

Inventario de emisiones de contaminantes tóxicos de la ZMVM

2008

TOLUENO
1,1,1-TRICLOROETANO
n-HEXANO
METANOL
TRICLOROETILENO
XILENOS



Inventario de emisiones de
contaminantes tóxicos de la ZMVM

2008

MARCELO LUIS EBRARD CASAUBÓN
JEFE DE GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

MARTHA 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

COORDINADORES

Saúl Rodríguez Rivera
Subdirector de Inventario y Modelación

María Cristina Ruiz Ramírez
Subdirectora de Planeación y Evaluación de Programas de Calidad del Aire.

INTEGRACIÓN DEL DOCUMENTO

María Magdalena Armenta Martínez
Patricia Camacho Rodríguez
Miguel Ángel Flores Román
Gabriela García Márquez
Francisco Hernández Ortega
Ana Lourdes López Pablos
María del Carmen Mendoza Pelcastre
Saira Mendoza Pelcastre
Guadalupe Graciela Ramos Rodríguez
Saúl Pablo Siles Tapia

Coordinador editorial: Patricia Camacho Rodríguez

Corrección y edición: Patricia Camacho Rodríguez, Ana Lourdes López Pablos, Saira Mendoza Pelcastre y Miguel Ángel Flores Román.

Diseño de portada e interiores: Ivalu Loya Moreno

Primera edición 2010

D.R. © Secretaría del Medio Ambiente
del Gobierno del Distrito Federal
Plaza de la Constitución, N° 1 3er. Piso
Col. Centro, C.P. 06068, Del. Cuauhtémoc,
México, D.F., www.sma.df.gob.mx.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	5
AGRADECIMIENTOS	7
1 INTRODUCCIÓN	9
1.1 Antecedentes	12
2 PRINCIPALES CONTAMINANTES TÓXICOS DEL AIRE	15
2.1 Principales contaminantes tóxicos estimados en la ZMVM	17
2.2 Metodologías de estimación de emisiones	19
3 CONTAMINANTES TÓXICOS DE LA ZMVM, 2008	23
3.1 Contaminantes tóxicos por fuente	25
3.2 Metales tóxicos	28
3.3 Principales contaminantes tóxicos por categoría de emisión	30
3.4 Emisiones por entidad	32
4 FUENTES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES TÓXICOS	35
4.1 Fuentes puntuales	37
4.2 Fuentes de área	41
4.3 Fuentes móviles	44
4.4 Fuentes naturales	48
5 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LOS CONTAMINANTES TÓXICOS	51
5.1 Distribución temporal de los principales contaminantes tóxicos	53
5.2 Distribución espacial de los principales contaminantes tóxicos	54
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
6.1 Conclusiones	61
6.2 Recomendaciones	62
7 BIBLIOGRAFÍA	63
8 ANEXOS	69
Anexo 1. Listados de contaminantes tóxicos evaluados en la ZMVM, 2008	71
Anexo 2. Factores de emisión y fracciones de estimación para COT y PM ₁₀	72
Anexo 3. Emisiones por fuente contaminante y entidad	87
Anexo 4. Descripción de las principales actividades generadoras de contaminantes tóxicos del aire de fuentes puntuales	95

PRESENTACIÓN

Para resolver los problemas de la contaminación atmosférica, las autoridades ambientales que convergen en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), además de medir permanentemente las concentraciones de los contaminantes atmosféricos, elaboran los inventarios de emisiones, éstos constituyen una herramienta estratégica para la identificación de las fuentes emisoras y la caracterización de los contaminantes que se generan, así como para implementar medidas de mitigación.

Bajo la perspectiva anterior, la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal actualiza el Inventario de Contaminantes Tóxicos, dando como resultado el presente documento, el cual muestra los principales compuestos tóxicos generados por tipo de fuente y por entidad federativa, así como su distribución espacial en la ZMVM para el año 2008.

5

El presente inventario contiene la emisión de 120 contaminantes tóxicos, con 183 mil toneladas anuales, considerando las emisiones de fuentes puntuales, de área, móviles y naturales. La importancia del desarrollo del inventario no sólo radica en dar a conocer los principales contaminantes tóxicos, sino también, en analizar el comportamiento de las emisiones a través del tiempo, lo cual servirá para diseñar acciones que ayuden a controlarlos en el futuro.

En el capítulo 1 se describe a grandes rasgos el área del inventario, y se ofrece una breve comparación de emisiones con ciudades de Estados Unidos. En el capítulo 2 se describen los principales contaminantes tóxicos de la ZMVM y sus efectos en la salud; además, se describen brevemente las metodologías utilizadas en la estimación de las emisiones por cada tipo de fuente.

En los capítulos 3 y 4 se presentan los principales contaminantes tóxicos que se emiten a la atmósfera en la ZMVM, identificados por entidad y por fuente generadora. La distribución temporal y espacial de las emisiones de contaminantes tóxicos por tipo de fuente contaminante se describen en el capítulo 5; esta distribución se realizó con la finalidad de identificar las zonas de mayor generación y atención. Por último, en el capítulo 6 se resumen algunas conclusiones y recomendaciones, generadas con base en los resultados del presente Inventario.

La publicación y difusión de este inventario, no solamente es de utilidad para los encargados de tomar decisiones e investigadores, sino también, constituye una herramienta para que los ciudadanos tengan pleno acceso a la información sobre la contaminación del aire y conocimiento de los contaminantes tóxicos; lo cual revalida el compromiso de la Secretaría del Medio Ambiente, con la aplicación del principio 10 de la declaración de Río, que establece el derecho de los ciudadanos a la información, a la participación y a la justicia ambiental.

MARTHA DELGADO PERALTA
SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE
GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

TOLUENO
METANOL
1,1,1-TRICLOROETANO
1,1,1-TRICLOROETILENO
11-HEXANO
XILENOS

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, quiere agradecer a las siguientes instituciones de gobierno y no gubernamentales, por sus amables aportes, comentarios e intensa colaboración:

- Aeropuertos y Servicios Auxiliares - Dirección General Adjunta de Finanzas y Operación-Subdirección de Operaciones ASA/Gerencia de Informática y Estadística de ASA,
- Asociación Mexicana Industria Automotriz.
- 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 General de Construcción y Operación Hidráulica, del Gobierno del Distrito Federal,
- 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,
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal - Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural,
- 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

Así mismo, se extiende este agradecimiento a todas aquellas personas que aportaron datos relevantes, e hicieron posible actualizar y elaborar este Inventario de Emisiones de Contaminantes Tóxicos de la Zona Metropolitana del Valle de México para el año 2008.

1. INTRODUCCIÓN

TOLUENO
1,1,1-TRICLOROETANO
METANOL
TRICLOROETILENO
XILENOS
n-HEXANO

En nuestro país y en particular en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) representan uno de los principales problemas de contaminación del aire, toda vez que éstos son precursores del ozono troposférico, este problema se hace más complejo ya que algunos de ellos son tóxicos para el ser humano y afectan en gran medida la salud de los habitantes.

En 1991 se iniciaron en México las primeras mediciones de COV y estudios de riesgos a la salud, los cuales fueron realizados por el Instituto Nacional de Ecología y el Instituto Mexicano del Petróleo (CENICA¹, 2006).

En particular, para la ZMVM se tienen estudios de mediciones de COV y metales tóxicos desde 1999, además se han realizado una serie de mediciones de hidrocarburos policíclicos aromáticos y de otros COV, algunos de ellos con efectos mutagénicos y carcinogénicos, durante las campañas de medición MIT-MCMA², 2002-2003 y MILAGRO³, 2006 (Centro Mario Molina, 2006).

Entre los principales grupos químicos encontrados en la atmósfera de la ZMVM, se han reportado: parafinas, olefinas, aromáticos y acetileno. Asimismo, en 2005 y 2006 se monitorearon especies de COV en la ZMVM, encontrándose que de las especies identificadas algunas son tóxicas, tales como: isopropilbenceno, estireno, xilenos, etilbenceno, tolueno, benceno, 2,2,4-trimetilpentano y el n-hexano (SMA-GDF, INE-DGCENICA y UAMI, 2008)

Con la finalidad de impulsar el desarrollo e implementación de una normatividad, para regular las emisiones de dichos contaminantes y para dar seguimiento a los trabajos realizados, se presenta el "Inventario de Contaminantes Tóxicos del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2008", el cual contiene las emisiones de los principales tóxicos generados por las actividades antropogénicas, de las fuentes puntuales, de área y móviles, así como las de origen natural.

