante, así como del uso y el tipo del combustible, en la Figura 5.3 se presenta el parque vehicular a diesel y gasolina por año modelo, lo cual nos permitirá distinguir los estratos tecnológicos de control de emisiones.

Aun cuando el parque vehicular se ha incrementado aceleradamente, los vehículos viejos no se han desechado en su totalidad; de los 4.7 millones de vehículos a gasolina, el 11% tienen más de 20 años de antigüedad, y son unidades que no cuentan con sistemas de control de emisiones. El 5% son vehículos de años modelos 1991 y 1992 que ya tienen convertidores catalíticos de dos vías, lo cual permite disminuir las emisiones de hidrocarburos y monóxido de carbono. El resto de la flota (84%) son unidades equipadas con convertidor catalítico de tres vías y otros dispositivos de control de emisiones.

En el caso de la flota a diesel, la tasa de desecho de los vehículos viejos es aún más lenta, el 32% son años modelo 1993 y anteriores, con más de 18 años de antigüedad y altamente contaminantes por carecer de adecuaciones o sistemas de reducción de emisiones. El resto de la flota son unidades con alguna mejora tecnológica que permite cumplir con estándares de emisión como EPA 94, EPA 98 y/o EURO III, EURO IV.

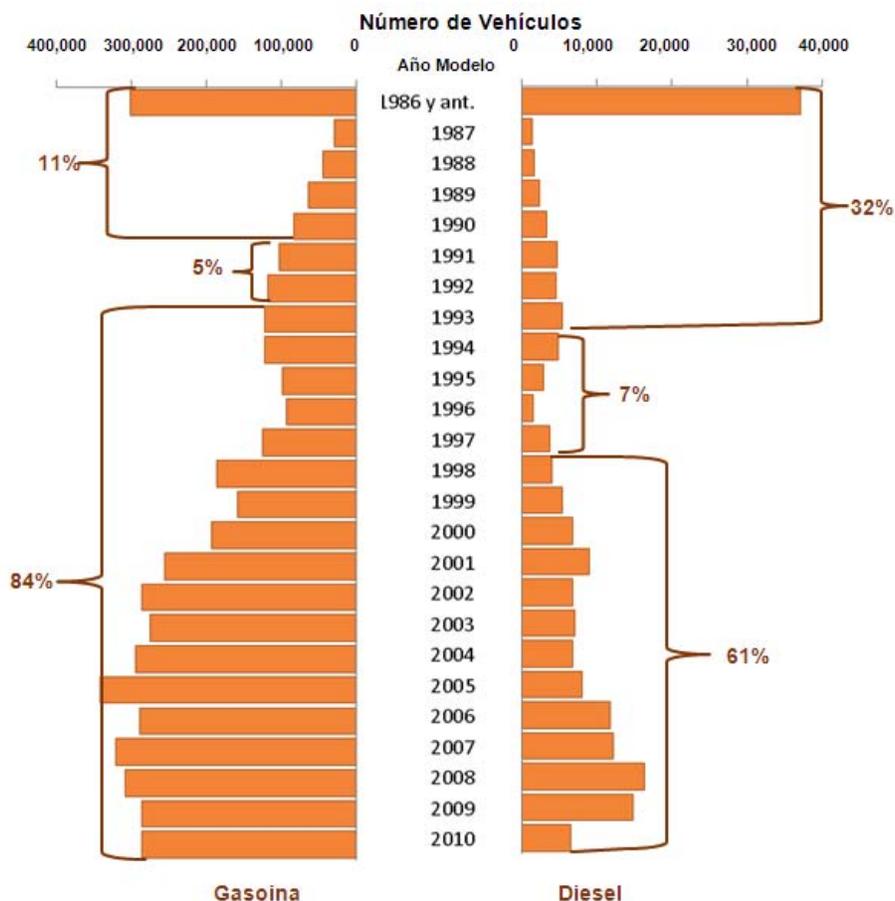


Figura 5.29 Edad del parque vehicular por tipo de combustible

A continuación, la Tabla 5.3 presenta el número de vehículos por estrato tecnológico, por entidad federativa y por tipo de combustible (diesel y gasolina).

Tabla 5.4 Flota vehicular de la ZMVM por estrato y entidad, 2010

Gasolina				
Año Modelo	Contaminante que se controla	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM
1990 y ant.	Sin control	204,306	320,009	524,315
1991-1992	CO y COV	91,606	129,984	221,590
1993-1998	CO, COV, NOx	354,318	393,355	747,673
1999-2010	CO, COV, NOx	2,062,619	1,230,880	3,293,499
Total Gasolina		2,712,849	2,074,228	4,787,077
Diesel				
Año Modelo	Contaminante que se controla	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM
1990 y ant.	Sin control	31,425	14,407	45,832
1991-1993	CO y COV	10,600	4,134	14,734
1994-1997	CO, COV, NOx	9,095	3,986	13,081
1998-2010	CO, COV, NOx	68,698	47,047	115,745
Total Diesel		119,818	69,574	189,392

5.3. Actividad vehicular y factores de emisión

Las emisiones generadas por las fuentes móviles que circulan por vialidades, se estiman utilizando los factores de emisión y los datos de actividad de los vehículos, es decir, los Kilómetros Recorridos por Vehículo (KRV). Los kilómetros recorridos anuales dependen de la actividad diaria por tipo de vehículo y para el caso de la ZMVM, del tipo de holograma que porten ("00", "0" y "2").

Los vehículos con holograma 2 dejan de circular un día a la semana y un sábado de cada mes, lo cual significa un máximo de 301 días en circulación, y en el caso de los hologramas cero y doble cero, estos pueden circular los 365 días del año. Las Tablas 5.4 y 5.5 presentan los datos de actividad diaria por tipo de vehículo.

Tabla 5.5 Kilómetros recorridos diarios de autos y camionetas SUV de uso particular

Año-modelo	Recorrido promedio [km/día]
1988 y anteriores	22.78
1989-1992	31.92
1993-1994	33.76
1995 y posteriores	35.84

Fuente: Lents (2005). Actividad y emisiones vehiculares en la Zona Metropolitana del Valle de México.

Tabla 5.6 Kilómetros recorridos diarios por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	km/día
Autos, camionetas y Pick Up de uso Intensivo	100
Pick Up de uso particular	60
Microbuses	200
Vehículos de carga hasta 3.8 toneladas	65
Vehículos pesados de carga de más de 3.8 toneladas	63
Taxis, vagonetas y combis	200
Tractocamiones	63
Autobuses Red de Transporte de Pasajeros y Autobuses Concesionados (día hábil/inhábil)	213/225
Autotransporte Federal de Turismo	45
Autotransporte Federal de Pasaje	36
Motocicletas	79
Metrobús (promedio día hábil/inhábil)	292/324

Fuentes:

- COMETRAVI, 1997.
- GDF, 2010. 4o. Informe de Gobierno,
- Instituto de Ingeniería-UNAM-Comisión Ambiental Metropolitana, 2006.
- Metrobús, 2011.

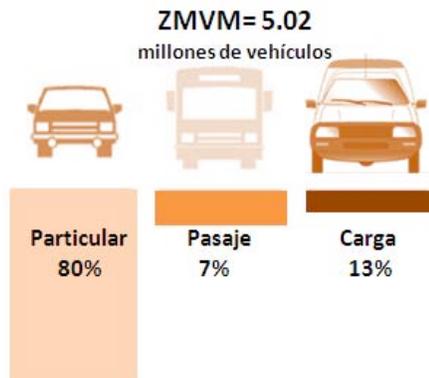
A continuación se muestran los factores de emisión promedio por tipo de vehículo. Para las camionetas tipo pick up y para los vehículos de carga pesada se presentan varios factores de emisión, los cuales se aplican de acuerdo al peso bruto vehicular. Los KRV y factores de emisión por año modelo se presentarán en el Anexo de Fuentes Móviles.

Tabla 5.7 Factores de emisión ponderados para la ZMVM, 2010

Tipo de Vehículo	Factor de emisión a gasolina [g/km]							
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Autos	0.016	0.007	0.004	13.16	1.25	1.87	1.80	0.063
SUV	0.016	0.007	0.005	19.01	1.59	2.18	2.08	0.062
Taxis	0.015	0.007	0.004	18.00	2.16	1.41	1.36	0.063
Combis	0.016	0.008	0.007	34.41	2.47	3.02	2.75	0.062
Microbuses	0.050	0.036	0.008	120.50	3.72	7.62	6.85	0.028
Pick Up 1 (0-1.7 t)	0.015	0.007	0.005	13.45	1.47	1.24	1.19	0.063
Pick Up 2 (1.8-2.3 t)	0.017	0.008	0.006	37.09	2.06	3.43	3.29	0.060
Pick Up 3 (2.4-2.6 t)	0.018	0.009	0.008	36.38	1.77	4.31	3.91	0.058
Pick Up 4 (2.7-3.6 t)	0.016	0.008	0.007	22.39	1.79	2.92	2.71	0.062
Vehículos de carga de hasta 3.8 t	0.015	0.008	0.007	26.32	1.60	2.89	2.62	0.060
Autobuses	0.098	0.065	0.017	246.43	5.42	12.37	11.08	0.028
Vehículos pesados 1 (4.6-6.3 t)	0.063	0.045	0.008	98.44	2.77	6.52	5.87	0.028
Vehículos pesados 2 (6.4-11.7 t)	0.049	0.035	0.011	30.91	2.21	1.94	1.83	0.028
Vehículos pesados 3 (11.8-14.9 t)	0.076	0.051	0.015	85.81	3.07	6.85	6.35	0.028
Vehículos pesados 4 (15-27.2 t)	0.075	0.051	0.015	119.70	3.45	8.99	8.58	0.028
Motocicletas	0.023	0.013	0.002	28.38	0.70	7.53	7.09	0.007

Tipo de Vehículo	Factor de emisión a diesel [g/km]							
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Autos	0.078	0.065	0.001	1.28	0.81	0.42	0.40	0.004
SUV	0.230	0.204	0.001	2.06	0.73	0.63	0.59	0.004
Taxis	0.081	0.067	0.001	1.45	0.93	0.56	0.53	0.004
Combis	0.095	0.080	0.002	2.22	0.97	0.75	0.70	0.004
Microbuses	0.162	0.141	0.002	6.38	4.90	1.25	1.19	0.017
Pick Up 1 (0-1.7 t)	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
Pick Up 2 (1.8-2.3 t)	0.230	0.204	0.001	2.08	0.74	0.67	0.63	0.004
Pick Up 3 (2.4-2.6 t)	0.092	0.077	0.002	2.18	0.91	0.67	0.63	0.004
Pick Up 4 (2.7-3.6 t)	0.088	0.074	0.001	3.08	1.31	1.36	1.27	0.004
Vehículos de carga de hasta 3.8 t	0.094	0.080	0.002	2.10	0.92	0.68	0.63	0.004
Tractocamiones	1.683	1.484	0.005	23.08	15.20	4.12	3.95	0.017
Autobuses	0.226	0.199	0.006	21.68	15.73	4.06	3.88	0.017
Vehículos pesados 1 (4.6-6.3 t)	0.261	0.228	0.003	12.64	6.99	2.13	2.03	0.017
Vehículos pesados 2 (6.4-11.7 t)	0.590	0.465	0.003	6.96	5.70	1.44	1.37	0.017
Vehículos pesados 3 (11.8-14.9 t)	0.781	0.689	0.004	15.16	10.40	2.94	2.80	0.017
Vehículos pesados 4 (15-27.2 t)	1.021	0.913	0.005	27.87	15.79	4.76	4.54	0.017
Motocicletas	0.480	0.374	0.009	5.51	17.36	3.03	2.89	0.017
Metrobús	0.261	0.228	0.003	12.64	6.99	2.13	2.03	0.017

5.4. Parque vehicular y emisiones por tipo de uso



La movilidad que demanda la creciente población de la ZMVM para trasladarse al trabajo, escuela, hogar, centros comerciales y de servicios, es cubierta por modos de transporte particular y público de baja, mediana y alta capacidad.

Además de estos modos de transporte, sobre la infraestructura vial también circulan vehículos destinados al traslado de mercancías, es decir el transporte de carga (Ver Figura 5.4). Estos modos de transporte y sus respectivas emisiones se describen a continuación.

Figura 5.30 Modos de transporte en la ZMVM

Transporte Particular/Privado

En términos de la funcionalidad urbana, transportar a una persona en auto particular ocupa 50 veces más espacio que trasladarlo en transporte público, ya que el índice de ocupación vehicular de un auto de uso particular es de 1.7 pasajeros por automóvil (FIMEVIC, 2012). La flota vehicular de uso particular continúa creciendo rápidamente, a pesar del fortalecimiento del transporte público, donde se ha sustituido parte de la flota vehicular de microbuses con autobuses y se han incrementado y renovado los autobuses de la RTP; respecto al transporte de alta capacidad; al año 2010, se han incorporado 2 líneas del Metrobús, además del tren suburbano Buenavista-Cuautitlán.

Las unidades de uso particular al año 2010 representan el 80% del parque vehicular de la ZMVM, y sólo cubren una tercera parte de los viajes realizados diariamente (GDF, INEGI y GEM, 2007); incluyen los autos tipo sedán, las camionetas particulares SUV y las motocicletas, que en conjunto suman más de 4 millones de unidades. La Figura 5.5 muestra los vehículos de uso particular por tipo y entidad.

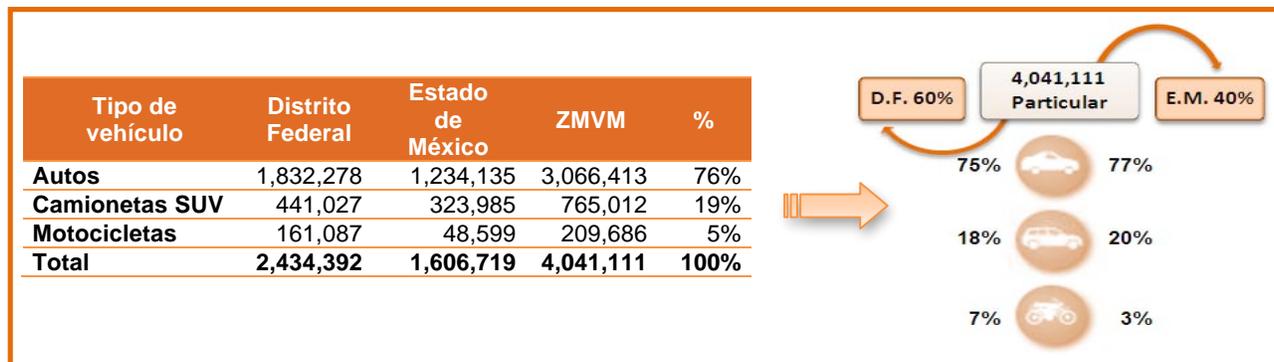


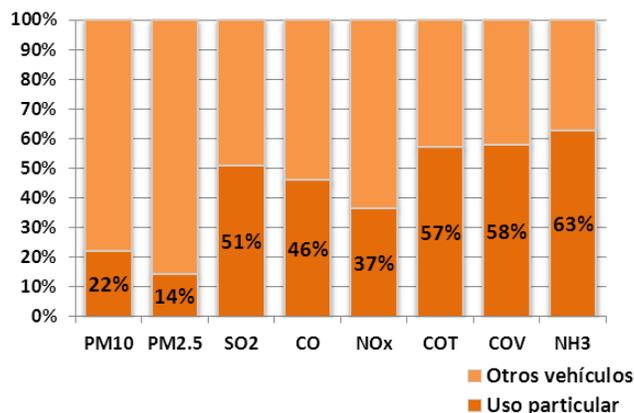
Figura 5.31 Vehículos de uso particular de la ZMVM, 2010

La principal fuente de contaminantes en la ZMVM es el transporte, y dentro de éste, las mayores emisiones son generadas por los vehículos de uso particular, debido a ello, puede considerarse como el modo de transporte más contaminante, ya que traslada un limitado número de pasajeros y sus emisiones por kilómetro-pasajero son 5 veces mayores que un microbús y 15 veces mayores que un Metrobús. A continuación, la Tabla 5.7 muestra las emisiones del transporte particular por tipo de vehículo.

Tabla 5.8 Emisiones del transporte de uso particular por tipo de vehículo

Distrito Federal [t/año]									
Tipo de uso	Tipo de vehículo	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOx	COT	COV	NH ₃
Particular	Autos	325	150	89	245,041	25,978	32,145	30,906	1,373
	Camionetas SUV	91	46	28	81,528	7,987	8,512	8,142	336
	Motocicletas	92	51	6	113,093	2,793	29,993	28,268	28
Total		508	247	123	439,662	36,758	70,650	67,316	1,737
Estado de México [t/año]									
Particular	Autos	226	103	63	184,433	18,067	25,843	24,846	816
	Camionetas SUV	64	31	21	71,142	6,105	8,744	8,364	232
	Motocicletas	28	16	2	34,096	842	9,046	8,526	8
Total		318	150	86	289,671	25,014	43,633	41,736	1,056
Zona Metropolitana del Valle de México [t/año]									
Particular	Autos	551	253	152	429,474	44,045	57,988	55,752	2,189
	Camionetas SUV	155	77	49	152,670	14,092	17,256	16,506	568
	Motocicletas	120	67	8	147,189	3,635	39,039	36,794	36
Total uso particular ZMVM		826	397	209	729,333	61,772	114,283	109,052	2,793

La Gráfica 5.1 presenta la comparación de las emisiones del transporte particular y las emisiones del resto del parque vehicular, observándose que en algunos contaminantes, estos vehículos generan más de la mitad de las emisiones totales.



Gráfica 5.10 Contribución de emisiones del transporte de uso particular

Transporte Público

De acuerdo con los datos proporcionados por la Encuesta Origen Destino 2007, de 22 millones de viajes que se llevan a cabo diariamente en la ZMVM, poco más de dos terceras partes se realiza en transporte público y de estos, el 91% se realiza en vehículos de combustión interna.

Sin contar a los vehículos eléctricos que pertenecen al Sistema de Transporte Colectivo Metro y al Sistema de Transportes Eléctricos, el transporte público de pasajeros está conformado por autobuses de la RTP y del sistema Metrobús, además del servicio concesionado de taxis, combis, microbuses y autobuses. Estos modos de transporte cuentan con más de 325 mil unidades y representan solo el 7% de la flota vehicular total registrada en la ZMVM. La Figura 5.6 presenta el transporte público por tipo de vehículo y entidad.

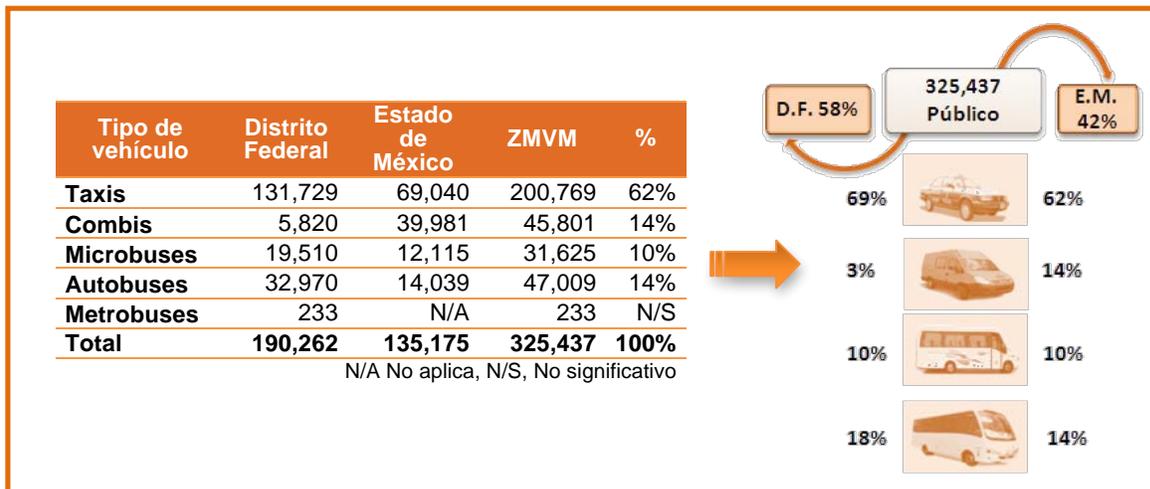


Figura 5.32 Vehículos de transporte público de la ZMVM, 2010

Aún es baja la participación del transporte público de pasajeros de alta capacidad (Metrobús/Autobús), pues de 8 millones de viajes que se realizan en transporte público, 6.4 millones se llevan a cabo en colectivos y taxis (5.1 y 1.3 millones respectivamente). En términos de eficiencia del sistema de transporte, el gran volumen de viajes que se realizan en medios colectivos de baja capacidad, conlleva un alto costo ambiental.

Lo anterior trae como consecuencia la congestión de vialidades, disminución de la velocidad de circulación, aumento en el consumo de combustible y por consiguiente, un aumento en las emisiones contaminantes, ya que estos sistemas de transporte de baja capacidad generan una mayor emisión por km-pasajero.