Al igual que el inventario de contaminantes criterio, el inventario de emisiones de contaminantes tóxicos del aire se reporta de manera bianual. Para el 2008, se estimaron las emisiones de 120 contaminantes tóxicos, los cuales fueron identificados previamente, tomando en consideración los listados y actualizaciones de la U.S. EPA y del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes en México.

El inventario de contaminantes tóxicos 2008, puede ser un instrumento de gestión en materia de calidad del aire y salud, ya que tiene aplicación en proyectos para determinar y evaluar riesgos y efectos en la salud por exposición; así mismo, es una referencia actualizada para adoptar medidas, enfocadas a mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México.

¹ Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental.

² Campañas de Medición de la ZMVM, dirigidas por el Massachusetts Institute of Technology, USA y el Centro Mario Molina.

³ Campaña de medición Megacity Initiative: Local and Global Research, para la ZMVM, dirigido por el Centro Mario Molina.

1.1 ANTECEDENTES

Las labores más sobresalientes en materia de contaminantes tóxicos del aire, son las realizadas en los Estados Unidos de Norte América, donde se comenzó a crear conciencia sobre los efectos de estos contaminantes en la salud humana, y se llevó a cabo la elaboración de los primeros reglamentos de control de estas emisiones.

Algunos de los trabajos más recientes y destacados sobre la caracterización de contaminantes tóxicos del aire en ese país, son los inventarios de emisiones del Condado de Hillsborough en Florida (EPCHC⁴, 2002), y el del Valle de San Joaquín en California (San Joaquin Valley Air Pollution Control District, 2007), ambos realizados con el objetivo de dar a conocer la cantidad de contaminantes tóxicos emitidos por las fuentes existentes, así como garantizar la salud y el bienestar de sus habitantes.

En el caso del Valle de San Joaquín, las fuentes móviles son las que más aportan contaminantes tóxicos a la atmósfera con una emisión anual de 7,909 toneladas al año en el 2007. De igual manera, en el Condado de Hillsborough, las mayores emisiones se originan por las fuentes móviles, con 5,576 toneladas en el año 2002.

En contraste con las ciudades anteriores, en la ZMVM se presenta una gran contribución por parte de las fuentes de área, ya que éstas generan el 56% del total de las emisiones de tóxicos en la zona, en general, éstas provienen principalmente de la limpieza y recubrimiento en superficies industriales, así como del uso comercial y doméstico de solventes. Cabe mencionar que las fuentes de área en conjunto fueron las más emisoras, sin embargo, por categoría individual, los autos particulares son los más contaminantes.

A continuación se presenta la contribución de contaminantes tóxicos por tipo de fuente para la ZMVM en el año 2008, así como una comparación con el inventario de Hillsborough, Florida y San Joaquín, California.

Tabla 1.1 Inventarios de emisiones de contaminantes tóxicos

Tipo de fuente	Emisiones (ton/año)		
	Hillsborough, Florida (2002) ¹	San Joaquín, California (2007) ²	ZMVM (2008)
Puntual	4,719	2,821	23,996
Área	4,226	4,413	101,913
Móviles	5,576	7,909	50,030
Naturales	N/D	N/D	7,147
Total	14,521	15,143	183,086
Población	1,180,784³	672,388⁴	19,764,346

N/D : No Disponible. Fuente:

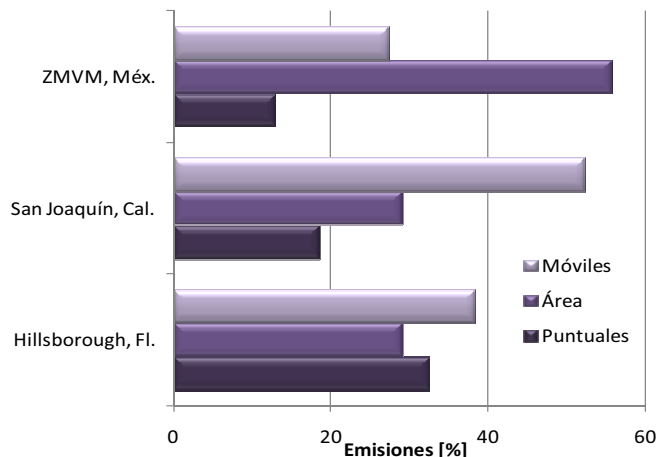
1) EPCHC (2002). http://www.epchc.org/air_toxics.htm (octubre 2009)

2) San Joaquin Valley Air Pollution Control District (2007). http://www.valleyair.org/busind/pto/Tox_Resources/annual%20report%202007.pdf (octubre 2009)

3) U.S. Census Bureau (2008). <http://quickfacts.census.gov/qfd/states/12/12057.html> (noviembre 2009)

4) U.S. Census Bureau (2008). <http://quickfacts.census.gov/qfd/states/06/06077.html> (noviembre 2009)

⁴ Environment Protection Comission of Hillsborough County



Gráfica 1.1 Comparativo de emisiones por tipo de fuente contaminante

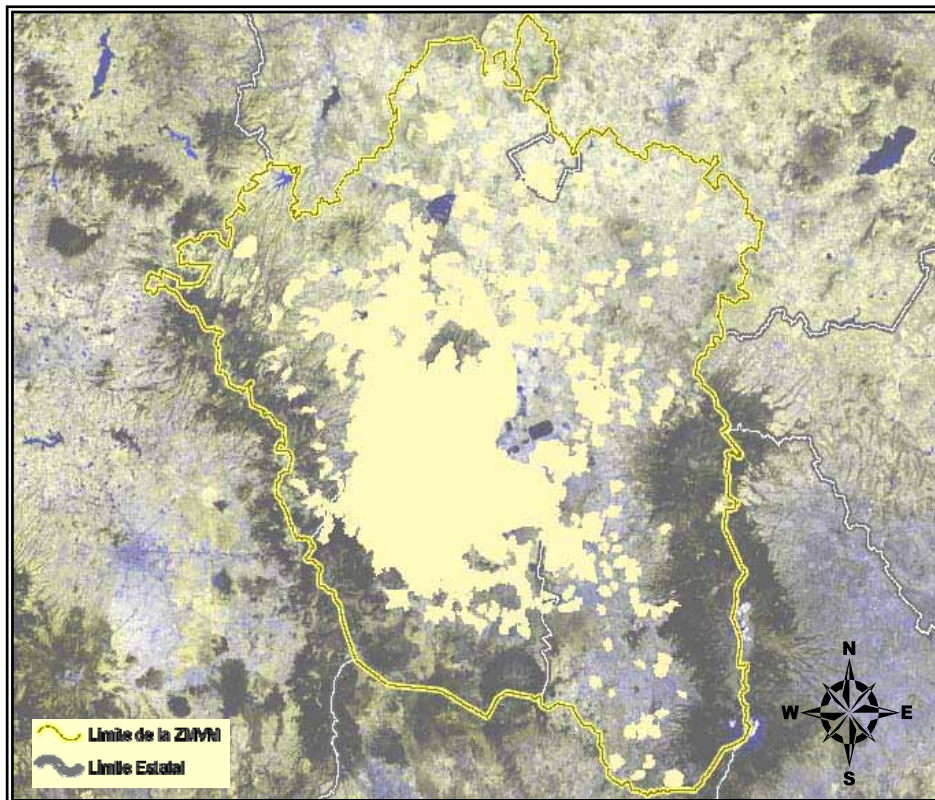
La Zona Metropolitana del Valle de México, establecida como Zona de Estudio para el Inventario de Emisiones 2008, comprende al Distrito Federal (16 delegaciones) y a 59 municipios del Estado de México publicados en la Gaceta Oficial del Distrito Federal en diciembre de 2006. (Figura 1.1 y Tabla 1.2). Abarca una superficie de 7,732 km², de la cual el 19% lo cubre el Distrito Federal y el 81% restante, el Estado de México.

Tabla 1.2 Municipios y delegaciones de la Zona Metropolitana del Valle de México

Delegación	Municipio	Municipio	Municipio
Álvaro Obregón	Acolman	Huehuetoca	Temamatla
Azcapotzalco	Amecameca	Hueyoptla	Temascalapa
Benito Juárez	Apaxco	Huixquilucan	Tenango del Aire
Coyoacán	Atenco	Isidro Fabela	Teoloyucán
Cuajimalpa	Atizapán de Zaragoza	Ixtapaluca	Teotihuacán
Cuauhtémoc	Atlautla	Jaltenco	Tepetlaoxtoc
Gustavo A. Madero	Axapusco	Jilotzingo	Tepetlixpa
Iztacalco	Ayapango	Juchitepec	Tepotztlán
Iztapalapa	Coacalco de Berriozábal	La Paz	Tequixquiac
M. Contreras	Cocotitlán	Melchor Ocampo	Texcoco
Miguel Hidalgo	Coyotepec	Naucalpan de Juárez	Tezoyuca
Milpa Alta	Cuautitlán	Nextlalpan	Tlalmanalco
Tláhuac	Cuautitlán Izcalli	Nezahualcóyotl	Tlalnepantla de Baz
Tlalpan	Chalco	Nicolás Romero	Tonanitla
Venustiano Carranza	Chiautla	Nopaltepec	Tultepec
Xochimilco	Chicoloapan	Otumba	Tultitlán
	Chiconcuac	Ozumba	Valle de Chalco Solidaridad
	Chimalhuacán	Papalotla	Villa del carbón
	Ecatepec de Morelos	San Martín de las Pirámides	Zumpango
	Ecatzingo	Tecámac	

Los usos del suelo que predominan en la ZMVM se pueden clasificar en: bosques, pastizales, matorrales, agricultura y zona urbana. En particular, con respecto a la agricultura, las tierras de temporal son las que ocupan mayor superficie y se localizan desde las llanuras hasta las altas sierras.

Actualmente se presentan siete tipos de vegetación que corresponden a los climas templado frío y semiárido, básicamente forman parte de las zonas de conservación y son: bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de encino, matorral, pastizal, agrupaciones halófilas y vegetación acuática.



Fuente: ©Metrópoli 2025 (<http://www.metropoli.org.mx>, agosto, 2009)

Figura 1.1 Mancha urbana y Zona Metropolitana del Valle de México

2. PRINCIPALES CONTAMINANTES TÓXICOS DEL AIRE

TOLUENO
1,1,1-TRICLOROETANO
n-HEXANO
METANOL TRICLOROETILENO
XILENOS

El término de compuestos tóxicos del aire es utilizado para referirse a un compuesto o grupo de compuestos químicos nocivos a la salud que se encuentran en la atmósfera. A veces se les llama contaminantes peligrosos del aire (*Hazardous Air Pollutant* o HAP, por sus siglas en inglés). Son considerados tóxicos porque pueden tener efectos a la salud a corto plazo (agudos) o a largo plazo (crónicos).

Esta categoría de contaminantes agrupa a muchas sustancias con efectos diversos, a diferentes concentraciones a las que dichos efectos pueden presentarse. Sin embargo, a las concentraciones que se encuentran en el ambiente, estos contaminantes pueden limitarse a tener efectos irritantes, ya sea que se presenten en forma gaseosa o de partícula.

Como ejemplos de contaminantes tóxicos, podemos mencionar: al benceno, tolueno, xileno y etilbenceno, que forman parte de los compuestos orgánicos. También existe un cierto número de compuestos tóxicos gaseosos que pueden no ser compuestos orgánicos, como el amoníaco y el cloro. Además, existen otros compuestos emitidos como partículas que son metales pesados, por ejemplo: el plomo, el cromo y el cadmio.

2.1 PRINCIPALES CONTAMINANTES TÓXICOS ESTIMADOS EN LA ZMVM

En el inventario de contaminantes tóxicos 2008 se identificaron 120 compuestos tóxicos, los cuales generaron poco más de 183 mil toneladas anuales. Los más sobresalientes por sus emisiones y que en conjunto representaron el 65% del total, fueron:

- Tolueno
- Metanol
- 1,1,1-Tricloroetano
- Xilenos
- n-Hexano
- Metil terbutil éter
- Metil etil cetona
- Benceno
- Etilbenceno

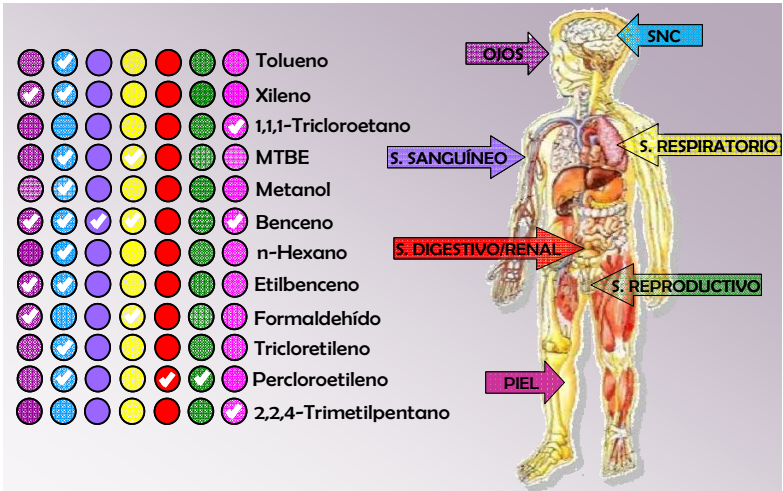


Figura 2.1 Efectos de los principales contaminantes tóxicos

La Tabla 2.1 y Figura 2.1 mencionan algunas características físicas y químicas de los contaminantes tóxicos más abundantes de la ZMVM, así como sus efectos en la salud.