La Figura 5.7 muestra las emisiones de NO_x, COV y partículas por km-pasajero, considerando la capacidad promedio de pasajeros por tipo de vehículo, con control y sin control de emisiones. Se observa que la tasa de emisión por kilómetro-pasajero es inversamente proporcional a la capacidad. Las mayores emisiones se presentan cuando se viaja en taxi, debido al uso intensivo con pocos pasajeros transportados. En lo que se refiere a las emisiones de partículas, los más contaminantes son taxis por la intensidad de uso, seguidos de los autobuses por el tipo de combustible que utilizan (diesel).

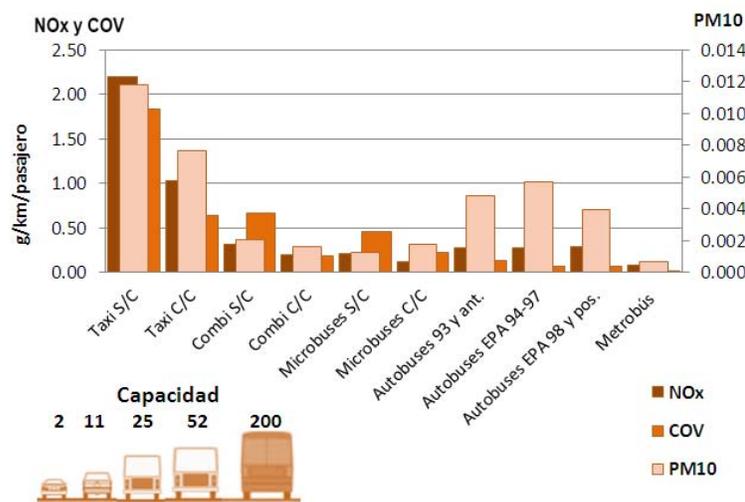


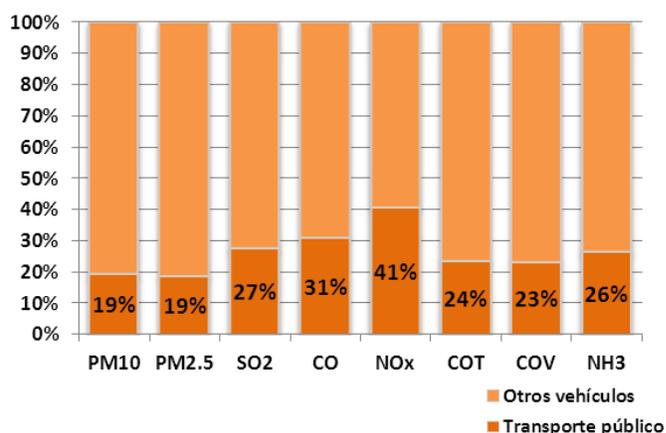
Figura 5.33 Emisiones de COV, NO_x y PM₁₀, por km-pasajero y tipo de vehículo

La Tabla 5.8 resume las emisiones del transporte público de pasajeros por entidad.

Tabla 5.9 Emisiones del transporte público de la ZMVM, 2010

Distrito Federal [t/año]									
Tipo de uso	Tipo de vehículo	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Público	Taxis	130	60	32	138,666	16,980	10,789	10,373	548
	Combis y Vagonetas	5	3	2	8,294	754	840	761	16
	Microbuses	34	22	29	63,436	5,926	9,475	8,262	118
	Autobuses	212	188	5	24,098	13,974	3,843	3,649	17
	Metrobuses	9	7	N/S	103	324	56	54	N/S
Total		390	280	68	234,597	37,958	25,003	23,099	699
Estado de México [t/año]									
Público	Taxis	70	32	17	87,078	10,338	6,917	6,651	279
	Combis y Vagonetas	47	25	17	83,204	5,981	7,252	6,590	155
	Microbuses	46	35	5	63,493	2,850	4,483	4,025	22
	Autobuses	162	141	6	22,395	11,337	3,352	3,167	15
Total		325	233	45	256,170	30,506	22,004	20,433	471
Zona Metropolitana del Valle de México [t/año]									
Público	Taxis	200	92	49	225,744	27,318	17,706	17,024	827
	Combis y Vagonetas	52	28	19	91,498	6,735	8,092	7,351	171
	Microbuses	80	57	34	126,929	8,776	13,958	12,287	140
	Autobuses	374	329	11	46,493	25,311	7,195	6,816	32
	Metrobús	9	7	N/S	103	324	56	54	N/S
Total transporte público ZMVM		715	513	113	490,767	68,464	47,007	43,532	1,170

La Gráfica 5.2 muestra las emisiones generadas por el transporte público, así como su contribución a las emisiones totales del transporte de la ZMVM, se observa que en promedio este tipo de vehículos aporta el 26% de los contaminantes, destacando las emisiones de NO_x y CO, generadas principalmente por taxis y autobuses.



Gráfica 5.11 Contribución de emisiones del transporte público

Transporte de carga

En comparación con el transporte de pasajeros, el transporte de carga es complejo y heterogéneo; es difícil identificar características comunes entre los demandantes, mercancías y vehículos, esto se deriva de la multitud de actores que intervienen en el proceso de distribución urbana de mercancías. El transporte de carga juega un papel importante en la prestación de los servicios y en las actividades comerciales e industriales; así mismo, es esencial para la generación de riqueza, sin embargo, tiene costos ambientales en términos del consumo de energía, ruido y contaminación, entre los principales (UNAM y CAM, 2006).

Actualmente en la ZMVM los vehículos de transporte de carga ocasionan varios problemas, ocupan más de un carril, obstruyen el tránsito, arruinan el pavimento y se atorran en los puentes. Con base en lo anterior, el impacto de los vehículos de carga (principalmente tractocamiones) sobre el tráfico puede ser significativo.

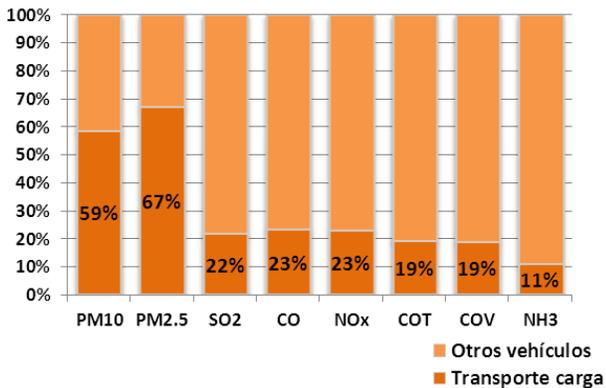
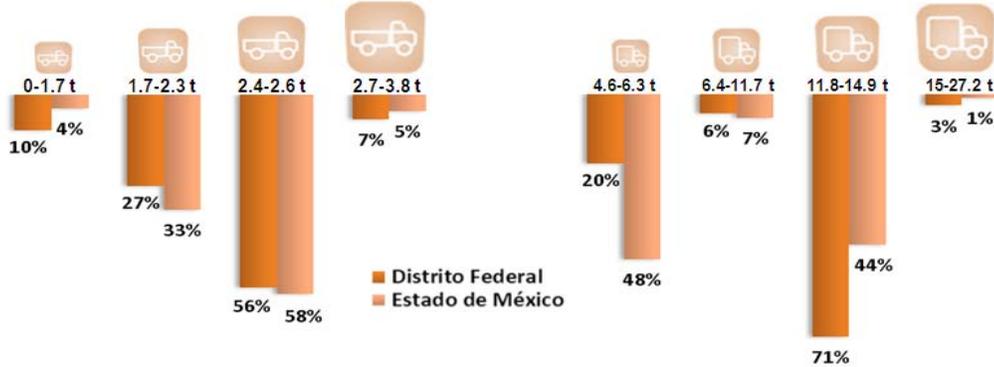
El transporte de carga está conformado por unidades ligeras, medianas y pesadas. Estos vehículos a pesar de que representan sólo el 13% de la flota registrada en la ZMVM, tienen una contribución importante a las emisiones de partículas, básicamente de los vehículos que utilizan diesel como combustible, así como de NOx y CO proveniente de los vehículos viejos. En la Figura 5.8 se presentan las unidades del transporte de carga, donde se observa que el Estado de México es la entidad donde se registra la mayor cantidad de unidades de casi todos los tipos de vehículos.

Figura 5.34 Flota del transporte de carga por entidad y tipo de vehículo



Debido a que las camionetas tipo pick up y los vehículos de más de 3.8 toneladas son de diferentes tipos y tamaños, para el cálculo de emisiones se consideró importante subdividirlos de acuerdo al peso bruto vehicular. La Figura 5.9 muestra el porcentaje de estos tipos de vehículos con base en su peso vehicular, y la Tabla 5.9 resume las emisiones del transporte de carga por tipo de vehículo y entidad.

Figura 5.35 Porcentaje de vehículos tipo pick up y >3.8 t por peso vehicular y entidad



Los vehículos pesados de carga como los tractocamiones, son importantes emisores de partículas, a pesar de que ya se comercializa en la ZMVM diesel de ultra bajo azufre.

En la Gráfica 5.3 se ilustra la participación porcentual de los vehículos de carga a las emisiones, con respecto al total de las fuentes móviles. Además, en la Tabla 5.9 se muestran las emisiones del transporte de carga por tipo de vehículo y entidad.

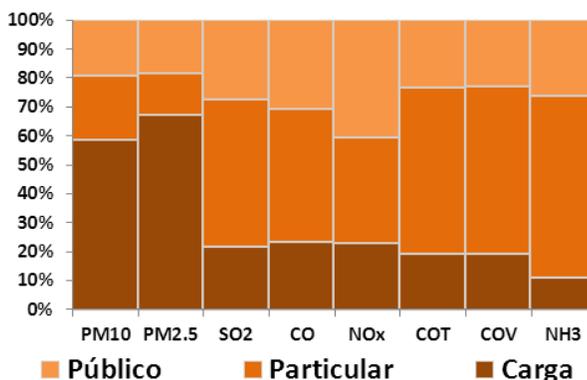
Gráfica 5.12 Contribución de emisiones del transporte

de carga

Tabla 5.10 Emisiones del transporte de carga en la ZMVM-2010

Distrito Federal									
Tipo de uso	Tipo de vehículo	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Carga	Pick up	24	13	10	31,774	2,479	3,532	3,259	90
	Carga ≤ 3.8 t	7	6	1	2,486	275	301	275	9
	Carga > 3.8 t	327	282	13	32,038	5,334	3,544	3,287	30
	Tractocamiones	1,006	889	3	16,977	10,458	2,968	2,841	11
Total		1,364	1,190	27	83,275	18,546	10,345	9,662	140
Estado de México									
Carga	Pick up	79	40	31	148,582	8,077	16,231	15,063	253
	Carga ≤ 3.8 t	17	13	3	7,481	575	902	822	18
	Carga > 3.8 t	350	290	27	122,383	7,840	10,205	9,291	70
	Tractocamiones	369	326	1	5,841	3,731	1,037	992	4
Total		815	669	62	284,287	20,223	28,375	26,168	345
Zona Metropolitana del Valle de México									
Carga	Pick up	103	53	41	180,356	10,556	19,763	18,322	343
	Carga ≤ 3.8 t	24	19	4	9,967	850	1,203	1,097	27
	Carga > 3.8 t	677	572	40	154,421	13,174	13,749	12,578	100
	Tractocamiones	1,375	1,215	4	22,818	14,189	4,005	3,833	15
Total transporte de carga		2,179	1,859	89	367,562	38,769	38,720	35,830	485

Finalmente, la Gráfica 5.4 resume la participación porcentual a las emisiones de acuerdo al uso vehicular. Se aprecia que en lo que respecta a las emisiones de partículas, se debe poner atención a las unidades de carga, y para el caso de los precursores de ozono, es necesario establecer medidas de reducción de emisiones en el transporte particular y de pasajeros.



Gráfica 5.13 Contribución de emisiones del transporte de carga

5.5. Emisiones vehiculares por jurisdicción

Además del uso que se le puede dar a un vehículo, este se puede clasificar de acuerdo a su competencia, en local y federal. De manera general, el parque vehicular de jurisdicción local es el más abundante, sin embargo, aun cuando los de jurisdicción Federal participan sólo con el 4% en el Estado de México y el 1% en el Distrito Federal, son de atención por las emisiones de partículas que generan. Ver Figura 5.10.

Vehículos		Emisiones [t/año]								Vehículos	
		Jurisdicción	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOx	COT	COV		
D.F. = 2.85 millones de vehículos  Local 96% Federal 4%	Local D.F.	1,051	649	209	712,083	75,728	99,848	94,238	2,546	E.M. = 2.16 millones de vehículos  Local 99% Federal 1%	
	Federal D.F.	1,211	1,068	9	45,451	17,534	6,150	5,839	30		
	Total D.F.	2,262	1,717	218	757,534	93,262	105,998	100,077	2,576		
	Local E.M.	1,122	757	192	820,614	71,548	92,632	87,024	1,865		
	Federal E.M.	336	295	1	9,514	4,195	1,380	1,313	7		
	Total E.M.	1,458	1,052	193	830,128	75,743	94,012	88,337	1,872		
	Local Z.M.	2,173	1,406	401	1,532,697	147,276	192,480	181,262	4,411		
	Federal Z.M.	1,547	1,363	10	54,965	21,729	7,530	7,152	37		
	Total Z.M.V.M.	3,720	2,769	411	1,587,662	169,005	200,010	188,414	4,448		

Figura 5.36 Emisiones y parque vehicular por jurisdicción

5.6. Distribución horaria de las emisiones vehiculares

En la ZMVM, cada día hábil se realizan 22 millones de viajes, de los cuales, 14.8 millones son en transporte público, con la principal demanda de viajes en las demarcaciones más pobladas. El resto de viajes se realiza básicamente en vehículos privados. Cabe mencionar que el problema mundial de la movilidad de las grandes ciudades en desarrollo, está vinculado a su tamaño poblacional y a una creciente motorización contra un lento incremento de la infraestructura vial (Casado, J. M., 2008).

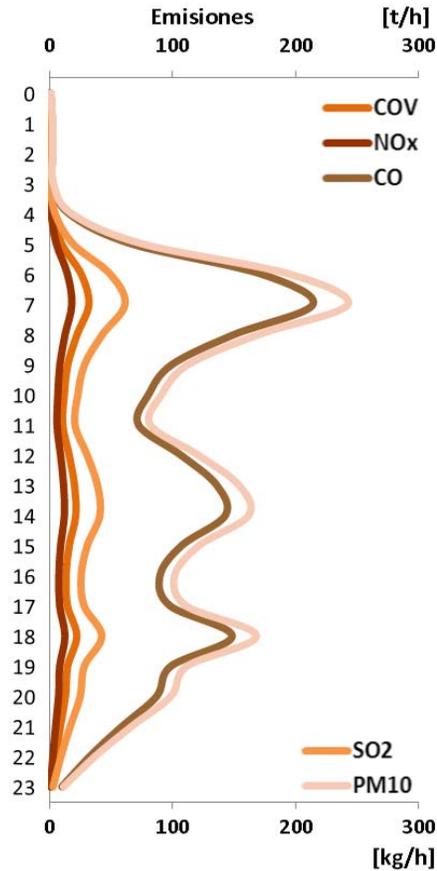
Con base en la Encuesta Origen-Destino 2007 (INEGI, 2007), se tiene que 45 de cada 100 viajes son de regreso al hogar, en segundo orden de importancia están los traslados laborales con el 25% y con propósitos de estudio el 15%. Aunado a lo anterior, la gran cantidad de viajes que se realizan en el transporte público y privado, ha llevado a una progresiva saturación de las vialidades, lo cual se ve reflejado en la disminución de la velocidad vial promedio. En 1990 era de 38.5 kilómetros por hora; en el año 2004 bajó a 21 km/h y recientemente se estima que la velocidad se encuentra entre 17 y 19 km/h (Davis, N., Lents, J., Nikkila, N., Osses, M., 2005 y 2007).

Los estudios realizados para conocer los cambios en el comportamiento horario de la demanda de viajes, nos indican que en el año 1996 la mayor cantidad de viajes se tenía alrededor de las 7:00 a.m. (Calvillo, A. Moncada G., 2008), al año 2007 se amplió el horario de mayor demanda, iniciando desde las 5:00 a.m. hasta las 8:00 a.m. Por el caos vial que provoca este reparto aglutinado de viajes, es necesario impulsar propuestas de modificación de horarios y jornadas laborales (Navarro *et al.*, 1996 en Casado, 2008).

Recientemente la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, ha estudiado la posibilidad de establecer Programas de Reducción de Viajes (PRV), con la finalidad de reducir el número y distancia de los viajes que realizan sus trabajadores y los usuarios de sus servicios, además de buscar bajar las emisiones de contaminantes atmosféricos y otros beneficios institucionales, sociales y económicos.

Debido a que los vehículos de uso particular son los más abundantes, la Gráfica 5.5 muestra la distribución horaria de las emisiones por contaminantes, con base en la demanda de viajes que se reporta en la encuesta Origen-Destino 2007.

En esta gráfica, se puede observar que las emisiones más altas se generan en las primeras horas de la mañana cuando se inician las actividades laborales y escolares; además se presentan otras emisiones importantes alrededor de la 13:00 y 14:00 horas que corresponde a los horarios de salidas de las escuelas, así como al término de las jornadas laborales a las 18:00 horas del día.



Gráfica 5.14 Distribución horaria de contaminantes de vehículos de uso particular

Emisiones de las Fuentes Naturales

Además de las actividades que realizan los habitantes de la ZMVM, algunos procesos naturales como la erosión, la oxidación, la descomposición, la fotosíntesis, entre otros, generan contaminantes atmosféricos. Para el caso del presente Inventario, se estimaron las emisiones biogénicas, así como las partículas provenientes de la erosión eólica.

6.1. Vegetación y suelos (emisiones biogénicas)

La vegetación tiene gran importancia para el ambiente y para el ser humano, entre los aspectos más importantes se pueden mencionar: la protección del suelo, la regulación de los escurrimientos de agua, la generación de alimento, el mantenimiento de especies, la regulación del clima y limpieza del aire, también es importante el embellecimiento del paisaje y la mitigación de ruido, entre otros. Sin embargo, a pesar de los beneficios que tiene la cubierta vegetal en la ZMVM, las plantas también liberan gases como los compuestos orgánicos volátiles (COV) y los óxidos de nitrógeno (NOx), los cuales contribuyen a la formación del ozono.

Las emisiones de COV generados por la vegetación, han sido estudiadas desde los años sesentas por Went y Rasmussen, identificando los principales compuestos como es el isopreno y los monoterpenos.

Los COV son generados mediante diversos procesos fisiológicos para varios fines, por ejemplo la producción del metil salicilato, del Cis-3-hexenal o de los terpenos, pueden actuar como compuestos defensivos contra patógenos y herbívoros (Farmer y Ryan, 1990; Langenheim, 1994; y Llusía, 2001.). Otras posibles funciones de COV como el isopreno y los terpenos son la estabilización y protección de las membranas vegetales contra las altas temperaturas o la alteración de la floración de las plantas vecinas, además, los terpenos pueden incluso estar implicados en el desarrollo de incendios forestales (Owens et al., 1998; Peñuelas 1996.).

Por lo que respecta a los óxidos de nitrógeno, estos se generan en el suelo por la actividad microbiana en el proceso de nitrificación-desnitrificación de la materia orgánica.

El cálculo de emisiones biogénicas para este inventario se realizó mediante la aplicación del modelo GloBEIS de la US- EPA (por sus siglas en inglés, Global Biosphere Emissions and Interaction System), para ello se tomaron en cuenta datos de la Zona Metropolitana del Valle de México, de uso de suelo, temperatura y radiación útil para la actividad fotosintética (PAR³ por sus siglas en inglés).

La ZMVM cubre casi 8 mil km² de superficie y los principales usos de suelo son: el urbano, el forestal y el agrícola (Figura 6.1); siendo en éstos dos últimos, donde se generan las principales emisiones biogénicas.

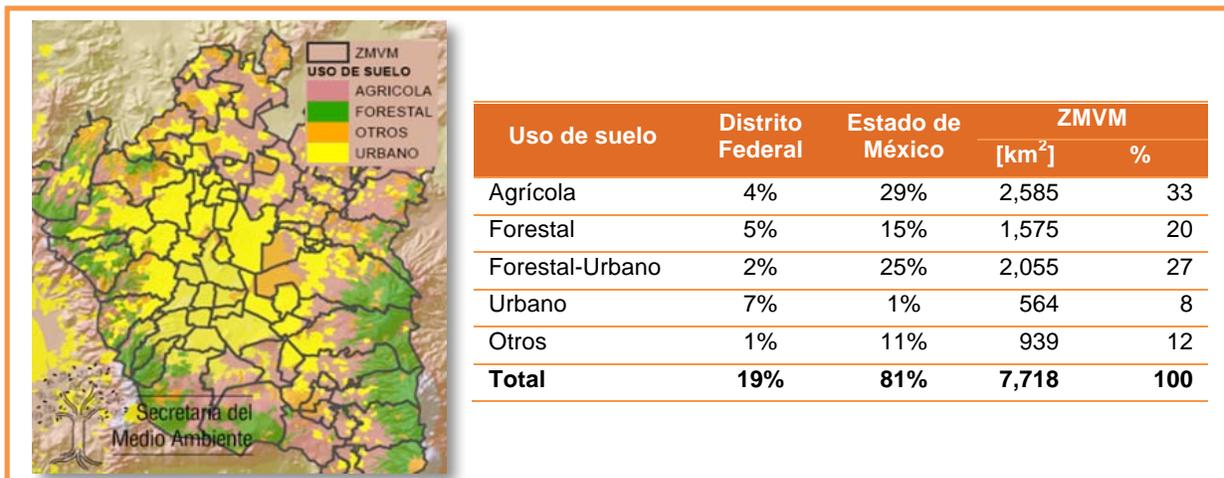


Figura 6.37 Uso de suelo de la Zona Metropolitana del Valle de México-2010

Los COV se generan en su mayoría en las zonas boscosas, a diferencia de los NO_x, los cuales están estrechamente relacionados a las áreas de uso agrícolas. En la Tabla 6.1 se resumen las emisiones biogénicas por compuesto para la ZMVM.