TOLUENO
 1,1,1-TRICLOROETANO
 n-HEXANO
 METANOL
 TRICLOROETILENO
 XILENOS

Tabla 2.1 Principales contaminantes tóxicos del aire en la ZMVM

Contaminante	Descripción	Efectos a la salud
Tolueno	Se usa para producir benceno y como solvente. Su fórmula química es $C_6H_5CH_3$ y su peso molecular es de 92.15 g/mol. Es incoloro, flamable, es un líquido refractivo y muy poco soluble en agua. Tiene un suave olor a acre y es perceptible al olfato a una concentración de 2.9 ppm.	La exposición por inhalación provoca disfunción del Sistema Nervioso Central (SNC) y narcosis, con síntomas de fatiga, vértigos, dolor de cabeza y náuseas.
Metanol	Es liberado al ambiente durante su uso industrial y naturalmente en gases volcánicos, vegetación y microbios. Su fórmula química es CH_3OH y su peso molecular es de 32.04 g/mol. Es un líquido incoloro, flamable y soluble en agua. Tiene un ligero olor a alcohol. Es difícil olerlo a menos de 2,000 ppm.	La exposición aguda o crónica a este contaminante ocasiona visión borrosa, dolor de cabeza, vértigo y náuseas.
1,1,1-Tricloroetano	Es utilizado como intermediario químico y como solvente. Pertenece a la familia de los hidrocarburos halogenados. Su fórmula química es $C_2H_3Cl_3$ y su peso molecular de 133.4 g/mol. Es un líquido incoloro, insoluble en agua, pero soluble en otros solventes clorados, así como en alcoholes, éteres y cetonas.	El único efecto notado en humanos es una sensación de picazón y quemadura en la piel bajo exposiciones cutáneas al químico.
Xilenos (o-xileno, m-xileno, p-xileno)	<i>m</i> -, <i>o</i> - y <i>p</i> -xilenos son isómeros del xileno. Las mezclas de xileno contienen usualmente alrededor del 40-65% de <i>m</i> -xileno y arriba de 20% de <i>o</i> -xileno y <i>p</i> -xileno, y etilbenceno. Son lanzados a la atmósfera por emisiones fugitivas de fuentes industriales, del escape de los vehículos y volatilización de solventes. Las mezclas de xilenos son líquidos incoloros y son prácticamente insolubles en agua, con un suave olor. El olor del <i>m</i> -xileno es perceptible a una concentración de 1.1 ppm. Su fórmula química es C_8H_{10} y su peso molecular de 106.16 g/mol.	La exposición aguda por inhalación provoca irritación en los ojos, nariz, garganta, efectos gastrointestinales y neurológicos. La exposición crónica por inhalación afecta al Sistema Nervioso Central causando dolor de cabeza, vértigos, fatiga, temblores y falta de coordinación.
n-Hexano	Es una sustancia química (C_6H_{14}) manufacturada del petróleo crudo. En su forma pura es un líquido incoloro de olor levemente desagradable. Es sumamente inflamable y sus vapores pueden explotar. Los solventes que contienen hexano son usados principalmente en la extracción de aceites vegetales de cereales tales como la soya.	Respirar grandes cantidades produce adormecimiento en pies y manos, seguido de debilidad muscular en piernas y pies. La exposición continua causa parálisis en las extremidades.
Metil Terbutil Éter (MTBE)	El metil ter-butil éter es un compuesto orgánico de elevada volatilidad, es utilizado principalmente como aditivo en las gasolinas y, en pequeñas cantidades se emplea en la industria química para producir isobutileno. Su fórmula química es $C_5H_{12}O$ y su peso molecular de 88.15 g/mol. Es un líquido incoloro y muy poco soluble en agua. Es muy soluble en algunos solventes orgánicos como el alcohol y éter.	Respirar aire contaminado con este químico causa irritación en el sistema respiratorio, la exposición directa al MTBE causa irritación en la piel y ojos, así como vértigo, dolor de cabeza, náuseas y desorientación.
Tricloroetileno	Es un líquido incoloro, no inflamable, de aroma y sabor dulce. Su fórmula química es C_2HCl_3 . Se usa principalmente como solvente para remover grasa de partes metálicas, aunque también es un ingrediente en adhesivos, líquidos para remover pintura y desmanchadores.	Respirar pequeñas cantidades puede producir dolores de cabeza, irritación al pulmón, mareo, falta de coordinación y dificultad para concentrarse. Respirar grandes cantidades puede alterar la función del corazón, causar pérdida del conocimiento y la muerte.
Benceno	El benceno se encuentra en el aire por emisiones de quema de carbón y aceite, en estaciones de gasolina y por emisiones provenientes del escape de los vehículos. Su fórmula química es C_6H_6 y su peso molecular de 78.11 g/mol. Es un líquido volátil, incoloro, altamente flamable y soluble en agua. Tiene un suave olor perceptible a una concentración de 1.5 ppm.	La exposición aguda por inhalación causa somnolencia, vértigo, dolor de cabeza, así como irritación de ojos, piel y sistema respiratorio. En niveles altos del contaminante, causa inconciencia. La exposición crónica por inhalación causa algunos desórdenes en la sangre, reduciendo el número de glóbulos rojos.
Formaldehído	A temperatura ambiente es un gas inflamable, incoloro, de olor penetrante característico. Su fórmula química es CH_2O . Se usa en la producción de abonos, papel, madera contrachapada y resinas de urea-formaldehído.	A concentraciones bajas produce irritación en la piel, ojos, nariz y garganta. En grandes cantidades puede causar vómito, inconciencia e incluso la muerte.

2.2 METODOLOGÍAS DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES

Los contaminantes tóxicos básicos a inventariar para el año 2008 fueron los identificados en el inventario 2006; sin embargo, se revisaron las actualizaciones a las metodologías de cálculo y se adicionaron compuestos; teniendo así que el presente inventario reporta las emisiones de 120 contaminantes tóxicos (Ver Anexo 3).

Los contaminantes se identificaron mediante consultas a los listados de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (U.S. EPA), la cual incluye en el Acta de Aire Limpio (*Section 112(b)(1) of the Clean Air Act*) un listado donde consideran 189 sustancias peligrosas del aire (U.S. EPA, 2004b), el listado de sustancias del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de México (INE, 2004), el listado de contaminantes urbanos peligrosos (U.S. EPA, 2004c), el listado de tóxicos persistentes bioacumulativos (U.S. EPA, 2004a) y la lista original de HAPs (U.S. EPA, 2008).

Una vez identificados los contaminantes tóxicos, se procedió a su estimación, tomando como base el inventario de contaminantes criterio (COT y PM). Las metodologías para el cálculo de las emisiones de contaminantes tóxicos se describen a continuación para cada tipo de fuente.

Fuentes puntuales

Para el presente inventario se tiene un registro de 5,146 fuentes puntuales (industrias), de las cuales 2,581 se ubican en el Distrito Federal y 2,565 en el Estado de México. Estas fuentes emiten diversos contaminantes tóxicos a la atmósfera, esto se debe principalmente a que en el sector industrial existen procesos y actividades que generan contaminantes tóxicos tales como: combustión, artes gráficas, procesos químicos y metalúrgicos, recubrimiento de superficies, procesos de limpieza y desengrase, entre otros.

La metodología de estimación en las fuentes puntuales, se resume en la Figura 2.2 y se da prioridad a la aplicación de factores de emisión para los diferentes giros industriales; posteriormente se recurre al manejo de perfiles de especiación, en función de los compuestos orgánicos totales y de las partículas.

La obtención de factores de emisión fue realizada con base en el *Factor Information Retrieval FIRE* versión 6.25 (U.S. EPA, 2007a) que proporciona un factor de emisión, el cual relaciona al contaminante a evaluar con una actividad específica; y el *SPECIATE* versión 4.2 (U.S. EPA, 2009), que brinda una especiación de COT y partículas, aplicado a un perfil de emisión específico, como por ciento peso.

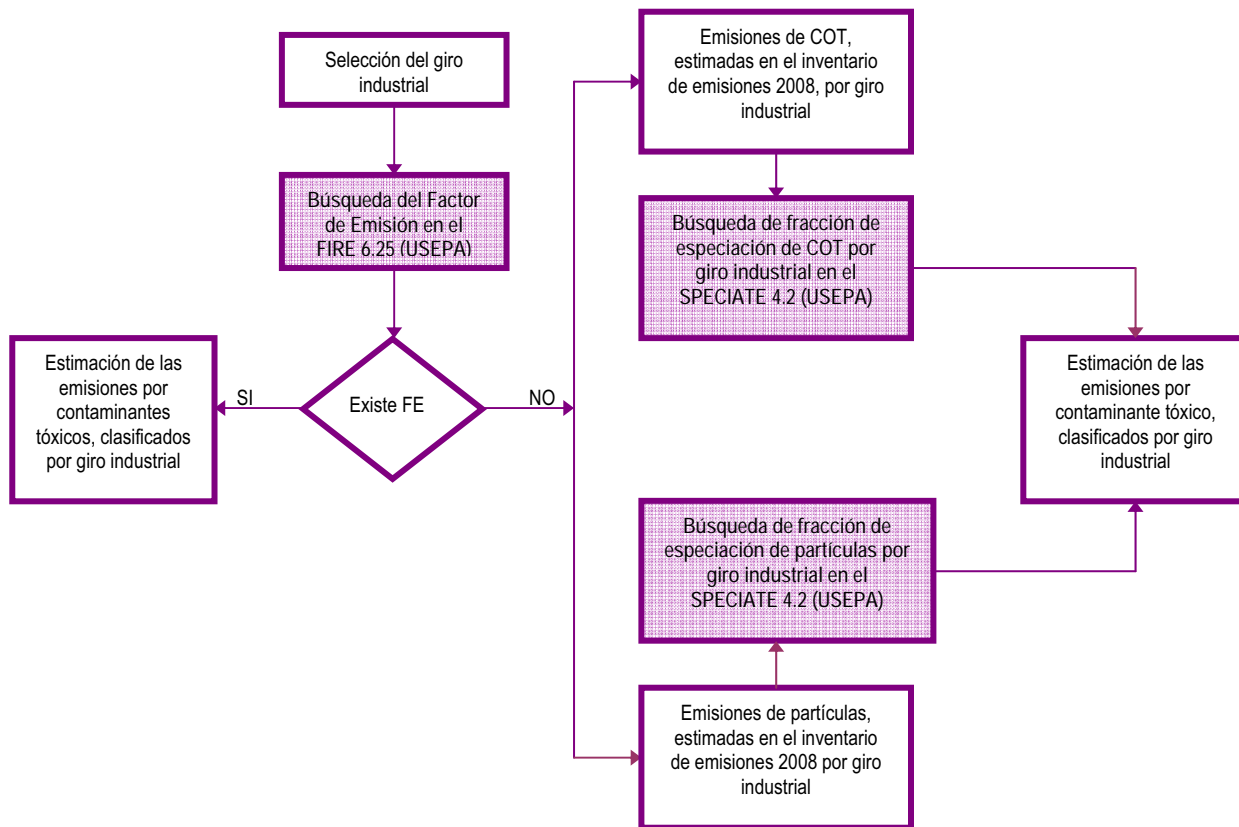


Figura 2.2 Diagrama de la metodología de fuentes puntuales

Con base en lo anterior, se identificaron los factores de emisión de 54 contaminantes tóxicos, para distintas actividades industriales, incluyéndose los metales tóxicos. Los sectores que no fueron encontrados en el FIRE se estimaron con el SPECIATE, en el cual se identificaron las fracciones de 39 contaminantes tóxicos. Los factores de emisión y las fracciones obtenidas para COT y partículas se muestran en el Anexo 2.