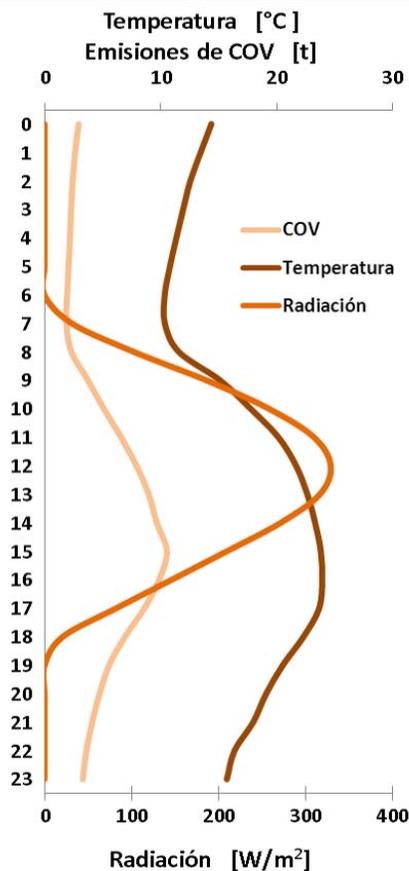
Tabla 6.11 Emisiones biogénicas de la ZMVM-2010

	Emisiones [t/año]				
	Isopreno	Monoterpeno	Otros COV	Total COV	NO _x
ZMVM	8,690	17,657	18,425	44,772	5,026

Las emisiones por compuesto químico varían en función del tipo de vegetación, de la temperatura y de las horas de radiación solar, por ejemplo la emisión de monoterpenos está influenciada esencialmente por la temperatura y la del isopreno por la radiación solar.

Como ejemplo, a continuación se muestra el comportamiento horario del PAR y la temperatura, así como las emisiones promedio de COV. En promedio, al día se generan alrededor de 120 toneladas de COV, que incluyen al isopreno y al monoterpeno como compuestos químicos principales. Además, en el mapa se presenta la contribución de emisiones por entidad y compuesto generado por la vegetación (Gráfica 6.1 y Figura 6.2).

³ Radiación fotosintéticamente activa. La radiación solar en la parte del espectro visible (400 a 700 nm), que es utilizada para la fotosíntesis de las plantas. Radiación útil para la fotosíntesis.



Gráfica 6.15 Temperatura, radiación y emisión de COV-2010

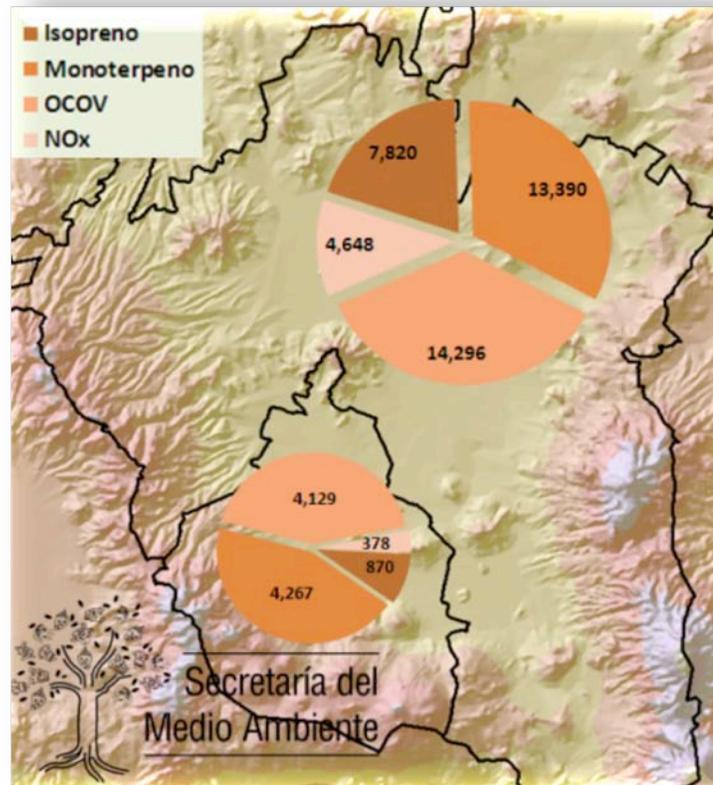


Figura 6.38 Emisiones biogénicas-2010 [t/año]

6.2. Erosión eólica

En la ZMVM se presentan periódicamente vientos fuertes que provocan tolvánas provenientes principalmente de los suelos desprovistos de cubierta vegetal o de capa asfáltica, generando altas concentraciones atmosféricas de partículas. Por lo anterior, el problema de contaminación por partículas de la ZMVM no solamente se le atribuye a fuentes antropogénicas, sino también a las fuentes naturales como es el caso de la erosión eólica.

La deforestación, las quemas y las prácticas agrícolas, entre otras causas, ha llevado a la alteración del régimen hidrológico y ha ocasionado la remoción de los suelos, haciendo a la ZMVM cada vez más susceptible a un aumento de partículas suspendidas; aunado a esto, los vientos que existen en la cuenca y que se producen durante las horas más calientes del día, provocan remolinos que se levantan a gran altura, llevando a la suspensión grandes cantidades de polvo, principalmente en época de secas.

Las emisiones de partículas debido a la erosión eólica aumenta generalmente bajo las siguientes condiciones: escasa precipitación, vientos fuertes, áreas extensas de exposición con superficie uniforme o plana, suelos secos y sueltos, así como en zonas con escasa o nula cubierta vegetal. La superficie considerada como susceptible de erosión eólica en el año 2010 en la ZMVM, se estimó en más de 390 mil hectáreas; generando, 511 toneladas anuales de partículas PM10 y 108 toneladas de PM2.5.

Considerando lo anterior, en la Figura 6.3 se representan los promedios anuales de la dirección [grados] e intensidad del viento [m/s], ya que es la causa principal de la generación de partículas por erosión eólica. La Figura 6.4 muestra las emisiones de PM10 y PM2.5 por entidad.

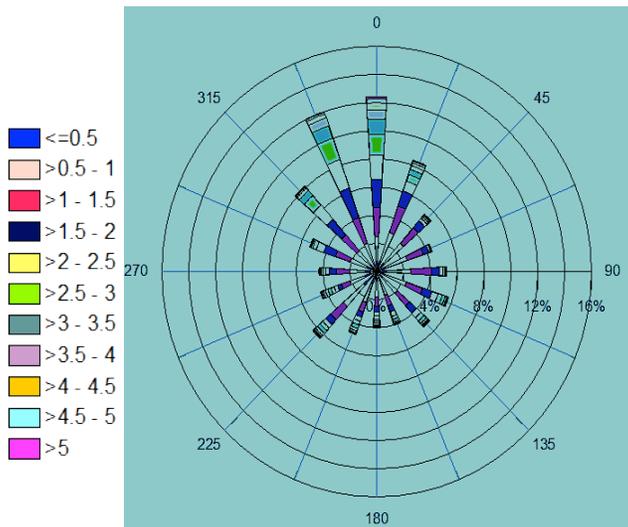


Figura 6.3 Promedio anual de dirección [°] e intensidad de viento [m/s]

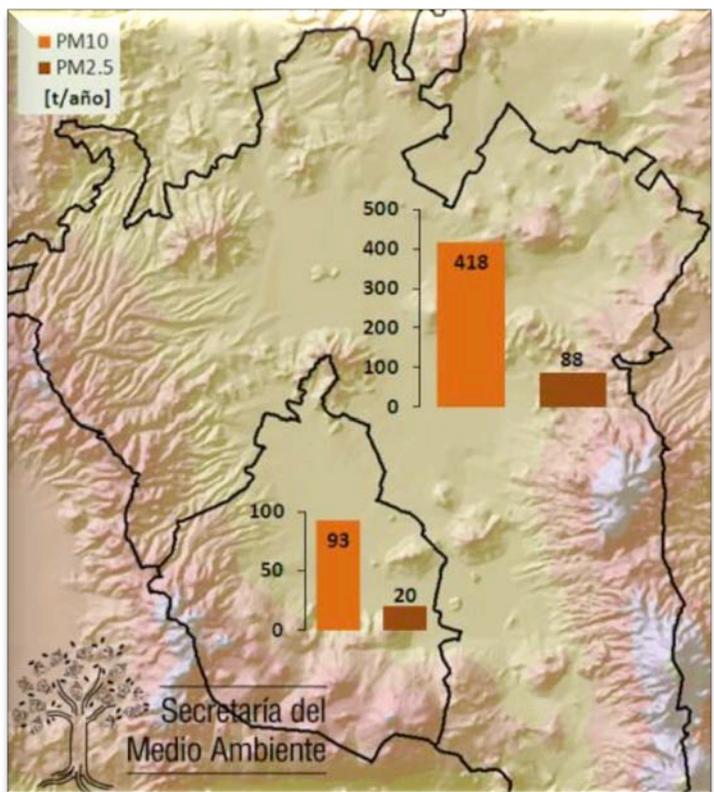


Figura 6.4 Emisión de partículas generadas por erosión eólica, ZMVM-2010

Concentraciones de contaminantes y tendencia de emisiones de la ZMVM, 2000-2010

A pesar del crecimiento de las presiones que inciden en la calidad del aire de la ZMVM (población, vehículos y consumo energético), los esfuerzos continuos tales como: el mejoramiento de los combustibles (eliminación de plomo y reducción del contenido de azufre), el uso del gas natural, la modernización del PHNC, PIREC y PVVO⁴, así como las tecnologías vehiculares modernas; han permitido que actualmente las concentraciones de dióxido de azufre, de plomo y de monóxido de carbono se mantengan dentro de norma, y que las de óxidos de nitrógeno se rebasen esporádicamente. Aunque persiste el problema de contaminación por ozono, la tendencia a la baja de estos contaminantes indican una mejora en la calidad del aire (Ver Figura 7.1).

7.1. Tendencia de las emisiones de la ZMVM

Debido a que la calidad del aire está estrechamente ligada a la generación de emisiones, es importante analizar su tendencia, para contribuir al entendimiento de la problemática de calidad del aire de esta Zona. Cabe mencionar que los cambios más importantes tanto de emisiones como de concentraciones atmosféricas de CO, SO₂, NO_x y PM₁₀, se dieron en la década de los 90, por lo que a partir del año 2000, la tendencia de disminución de los contaminantes no es tan marcada, e incluso pueden presentar aumentos.

La tendencia que ha tenido la generación de emisiones del año 2000 hasta el año 2010 se presentan en la Tabla 7.1; en ella se puede apreciar las disminuciones de emisiones de PM₁₀, SO₂, CO, y COV, no obstante las emisiones de los NO_x no muestran una reducción, lo cual puede estar influenciado por el crecimiento de la flota vehicular y el que todavía existen vehículos sin tecnologías de control, tanto en los que consumen diesel como gasolina.

⁴PHNC: Programa Hoy No Circula. PIREC: Programa Integral de Reducción de Contaminantes. PVVO: Programa de Verificación Vehicular.

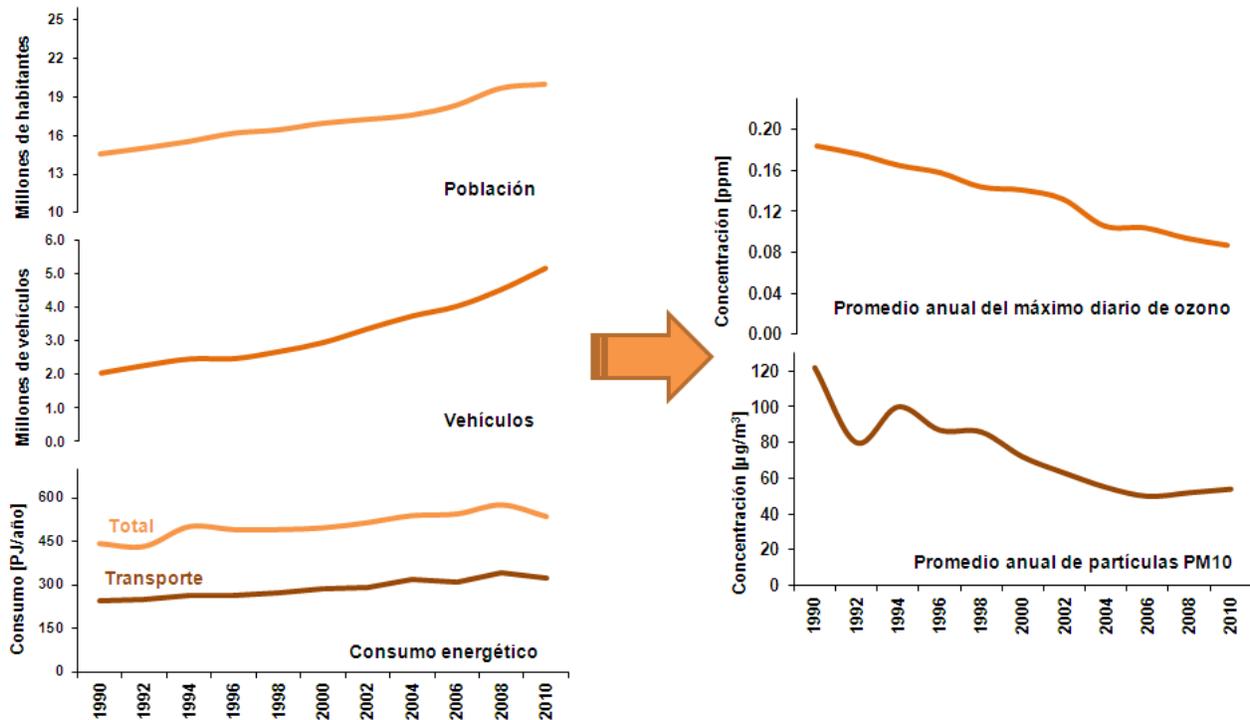


Figura 7.39 Presiones que inciden en la calidad del aire de la ZMVM y concentraciones de PM10 y ozono

Tabla 7.1 Evolución de la emisión de contaminantes en la ZMVM, 2000-2010

Año	PM10	SO ₂	CO	NOX	COV
2000	34,956	12,792	3,258,847	163,609	642,592
2006	27,556	12,667	2,237,110	201,174	617,504
2008	27,670	12,193	1,792,031	200,180	623,477
2010	28,201	8,108	1,607,038	197,973	600,605
Reducción 2000-2010	-19%	-37%	-51%	+21%	-7%

La reducción de las emisiones de CO y de COV se estiman como consecuencia del cambio tecnológico del parque vehicular principalmente, ya que los vehículos con sistema de control para estos contaminantes, han ido aumentando paulatinamente; esta reducción puede deberse también a que en la ZMVM se estableció un mejor control en los PVVO y al cambio del convertidor catalítico que se debe realizar a vehículos que circulan en esta región.

La disminución de las emisiones de SO₂ se debe a la reducción del contenido de azufre de los combustibles vehiculares, que de acuerdo con los datos proporcionados por PEMEX, en el año 2010 se distribuyeron en la ZMVM gasolinas y diesel de ultra bajo contenido de azufre (UBA).

Por lo que respecta a las partículas, la disminución no sólo depende de la calidad de los combustibles, en las fuentes de área y naturales depende de la humedad de suelo, la velocidad del viento y de la cubierta vegetal.

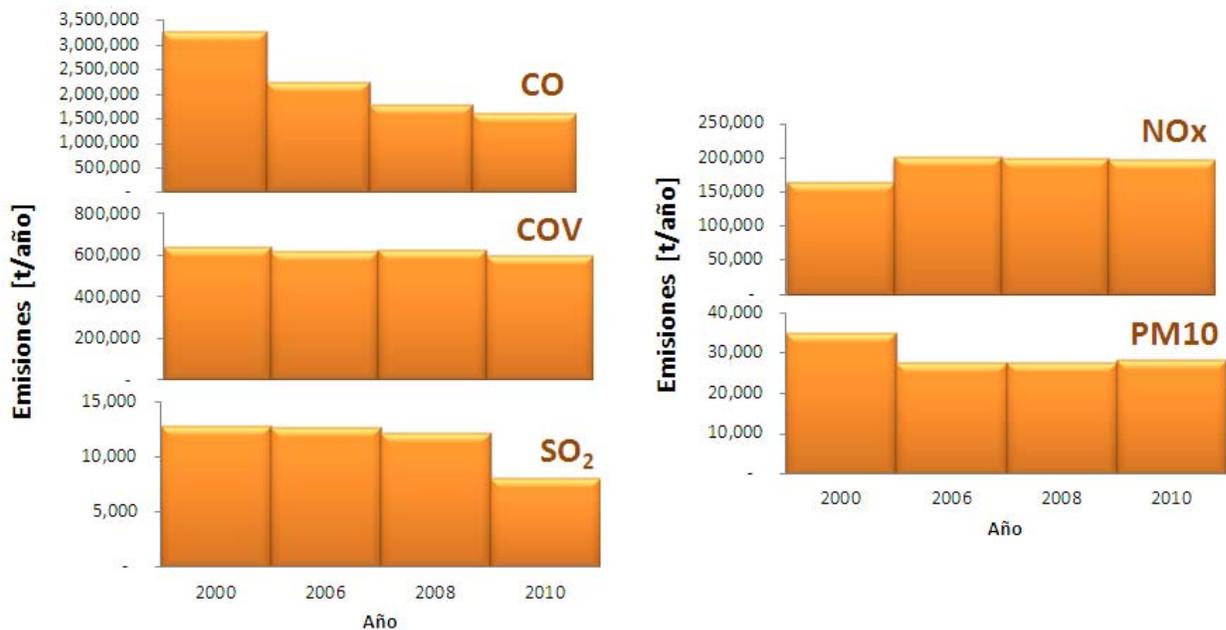


Figura 7.40 Tendencia de las emisiones generadas en la ZMVM

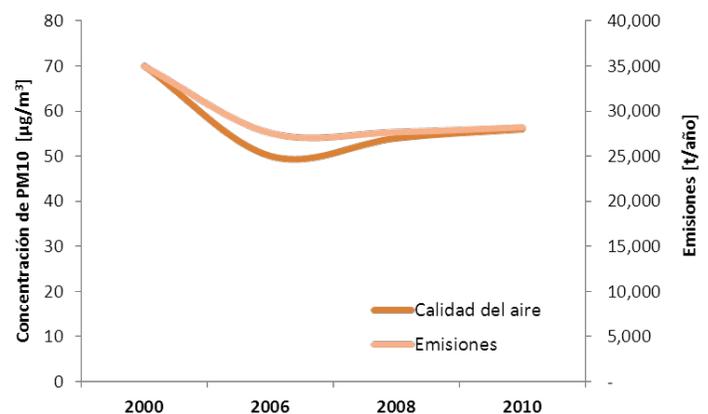
La Figura 7.2, nos permite observar el comportamiento de las emisiones por tipo de contaminante para el año 2000, 2006, 2008 y 2010; resalta la reducción de emisiones paulatina de CO, el aumento de los óxidos de nitrógeno al año 2006 y la reducción de SO₂ en el año 2010. También se observa que las emisiones de las PM10 y de los precursores de ozono (COV y NOX), no presentan grandes cambios, por lo que actualmente es necesario ampliar la instrumentación de medidas para reducir estos contaminantes.

7.2. Comportamiento de los principales contaminantes

Con la finalidad de poder comparar las estimación de emisiones de los años 2000, 2006, 2008 y 2010, se procedió a analizar de manera individual las emisiones de partículas PM10, de monóxido de carbono y de los óxidos de nitrógeno, con su respectiva tendencia de monitoreo de calidad del aire, las cuales se muestran a continuación.

Concentración y emisiones de PM10

La Gráfica 7.1 muestra el comportamiento de las emisiones de partículas PM10 de los años 2000, 2006, 2008 y 2010, observándose una tendencia similar en concentración y emisión. Asimismo, se puede apreciar que en los últimos 6 años, las emisiones y las concentraciones aumentaron ligeramente, posiblemente consecuencia de las condiciones meteorológicas de esos años, así como a las diversas obras metropolitanas.