Fuentes de área

Las fuentes de área incluyen actividades económicas numerosas y dispersas, en conjunto, éstas generan la mayor cantidad de contaminantes tóxicos de la ZMVM, ya que la mayoría están en función de la población y de sus actividades cotidianas, tales como: uso de solventes, limpieza doméstica, combustión y generación de residuos, entre otros.

Para el cálculo de emisiones de las fuentes de área, se utilizaron los factores de emisión del sistema *FIRE* y los perfiles de especiación del modelo *SPECIATE* por cada actividad, como una fracción de los COT y/o partículas; así mismo, otro modelo de aplicación utilizado fue el *California Emission Inventory And Reporting System, CEIDARS* (U.S. EPA, 2007). Cabe mencionar que los perfiles de especiación locales PECOR (Mujica V., 1999) y PEMEX tienen prioridad a cualquier perfil de especiación (Ver perfiles en Anexo 2)

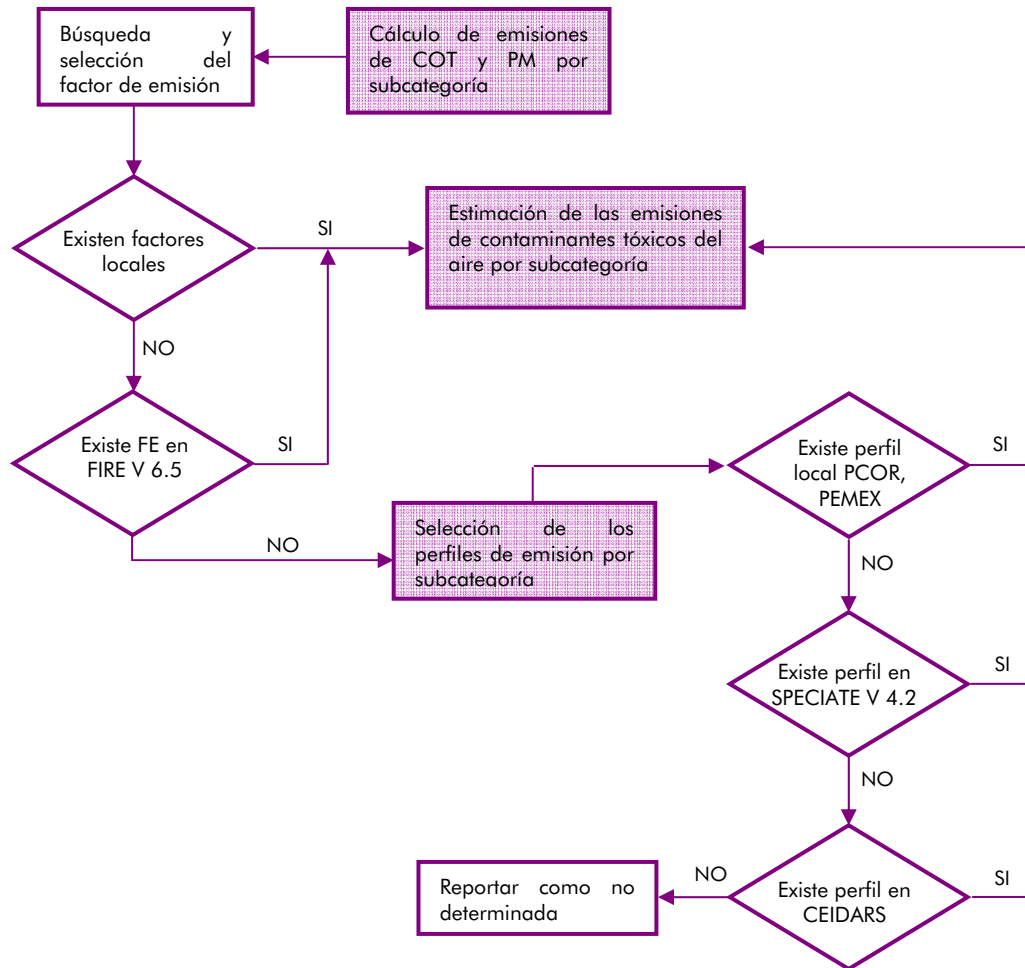


Figura 2.3 Diagrama del cálculo de contaminantes tóxicos de fuentes de área

Fuentes móviles

Las fuentes móviles son todas aquellas unidades motrices que sirven como medio de transporte. Las emisiones de contaminantes tóxicos originadas por fuentes móviles, en general se pueden dividir en dos tipos, las provenientes del escape (por combustión) y las evaporativas (del combustible); en el caso de los vehículos a gasolina, una parte de los contaminantes tóxicos es emitida por el escape y otra por evaporación; en cambio, en los vehículos que utilizan diesel como combustible, todos los compuestos tóxicos que se emiten son por el escape.

Para el cálculo de las emisiones de contaminantes tóxicos por las fuentes móviles, se utilizó el modelo MOBILE6-México (U.S. EPA, 2003), el cual estima un factor de emisión para 35 compuestos tóxicos.

Fuentes naturales

Las fuentes naturales emiten compuestos generados por procesos bióticos y abióticos, entre los cuales se encuentran los compuestos orgánicos totales (COT) de la vegetación y partículas de los suelos.

El cálculo de emisiones naturales en México es reciente y por lo tanto, la información sobre tóxicos biogénicos es escasa; sin embargo, se ha observado que su emisión se genera en mayor medida cuando las plantas han sido lastimadas o mutiladas, actuando algunos compuestos tóxicos como antibióticos ante enfermedades y plagas (Fall, 1999 y Kirstine, et al., 1998 en Velasco y Bernabé, 2004).

En general, las emisiones de contaminantes tóxicos se cuantificaron con una especiación de COT y de partículas menores a 10 micras (PM_{10}), tomando como base las emisiones estimadas en el Inventario de Contaminantes Criterio, 2008. La emisión de tóxicos biogénicos, se estimó como una fracción de los COT⁵ generados por la vegetación, con base en la tabla de especiación del modelo GloBEIS (ENVIRON, 2003).

En lo que se refiere a las partículas provenientes de la erosión eólica, se aplicó el perfil de especiación de material particulado propuesto por el CEIDARS (las fracciones mencionadas se muestran en el Anexo 2). Cabe mencionar que los metales tóxicos estimados en esta sección, se han reportado en las mediciones realizadas en la atmósfera de la Zona Metropolitana del Valle de México durante campañas de 1997, 2000 y 2002.

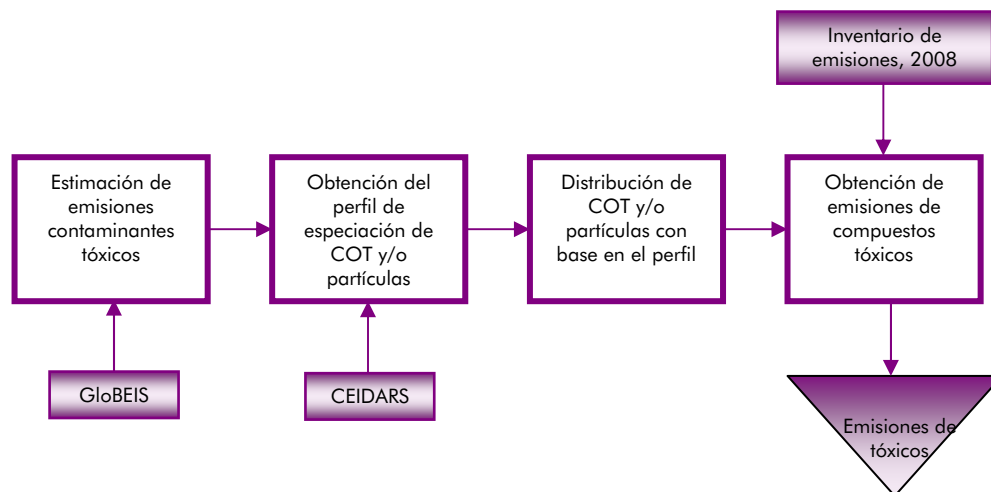


Figura 2.4 Diagrama del cálculo de contaminantes tóxicos de fuentes naturales

⁵ Categoría OCOV (otros compuestos orgánicos volátiles) biogénicos, ya que no incluye isopreno y monoterpeno del Global Biosphere Emissions and Interactions System.

3. CONTAMINANTES TÓXICOS DE LA ZMVM, 2008

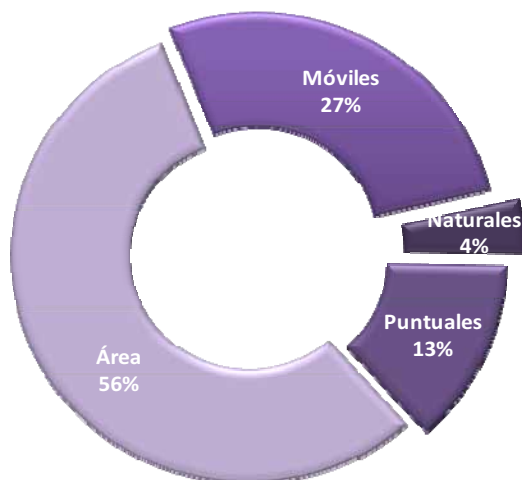
TOLUENO
1,1,1-TRICLOROETANO
n-HEXANO
METANOL TRICLOROETILENO
XILENOS

La ZMVM es una metrópoli donde se conjuntan una serie de actividades antropogénicas como son el transporte de personas y carga, una gran actividad industrial y una serie de servicios, para satisfacer las necesidades de la población; la demanda de éstos ha ocasionado un aumento en la quema de combustibles y a su vez, un incremento en las emisiones contaminantes, ya que la ZMVM aloja aproximadamente el 19% de la población que habita en el país y el 20% de los vehículos a nivel nacional. Como resultado de las actividades de la población, se generaron poco más de 183 mil toneladas de contaminantes tóxicos en al año 2008.

En este capítulo se presentarán las emisiones de contaminantes tóxicos generadas por las distintas fuentes en la ZMVM y por cada categoría de fuente contaminante. Además se hará un desglose de estas emisiones por entidad.

3.1 CONTAMINANTES TÓXICOS POR FUENTE

Las emisiones anuales de contaminantes tóxicos de la ZMVM se presentan en la Tabla 3.1 y Gráfica 3.1. Se observa que las fuentes de área aportan la mayor cantidad de contaminantes tóxicos (56%), seguidas de las fuentes móviles y las fuentes puntuales con el 27% y 13% respectivamente.



Gráfica 3.1 Contribución porcentual de contaminantes tóxicos

En la Tabla 3.2 se muestran los principales contaminantes tóxicos de la ZMVM. Se puede observar que destaca la emisión de tolueno con más de 45 mil toneladas anuales, lo que representa el 25% de las emisiones totales. Sólo se presentan los 16 contaminantes con mayor contribución de emisiones, los cuales representan el 82% de las emisiones, el 18% restante se agrupan en la categoría de "otros" y de "metales".

Tabla 3.1 Emisión de contaminantes tóxicos por entidad en la ZMVM, 2008

Fuente	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM	
	[ton/año]	[ton/año]	[ton/año]	[%]
Puntuales	9,458	14,538	23,996	13
Área	43,475	58,438	101,913	56
Móviles	26,691	23,339	50,030	27
Naturales	2,116	5,031	7,147	4
Total	81,740	101,346	183,086	100

Tabla 3.2 Principales contaminantes tóxicos de la ZMVM, 2008

Contaminante	[ton/año]	%
Tolueno	45,378	25
Xileno (isómeros y mezclas)	18,902	10
Metanol	14,359	8
1,1,1-Tricloroetano	8,823	5
Metil etil cetona	7,386	4
n-Hexano	7,349	4
Benceno	6,562	4
2,2,4-Trimetilpentano	6,257	3
1,1,2,2-Tetracloetileno	6,092	3
Metil t-butil éter	5,671	3
M-xileno	5,311	3
Triclorotrifluorometano	4,213	2
Etilbenceno	4,109	2
Tricloroetileno	4,062	2
Formaldehído	3,535	2
Metil isobutil cetona	3,267	2
Otros	31,527	17
Metales	283	1
Total	183,086	100

Como puede observarse en la tabla anterior, el tolueno es el contaminante que se emite en mayor cantidad y proviene en su mayoría de las fuentes de área, en la actividad de recubrimiento de superficies arquitectónicas (pinturas vinílicas) y del recubrimiento de superficies industriales, el cual es utilizado como solvente para limpieza y desengrase, así como diluyente de pinturas y lacas.

Las fuentes móviles ocupan el segundo lugar en la emisión de tolueno, en donde los autos particulares aportan la mayor emisión (48%), debido a que éste contaminante se encuentra asociado con la combustión de la gasolina y cabe mencionar que los autos particulares son los más abundantes del parque vehicular (81% de la flota).

En las fuentes puntuales, la industria de productos metálicos y de sustancias químicas aportan la mayor cantidad de este contaminante; en los productos metálicos, el tolueno se genera durante los procesos de aplicación de recubrimientos, así como en actividades de limpieza y desengrase; mientras que en la industria química, el tolueno es utilizado como materia prima, en la fabricación de pinturas, barnices, tintas, solventes industriales y adhesivos.

Las fuentes de área son las responsables de la mayor emisión de casi todos los contaminantes tóxicos, excepto en el caso de algunos hidrocarburos aromáticos, que son generados en su mayoría por las fuentes móviles; tal es el caso del xileno, benceno y etilbenceno, por señalar los más abundantes.

Las emisiones de xileno (isómeros y mezclas) contribuyen con el 10% de total de contaminantes tóxicos en la ZMVM, como se mencionó anteriormente, su emisión es ocasionada por las fuentes móviles, en particular por las emisiones de escape de los vehículos a gasolina.

En lo que respecta al metanol, las fuentes biogénicas son responsables del 44% de la emisión en la ZMVM, el cual es liberado de manera natural por la vegetación. Las fuentes de área contribuyen con el 42% de la emisión total de metanol, generado principalmente por el uso de productos para el cuidado automotriz (utilizado para la limpieza).

Como resumen, en la Tabla 3.3 se presentan las emisiones por contaminante, así como su contribución por tipo de fuente.

Tabla 3.3 Emisiones de contaminantes tóxicos del aire por fuente en la ZMVM [ton/año]

Contaminante	Puntuales	Área	Móviles	Vegetación y suelos	Total
Tolueno	9,628	19,659	16,091	N/A	45,378
Isómeros de xileno	1,394	8,480	9,028	N/A	18,902
Metanol	2,068	6,024	N/E	6,267	14,359
1,1,1-Tricloroetano	N/S	8,823	N/E	N/A	8,823
Metil etil cetona	6,138	1,248	N/E	N/A	7,386
N-hexano	842	5,225	1,282	N/A	7,349
Benceno	109	804	5,649	N/A	6,562
2,2,4-Trimetilpentano	4	652	5,601	N/A	6,257
1,1,2,2-Tetracloroetileno	2	6,090	N/A	N/A	6,092
Metil t-butil éter	N/S	965	4,706	N/A	5,671
M-xileno	2	5,309	N/E	N/A	5,311
Triclorotrifluorometano	11	4,202	N/A	N/A	4,213
Etilbenceno	39	1,650	2,420	N/A	4,109
Tricloroetileno	N/S	4,062	N/E	N/A	4,062
Formaldehído	199	339	2,751	246	3,535
Metil isobutil cetona	1,171	2,096	N/E	N/A	3,267
Otros	2,153	26,239	2,502	633	31,527
Metales	236	46	N/S	1	283
Total	23,996	101,913	50,030	7,147	183,086

N/S: No Significativo; N/E: No Estimado; N/A: No Aplica.