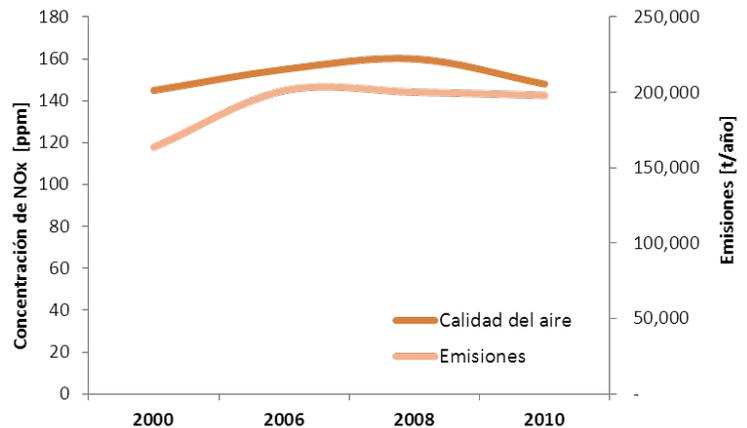
Gráfica 7.1 Tendencias de emisiones y concentración de PM10 en la ZMVM

Es importante mencionar que algunas variables meteorológicas, como la baja precipitación, la ausencia prolongada de lluvias y las altas temperaturas, provocan un aumento de emisión de partículas, ya que se libera con mayor facilidad la carga de sedimentos de las vialidades y suelos desnudos.

Las partículas geológicas se desprenden de los suelos sin cubierta vegetal, cuando se están perturbando las tierras de cultivo, así como en las vialidades pavimentadas y sin pavimentar, siendo estos últimos los que generan las mayores emisiones. Debido a que las estaciones de monitoreo del SIMAT⁵ se encuentran dentro del área urbana y que los caminos no pavimentados se localizan en los márgenes de la misma, puede suceder que en algunos años las concentraciones de las partículas no muestren una tendencia similar a las emisiones estimadas.

Concentración y emisiones de NOx

La Gráfica 7.2 muestra que tanto las emisiones como las concentraciones de NOx del año 2000 al año 2006 aumentan y en los últimos 4 años disminuyen ligeramente. Las variaciones de este contaminante pueden atribuirse al funcionamiento del convertidor catalítico y a la intensidad del uso del transporte de carga.

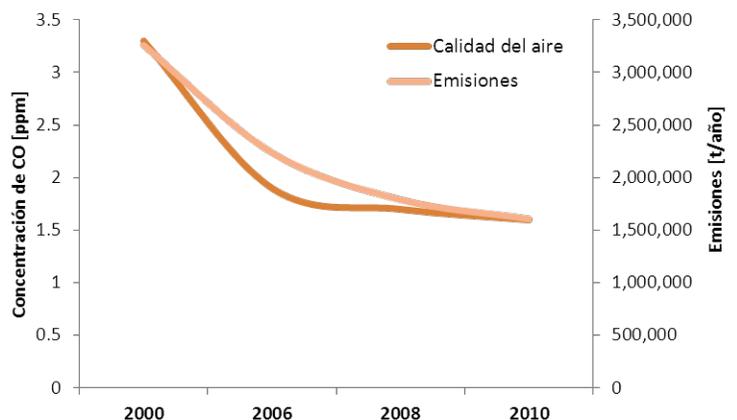


Gráfica 7.2 Tendencias de emisiones y concentración de NOx en la ZMVM

Concentración y emisiones de CO

En lo que se refiere al CO, las concentraciones ambientales registradas y las emisiones de los inventarios presentan una disminución. Es notoria la baja de emisiones del año 2000 al año 2006 (Ver Gráfica 7.3), la cual se puede atribuir al fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria.

Para el periodo 2006-2010 se observa una disminución promedio del 39%, y debido a que este contaminante es generado casi en su totalidad por los vehículos automotores, es posible que esta reducción sea consecuencia de las mejoras tecnológicas en la flota vehicular, así como a la mejor aplicación de los programas de verificación vehicular y cambio de los convertidores catalíticos dañados.



Gráfica 7.3 Tendencias de emisiones y concentración de CO en la ZMVM

⁵ Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal

Conclusiones y Recomendaciones

8.1. Conclusiones

Para elaborar el presente inventario se utilizó la información disponible, la cual permitió desagregar y conocer con mayor detalle las fuentes generadoras de contaminantes. Con base en dichas estimaciones podemos mencionar que:

- ✓ Los vehículos automotores son los responsables de generar el 98% de monóxido de carbono (1.58 millones de toneladas de CO), contaminante de mayor abundancia en peso que fue emitido a la atmósfera de la ZMVM. Además generan una cantidad importante de partículas y de precursores de ozono (NOx y COV).
- ✓ En el parque vehicular circulante destacan por su abundancia y generación de emisiones, los autos y camionetas SUV de uso particular, que en conjunto aportan el 36% de CO y el 27% de NOx. Los tractocamiones son otra categoría importante a considerar, debido a sus altas emisiones de PM10 y PM2.5.
- ✓ Asimismo, las vialidades pavimentadas y sin pavimentar contribuyen en conjunto, con el 54% y el 28% de PM10 y PM2.5, respectivamente.
- ✓ Es importante mencionar que en las vialidades sin pavimentar del Estado de México, se genera el 32% de las emisiones totales de PM10.
- ✓ Las fuentes de área aportan el 39% del total de las emisiones de COV; emisiones asociadas principalmente al uso de solventes, fugas en instalaciones domésticas, así como a la combustión incompleta de gas LP.
- ✓ En cuanto a las emisiones de COT, cabe mencionar que incluyen cantidades importantes de metano que son generadas en el relleno sanitario Bordo Poniente.

8.2. Recomendaciones

Con la finalidad de continuar con el fortalecimiento de los inventarios de emisiones, sería importante llevar a cabo estudios locales de los procesos de cocción de alimentos en comercios ambulantes, así como de las actividades de demolición y construcción de obras.

Es necesario contar con un presupuesto que permita obtener factores de emisión locales para las fuentes móviles, la industria química y alimentaria, uso de solventes, erosión del suelo, y emisiones de polvo fugitivo en las vialidades pavimentadas y no pavimentadas.

Se requiere de estudios que permitan cuantificar y caracterizar los niveles de actividad de la flota vehicular, y que consideren el número de unidades foráneas que circulan en la ZMVM. Además, se recomienda incluir en la base de datos del PVVO la lectura del odómetro para obtener datos de actividad de la flota vehicular.

Para mejorar el cálculo de las emisiones de partículas, es necesario contar con mediciones que caractericen a los suelos, a través de parámetros como la humedad del suelo y la cantidad de material que se puede suspenderse. Estos datos deberán obtenerse para diferentes áreas y estaciones del año, ya que si bien las características del suelo son factores importantes, las condiciones meteorológicas hacen una marcada diferencia en su acumulación.

Consensuar con la SEMARNAT y con las autoridades ambientales de los estados ubicados en la Zona Centro de México, el desarrollo de un inventario de emisiones regional que, entre otras utilidades, sea un insumo para llevar a cabo la modelación de la dispersión de contaminantes. Lo anterior, permitiría establecer un pronóstico de la calidad del aire de la región y de la ZMVM a corto plazo, así como analizar episodios de interés.

Gestionar la integración de una base de datos actualizada, única y común del sector industrial, entre las diferentes autoridades ambientales (Local y Federal) de la ZMVM. Es imprescindible establecer estrategias de control de calidad de dicho reporte, para disminuir el grado de incertidumbre de las emisiones de fuentes puntuales y de servicios.

Para aumentar la capacidad de desarrollo de esta herramienta de la gestión de la calidad del aire, es necesario fortalecer con recursos económicos, humanos y técnicos a la Dirección de Área correspondiente. Además de programar capacitación para el personal encargado del desarrollo de los inventarios de emisiones.

Bibliografía

- ANAFAPYT (2004). *Estimación del mercado mexicano de pinturas 2004*. Asociación Nacional de Fabricantes de Pinturas y Tintas. México
- AQMD (julio de 2009). *Road Construction Emissions Model V 6.3.2*. [Software de computadora], Sacramento Metropolitan Management District, USA. Consultado en 2011, de: <http://www.airquality.org/ceqa/index.shtml>
- ARB (s/f). *Recubrimientos a base de agua. Doc. No. 801b*. California Air Resources Board. Consultado el 15 de marzo de 2012, de: http://www.dtsc.ca.gov/PollutionPrevention/ABP/upload/TD_FS_-Recubrimientos_a_Base_de_Agua.pdf
- ARB (29 de octubre de 2010). *California Emission Inventory and Reporting System (CEIDARS) – Particulate Matter and Gas speciation Profiles* [Base de datos], USA. Consultado en 2008, de: <http://www.arb.ca.gov/ei/speciate/dnldopt.htm>
- ARB (diciembre de 2006). *OFFROAD MODEL V 2.0.1.2*. California Air Resources Board [Software de computadora], USA. Consultado en 2011, de: <http://www.arb.ca.gov/msei/offroad/offroad.htm>
- ARB (marzo de 2003). *Detailed documentation for fugitive dust and ammonia emissions inventory changes for the SJV APCD particulate matter SIP*. California Air Resources Board. Consultado en agosto de 2010, de: http://www.valleyair.org/Air_Quality_Plans/docs/2003%20PM10%20Plan/PDF%202003%20PM10%20Plan%20adpt%20ref/R12-Inventory%20Doc%20Memos%20SJV%204_2003.pdf
- ARB (2000). *FACT SHEET #1: Development of Organic Emission Estimates For California's Emission Inventory and Air Quality Models*. California Air Resources Board, USA. Consultado el 23 de marzo de 2012, de: http://www.arb.ca.gov/ei/speciate/factsheets_model_ei_speciation_tog_8_00.pdf
- Arceo, J. (junio de 2010). *Eficiencia energética en el Distrito Federal. Actualidad y futuro. Presentación del Foro de Energía II de la 12ª Conferencia de economía Alemana para América Latina*. Consultado el 20 de mayo de 2010, de: http://www.sma.df.gob.mx/cclimatico/descargas/plan_accion_climatico/05_jaime_arceo.pdf
- ASA (2011). *Estadísticas de combustibles 2010*, Gerencia de desarrollo operativo, Aeropuertos y Servicios Auxiliares. Recibido mediante el oficio 031/0312/11.
- Brown, T., et al. (2009). *Gases*. Química, la ciencia central (7 ed.). Prentice Hall.
- Calvillo, A. y Moncada, G. (2008). *Eficiencia del transporte público y privado*. Consultado en febrero de 2012, de: [http://www.boell-latinoamerica.org/downloads/eficiencia_transporte_docto_\(1\).pdf](http://www.boell-latinoamerica.org/downloads/eficiencia_transporte_docto_(1).pdf)
- CAM (2010). *Agenda de sustentabilidad ambiental de la ZMVM*. Consultado el 24 de febrero de 2012, de: <http://www.lead.colmex.mx/pdfs/AGENDA%20ASA/ASA-ZMVM-DEFINITIVA-25MAR10.jpg>
- Casado, J. M. (2008). "Estudios sobre movilidad cotidiana en México" en revista electrónica de Geografía y Ciencias sociales *Scripta Nova*, XII (273). Consultado en 2008, de: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-273.htm>

- CFE (2011). *Estadísticas de ventas del Distrito Federal. Comisión Federal de Electricidad*. Consultado en mayo de 2011, de: <http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/QCFE/EstVtas/PorTarifa.aspx>
- COFEPRIS (2004). *Catálogo de Plaguicidas*. Consultado en enero de 2011, de: <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/Plaguicidas%20y%20Fertilizantes/CatalogoPlaguicidas.aspx>
- CONAFOR (27 de septiembre de 2010). *Reporte de las quemas prescritas en el Distrito Federal*. Respuesta de solicitud de información, con el folio 1616100024210, vía infomex.
- CONAGUA (diciembre de 2009). *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación*. Consultado en 2011, de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Inventario%20nacional%20de%20plantas%20municipales%202009.pdf>
- Davis, N., Lents, J., Nikkila, N. y Osees, M. (2007). *Mexico City Vehicle Activity Study*, Final Report. California, U.S.A: International Sustainable Systems Research.
- DGSU-GDF (s/f). *Clausura del relleno sanitario Prados de la Montaña: primera experiencia mexicana apegada a una rigurosa normatividad*. Dirección General de Servicios Urbanos del Gobierno del Distrito Federal. D. F., México. Consultado en febrero de 2009, de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03529e14.pdf>
- FAO (2010). *Forest and climate change working paper 6*. Woodfuels and Climate Change Mitigation. Case studies from Brazil, India and México. Consultado en agosto de 2011, de: <http://www.fao.org/docrep/012/i1639e/i1639e00.pdf>
- FERROVALLE, S. A de C. V (13 de enero de 2011). *Consumo de combustible Diesel por el uso de locomotoras, 2009 y 2010 y longitud de vías, Ferrocarril y Terminal del Valle de México*. Recibido mediante el oficio DO-MASG-011/11.
- FIMEVIC (2012). *Problemas de movilidad en la Ciudad de México*. Diagnóstico de la movilidad de las personas en la Ciudad de México. Fideicomiso para el mejoramiento de las vías de comunicación del Distrito Federal. Consultado en 2012, de: <http://www.fimevic.df.gob.mx/problemas/1diagnostico.htm>.
- GDF, INEGI y GEM (2007). *Encuesta origen destino*. D.F., México.
- GEM-SMA (2010). *Cedula de Operación Anual [Base de Datos]*, con información año base 2010. Estado de México, México.
- GEM-SMA (2008). *Bases de Diagnóstico: Identificación de zonas Susceptibles a la erosión en el estado de México*. Consultado en 2008, de: http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex_archivo/sma_pdf_base_diag_ide_zon_sus.pdf
- GODF (2006). *Declaratoria de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, D.F., México. Consultado en 2011 de: <http://www.asambleadf.gob.mx/cm/14/ac004.pdf>
- GODF (2011). *Listado de Establecimientos que no Requieren Tramitar la Licencia Ambiental Única (LAUDF), publicado en la Gaceta Oficial del Distrito federal*. D.F., México. Consultado en 2011, de: http://www.sma.df.gob.mx/laudf/download/listado_que_no_requieren_LAUDF.pdf
- Heroico Cuerpo de Bomberos (2011). *Incendios desglosados por inmueble en 2010*. Dirección General. Recibido mediante el oficio DG/0388/11
- INEGI (2011). *Sistema de cuentas nacionales de México. Producto interno bruto por entidad federativa 2006-2010. Año base 2003*. Consultado el 1 de enero de 2012, de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/detalleSCNM.aspx?c=16877&upc=0&s=est&tg=54&f=2&pf=Cue>.
- INEGI (2011a). *Anuario estadístico de México 2011*. Consultado en noviembre de 2011, de: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee11/estatal/mex/default.htm>
- INEGI (2011b). *Producto interno bruto por actividad económica y entidad a precios corrientes. Sistema de cuentas nacionales de México*. Consultado en noviembre de 2011, de: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/scn/default.aspx>
- INEGI (2011c). *Censo de población y vivienda, 2010. Resultados definitivos*. Consultado el 25 de abril de 2011, de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=27302&s=est>
- INEGI (2011d). *Encuesta Industrial Mensual*. Consultado en abril de 2011, de: <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bdieSI/temp/094729626201.XLS>

- INEGI (2010). *Sistema de consulta para el cuaderno estadístico del Estado de México*. Consultado en 2011, de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/productos/default.aspx?c=265&s=inegi&upc=702825001719&pf=Prod&ef=&f=2&cl=0&tg=1&pg=0>
- INEGI (2010a). *Encuesta Nacional de Ingresos y gastos en los hogares. Nueva construcción*. Consultado en octubre de 2011, de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/microdatos2/defaultenighncv.aspx>
- INEGI (2010b). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE 03/2011)*. D.F., México. Consultado en junio 2011, de: <http://www.inegi.org.mx/Sistemas/denue/Default.aspx>
- INEGI (2009). *VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007*. Consultado en 2011, de: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx
- INEGI (2009a). *Información Estadística, Censos Económicos 2009*. D.F., México. Consultado en Junio 2011, de: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/saic/default.asp?s=est&c=17166>
- INEGI (2008). *Encuesta Nacional de Ingresos y gastos en lo los hogares 2008*. Consultado en febrero de 2011, de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/microdatos2/defaultenighncv.aspx>
- INEGI (2007). *Sistema Municipal de Base de Datos del Distrito Federal*. Consultado en mayo de 2009, de: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx>.
- INEGI (2007a). *Clasificación Mexicana de Actividades y Productos, Censos Económicos 2007 (3ª reimpresión)*. D.F., México.
- INEGI, CONAPO y SEDESOL (2007). *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México, 2005*. Consultado en febrero de 2011, de: http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=133&Itemid=212.
- IPCC (2006). *Guidelines for National Emission Inventories (vol. 3. Mobile combustion)*, Consultado en 2011, de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- Kitsap County (s/f). *Household hazardous waste disposal*. Consultado el 15 de marzo de 2012, de http://www.kitsapgov.com/sw/pdf/3343_hhw_disposal.pdf
- Lents, J., et al. (2005). *Actividad y Emisiones Vehiculares en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)*: Autor.
- Llusiá, J., et al. (2001). *Árboles, jardines, medio ambiente y sociedad*. Consultado en 2010, de: <http://www.arbolesymedioambiente.es/biogenicas.html>
- Martínez, H., et al. (2007). *Actividad y emisiones vehiculares de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Metodología de recolección de información y resultados. Reporte final*. Consultado en 2011 de: <http://www.ine.gov.mx/dica/543-calaire-historico-estudios>
- Martínez, S. (2009). *Análisis de opciones para la reducción de tramos de viajes del personal del Gobierno del Distrito Federal*. D.F., México.
- Mejía S. y Espinosa C. (2009). *Factores que propiciaron el crecimiento horizontal de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Consultado el 30 de junio de 2009, de: <http://noticias.arquived.com.mx/arcArticulo.ared?idArt=591&lid=es&seccion=3>
- PEMEX (1997). *Efecto de los componentes del Gas Licuado de Petróleo en la Acumulación de Ozono*. Petróleos Mexicanos. D.F., México.
- PEMEX- Gas y Petroquímica Básica (31 de enero de 2011). *Volumen mensual en toneladas de las ventas de primera mano de gas L.P. realizadas a plantas de distribuidores ubicados en Distrito Federal y Estado de México en 2009-2010*. Recibido mediante el oficio SMA/DGGCA/DCPAIE/003/2011
- PEMEX- Refinación (18 de abril de 2011). *Estadísticas de Ventas de Petrolíferos de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Recibido mediante el oficio PXR-SC-GCC-331-2011.
- PEMEX- Refinación (15 de febrero de 2011). *Estadísticas de Ventas de Petrolíferos de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Recibido mediante el oficio PXR-SC-GCC-183-2011.
- PEMEX- Refinación (29 de septiembre de 2010). *Estadísticas de Ventas de Petrolíferos de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Recibido mediante el oficio PXR-SC-GCC-614-2010.
- PEMEX- Refinación (3 de mayo de 2010). *Estadísticas de Ventas de Petrolíferos de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Recibido mediante el oficio PXR-SC-GCC-289-2010.

- Radian Internacional LLC y U.S. EPA (1997).** *Manuales del Programa de Inventario de Emisiones para México, Vol II-V.* Research Triangle Park, North Carolina, USA. Consultado en 2008, de: http://www.epa.gov/ttn/catc/cica/other3_s.html
- Radian Corporation (1996).** *Biogenic Sources Preferred Methods.* Final Report. Area Sources Committee-Emission Inventory Improvement Program. Vol. V. Research Triangle Park, North Carolina, USA.
- SACM-GDF (2011).** *Caudal anual tratado 2010,* Sistema de aguas de la Ciudad de México. Recibido vía infomex Distrito Federal, el 25 de mayo de 2011.
- SACM-GDF (2011a).** *Presupuesto 2010 importes por consumo de energía eléctrica.* Sistema de Aguas de la Ciudad de México. Recibido vía infomex Distrito Federal, el 7 de julio de 2011.
- SAGARPA (2011).** *Inventario Ganadero y Agrícola del Distrito Federal, 2010.* Enviado por la Delegación de SAGARPA en el Distrito Federal el 28 de febrero de 2011.
- SAGARPA-SIAP (29 de agosto de 2011).** *Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON)* [Software de computadora], Consultado en octubre de 2011, de: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Itemid=426
- SAGARPA-SIAP (4 de Febrero de 2011).** *Estadísticas de producción agrícola.* Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recibido mediante el oficio G00.02-005.
- SCT (2010).** *Estadística Básica del Autotransporte Federal.* Subdirección del Transporte. Dirección General de Autotransporte Federal. D.F., México.
- SE (2010).** *Sistema Nacional de Información de Mercados de la Secretaría de Economía.* Mercados Nacionales Agrícolas. Precios de insumos agrícolas. Consultado el 28 de octubre de 2010, de: <http://www.economia-sniim.gob.mx/Nuevo/>
- SEMARNAT-INE (2010).** *Factores de emisión para los recubrimientos arquitectónicos.* Taller para el Desarrollo del Inventario Nacional de Emisiones 2008.
- SEMARNAT-INE (Diciembre de 2009).** *Wood burning for cooking: pilot project for evaluation of improved stoves and open fire emissions.* Expert meeting to further develop the Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan releases. Consultado en marzo de 2011, de: <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-TOOLKIT.4-1-A4-BCardenas.English.pdf>
- SEMARNAT-INE (2009).** *Inventarios de Emisión.* Consultado el 18 de marzo de 2012, de: <http://www.ine.gob.mx/calair-info-informacion-basica/551-calair-inv-emision>.
- SEMARNAT-INE (2006).** *Inventario nacional de emisiones de México, 1999.* Consultado en febrero de 2010, de: <http://www.ine.gob.mx/dica/548-calair-inem-1999>
- SENER (2011).** *Estadísticas de Gas L.P. comercializado en la ZMVM.* Dirección General de Gas L.P. Recibido mediante el oficio 513.-DGGLP/034/11.
- SENER (2010).** *Prospectiva de petrolíferos 2010-2025.* Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. Consultado el 28 de febrero de 2012, de: <http://www.sener.gob.mx/portal/publicaciones.html>.
- SENER (2010a).** *Sistema de Información energética (SIE).* Consultado en Junio de 2011, de: <http://sie.energia.gob.mx/>
- SENER (2010b).** *Prospectivas del mercado de gas natural 2010-2025.* Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. Consultado el 20 de abril de 2011, de: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/perspectiva_gas_natural_2010_2025.pdf
- SENER (2010c).** *Prospectivas del mercado de gas licuado de petróleo 2010-2025.* Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. Consultado el 20 de abril de 2011, de: http://www.sener.gob.mx/res/1791/Balance_Nacional_2009.pdf
- SENER (2010d).** *Prospectiva del sector eléctrico 2010-2025.* Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. Consultado el 20 de abril de 2011, de: http://www.sener.gob.mx/res/1825/SECTOR_ELECTRICO.pdf
- SENER (2010e).** *Balance nacional de energía 2010.* Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. Consultado el 1 de marzo de 2012, de: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2011/Balance%20Nacional%20de%20Energ%C3%ADa%202010_2.pdf
- SIEM (2011).** *Estadísticas, estado y tipo de rango de empleados.* Consultado el 23 de febrero de 2012, de: <http://www.siem.gob.mx/siem/estadisticas/EstadoTamanoPublico.asp?p=1>

- SMA-GDF (2012). *Estudio para determinar la vialidad pavimentada y sin pavimentar del Distrito Federal, Subdirección de Inventario y Modelación*. D.F., México.
- SMA-GDF (2011). *Reporte de las características meteorológicas de la Ciudad de México, 2010*. D.F., México.
- SMA-GDF (2011a) *DATGEN para fuentes puntuales* [Base de datos], elaborada con información del sector industrial enviada a la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire mediante el Anexo "A" de la Licencia Ambiental Única del Distrito Federal. D.F., México.
- SMA-GDF (2010). *Calidad del aire en la Ciudad de México. Informe 2010*. Consultado en diciembre del 2011, de SMA-GDF:
http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/biblioteca/flippingbooks/informe_anual_calidad_aire_2010/
- SMA-GDF (2009). *Inventario de Residuos sólidos del Distrito Federal 2009*. Consultado en agosto de 2011, de:
http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/biblioteca/inventario_residuos_solidos_2009.pdf
- SMA-GDF, et al. (2011). *Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2011-2020*. D.F., México.
- SMA-GDF, INE-DGCENICA y UAMI (2008). *Informe técnico de monitoreo y evaluación de las concentraciones de compuestos orgánicos volátiles en la Zona metropolitana de la ciudad de México*. D.F., México. Consultado en 2008, de:
http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/informe_tecnico_covs.pdf
- SMA-GDF, SAGARPA (2005). *Atlas de Vegetación y Uso del Suelo, 2005. Suelo de conservación del Distrito Federal*. Oficina Estatal de información para el desarrollo sustentable de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal. Consultado el 24 de febrero de 2012, de: <http://www.paot.org.mx/centro/varios/oeidrus/ms4w/oeidrus/vegetacion.html>.
- SMA-GDF, Universidad Autónoma de Chapingo (2000). *Bases para el manejo Ambiental de la Zona oriente del Valle de México. Diagnóstico y evaluación del riesgo de erosión eólica en la cuenca de México y áreas adyacentes*. D.F., México.
- SSA (1993). *Nom-020-SSA1-1993. Salud Ambiental. Criterio para evaluar la Calidad del Aire Ambiente con respecto al ozono (O₃). Valor normado para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población*. Secretaría de Salud de México. Consultado en marzo de 2011, de:
<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/020ssa13.html>
- STE (2011). *Consumo de energía eléctrica por sistema trolebús y tren ligero*. Recibido vía infomex Distrito Federal, el 7 de julio de 2011.
- TÜV Rheinland de México S.A. de C.V (2000). *Programa para la Reducción y Eliminación de Fugas de gas L.P. en las Instalaciones Domésticas de la ZMVM*. Reporte Final. D.F., México.
- UNAM, CAM (2006). *Estudio Integral Metropolitano de Transporte de Carga y Medio Ambiente para el Valle de México (EIMTCA-MAVM). Proyecto de realización del estudio matriz origen-destino para el transporte de carga. Informe Final*. Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Comisión Ambiental Metropolitana. D.F., México.
- U.S. EPA (Diciembre de 2011). *AP-42 Compilation for Air Pollutant Emission Factors in AP-42 fifth edition V.I. Stationary Point and Area Sources*. United States Environmental Protection Agency: USA. Consultado en 2011, de: <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>
- U.S. EPA (Septiembre de 2011). *SPECIATE V.4.2*. [Base de datos], USA. Consultado en 2011, de: <http://www.epa.gov/ttnchie1/software/speciate/>
- U.S. EPA (2008). *Landfill Gas Emissions Model, LandGEM (Versión 3.02)* [Software de computadora], United States Environmental Protection Agency. USA. Consultado en 2008, de: <http://www.epa.gov/ttnca1/products.html>
- U.S. EPA (2008a). *Factor Information Retrieval (FIRE) V 6.25*. [Base de datos], USA. Consultado en 2011, de: <http://cfpub.epa.gov/oarweb/index.cfm?action=fire.main>
- U.S. EPA y Pechan (2010). *2008 Nonpoint emissions estimates*. Consultado en abril de 2011, de: http://projects.pechan.com/EPA/Non-Point_Emission_Estimates/
- Velasco, E., et al. (2007). *Distribution, magnitudes, reactivities, ratios and diurnal patterns of volatile organic compounds in the Valley of Mexico during the MCMA 2002 and 2003 field campaigns*.

Atmospheric Chemistry and Physics. Washington, USA. Consultado en 2008, de:
<http://www.atmos-chem-phys.net/7/329/2007/acp-7-329-2007.html>

Anexo del Sector Industrial

Tabla A.2 Subsectores y ramas industriales por SCIAN, ZMVM-2010

Subsector (SCIAN)	Rama (SCIAN)	Descripción
		Industria alimentaria
311	3111	Elaboración de alimentos para animales
	3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas
	3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares
	3114	Conservación de frutas, verduras y alimentos preparados
	3115	Elaboración de productos lácteos
	3116	Matanza, empaclado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles
	3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos
	3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas
	3119	Otras industrias alimentarias
		Industria de las bebidas y del tabaco
312	3121	Industria de las bebidas
	3122	Industria del tabaco
		Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles
313	3131	Preparación e hilado de fibras textiles, y fabricación de hilos
	3132	Fabricación de telas
	3133	Acabado de productos textiles y fabricación de telas recubiertas
		Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir
314	3141	Confección de alfombras, blancos y similares
	3149	Fabricación de otros productos textiles, excepto prendas de vestir
		Fabricación de prendas de vestir
315	3151	Fabricación de prendas de vestir de punto
	3152	Confección de prendas de vestir
	3159	Confección de accesorios de vestir y otras prendas de vestir no clasificados en otra parte
		Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos
316	3161	Curtido y acabado de cuero y piel
	3162	Fabricación de calzado
	3169	Fabricación de otros productos de cuero, piel y materiales sucedáneos
321		Industria de la madera

Inventario de emisiones de la ZMVM

Subsector (SCIAN)	Rama (SCIAN)	Descripción
	3211	Aserrado y conservación de la madera
	3212	Fabricación de laminados y aglutinados de madera
	3219	Fabricación de otros productos de madera
322	Industria del papel	
	3221	Fabricación de pulpa, papel y cartón
	3222	Fabricación de productos de cartón y papel
323	Impresión e industrias conexas	
	3231	Impresión e industrias conexas
324	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	
	3241	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón
325	Industria química	
	3251	Fabricación de productos químicos básicos
	3252	Fabricación de resinas y hules sintéticos, y fibras químicas
	3253	Fabricación de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos
	3254	Fabricación de productos farmacéuticos
	3255	Fabricación de pinturas, recubrimientos y adhesivos
	3256	Fabricación de jabones, limpiadores y preparaciones de tocador
326	Industria del plástico y del hule	
	3261	Fabricación de productos de plástico
	3262	Fabricación de productos de hule
7	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	
	3271	Fabricación de productos a base de arcillas y minerales refractarios
	3272	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
	3273	Fabricación de cemento y productos de concreto
	3274	Fabricación de cal, yeso y productos de yeso
3279	Fabricación de otros productos a base de minerales no metálicos	
331	Industrias metálicas básicas	
	3311	Industria básica del hierro y del acero
	3312	Fabricación de productos de hierro y acero
	3313	Industria básica del aluminio
	3314	Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio
3315	Moldeo por fundición de piezas metálicas	
332	Fabricación de productos metálicos	
	3321	Fabricación de productos metálicos forjados y troquelados
	3322	Fabricación de herramientas de mano sin motor y utensilios de cocina metálicos
	3323	Fabricación de estructuras metálicas y productos de herrería
	3324	Fabricación de calderas, tanques y envases metálicos
	3325	Fabricación de herrajes y cerraduras
	3326	Fabricación de alambre, productos de alambre y resortes
	3327	Maquinado de piezas metálicas y fabricación de tornillos
	3328	Recubrimientos y terminados metálicos
3329	Fabricación de otros productos metálicos	
333	Fabricación de maquinaria y equipo	
	3331	Fabricación de maquinaria y equipo agropecuario, para la construcción y para la industria extractiva
	3332	Fabricación de maquinaria y equipo para las industrias manufactureras, excepto la metalmecánica
	3333	Fabricación de maquinaria y equipo para el comercio y los servicios
	3334	Fabricación de equipo de aire acondicionado, calefacción, y de refrigeración industrial y comercial
	3335	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria metalmecánica
	3336	Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones
3339	Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general	
334	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y	

Subsector (SCIAN)	Rama (SCIAN)	Descripción
		accesorios electrónicos
	3341	Fabricación de computadoras y equipo periférico
	3342	Fabricación de equipo de comunicación
	3343	Fabricación de equipo de audio y de video
	3344	Fabricación de componentes electrónicos
	3345	Fabricación de instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico
	3346	Fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos
		Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica
335	3351	Fabricación de accesorios de iluminación
	3352	Fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico
	3353	Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica
	3359	Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos
		Fabricación de equipo de transporte
336	3361	Fabricación de automóviles y camiones
	3362	Fabricación de carrocerías y remolques
	3363	Fabricación de partes para vehículos automotores
	3364	Fabricación de equipo aeroespacial
	3365	Fabricación de equipo ferroviario
	3366	Fabricación de embarcaciones
	3369	Fabricación de otro equipo de transporte
		Fabricación de muebles, colchones y persianas
337	3371	Fabricación de muebles, excepto de oficina y estantería
	3372	Fabricación de muebles de oficina y estantería
	3379	Fabricación de colchones, persianas y cortineros
		Otras industrias manufactureras
339	3391	Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos
	3399	Otras industrias manufactureras
		Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica
221	2211	Generación de energía eléctrica

Tabla A.3 Emisiones por rama industrial, ZMVM-2010

Subsector	Rama	Número de industrias	Emisiones [t/año]							
			PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOx	COT	COV	NH ₃
221										
	2211	7	199	199	16	2,198	5,995	289	143	85
311										
	3111	21	58	-	34	9	17	44	44	-
	3112	35	297	17	39	81	407	714	646	5
	3113	60	40	-	5	5	23	13	12	-
	3114	20	289	80	-	2	4	1,162	1,050	-
	3115	43	10	1	22	15	27	28	25	-
	3116	89	2	1	8	13	40	151	145	-
	3117	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	3118	49	53	3	-	35	87	1,456	1,450	-
	3119	101	72	8	1	65	135	1,615	1,580	1
312										
	3121	57	13	7	1	42	132	245	240	3
	3122	1	1	-	-	2	4	413	413	-
313										
	3131	145	366	11	127	55	144	9,817	9,799	-
	3132	32	50	3	15	26	40	332	331	-
	3133	12	2	-	-	-	1	108	108	-
314										
	3141	12	2	-	-	3	5	534	534	-
	3149	22	1	-	-	1	1	10	10	-
315										
	3151	25	5	-	-	3	10	2	2	-
	3152	138	4	-	-	2	10	307	307	-
	3159	5	-	-	-	-	-	16	16	-
316										
	3161	17	1	-	-	-	-	11	11	-
	3162	30	1	-	-	-	2	88	88	-
	3169	6	2	-	-	-	1	5	5	-
321										
	3211	1	-	-	-	-	-	2	2	-
	3212	12	67	5	135	7	22	21	21	-
	3219	140	59	21	-	4	9	1,737	1,719	-
322										
	3221	62	46	29	119	289	734	4,465	4,447	8
	3222	122	52	25	557	122	341	9,769	9,680	4
323										
	3231	312	31	1	-	14	30	9,561	8,793	-
324										
	3241	49	27	-	15	8	20	2,910	2,745	-
325										
	3251	138	221	33	645	175	512	6,081	5,792	3
	3252	66	14	10	125	78	234	6,761	6,659	2
	3253	28	182	-	7	5	10	482	475	-
	3254	207	16	7	34	38	109	6,323	5,963	1
	3255	109	514	56	1	2	12	8,130	7,855	-
	3256	127	266	142	47	80	163	6,611	6,404	4
	3259	82	13	1	12	4	17	7,648	7,401	-

Subsector	Rama	Número de industrias	Emisiones [t/año]							
			PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOx	COT	COV	NH ₃
326										
	3261	332	138	1	8	64	62	30,136	29,883	-
	3262	107	12	5	7	41	127	737	734	1
327										
	3271	28	373	33	-	523	125	23	18	1
	3272	49	234	167	1	329	882	869	683	12
	3273	106	839	159	4,752	48	412	41	37	7
	3274	11	63	18	51	4	11	-	-	-
	3279	22	6	-	-	2	9	192	192	-
331										
	3311	11	19	4	10	85	1,219	215	183	1
	3312	26	5	-	25	55	463	159	109	-
	3313	47	47	29	25	58	149	799	544	-
	3314	84	70	14	47	182	113	372	275	2
	3315	99	151	30	246	579	115	470	380	1
332										
	3321	79	19	1	29	125	61	1,085	1,084	-
	3322	57	17	-	-	73	13	1,034	1,034	-
	3323	41	8	1	17	6	33	138	138	-
	3324	53	90	3	-	21	17	964	963	-
	3325	19	3	3	-	-	2	35	35	-
	3326	36	15	3	69	25	68	314	312	-
	3327	44	2	1	4	5	6	464	464	-
	3328	167	6	3	4	38	123	132	130	1
	3329	136	69	12	3	30	88	402	403	-
333										
	3331	22	2	-	-	78	13	32	29	-
	3332	38	29	-	13	-	1	52	47	-
	3333	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	3334	9	2	-	-	2	4	16	15	-
	3339	36	30	2	1	12	5	83	80	-
334										
	3341	6	-	-	-	1	1	23	23	-
	3342	4	3	-	1	1	2	8	8	-
	3343	1	9	-	-	-	-	430	430	-
	3344	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	3345	5	-	-	-	-	-	1,022	1,022	-
	3346	6	-	-	-	-	-	20	20	-
335										
	3351	24	7	-	-	9	14	511	511	-
	3352	39	69	4	13	50	135	1,531	1,528	2
	3353	12	5	1	-	-	-	153	153	-
	3359	76	35	3	-	33	89	186	184	1
336										
	3361	7	27	6	-	9	26	1,205	1,140	-
	3362	30	11	-	-	5	9	650	615	-
	3363	159	233	35	48	420	105	3,889	3,688	-
	3365	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	3366	4	-	-	-	3	9	39	36	-
	3369	25	10	1	-	8	24	123	117	-
337										

Inventario de emisiones de la ZMVM

Subsector	Rama	Número de industrias	Emisiones [t/año]							
			PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
	3372	102	22	1	-	4	10	2,597	2,594	-
	3379	7	2	2	-	-	-	-	-	-
339										
	3391	19	-	-	-	1	1	130	130	-
	3399	283	63	17	84	12	109	2,120	1,782	-
Total		4,857	5,721	1,219	7,423	6,324	13,953	141,262	136,668	145

Anexo de las Fuentes de Área

Tabla A.1 Emisiones de COT y COV por almacenamiento, distribución y uso de gas L.P., 2010

Categoría	Emisiones [t/año]					
	COT			COV		
	D.F.	E.M.	ZMVM	D.F.	E.M.	ZMVM
Distribución y Almacenamiento de gas L.P.	1,817	2,110	3,927	1,788	2,076	3,864
Almacenamiento	395	511	906	389	502	891
<i>Almacenamiento en planta</i>	96	120	216	94	118	212
<i>Carga de auto-tanques en planta</i>	84	135	219	83	132	215
<i>Descarga de semirremolques en planta</i>	122	153	275	120	150	270
<i>Carga de tanque portátiles en planta</i>	93	103	196	92	102	194
Distribución	1,422	1,599	3,021	1,399	1,574	2,973
<i>Descarga carro-tanque en estaciones de servicio</i>	43	34	77	42	34	76
<i>Descarga en tanques estacionarios</i>	84	135	219	83	133	216
<i>Distribución en tanque portátil</i>	1,295	1,430	2,725	1,274	1,407	2,681
Fugas por instalaciones a gas L.P.	15,733	18,589	34,322	13,246	14,631	27,877
Industrial	18	28	46	17	27	44
Servicios	61	100	161	60	99	159
Habitacional	15,654	18,461	34,115	13,169	14,505	27,674
<i>Portátiles</i>	11,607	13,399	25,006	9,519	10,486	20,005
<i>Estacionarios</i>	1,489	1,718	3,207	946	1,041	1,987
<i>Estufas</i>	2,353	3,107	5,460	2,548	2,807	5,355
<i>Calentadores</i>	205	237	442	156	171	327
Hidrocarburos no quemados de gas L.P. (HCNQ)	14,833	19,665	34,498	14,595	19,351	33,946
Industrial	974	1,538	2,512	958	1,514	2,472
Servicios	1,325	2,164	3,489	1,304	2,129	3,433
Habitacional	12,534	15,963	28,497	12,333	15,708	28,041
<i>Estufas</i>	9,017	11,904	20,921	8,873	11,713	20,586
<i>Calentadores</i>	3,517	4,059	7,576	3,460	3,995	7,455
Total	32,383	40,364	72,747	29,629	36,058	65,687

Tabla A.2 Inventario de emisiones de Fuentes de área del Distrito Federal, 2010

Categoría	Emisiones [toneladas/año]							
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Uso de solventes y recubrimientos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	90,487	66,011	N/A
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,064	2,039	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3,021	3,021	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15,810	14,940	N/A
Limpieza de superficie industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12,936	6,862	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	9,156	5,311	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,364	2,364	N/A
Productos de cuidado personal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10,383	7,164	N/A
Productos de consumo doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	9,837	6,787	N/A
Productos para el cuidado automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8,550	5,927	N/A
Adhesivos y selladores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3,692	2,526	N/A
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	296	292	N/A
Productos misceláneos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	389	291	N/A
Pinturas en aerosol	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	382	377	N/A
Plaguicidas domésticos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11,367	7,870	N/A
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	219	219	N/A
Aplicación de plaguicidas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	20	20	N/A
Construcción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	1	N/A
Combustión y fugas de combustible	1,147	1,060	258	15,929	19,431	36,936	33,875	6
Combustión comercial/institucional	19	19	1	176	320	26	20	N/S
Combustión habitacional	298	291	7	1,645	1,918	335	292	1
Combustión de equipos agrícolas	N/S	N/S	N/S	3	6	N/S	N/S	N/S
Operación de aeronaves	37	35	243	6,127	4,237	1,961	1,882	N/E
Locomotoras (foráneas/ patio)	2	2	N/S	10	48	3	3	N/E
Incendios forestales	46	39	5	419	14	31	14	5
Incendio en estructuras	19	18	N/E	232	6	21	14	N/E
Quemas controladas	25	24	1	172	2	23	16	N/S
Maquinaria	588	541	1	4,911	12,761	1,466	1,406	N/E
Distribución y almacenamiento de gas L.P.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1,817	1,788	N/A
Fugas en instalaciones de gas L.P.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15,734	13,246	N/A
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	14,833	14,595	N/A
Distribución y almacenamiento de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	653	566	N/A
Carga de combustible en aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7	7	N/A
Terminales de Autobuses de pasajeros	1	1	N/S	95	14	13	13	N/S
Asados al carbón	112	90	N/A	2,139	105	13	13	N/A
Disposición de residuos	N/A	N/A	N/A	6	N/A	14,359	1,366	N/E
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	6	N/A	13,401	485	N/E
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	958	881	N/E
Emisiones de polvo fugitivo	4,388	985	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Construcción	261	78	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Caminos pavimentados	3,345	807	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Caminos sin pavimentar	587	59	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Labranza y cosecha agrícola	191	40	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Corrales de engorda	4	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Otras	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,248	2,248	14,023
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,230	2,230	N/A
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18	18	N/A
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	13,380
Emisiones ganaderas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	371
Aplicación de fertilizantes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	272
Total	5,535	2,045	258	15,935	19,431	144,030	103,500	14,029