Las fuentes de área son responsables de las mayores emisiones, en particular del total de tricloroetileno y 1,1,1-tricloroetano, que son utilizados principalmente para desengrase y limpieza de superficies industriales. Por otra parte, estas fuentes también generan casi el total del m-xileno, contaminante que resulta de la degradación de la materia orgánica en los rellenos sanitarios.

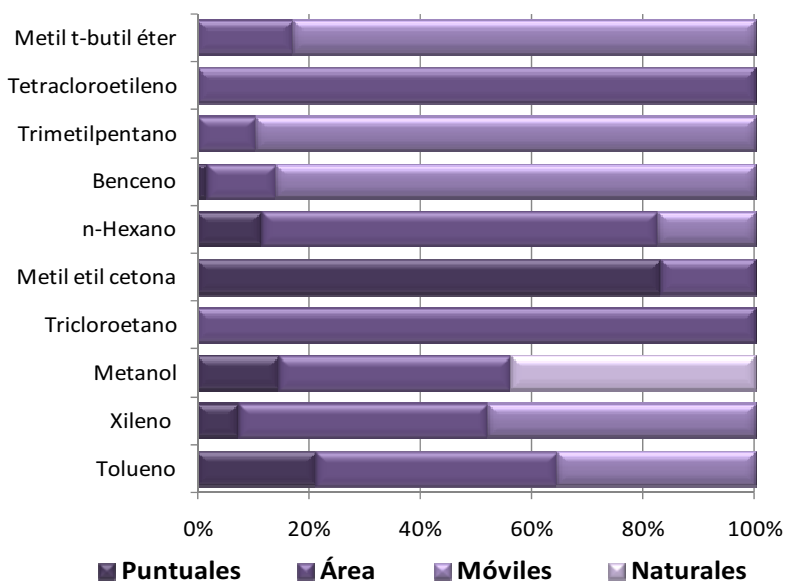
TOLUENO
1,1,1-TRICLOROETANO
N-HEXANO
METANOL
TRICLOROETILENO
XILENOS

En general, las fuentes móviles generan el 90% del 2,2,4-trimetilpentano, 86% del benceno y 83% del metil terbutil éter, asimismo, son una importante fuente de formaldehído (78%), como resultado de la quema de combustibles fósiles.

La gasolina contiene una gran concentración de compuestos tóxicos, cuyo riesgo a la salud humana, está asociado a la inhalación de las emisiones del escape de los vehículos y de la gasolina evaporada, incluyendo las del llenado del tanque del vehículo. Como se mencionó anteriormente, las fuentes móviles son responsables del 83% del MTBE, el cual posee elevada volatilidad y se agrega a la gasolina como un aditivo (U.S. EPA, 1993). A pesar de que no se ha determinado a ciencia cierta la toxicidad del MTBE, se sabe que los metabolitos y algunos componentes de su degradación, son realmente tóxicos.

28

Para mostrar el aporte de emisiones por tipo de fuente, la Gráfica 3.2 muestra la contribución porcentual de los principales contaminantes tóxicos.



Gráfica 3.2 Contribución porcentual por tipo de fuente a los contaminantes tóxicos

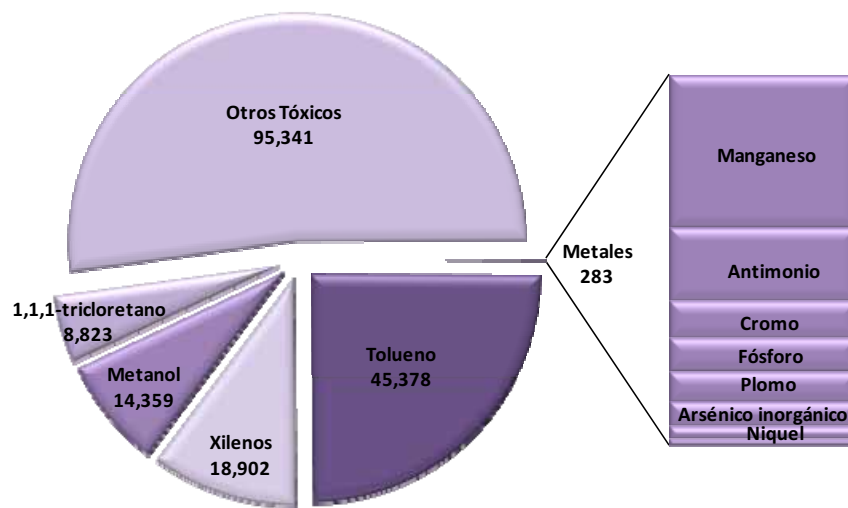
3.2 METALES TÓXICOS

De acuerdo a estudios realizados en la ZMVM, en algunas estaciones de monitoreo, se obtuvo que aproximadamente del 70% al 80% de las PM_{10} , está conformado por metales (Chow, *et al.*, 2002). En el presente inventario, el 2% de las PM_{10} fueron metales tóxicos y son generados por los caminos no pavimentados y por suelos sin vegetación.

A continuación se presenta un desglose de los metales tóxicos estimados; sin embargo, éstos contribuyen tan sólo con el 1% del total de contaminantes tóxicos en la ZMVM. El manganeso es el que se emite en mayor proporción con 117 toneladas al año, lo que representa el 41% del total de los metales tóxicos.

Tabla 3.4 Metales tóxicos evaluados para la ZMVM

Contaminante		[ton/año]	%
Mn	Manganeso	117	41.3
Sb	Antimonio	56	19.8
Cr	Cromo	28	9.9
P	Fósforo	25	8.8
Pb	Plomo	23	8.1
As	Arsénico inorgánico	19	6.7
Ni	Níquel	10	3.5
OT	Otros	5	1.9
Total		283	100



Gráfica 3.3 Emisión de contaminantes tóxicos y de metales tóxicos [ton/año]

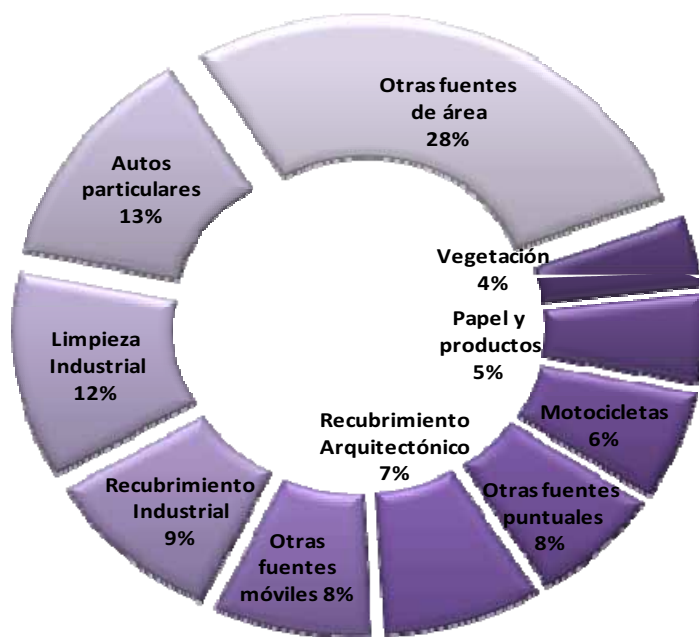
Es conveniente mencionar que los metales tóxicos estimados en el presente Inventario, también se han encontrado en otros estudios, como el realizado por el CENICA (Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental), para conocer la frecuencia de los elementos químicos en las partículas; en dicho análisis se observó la presencia del manganeso, cromo y plomo, entre los principales (INE, 2002).