N/A: No aplica

N/S: No significativo

N/E: No estimado

Tabla A.3 Inventario de emisiones de Fuentes de Área del Estado de México, 2010

Categoría	Emisiones [toneladas/año]							
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Uso de solventes y recubrimientos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	104,420	74,112	N/A
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3,214	3,175	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,056	2,031	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	19,916	18,823	N/A
Limpieza de superficie industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10,038	2,189	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11,553	6,701	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3,039	3,039	N/A
Productos de cuidado personal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12,504	8,628	N/A
Productos de consumo doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11,846	8,174	N/A
Productos para el cuidado automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10,296	7,137	N/A
Adhesivos y selladores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4,446	3,042	N/A
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	373	369	N/A
Productos misceláneos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	468	351	N/A
Pinturas en aerosol	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	539	533	N/A
Plaguicidas domésticos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	13,689	9,477	N/A
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	276	276	N/A
Aplicación de plaguicidas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	167	167	N/A
Construcción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Combustión y fugas de combustible	980	920	23	7,444	7,437	41,884	37,406	5
Combustión comercial/institucional	27	27	1	269	480	38	29	N/S
Combustión habitacional	607	589	12	2,782	2,356	643	585	1
Combustión de equipos agrícolas	1	1	N/S	15	26	2	2	N/S
Operación de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Locomotoras (foráneas/ patio)	20	19	N/S	115	550	31	32	N/E
Incendios forestales	28	25	4	270	10	20	10	4
Incendio en estructuras	4	4	N/E	71	2	6	4	N/E
Quemas controladas	69	65	N/E	498	N/E	80	58	N/A
Maquinaria	93	85	6	914	3,889	211	202	N/E
Distribución y almacenamiento de gas L.P.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,110	2,076	N/A
Fugas en instalaciones de gas L.P.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18,589	14,631	N/A
HCHQ en la combustión de gas L.P.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	19,665	19,351	N/A
Distribución y almacenamiento de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	474	411	N/A
Carga de combustible en aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Terminales de Autobuses de pasajeros	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E
Asados al carbón	131	105	N/A	2,510	124	15	15	N/A
Disposición de residuos	N/A	N/A	N/A	147	N/A	316,198	14,724	N/E
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	147	N/A	313,488	12,231	N/E
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,710	2,493	N/E
Emisiones de polvo fugitivo	15,139	2,186	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Construcción	10	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Caminos pavimentados	3,083	746	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Caminos sin pavimentar	10,031	1,003	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Labranza y cosecha agrícola	1,907	424	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Corrales de engorda	108	12	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Otras	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,831	2,831	23,218
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,826	2,826	N/A
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5	5	N/A
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	16,855
Emisiones ganaderas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4,453
Aplicación de fertilizantes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1,910
Total	16,119	3,106	23	7,591	7,437	465,333	129,073	23,223

N/A: No aplica

N/S: No significativo

N/E: No estimado

Tabla A.4 Inventario de emisiones de Fuentes de Área de la ZMVM, 2010

Categoría	Emisiones [toneladas/año]							
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Uso de solventes y recubrimientos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	194,907	140,123	N/A
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5,278	5,214	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5,077	5,052	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	35,726	33,763	N/A
Limpieza de superficie industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	22,974	9,051	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	20,709	12,012	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5,403	5,403	N/A
Productos de cuidado personal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	22,887	15,792	N/A
Productos de consumo doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	21,683	14,961	N/A
Productos para el cuidado automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18,846	13,064	N/A
Adhesivos y selladores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8,138	5,568	N/A
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	669	661	N/A
Productos misceláneos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	857	642	N/A
Pinturas en aerosol	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	921	910	N/A
Plaguicidas domésticos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	25,056	17,347	N/A
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	495	495	N/A
Aplicación de plaguicidas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	187	187	N/A
Construcción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	1	N/E
Combustión y fugas de combustible	2,127	1,980	281	23,373	26,868	78,820	71,281	11
Combustión comercial/institucional	46	46	2	445	800	64	49	N/S
Combustión habitacional	905	880	19	4,427	4,274	978	877	2
Combustión de equipos agrícolas	1	1	N/S	18	32	2	2	N/S
Operación de aeronaves	37	35	243	6,127	4,237	1,961	1,882	N/E
Locomotoras (foráneas/ patio)	22	21	N/S	125	598	34	35	N/E
Incendios forestales	74	64	9	689	24	51	24	9
Incendio en estructuras	23	22	N/E	303	8	27	18	N/E
Quemas controladas	94	89	1	670	2	103	74	N/S
Maquinaria	681	626	7	5,825	16,650	1,677	1,608	N/E
Distribución y almacenamiento de gas L.P.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3,927	3,864	N/A
Fugas en instalaciones de gas L.P.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	34,323	27,877	N/A
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	34,498	33,946	N/A
Distribución y almacenamiento de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1,127	977	N/A
Carga de combustible en aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7	7	N/A
Terminales de Autobuses de pasajeros	1	1	N/S	95	14	13	13	N/S
Asados al carbón	243	195	N/A	4,649	229	28	28	N/A
Disposición de residuos	N/A	N/A	N/A	153	N/A	330,557	16,090	N/E
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	153	N/A	326,889	12,716	N/E
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3,668	3,374	N/E
Emisiones de polvo fugitivo	19,527	3,171	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Construcción	271	79	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/E
Caminos pavimentados	6,428	1,553	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Caminos sin pavimentar	10,618	1,062	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Labranza y cosecha agrícola	2,098	464	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Corrales de engorda	112	13	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Otras	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5,079	5,079	37,241
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5,056	5,056	N/A
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	23	23	N/A
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	30,235
Emisiones ganaderas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4,824
Aplicación de fertilizantes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,182
Total	21,654	5,151	281	23,526	26,868	609,363	232,573	37,252

N/A: No aplica

N/S: No significativo

N/E: No estimado

Anexo de las Fuentes Móviles

Tabla A.1 Flota por año modelo de la ZMVM

Año Modelo	Número de vehículos												Total
	AP	TAX	SUV	CO	MIC	PU	V ≤ 3.8t	TRA	AUT	V > 3.8t	MC	Metrobús	
1986 y ant.	194,584	1,082	28,229	2,355	527	54,538	1,917	22,311	3,808	31,916	9,805	N/A	351,072
1987	15,909	171	3,729	495	50	6,851	165	947	182	1,229	1,681	N/A	31,409
1988	24,549	236	4,313	458	133	11,223	117	1,128	210	1,939	2,192	N/A	46,498
1989	38,082	298	6,217	428	611	13,654	261	1,463	347	3,107	3,531	N/A	67,999
1990	52,888	544	7,406	1,031	3,166	14,399	415	1,435	631	4,352	3,833	N/A	90,100
1991	62,634	1,076	11,314	1,175	7,448	17,621	384	1,949	1,253	6,442	2,553	N/A	113,849
1992	73,522	1,654	14,829	1,730	8,905	16,726	396	1,908	1,624	6,938	1,598	N/A	129,830
1993	68,020	1,951	22,374	2,111	4,369	18,076	470	1,825	1,823	6,995	1,851	N/A	129,865
1994	73,532	2,279	20,588	1,706	751	17,874	349	1,744	1,424	6,153	2,264	N/A	128,664
1995	48,339	1,510	28,537	1,186	242	12,702	295	1,153	625	3,848	3,639	N/A	102,076
1996	33,218	904	42,251	1,083	62	10,326	249	471	493	1,944	4,438	N/A	95,439
1997	61,510	1,328	35,113	555	96	18,027	564	1,428	1,283	3,869	6,577	N/A	130,350
1998	110,885	2,875	43,628	697	157	17,105	904	1,857	955	4,790	8,695	N/A	192,548
1999	100,302	4,546	28,026	933	214	11,864	732	1,907	1,160	6,863	9,187	N/A	165,734
2000	134,368	7,764	21,308	1,025	245	12,286	1,081	2,414	2,360	7,282	11,318	N/A	201,451
2001	180,277	12,814	23,189	1,636	300	13,211	862	2,820	4,224	6,969	19,219	N/A	265,521
2002	199,637	17,485	28,767	2,004	242	13,271	1,078	1,528	3,263	6,655	19,941	N/A	293,871
2003	183,330	18,833	33,308	2,493	256	10,435	1,564	2,210	2,956	6,100	21,557	N/A	283,042
2004	207,268	20,235	37,631	3,161	271	13,464	1,609	1,652	2,456	5,115	8,853	N/A	301,715
2005	235,852	19,375	57,655	2,601	506	14,350	2,378	2,300	2,360	6,309	6,731	88	350,505
2006	184,565	16,997	53,745	3,025	357	16,138	1,865	2,634	3,232	7,094	11,462	10	301,124
2007	200,574	14,108	64,746	2,480	526	19,386	2,233	3,587	2,599	6,553	16,077	6	332,875
2008	188,330	18,708	55,764	4,989	811	17,544	3,497	4,257	2,761	11,596	15,916	122	324,295
2009	176,232	22,693	47,998	4,177	829	19,680	3,249	3,090	2,643	5,903	15,092	7	301,593
2010	218,006	11,303	44,347	2,267	551	7,525	387	1,764	2,337	3,030	1,676	N/A	293,193
Total	3,066,413	200,769	765,012	45,801	31,625	398,276	27,021	69,782	47,009	162,991	209,686	233	5,024,618

AP: Autos particulares

SUV: camionetas particulares SUV

CO: Combis

MIC: Microbuses

PU: Pick Up

TRA: Tractocamiones

V≤3.8t: Vehículos de carga hasta 3.8 toneladas

AUT: Autobuses

MC: Motocicletas

V>3.8t: Vehículos mayores a 3.8 toneladas

Tabla A.2 Kilómetros recorridos anuales por tipo de vehículo

Año Modelo	Millones de Kilómetros recorridos al año (KRV) en la ZMVM												Total
	AP	TAX	SUV	CO	MIC	PU	V ≤ 3.8t	TRA	AUT	V > 3.8t	MC	Metrobús	
1986 y ant.	1,362	64	196	138	31	647	38	293	63	480	242	N/A	3,554
1987	114	10	26	29	3	80	3	12	3	20	42	N/A	342
1988	173	14	30	27	7	131	2	15	4	32	54	N/A	490
1989	372	18	60	25	36	182	5	19	8	52	87	N/A	866
1990	516	32	72	60	188	193	8	19	16	70	95	N/A	1,269
1991	610	65	110	70	446	236	8	26	29	105	63	N/A	1,767
1992	715	99	144	103	533	224	8	25	41	114	39	N/A	2,045
1993	685	117	225	125	260	245	9	24	30	114	46	N/A	1,880
1994	758	137	211	102	44	244	7	23	28	98	56	N/A	1,707
1995	520	91	306	69	13	177	6	15	16	60	90	N/A	1,363
1996	361	54	460	64	4	144	5	6	16	31	110	N/A	1,254
1997	670	80	382	32	5	254	11	19	53	61	163	N/A	1,729
1998	1,210	173	475	41	8	240	18	24	17	77	215	N/A	2,497
1999	1,097	273	305	55	11	165	15	25	29	110	227	N/A	2,313
2000	1,466	467	233	55	13	172	22	32	65	118	280	N/A	2,921
2001	2,105	770	269	97	17	198	19	37	148	120	475	N/A	4,253
2002	2,619	1,052	376	117	14	215	25	20	153	116	494	N/A	5,202
2003	2,405	1,133	435	145	15	169	37	29	121	107	534	N/A	5,131
2004	2,727	1,218	492	187	16	222	38	22	117	90	219	N/A	5,347
2005	3,114	1,166	754	154	31	230	56	31	103	109	167	7	5,922
2006	2,437	1,223	704	207	25	259	43	35	149	128	284	1	5,494
2007	2,645	1,016	849	169	35	312	51	47	118	112	398	0.4	5,754
2008	2,509	1,349	753	348	57	290	80	56	128	207	394	10	6,182
2009	2,364	1,641	640	289	59	329	74	41	131	99	374	1	6,042
2010	2,888	817	588	160	40	124	8	23	133	47	42	N/A	4,869
Total	36,441	13,081	9,092	2,868	1,913	5,681	597	917	1,718	2,675	5,188	19	80,191

N/A: No aplica

Tabla A.3 Factores de emisión para COV por año modelo y tipo de combustible

Año Modelo	Factores de emisión para COV [g/km]														
	Gasolina													AUT	MC
	AP	TAX	SUV-PU 1 (0-1.7t)	PU 2 (1.8-2.3t)	CO	V≤3.8t PU3 (2.4-2.6t)	PU 4 (2.7-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)			
1986 y ant.	6.929	3.622	9.631	9.044	9.005	9.025	8.837	38.662	19.842	18.531	18.038	18.038	33.248	22.505	
1987	6.540	3.622	8.532	8.494	7.923	8.113	7.773	34.818	19.390	18.531	16.925	16.925	29.588	21.634	
1988	5.262	3.622	6.195	6.070	6.077	6.048	5.853	14.843	10.765	18.531	10.946	10.946	12.756	16.444	
1989	4.221	3.622	4.662	4.869	4.870	4.787	4.587	14.012	10.137	9.771	10.316	10.316	12.049	15.751	
1990	3.987	3.622	4.473	4.682	4.805	4.554	4.379	7.685	6.637	1.796	7.070	7.070	9.520	15.053	
1991	3.825	3.622	4.289	4.430	4.877	4.412	4.209	6.860	5.861	1.796	6.394	6.394	8.358	13.384	
1992	3.666	3.622	4.022	4.092	4.532	4.128	3.930	6.625	5.655	5.565	6.285	6.285	8.103	12.725	
1993	3.410	3.523	3.735	3.937	4.430	3.879	3.671	5.832	4.879	5.565	5.259	5.259	6.970	12.060	
1994	3.143	3.398	3.465	3.731	4.342	3.650	3.424	5.562	4.619	3.869	4.850	4.850	6.609	11.394	
1995	2.854	3.255	3.168	3.351	4.243	3.338	3.167	5.286	4.334	3.674	4.479	4.479	6.423	10.728	
1996	2.594	3.092	2.899	3.262	4.068	3.069	2.887	4.991	4.027	3.444	3.983	3.983	6.215	10.064	
1997	2.333	2.968	2.640	2.888	3.826	2.773	2.628	4.703	3.709	3.202	3.475	3.475	5.708	9.404	
1998	2.075	2.826	2.377	2.646	3.527	2.478	2.400	4.383	3.394	2.957	3.165	3.165	5.289	8.749	
1999	1.828	2.592	2.120	2.353	3.227	2.191	2.148	4.055	3.091	2.720	2.773	2.773	4.868	8.097	
2000	1.589	2.323	1.870	2.075	2.942	1.908	1.878	3.737	2.784	2.482	2.348	2.348	4.450	7.450	
2001	1.339	2.067	1.607	1.811	2.633	1.647	1.595	3.429	2.498	2.257	2.042	2.042	4.035	6.802	
2002	1.124	1.821	1.375	1.638	2.352	1.408	1.391	3.145	2.211	2.029	1.815	1.815	3.634	6.157	
2003	0.985	1.591	1.225	1.422	2.086	1.245	1.231	2.886	1.961	1.828	1.667	1.667	3.268	5.519	
2004	0.871	1.377	1.102	1.268	1.836	1.132	1.108	2.644	1.740	1.648	1.542	1.542	2.911	4.881	
2005	0.776	1.173	0.998	1.175	1.591	1.018	0.992	2.412	1.542	1.487	1.450	1.450	2.539	4.244	
2006	0.698	0.955	0.911	1.075	1.322	0.930	0.885	2.179	1.363	1.340	1.425	1.425	2.136	3.608	
2007	0.633	0.754	0.831	1.020	1.072	0.838	0.776	1.961	1.222	1.215	1.371	1.371	1.998	2.973	
2008	0.575	0.574	0.758	1.010	0.826	0.735	0.699	1.554	1.111	1.108	1.333	1.333	1.645	2.338	
2009	0.557	0.464	0.737	0.918	0.618	0.744	0.855	1.146	1.003	0.996	1.324	1.324	1.535	1.702	
2010	0.536	0.296	0.718	0.751	0.392	0.991	0.000	0.925	0.930	0.933	1.297	1.297	1.263	1.223	

Año Modelo	Diesel											
	AP	SUV PU (0-2.3t)	CO V≤3.8t PU (2.4-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)	TRA	AUT	AUT ESC	MB
1986 y ant.	0.998	1.962	2.077	3.514	3.514	3.514	4.396	6.278	6.472	6.292	3.201	2.892
1987	0.976	1.720	1.720	3.514	3.514	3.514	4.360	6.227	6.453	6.292	3.201	2.892
1988	0.843	1.599	1.599	3.582	3.582	3.514	4.357	6.119	6.379	6.233	3.284	2.892
1989	0.847	1.522	1.522	3.153	3.153	3.153	3.807	5.346	5.600	5.487	2.890	2.892
1990	0.767	1.409	1.409	3.153	3.153	3.153	3.807	5.346	5.600	5.487	2.890	2.892
1991	0.736	1.415	1.415	1.726	1.471	3.153	2.807	2.477	2.756	3.567	3.341	2.892
1992	0.690	1.382	1.382	1.709	1.465	1.766	2.808	2.454	2.725	3.559	3.342	2.892
1993	0.660	1.354	1.354	1.310	1.171	1.766	2.195	2.618	2.892	3.623	2.573	2.892
1994	0.617	1.322	1.322	1.299	1.168	1.394	2.194	2.618	2.892	3.623	2.566	2.892
1995	0.581	1.315	1.315	1.289	1.165	1.391	2.193	2.618	2.892	3.623	2.559	2.892
1996	0.585	1.310	1.310	1.279	1.162	1.388	2.192	2.618	2.892	3.623	2.553	2.892
1997	0.528	1.231	1.231	1.270	1.159	1.387	2.191	2.618	2.892	3.623	2.546	2.892
1998	0.520	1.176	1.176	1.262	1.156	1.385	2.191	2.618	2.892	3.623	2.539	2.892
1999	0.514	1.154	1.154	1.255	1.153	1.382	2.189	2.618	2.892	3.623	2.532	2.892
2000	0.498	1.064	1.064	1.245	1.150	1.379	2.188	2.618	2.892	3.623	2.525	2.892
2001	0.492	0.976	0.976	1.233	1.147	1.375	2.187	2.618	2.892	3.623	2.516	2.892
2002	0.466	0.917	0.917	1.222	1.144	1.372	2.184	2.618	2.892	3.623	2.506	2.892
2003	0.436	0.878	0.878	1.209	1.140	1.368	2.182	2.618	2.892	3.623	2.498	2.892
2004	0.422	0.830	0.830	1.198	1.137	1.364	2.180	2.618	2.892	3.623	2.490	2.892
2005	0.386	0.763	0.763	1.187	1.134	1.361	2.177	2.618	2.892	3.623	2.481	2.892
2006	0.367	0.673	0.673	1.176	1.131	1.357	2.175	2.618	2.892	3.623	2.473	2.892
2007	0.346	0.622	0.622	1.165	1.131	1.354	2.173	2.618	2.892	3.623	2.464	2.892
2008	0.322	0.568	0.568	1.154	1.131	1.350	2.170	2.618	2.892	3.623	2.456	2.892
2009	0.296	0.524	0.524	1.142	1.131	1.346	2.167	2.618	2.892	3.623	2.446	2.892
2010	0.285	0.481	0.481	1.134	1.131	1.344	2.165	2.618	2.892	3.623	2.439	2.892

Tabla A.4 Factores de emisión para CO por año modelo y tipo de combustible

Año Modelo	Factores de emisión para CO [g/km]													
	Gasolina													
	AP	TAX	SUV-PU 1 (0-1.7t)	PU 2 (1.8-2.3t)	CO	V≤3.8t PU3 (2.4-2.6t)	PU 4 (2.7-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)	AUT	MC
1986 y ant.	47.22	39.80	104.66	138.93	168.98	103.93	102.25	1,024.93	434.11	376.87	268.46	268.46	895.95	54.00
1987	43.06	39.80	83.24	123.66	134.49	84.20	81.12	916.10	397.73	376.87	254.68	254.68	795.87	52.34
1988	29.19	39.80	51.20	71.28	80.45	52.12	50.49	257.21	146.23	376.87	129.01	129.01	222.37	49.59
1989	20.70	39.80	29.80	44.07	50.74	32.25	30.85	231.01	125.90	119.37	105.65	105.65	199.54	47.98
1990	16.90	39.80	27.20	39.25	46.32	29.04	27.83	208.56	101.19	119.37	71.67	71.67	298.73	46.37
1991	16.20	39.80	25.74	35.17	42.94	27.59	26.13	101.92	66.67	119.37	62.79	62.79	145.21	44.76
1992	15.74	39.80	23.25	31.16	42.11	24.97	23.56	98.97	65.67	67.21	62.59	62.59	140.96	43.15
1993	15.26	39.51	21.68	29.49	41.06	23.54	21.99	67.99	40.84	67.21	34.43	34.43	95.79	41.53
1994	14.72	39.33	20.89	28.47	40.99	23.02	21.20	65.50	40.06	41.34	34.02	34.02	91.76	39.92
1995	14.12	38.16	19.98	25.97	40.96	21.99	20.47	63.29	39.28	40.53	33.60	33.60	88.22	38.30
1996	13.71	36.62	19.37	26.50	40.81	21.40	19.64	61.02	38.49	39.70	33.18	33.18	87.20	36.68
1997	13.36	36.73	18.93	24.42	40.56	20.63	19.08	58.89	37.70	38.88	32.73	32.73	83.61	35.07
1998	13.02	35.69	18.45	23.75	38.67	19.80	18.86	56.83	36.90	38.04	32.26	32.26	79.55	33.45
1999	12.67	32.98	17.91	22.38	36.92	18.87	18.31	54.65	36.10	37.20	31.88	31.88	75.49	31.84
2000	12.21	30.20	17.22	20.93	35.36	17.71	17.33	52.44	35.29	36.34	31.44	31.44	71.42	30.23
2001	11.35	27.49	15.93	19.32	32.58	16.41	15.73	50.07	34.29	35.30	30.92	30.92	67.21	28.60
2002	10.42	24.78	14.56	18.69	29.98	14.93	14.76	47.67	32.72	33.74	30.34	30.34	62.89	26.97
2003	9.97	22.06	13.95	16.97	27.08	14.13	14.02	45.26	31.14	32.18	29.71	29.71	58.78	25.37
2004	9.51	19.38	13.34	15.94	23.97	13.74	13.43	42.80	29.55	30.61	29.09	29.09	54.58	23.75
2005	9.02	16.67	12.71	15.66	20.88	12.96	12.63	40.25	27.97	29.03	28.45	28.45	49.92	22.13
2006	8.53	13.57	12.08	14.97	17.13	12.35	11.68	37.45	26.38	27.45	28.06	28.06	44.29	20.52
2007	8.03	10.55	11.33	14.83	13.54	11.44	10.45	34.65	25.00	26.00	27.76	27.76	42.60	18.90
2008	7.47	7.75	10.46	15.32	10.07	10.08	9.53	30.00	23.80	24.66	27.45	27.45	37.74	17.29
2009	7.34	6.24	10.24	13.92	7.62	10.43	12.43	25.19	22.52	23.14	27.18	27.18	36.30	15.66
2010	7.16	3.39	9.96	10.92	4.21	14.94	0.00	22.30	21.71	22.37	26.98	26.98	32.62	14.43

Año Modelo	Diesel											
	AP	SUV PU (0-2.3t)	CO V≤3.8t PU (2.4-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)	TRA	AUT	AUT ESC	MB
1986 y ant.	2.62	6.32	6.11	37.04	24.54	24.67	26.91	40.54	42.34	50.19	24.46	5.51
1987	2.08	3.50	3.50	36.61	24.26	24.67	26.63	39.91	41.87	49.72	24.17	5.51
1988	1.75	3.25	3.25	36.01	24.06	24.67	26.39	39.34	41.54	49.32	23.91	5.51
1989	1.79	3.11	3.11	35.50	23.91	24.43	26.16	38.91	41.27	49.30	23.80	5.51
1990	1.63	2.90	2.90	34.36	23.56	24.09	26.04	38.54	41.11	48.97	23.60	5.51
1991	1.59	2.99	2.99	9.04	4.95	24.09	10.77	17.77	20.49	13.60	14.61	5.51
1992	1.52	2.96	2.96	8.78	4.87	6.14	10.76	10.37	11.54	13.59	14.52	5.51
1993	1.50	2.95	2.95	8.15	6.14	6.14	10.92	13.31	14.73	19.80	13.19	5.51
1994	1.43	2.93	2.93	7.99	6.09	7.47	10.91	13.29	14.70	19.73	13.13	5.51
1995	1.39	2.98	2.98	7.85	6.05	7.42	10.91	13.27	14.67	19.66	13.07	5.51
1996	1.45	3.02	3.02	7.70	6.01	7.37	10.90	13.25	14.64	19.55	13.01	5.51
1997	1.33	2.86	2.86	7.57	5.96	7.36	10.89	13.22	14.61	19.44	12.95	5.51
1998	1.36	2.77	2.77	7.45	5.92	7.32	10.88	13.20	14.58	19.38	12.89	5.51
1999	1.39	2.78	2.78	7.35	5.88	7.26	10.87	13.17	14.55	19.30	12.83	5.51
2000	1.39	2.59	2.59	7.21	5.83	7.21	10.86	13.15	14.51	19.22	12.76	5.51
2001	1.41	2.43	2.43	7.03	5.78	7.15	10.84	13.12	14.48	19.11	12.68	5.51
2002	1.36	2.37	2.37	6.87	5.74	7.09	10.82	13.09	14.45	18.97	12.59	5.51
2003	1.30	2.36	2.36	6.69	5.69	7.03	10.80	13.06	14.42	18.84	12.52	5.51
2004	1.30	2.32	2.32	6.52	5.65	6.97	10.77	13.03	14.39	18.69	12.44	5.51
2005	1.22	2.22	2.22	6.37	5.60	6.91	10.75	13.00	14.36	18.56	12.37	5.51
2006	1.21	2.07	2.07	6.20	5.56	6.84	10.73	12.97	14.33	18.41	12.29	5.51
2007	1.18	2.06	2.06	6.05	5.56	6.78	10.71	12.95	14.30	18.27	12.22	5.51
2008	1.15	2.03	2.03	5.88	5.56	6.72	10.68	12.92	14.27	18.12	12.14	5.51
2009	1.11	2.02	2.02	5.72	5.56	6.66	10.65	12.89	14.23	17.97	12.05	5.51
2010	1.12	1.98	1.98	5.59	5.56	6.61	10.64	12.87	14.21	17.84	11.99	5.51

Tabla A.5 Factores de emisión para NOx por año modelo y tipo de combustible

Año Modelo	Factores de emisión para NOx [g/km]													
	Gasolina													
	AP	TAX	SUV-PU 1 (0-1.7t)	PU 2 (1.8-2.3t)	CO	V≤3.8t PU3 (2.4-2.6t)	PU 4 (2.7-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)	AUT	MC
1986 y ant.	1.41	4.35	1.19	1.41	1.88	1.19	1.18	5.75	4.03	3.86	4.26	4.26	4.99	0.70
1987	1.40	4.35	1.14	1.50	2.20	1.15	1.13	5.49	3.97	3.86	4.22	4.22	4.73	0.70
1988	1.48	4.35	1.75	2.10	3.14	1.76	1.71	4.60	3.65	3.86	4.06	4.06	3.98	0.70
1989	1.97	4.35	2.31	3.01	4.62	2.44	2.37	4.55	3.65	3.59	4.06	4.06	3.94	0.70
1990	1.97	4.35	2.33	3.03	4.57	2.45	2.38	4.73	3.83	3.59	4.12	4.12	6.61	0.70
1991	1.95	4.35	2.40	3.02	4.52	2.53	2.43	4.61	3.49	3.59	3.62	3.62	6.48	0.70
1992	1.87	4.35	2.19	2.80	4.36	2.32	2.23	4.52	3.46	3.47	3.62	3.62	6.35	0.70
1993	1.80	4.14	2.11	2.75	4.20	2.25	2.15	3.03	2.45	3.47	2.62	2.62	4.26	0.70
1994	1.74	4.07	2.05	2.68	4.01	2.21	2.09	2.98	2.43	2.45	2.61	2.61	4.18	0.70
1995	1.68	3.93	1.98	2.51	3.90	2.13	2.03	2.93	2.42	2.43	2.60	2.60	4.10	0.70
1996	1.63	3.80	1.94	2.52	3.76	2.08	1.97	2.88	2.40	2.41	2.59	2.59	4.08	0.70
1997	1.58	3.75	1.90	2.37	3.62	2.02	1.92	2.84	2.38	2.40	2.58	2.58	4.00	0.70
1998	1.53	3.70	1.86	2.29	3.44	1.96	1.89	2.79	2.36	2.38	2.57	2.57	3.92	0.70
1999	1.48	3.60	1.82	2.18	3.25	1.89	1.85	2.75	2.35	2.36	2.56	2.56	3.83	0.70
2000	1.43	3.37	1.76	2.07	3.08	1.81	1.77	2.70	2.33	2.34	2.55	2.55	3.74	0.70
2001	1.34	3.13	1.67	1.94	2.87	1.71	1.66	2.65	2.31	2.32	2.54	2.54	3.65	0.70
2002	1.24	2.88	1.57	1.88	2.68	1.60	1.58	2.60	2.27	2.28	2.53	2.53	3.56	0.70
2003	1.18	2.63	1.52	1.75	2.48	1.54	1.52	2.54	2.24	2.25	2.52	2.52	3.47	0.70
2004	1.12	2.37	1.47	1.67	2.28	1.50	1.48	2.49	2.20	2.21	2.51	2.51	3.38	0.70
2005	1.06	2.10	1.42	1.64	2.06	1.44	1.41	2.44	2.17	2.17	2.50	2.50	3.28	0.70
2006	0.99	1.79	1.36	1.58	1.79	1.39	1.33	2.38	2.13	2.14	2.49	2.49	3.16	0.70
2007	0.94	1.46	1.31	1.55	1.53	1.31	1.24	2.32	2.10	2.10	2.48	2.48	3.12	0.70
2008	0.88	1.14	1.24	1.58	1.28	1.22	1.18	2.21	2.07	2.07	2.47	2.47	3.01	0.70
2009	0.85	0.89	1.23	1.47	1.04	1.24	1.39	2.10	2.04	2.05	2.47	2.47	2.98	0.70
2010	0.85	0.58	1.23	1.28	0.81	1.57	0.00	2.04	2.02	2.03	2.46	2.46	2.90	0.70

Año Modelo	Diesel											
	AP	SUV PU (0-2.3t)	CO V≤3.8t PU (2.4-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)	TRA	AUT	AUT ESC	MB
	1986 y ant.	1.59	1.63	1.90	10.84	10.84	10.84	13.38	18.82	19.38	18.86	9.93
1987	1.60	1.60	1.89	10.84	10.84	10.84	13.28	18.67	19.32	18.86	9.93	17.36
1988	1.20	1.20	1.86	10.84	10.84	10.84	13.18	19.46	20.01	18.86	9.93	17.36
1989	1.19	1.19	1.83	10.84	10.84	10.84	13.08	19.71	20.45	18.86	9.93	17.36
1990	1.15	1.15	1.78	10.84	10.84	10.84	13.08	19.55	21.17	18.86	9.93	17.36
1991	1.11	1.11	1.44	4.40	4.26	10.84	12.06	16.33	19.29	19.53	13.89	17.36
1992	1.08	1.08	1.42	4.39	4.25	5.07	12.07	17.13	20.94	19.53	13.93	17.36
1993	1.05	1.05	1.36	5.46	4.88	5.07	9.11	14.07	16.59	15.58	10.49	17.36
1994	1.01	1.01	1.34	5.41	4.86	5.85	9.11	12.42	13.77	15.57	10.47	17.36
1995	0.98	0.98	1.32	5.37	4.85	5.83	9.13	12.53	13.88	15.55	10.46	17.36
1996	0.96	0.96	1.31	5.33	4.84	5.82	9.11	12.26	13.58	15.52	10.44	17.36
1997	0.92	0.92	1.28	5.29	4.83	5.82	9.14	12.31	13.70	15.50	10.42	17.36
1998	0.90	0.90	1.25	5.25	4.81	5.80	9.93	12.80	14.27	15.48	10.41	17.36
1999	0.89	0.89	1.23	5.23	4.80	5.79	9.42	12.08	13.43	15.46	10.39	17.36
2000	0.87	0.87	1.19	5.19	4.79	5.77	9.08	12.08	13.42	15.44	10.37	17.36
2001	0.86	0.86	1.15	5.13	4.77	5.76	9.07	12.07	13.41	15.41	10.35	17.36
2002	0.84	0.84	1.11	5.09	4.76	5.74	8.83	10.30	11.38	14.85	9.93	17.36
2003	0.82	0.82	1.08	5.04	4.75	5.72	8.13	8.30	9.18	13.22	8.73	17.36
2004	0.80	0.80	1.04	4.99	4.73	5.70	9.05	10.95	12.09	15.31	10.28	17.36
2005	0.78	0.78	1.01	4.94	4.72	5.68	9.05	10.94	12.08	15.28	10.26	17.36
2006	0.76	0.76	0.95	4.90	4.71	5.66	9.04	10.93	12.08	15.24	10.24	17.36
2007	0.74	0.74	0.91	4.85	4.71	5.65	9.04	10.93	12.07	15.20	10.22	17.36
2008	0.72	0.72	0.87	4.80	4.71	5.63	9.03	10.92	12.06	15.17	10.20	17.36
2009	0.70	0.70	0.84	4.76	4.71	5.61	9.02	10.91	12.05	15.13	10.17	17.36
2010	0.69	0.69	0.81	4.72	4.71	5.60	9.02	10.91	12.05	15.10	10.15	17.36

Tabla A.6 Factores de emisión para PM10 por año modelo y tipo de combustible

Año Modelo	Factores de emisión para PM10 [g/km]													
	Gasolina													
	AP	TAX	SUV-PU 1 (0-1.7t)	PU 2 (1.8-2.3t)	CO	V≤3.8t PU3 (2.4-2.6t)	PU 4 (2.7-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)	AUT	MC
1986 y ant.	0.023	0.023	0.022	0.022	0.023	0.023	0.022	0.051	0.065	0.055	0.078	0.078	0.098	0.023
1987	0.023	0.023	0.022	0.022	0.023	0.023	0.022	0.051	0.065	0.054	0.078	0.078	0.098	0.023
1988	0.023	0.023	0.022	0.022	0.023	0.023	0.022	0.051	0.065	0.054	0.078	0.078	0.098	0.023
1989	0.023	0.023	0.022	0.022	0.023	0.023	0.022	0.051	0.065	0.053	0.078	0.078	0.098	0.023
1990	0.023	0.023	0.022	0.022	0.023	0.023	0.022	0.051	0.065	0.052	0.078	0.078	0.098	0.023
1991	0.022	0.022	0.021	0.021	0.022	0.022	0.022	0.051	0.065	0.052	0.078	0.078	0.098	0.023
1992	0.018	0.019	0.020	0.020	0.021	0.021	0.021	0.051	0.065	0.051	0.078	0.078	0.098	0.023
1993	0.017	0.018	0.017	0.016	0.018	0.017	0.018	0.051	0.065	0.051	0.078	0.078	0.098	0.023
1994	0.016	0.017	0.016	0.015	0.018	0.016	0.017	0.051	0.065	0.050	0.078	0.078	0.098	0.023
1995	0.016	0.017	0.016	0.015	0.018	0.017	0.017	0.051	0.065	0.049	0.077	0.077	0.098	0.023
1996	0.016	0.017	0.015	0.015	0.016	0.015	0.016	0.051	0.065	0.049	0.076	0.075	0.098	0.023
1997	0.016	0.017	0.015	0.015	0.016	0.015	0.016	0.049	0.063	0.049	0.076	0.075	0.098	0.023
1998	0.016	0.017	0.015	0.015	0.016	0.015	0.016	0.049	0.063	0.049	0.076	0.075	0.098	0.023
1999	0.016	0.017	0.015	0.015	0.016	0.015	0.016	0.049	0.063	0.049	0.076	0.075	0.098	0.023
2000	0.016	0.017	0.015	0.015	0.016	0.015	0.016	0.049	0.063	0.049	0.076	0.075	0.098	0.023
2001	0.016	0.017	0.015	0.015	0.016	0.015	0.016	0.049	0.063	0.049	0.073	0.071	0.097	0.023
2002	0.016	0.017	0.015	0.015	0.015	0.013	0.014	0.047	0.060	0.049	0.073	0.071	0.097	0.023
2003	0.016	0.017	0.015	0.015	0.015	0.013	0.014	0.047	0.060	0.049	0.073	0.071	0.097	0.023
2004	0.016	0.017	0.015	0.015	0.015	0.013	0.014	0.047	0.060	0.049	0.073	0.071	0.097	0.023
2005	0.014	0.015	0.015	0.015	0.015	0.013	0.014	0.047	0.060	0.049	0.073	0.071	0.097	0.023
2006	0.014	0.015	0.015	0.015	0.015	0.013	0.014	0.047	0.060	0.049	0.073	0.071	0.097	0.023
2007	0.014	0.015	0.015	0.015	0.015	0.013	0.014	0.047	0.060	0.049	0.073	0.071	0.097	0.023
2008	0.014	0.015	0.015	0.015	0.015	0.013	0.014	0.047	0.060	0.049	0.073	0.071	0.097	0.023
2009	0.011	0.013	0.015	0.014	0.013	0.010	0.011	0.047	0.060	0.049	0.073	0.071	0.097	0.023
2010	0.011	0.013	0.015	0.014	0.013	0.010	0.011	0.047	0.060	0.049	0.073	0.071	0.097	0.023

Año Modelo	Diesel											
	AP	SUV PU (0-2.3t)	CO V≤3.8t PU (2.4-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)	TRA	AUT	AUT ESC	MB
	1986 y ant.	0.097	0.234	0.107	0.177	0.341	0.992	1.210	0.990	2.298	0.306	0.790
1987	0.097	0.234	0.107	0.177	0.341	0.992	1.210	0.990	2.298	0.306	0.790	0.480
1988	0.097	0.234	0.107	0.177	0.341	0.992	1.210	0.990	2.298	0.306	0.797	0.480
1989	0.097	0.278	0.107	0.177	0.341	0.992	1.210	0.990	2.298	0.306	0.804	0.480
1990	0.097	0.278	0.107	0.177	0.341	0.992	1.210	0.990	2.298	0.297	0.780	0.480
1991	0.097	0.278	0.107	0.177	0.262	0.763	1.000	0.936	1.768	0.297	0.786	0.480
1992	0.097	0.278	0.107	0.177	0.262	0.763	1.000	0.936	1.768	0.297	0.792	0.480
1993	0.093	0.185	0.064	0.177	0.262	0.763	1.000	0.936	1.768	0.297	0.798	0.480
1994	0.091	0.227	0.084	0.177	0.202	0.587	0.769	0.936	1.360	0.297	0.805	0.480
1995	0.079	0.225	0.083	0.174	0.202	0.587	0.769	0.936	1.360	0.297	0.811	0.480
1996	0.071	0.230	0.085	0.170	0.202	0.587	0.769	0.936	1.360	0.297	0.817	0.480
1997	0.071	0.230	0.085	0.170	0.202	0.587	0.769	0.936	1.360	0.297	0.817	0.480
1998	0.071	0.230	0.085	0.170	0.202	0.587	0.769	0.936	1.360	0.205	0.554	0.480
1999	0.071	0.230	0.085	0.170	0.202	0.587	0.769	0.936	1.360	0.205	0.554	0.480
2000	0.071	0.230	0.085	0.170	0.202	0.587	0.769	0.936	1.360	0.205	0.554	0.480
2001	0.076	0.230	0.096	0.161	0.202	0.587	0.660	0.936	1.360	0.205	0.554	0.480
2002	0.076	0.230	0.096	0.161	0.202	0.587	0.660	0.936	1.360	0.196	0.527	0.480
2003	0.076	0.230	0.096	0.161	0.202	0.587	0.660	0.936	1.360	0.196	0.527	0.480
2004	0.076	0.230	0.096	0.161	0.202	0.587	0.660	0.936	1.360	0.196	0.526	0.480
2005	0.076	0.230	0.096	0.161	0.202	0.587	0.660	0.936	1.360	0.196	0.526	0.480
2006	0.076	0.230	0.096	0.161	0.202	0.587	0.660	0.936	1.360	0.196	0.526	0.480
2007	0.076	0.230	0.096	0.161	0.202	0.587	0.210	0.936	1.360	0.196	0.526	0.480
2008	0.076	0.230	0.096	0.161	0.202	0.587	0.210	0.665	1.360	0.196	0.526	0.480
2009	0.076	0.230	0.092	0.161	0.202	0.587	0.210	0.665	1.360	0.196	0.526	0.480
2010	0.076	0.230	0.092	0.161	0.202	0.587	0.210	0.724	1.360	0.196	0.526	0.480

Tabla A.7 Factores de emisión para PM2.5 por año modelo y tipo de combustible

Año Modelo	Factores de emisión para PM2.5 [g/km]													
	Gasolina													
	AP	TAX	SUV-PU 1 (0-1.7t)	PU 2 (1.8-2.3t)	CO	V≤3.8t PU3 (2.4-2.6t)	PU 4 (2.7-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)	AUT	MC
1986 y ant.	0.010	0.011	0.010	0.011	0.011	0.011	0.011	0.037	0.046	0.039	0.053	0.053	0.065	0.013
1987	0.010	0.011	0.010	0.011	0.011	0.011	0.011	0.037	0.046	0.039	0.053	0.053	0.065	0.013
1988	0.010	0.011	0.010	0.011	0.011	0.011	0.011	0.037	0.046	0.038	0.053	0.053	0.065	0.013
1989	0.010	0.011	0.010	0.011	0.011	0.011	0.011	0.037	0.046	0.038	0.053	0.053	0.065	0.013
1990	0.010	0.011	0.010	0.011	0.011	0.011	0.011	0.037	0.046	0.038	0.053	0.053	0.065	0.013
1991	0.010	0.010	0.010	0.010	0.011	0.011	0.010	0.037	0.046	0.037	0.053	0.053	0.065	0.013
1992	0.008	0.009	0.009	0.010	0.010	0.010	0.010	0.037	0.046	0.037	0.053	0.053	0.065	0.013
1993	0.008	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009	0.008	0.037	0.046	0.036	0.053	0.053	0.065	0.013
1994	0.007	0.008	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008	0.037	0.046	0.036	0.053	0.053	0.065	0.013
1995	0.007	0.008	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008	0.037	0.046	0.035	0.052	0.052	0.065	0.013
1996	0.007	0.008	0.007	0.007	0.008	0.008	0.007	0.036	0.046	0.035	0.051	0.051	0.065	0.013
1997	0.007	0.008	0.007	0.007	0.008	0.008	0.007	0.036	0.044	0.035	0.051	0.051	0.065	0.013
1998	0.007	0.008	0.007	0.007	0.008	0.008	0.007	0.036	0.044	0.035	0.051	0.051	0.065	0.013
1999	0.007	0.008	0.007	0.007	0.008	0.008	0.007	0.036	0.044	0.035	0.051	0.051	0.065	0.013
2000	0.007	0.008	0.007	0.007	0.008	0.008	0.007	0.036	0.044	0.035	0.051	0.051	0.065	0.013
2001	0.007	0.008	0.007	0.007	0.008	0.008	0.007	0.036	0.044	0.035	0.049	0.048	0.064	0.013
2002	0.007	0.008	0.007	0.007	0.007	0.006	0.007	0.034	0.043	0.035	0.049	0.048	0.064	0.013
2003	0.007	0.008	0.007	0.007	0.007	0.006	0.007	0.034	0.043	0.035	0.049	0.048	0.064	0.013
2004	0.007	0.008	0.007	0.007	0.007	0.006	0.007	0.034	0.043	0.035	0.049	0.048	0.064	0.013
2005	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006	0.007	0.034	0.043	0.035	0.049	0.048	0.064	0.013
2006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006	0.007	0.034	0.043	0.035	0.049	0.048	0.064	0.013
2007	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006	0.007	0.034	0.043	0.035	0.049	0.048	0.064	0.013
2008	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006	0.007	0.034	0.043	0.035	0.049	0.048	0.064	0.013
2009	0.005	0.006	0.007	0.007	0.006	0.005	0.005	0.034	0.043	0.035	0.049	0.048	0.064	0.013
2010	0.005	0.006	0.007	0.007	0.006	0.005	0.005	0.034	0.043	0.035	0.049	0.048	0.064	0.013

Año Modelo	Diesel											
	AP	SUV PU (0-2.3t)	CO V≤3.8t PU (2.4-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)	TRA	AUT	AUT ESC	MB
	1986 y ant.	0.080	0.208	0.091	0.153	0.298	0.780	1.067	0.886	2.027	0.270	0.709
1987	0.080	0.208	0.091	0.153	0.298	0.780	1.067	0.886	2.027	0.270	0.709	0.374
1988	0.080	0.208	0.091	0.153	0.298	0.780	1.067	0.886	2.027	0.270	0.715	0.374
1989	0.080	0.247	0.091	0.153	0.298	0.780	1.067	0.886	2.027	0.270	0.722	0.374
1990	0.080	0.247	0.091	0.153	0.298	0.780	1.067	0.886	2.027	0.261	0.700	0.374
1991	0.080	0.247	0.091	0.153	0.229	0.600	0.882	0.838	1.559	0.261	0.706	0.374
1992	0.080	0.247	0.091	0.153	0.229	0.600	0.882	0.838	1.559	0.261	0.711	0.374
1993	0.077	0.164	0.054	0.153	0.229	0.600	0.882	0.838	1.559	0.261	0.716	0.374
1994	0.076	0.202	0.071	0.153	0.176	0.462	0.678	0.838	1.199	0.261	0.723	0.374
1995	0.066	0.200	0.070	0.152	0.176	0.462	0.678	0.838	1.199	0.261	0.728	0.374
1996	0.059	0.205	0.072	0.148	0.176	0.462	0.678	0.838	1.199	0.261	0.733	0.374
1997	0.059	0.205	0.072	0.148	0.176	0.462	0.678	0.838	1.199	0.261	0.733	0.374
1998	0.059	0.205	0.072	0.148	0.176	0.462	0.678	0.838	1.199	0.181	0.497	0.374
1999	0.059	0.205	0.072	0.148	0.176	0.462	0.678	0.838	1.199	0.181	0.497	0.374
2000	0.059	0.205	0.072	0.148	0.176	0.462	0.678	0.838	1.199	0.181	0.497	0.374
2001	0.063	0.204	0.081	0.140	0.176	0.462	0.582	0.838	1.199	0.181	0.497	0.374
2002	0.063	0.204	0.081	0.140	0.176	0.462	0.582	0.838	1.199	0.173	0.473	0.374
2003	0.063	0.204	0.081	0.140	0.176	0.462	0.582	0.838	1.199	0.173	0.473	0.374
2004	0.063	0.204	0.081	0.140	0.176	0.462	0.582	0.838	1.199	0.172	0.472	0.374
2005	0.063	0.204	0.081	0.140	0.176	0.462	0.582	0.838	1.199	0.172	0.472	0.374
2006	0.063	0.204	0.081	0.140	0.176	0.462	0.582	0.838	1.199	0.172	0.472	0.374
2007	0.063	0.204	0.081	0.140	0.176	0.462	0.185	0.838	1.199	0.172	0.472	0.374
2008	0.063	0.204	0.081	0.140	0.176	0.462	0.185	0.595	1.199	0.172	0.472	0.374
2009	0.063	0.204	0.077	0.140	0.176	0.462	0.185	0.595	1.199	0.172	0.472	0.374
2010	0.063	0.204	0.077	0.140	0.176	0.462	0.185	0.595	1.199	0.172	0.472	0.374

Tabla A.8 Factores de emisión para NH₃ por año modelo y tipo de combustible

Año Modelo	Factores de emisión para NH ₃ [g/km]														
	Gasolina												AUT	MC	
	AP	TAX	SUV-PU 1 (0-1.7t)	PU 2 (1.8-2.3t)	CO	V≤3.8t PU3 (2.4-2.6t)	PU 4 (2.7-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)			
1986 y ant.	0.063	0.063	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
1987	0.063	0.063	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
1988	0.063	0.063	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
1989	0.063	0.063	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
1990	0.063	0.063	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
1991	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
1992	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
1993	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
1994	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
1995	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
1996	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
1997	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
1998	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
1999	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
2000	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
2001	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
2002	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
2003	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
2004	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
2005	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
2006	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
2007	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
2008	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
2009	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007
2010	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.000	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.007

Año Modelo	Diesel											
	AP	SUV PU (0-2.3t)	CO V≤3.8t PU (2.4-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)	TRA	AUT	AUT ESC	MB
1986 y ant.	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
1987	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
1988	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
1989	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
1990	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
1991	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
1992	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
1993	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
1994	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
1995	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
1996	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
1997	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
1998	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
1999	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
2000	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
2001	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
2002	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
2003	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
2004	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
2005	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
2006	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
2007	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
2008	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
2009	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
2010	0.004	0.004	0.004	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017

Tabla A.9 Factores de emisión para SO₂ por año modelo y tipo de combustible

Año Modelo	Factores de emisión para SO ₂ [g/km]													
	Gasolina													
	AP	TAX	SUV-PU 1 (0-1.7t)	PU 2 (1.8-2.3t)	CO	V≤3.8t PU3 (2.4-2.6t)	PU 4 (2.7-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)	AUT	MC
1986 y ant.	0.008	0.005	0.008	0.008	0.011	0.011	0.011	0.008	0.008	0.013	0.016	0.016	0.017	0.002
1987	0.008	0.005	0.009	0.009	0.011	0.011	0.011	0.008	0.008	0.013	0.016	0.016	0.017	0.002
1988	0.008	0.005	0.009	0.009	0.011	0.011	0.011	0.008	0.008	0.013	0.016	0.016	0.017	0.002
1989	0.008	0.005	0.009	0.009	0.011	0.011	0.011	0.008	0.008	0.012	0.016	0.016	0.017	0.002
1990	0.008	0.005	0.008	0.008	0.011	0.011	0.011	0.008	0.008	0.012	0.016	0.016	0.017	0.002
1991	0.007	0.005	0.008	0.008	0.010	0.010	0.010	0.008	0.008	0.012	0.016	0.016	0.017	0.002
1992	0.005	0.005	0.007	0.007	0.009	0.009	0.009	0.008	0.008	0.012	0.016	0.016	0.017	0.002
1993	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.012	0.016	0.016	0.017	0.002
1994	0.004	0.004	0.005	0.005	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.011	0.016	0.016	0.017	0.002
1995	0.004	0.004	0.005	0.005	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.011	0.016	0.016	0.017	0.002
1996	0.004	0.004	0.005	0.005	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.011	0.015	0.015	0.017	0.002
1997	0.004	0.004	0.005	0.005	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.011	0.015	0.015	0.017	0.002
1998	0.004	0.004	0.005	0.005	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.011	0.015	0.015	0.017	0.002
1999	0.004	0.004	0.005	0.005	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.011	0.015	0.015	0.017	0.002
2000	0.004	0.004	0.005	0.005	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.011	0.015	0.015	0.017	0.002
2001	0.004	0.004	0.005	0.005	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.011	0.015	0.015	0.016	0.002
2002	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.008	0.008	0.011	0.015	0.015	0.016	0.002
2003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.008	0.008	0.011	0.015	0.015	0.016	0.002
2004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.008	0.008	0.011	0.015	0.015	0.016	0.002
2005	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.008	0.008	0.011	0.014	0.014	0.016	0.002
2006	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.008	0.008	0.011	0.014	0.014	0.016	0.002
2007	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.008	0.008	0.011	0.014	0.014	0.016	0.002
2008	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.008	0.008	0.011	0.014	0.014	0.016	0.002
2009	0.003	0.003	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.008	0.008	0.011	0.014	0.014	0.016	0.002
2010	0.003	0.003	0.005	0.005	0.005	0.005	0.000	0.008	0.008	0.011	0.014	0.014	0.016	0.002

Año Modelo	Diesel											
	AP	SUV PU (0-2.3t)	CO V≤3.8t PU (2.4-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)	TRA	AUT	AUT ESC	MB
1986 y ant.	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.009	0.006	0.009
1987	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.009	0.006	0.009
1988	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.009	0.006	0.009
1989	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.009	0.006	0.009
1990	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.008	0.005	0.009
1991	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.008	0.005	0.009
1992	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.008	0.006	0.009
1993	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.008	0.006	0.009
1994	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.008	0.006	0.009
1995	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.008	0.006	0.009
1996	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.008	0.006	0.009
1997	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.008	0.006	0.009
1998	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.005	0.004	0.009
1999	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.005	0.004	0.009
2000	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.005	0.005	0.004	0.009
2001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.009
2002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.009
2003	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.009
2004	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.009
2005	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.009
2006	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.009
2007	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.009
2008	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.009
2009	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.009
2010	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.009

Tabla A.10 Flota vehicular a gasolina y emisiones por tecnología, ZMVM-2010

Tipo de vehículo	Año Modelo	Unidades	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOx	COV
Autos particulares	1990 y ant.	325,257	57	27	19	90,350	4,076	14,668
	1991-1992	135,926	26	12	7	21,096	2,517	4,946
	1993-1998	394,757	68	31	18	58,486	6,913	11,189
	1999-2010	2,205,851	399	184	107	259,446	30,490	24,909
Subtotal		3,061,791	550	254	151	429,378	43,996	55,712
Camionetas particulares SUV	1990 y ant.	49,301	8	3	3	27,592.5	613	2,858
	1991-1992	25,862	5	3	2	6,096.5	572	1,037
	1993-1998	190,546	32	15	11	39,866.0	3,968	5,949
	1999-2010	490,598	96	45	33	78,926.0	8,863	6,591
Subtotal		756,307	141	66	49	152,481	14,016	16,435
Taxis	1990 y ant.	2,307	3	1	1	5,530	604	503
	1991-1992	2,717	3	2	1	6,504	711	592
	1993-1998	10,812	11	5	3	24,531	2,540	2,064
	1999-2010	184,721	182	84	45	189,160	23,454	13,861
Subtotal		200,557	200	92	50	225,725	27,309	17,019
Combis y vagonetas	1990 y ant.	4,710	6	3	3	33,365	796	2,043
	1991-1992	2,875	4	2	2	7,299	761	803
	1993-1998	7,282	7	4	3	17,565	1,693	1,810
	1999-2010	29,195	27	13	11	33,074	3,396	2,634
Subtotal		44,062	45	21	18	91,303	6,646	7,290
Microbuses	1990 y ant.	1,907	6	4	1	48,889	554	1,954
	1991-1992	5,873	18	13	3	35,191	1,600	2,361
	1993-1998	4,070	12	9	2	16,004	719	1,366
	1999-2010	3,247	9	7	2	7,639	492	450
Subtotal		15,097	45	33	7	107,722	3,365	6,131
Autobuses escolares y de personal	1990 y ant.	50	0.14	0.09	0.03	1,241	7	46
	1991-1992	3	0.01	0.01	N/S	13	1	1
	1993-1998	25	0.06	0.04	0.01	59	3	4
	1999-2010	21	0.05	0.03	0.01	31	2	2
Subtotal		99	0.3	0.2	0.04	1,344	12	53
Autobuses Concesionados	1990 y ant.	260	2	1	0.3	7,765	95	298
	1991-1992	410	3	2	0.5	3,926	176	226
	1993-1998	97	1	0.4	0.1	584	27	42
	1999-2010	98	1	0.4	0.1	414	24	24
Subtotal		865	6	4	1	12,689	322	589
Pick Up	1990 y ant.	96,686	27	13	12	98,294	2,107	8,691
	1991-1992	34,160	10	5	4	13,142	1,189	1,948
	1993-1998	93,442	20	10	8	30,217	2,913	4,170
	1999-2010	166,118	36	18	15	37,674	4,046	3,165
Subtotal		390,406	93	46	39	179,328	10,256	17,973
Vehículos de carga hasta 3.8 toneladas	1990 y ant.	2,790	1	1	1	4,598	82	431
	1991-1992	717	0.3	0.1	0.1	371	34	60
	1993-1998	2,319	1	0.4	0.3	976	95	140
	1999-2010	11,540	3	2	2	3,532	389	305
Subtotal		17,366	6	3	3	9,477	601	936
Vehículos de carga mayores a 3.8 toneladas	1990 y ant.	19,997	23	16	4	93,897	1,327	5,210
	1991-1992	8,895	10	7	2	9,925	533	895
	1993-1998	16,857	19	13	3	10,756	703	1,223
	1999-2010	45,092	53	37	8	25,092	1,948	1,511
Subtotal		90,841	106	74	16	139,670	4,511	8,839

Los subtotales pueden variar por el redondeo de cifras

Tabla A.11 Flota vehicular a diesel y emisiones por tecnología, ZMVM-2010

Tipo de vehículo	Año Modelo	Unidades	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOx	COV
Autos sedan	1990 y ant.	177	0.011	N/S	0.001	9.153	5.620	3.556
	1991-1993	47	0.002	0.085	0.001	1.634	1.146	0.734
	1994-1997	45	0.083	0.068	N/S	1.424	0.995	0.593
	1998-2010	1,784	1.805	0.895	0.018	27.434	17.334	7.766
Subtotal		2,053	2	1	0.02	40	25	13
Camionetas particulares SUV	1990 y ant.	10	0.019	0.013	N/S	0.417	0.110	0.133
	1991-1993	1	0.003	0.002	N/S	0.029	0.011	0.014
	1994-1997	11	0.030	0.027	N/S	0.409	0.131	0.177
	1998-2010	4,325	13.418	11.928	N/S	119.414	42.454	34.323
Subtotal		4,347	13	12	0.00	120	43	35
Taxis	1990 y ant.	24	0.038	0.036	N/S	6.0	2	1
	1991-1993	24	0.042	0.033	N/S	2.0	1	0.46
	1994-1997	17	0.026	0.025	N/S	1.0	1	0.29
	1998-2010	139	0.233	0.195	N/S	8	5	2
Subtotal		204	0.3	0.3	N/S	17	9	3
Combis	1990 y ant.	52	0.07	0.05	0.00	3	1	1
	1991-1993	35	0.04	0.03	0.00	1	1	1
	1994-1997	22	0.02	0.02	0.00	1	0.3	0.3
	1998-2010	1,472	8.47	7.16	0.14	184	81	55
Subtotal		1,581	9	7	0.1	189	84	58
Microbuses	1990 y ant.	19	0.162	0.141	0.002	33	68	3
	1991-1993	20	N/S	0.161	0.002	9	27	2
	1994-1997	37	0.378	0.330	0.003	17	18	3
	1998-2010	1,605	18.000	15.787	0.269	668	575	130
Subtotal		1,681	19	16	0.3	727	688	138
RTP	1990 y ant.	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	1991-1993	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	1994-1997	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	1998-2010	1,550	14	12	0.3	1,274	1,038	246
Subtotal		1,550	14	12	0.3	1,274	1,038	246
Metrobuses	1990 y ant.	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	1991-1993	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	1994-1997	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	1998-2010	233	10	7	0.2	103	325	54
Subtotal		233	10	7	0.2	103	325	54
Autobuses Escolar y de personal	1990 y ant.	133	2	2	0.01	71	29	9
	1991-1993	65	3	2	0.02	46	41	10
	1994-1997	236	2	2	0.02	40	32	8
	1998-2010	1,414	22	20	0.15	505	411	101
Subtotal		1,848	29	26	0.2	662	513	128
Autobuses Concesionados	1990 y ant.	210	4	4	0.1	704	266	87
	1991-1993	155	5	4	0.1	238	280	55
	1994-1997	1,219	22	19	1	1,424	1,132	264
	1998-2010	14,171	214	189	5	20,151	16,353	3,946
Subtotal		15,755	245	215	6	22,517	18,030	4,352
Autobuses de Turismo Federal	1990 y ant.	2,540	9	8	0.3	1,484.6	560	184
	1991-1993	994	6	5	0.2	321.0	355	71
	1994-1997	2,073	4	3	0.1	238.2	189	44
	1998-2010	4,659	12	10	0.3	1,093.1	880	211
Subtotal		10,266	30	27	1	3,137	1,984	510
Autobuses de Pasajeros Federal	1990 y ant.	1,736	7	6	0.2	1,144	432	140

Tipo de vehículo	Año Modelo	Unidades	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV
	1991-1993	1,099	8	7	0.2	431	467	94
	1994-1997	2,695	5	5	0.1	349	276	64
	1998-2010	10,397	28	25	1	2,679	2,156	519
Subtotal		15,927	48	43	1	4,603	3,331	818
Pick ups	1990 y ant.	30	0.06	0.05	N/S	3	1	1
	1991-1993	21	0.04	0.03	N/S	1	0.4	0.4
	1994-1997	112	0.19	0.16	N/S	5	2	2
	1998-2010	2,382	8	7	0.04	84	31	25
Subtotal		2,545	8	7	0.04	92	35	28
Vehículos de carga hasta 3.8 toneladas	1990 y ant.	17	0.03	0.03	N/S	2	1	1
	1991-1993	9	0.02	0.01	N/S	1	0.3	0.2
	1994-1997	5	0.01	0.01	N/S	0.3	0.1	0.1
	1998-2010	8,505	18	15	0.30	403	176	122
Subtotal		8,536	18	15	0.3	406	177	123
Vehículos de carga mayores a 3.8 toneladas	1990 y ant.	13,598	224	198	1	4,809	2,389	771
	1991-1993	4,328	62	55	0.2	707	722	162
	1994-1997	5,387	45	39	0.2	637	538	128
	1998-2010	29,771	219	190	1	4,302	3,611	870
Subtotal		53,084	550	482	3	10,454	7,260	1,930
Tractocamiones	1990 y ant.	27,284	643	570	2	14,832	6,917	2,255
	1991-1993	3,857	114	101	0.4	1,127	1,347	202
	1994-1997	8,478	80	71	0.3	902	846	178
	1998-2010	30,163	538	475	2	5,957	5,079	1,198
Subtotal		69,782	1,375	1,216	4	22,818	14,189	3,833

Los subtotales pueden variar por el redondeo de cifras



Los inventarios de emisiones contaminantes son una herramienta fundamental para conocer el origen de la contaminación atmosférica.

En este inventario 2010 se incluyen las emisiones generada por las actividades cotidianas del hogar (aseo personal, cocción de alimentos y calentamiento de agua, entre otros), por las necesidades de traslado (transporte particular y/o colectivo), las actividades industriales, comerciales, de servicios y agropecuarias, así como por incendios forestales, erosión eólica y vegetación.

El presente documento tiene dos objetivos esenciales, informar sobre los contaminantes que se podrían estar liberando al aire que respiramos y brindar educación ambiental a los habitantes, principalmente de los que viven en la Ciudad de México.

Es importante destacar que los productos del presente inventario de emisiones y sus futuras actualizaciones, serán uno de los insumos básicos para el seguimiento del Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la ZMVM 2011-2020.