3.3 PRINCIPALES CONTAMINANTES TÓXICOS POR CATEGORÍA DE EMISIÓN

La Tabla 3.5 presenta las fuentes contaminantes por categoría y su contribución porcentual en la ZMVM. Los autos particulares son la categoría de mayor emisión, representando el 13% del total de contaminantes tóxicos estimados, básicamente por la combustión de la gasolina.

Las categorías de limpieza y recubrimiento de superficies industriales generan importantes emisiones, y se tiene que en la ZMVM contribuyen con el 12% y 9%, respectivamente. En la gráfica 3.4 se presenta la contribución porcentual de las emisiones de contaminantes tóxicos por categoría.

30



Gráfica 3.4 Principales categorías emisoras de contaminantes tóxicos

Tabla 3.5 Emisiones anuales de contaminantes tóxicos por categoría

Sector	[ton/año]	%
Fuentes puntuales	23,996	13.0
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	96	N/S
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	371	N/S
Industria de la madera y productos de madera, incluye muebles	331	N/S
Papel y productos de papel, imprenta y editoriales	9,382	5.0
Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	6,557	4.0
Productos minerales no metálicos. Excluye los derivados del petróleo y del carbón	288	N/S
Industrias metálicas básicas	797	1.0
Productos metálicos, maquinaria y equipo. Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión	5,674	3.0
Otras industrias manufactureras	451	N/S
Generación de energía eléctrica	49	N/S
Fuentes de área	101,913	56.0
Combustión Comercial-Institucional a Gas LP	11	N/S
Combustión Comercial-Institucional a Gas Natural	1	N/S
Combustión Habitacional a Gas LP	47	N/S
Combustión Habitacional a Gas Natural	7	N/S
Operación de Aeronaves	1,044	1.0
Locomotoras (foráneas/patio)	30	N/S
Terminales de Autobuses de Pasajeros	6	N/S
Recubrimiento de Superficies Industriales	17,075	9.0
Pintura Automotriz	1,931	1.0
Recubrimiento de superficies Arquitectónicas (base agua)	12,266	7.0
Recubrimiento de superficies Arquitectónicas (base solvente)	2,801	2.0
Pintura en tránsito	93	N/S
Limpieza de superficie industrial	21,527	12.0
Lavado en seco (Percloroetileno)	4,854	3.0
Lavado en seco (Gas Nafta)	2,220	1.0
Artes Gráficas	4,433	2.0
Aplicación de Asfalto	102	N/S
Productos de cuidado personal	814	N/S
Productos misceláneos	180	N/S
Productos de consumo doméstico	1,347	1.0
Uso doméstico y comercial de pesticidas	8,982	5.0
Uso comercial y doméstico de pinturas en aerosol	718	N/S
Productos de cuidado automotriz	8,615	5.0
Uso comercial y doméstico de adhesivos y selladores	4,086	2.0
Distribución y almacenamiento de gasolina	409	N/S
Carga de combustibles en aeronaves	3	N/S
Distribución y almacenamiento de Gas LP	3	N/S
Fugas de Gas LP en instalaciones	19	N/S
HCNQ en la combustión de Gas LP	23	N/S
Panaderías	0	N/S
Esterilización en Hospitales	3	N/S
Rellenos Sanitarios	6,908	4.0
Tratamiento de aguas residuales	1,244	1.0
Incendios en estructuras	2	N/S
Incendios forestales	70	N/S
Caminos pavimentados	10	N/S
Caminos no pavimentados	29	N/S
Fuentes móviles	50,030	27.0
Autos Particulares	23,783	13.0
Taxis	4,375	2.0
Combis	2,193	1.0
Microbuses	1,431	1.0
Pick Up	2,973	2.0
Vehículos < 3 Ton	1,327	1.0
Tractocamiones	609	N/S
Autobuses	657	N/S
Vehículos > 3 Ton	1,274	1.0
Motocicletas	11,404	6.0
Metrobuses	4	N/S
Fuentes Naturales	7,147	4.0
Vegetación	7,142	4.0
Erosivas	5	N/S
Total	183,086	100

N/S: No significativo.

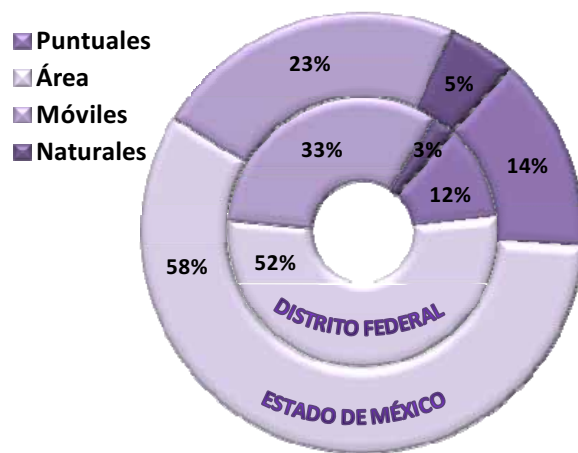
3.4 EMISIONES POR ENTIDAD

A continuación se analizarán por separado las fuentes contaminantes del Distrito Federal y del Estado de México, puesto que no siempre son las mismas categorías las responsables de las mayores emisiones en cada entidad federativa.

En ambas entidades las fuentes de área son las que emiten más de la mitad de las emisiones totales, entre las categorías más contaminantes están: la limpieza de superficie industrial, recubrimiento de superficies industriales y los rellenos sanitarios en el Estado de México. Se estimó, que la contribución de las fuentes de área y naturales es mayor en el Estado de México, lo anterior debido al tamaño de la población y a la superficie de uso de suelo utilizado.

En el caso de las fuentes puntuales, el Distrito Federal cuenta con el 50% de las industrias registradas en la ZMVM y aporta el 12% de las emisiones de esta entidad (9,458 ton/año), mientras que en el Estado de México, la misma fuente aporta el 14% (14,538 ton/año), esto se debe a que esta entidad concentra mayor cantidad de industrias del sector químico y de fabricación de productos metálicos, las cuales son altas generadoras de contaminantes tóxicos.

En lo que se refiere a las emisiones de las fuentes móviles, el Estado de México contribuye con el 47% de la zona (23% del total en su entidad), aún cuando la flota vehicular registrada en el Distrito Federal es casi el doble de la del Estado de México; lo anterior puede ser un reflejo de un parque vehicular más antiguo. La siguiente gráfica muestra la contribución de emisiones por fuente contaminante en cada entidad.



Gráfica 3.5 Aporte porcentual por tipo de fuente y entidad en la ZMVM

A continuación se presentan los contaminantes tóxicos de mayor emisión en la ZMVM y el respectivo aporte por entidad. Como se mencionó anteriormente, el tolueno es el contaminante que más se genera, representando el 26% y el 24% de las emisiones del Distrito Federal y Estado de México, respectivamente; le sigue en importancia el xileno (isómeros y mezclas) con el 11% y el 10% para dichas entidades y es generado en su mayoría por los vehículos a gasolina.

Los contaminantes listados representan el 80% de las emisiones totales de la ZMVM, desagregados por entidad, el 20% restante se agrupa en la categoría “otros”.

Tabla 3.6 Principales contaminantes tóxicos por entidad

Contaminante	Distrito Federal		Estado de México	
	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]
Tolueno	20,906	25.6	24,472	24.1
Isómeros de xileno	9,036	11.1	9,866	9.7
Metanol	5,288	6.5	9,071	9.0
1,1,1-Tricloroetano	3,956	4.8	4,867	4.8
Metil etil cetona	3,229	4.0	4,157	4.1
n-Hexano	3,262	4.0	4,087	4.0
Benceno	3,139	3.8	3,423	3.4
2,2,4-Trimetilpentano	3,213	3.9	3,044	3.0
1,1,2,2-Tetracloroetileno	2,724	3.3	3,368	3.3
Metil t-butil éter	2,746	3.4	2,925	2.9
m-xileno	1,009	1.2	4,302	4.2
Triclorotrifluorometano	1,883	2.3	2,330	2.3
Etilbenceno	1,676	2.1	2,433	2.4
Tricloroetileno	1,816	2.2	2,246	2.2
Formaldehído	2,185	2.7	1,350	1.3
Otros	15,592	19.0	19,203	18.9
Metales	81	0.1	202	0.4
Total	81,740	100	101,346	100

En la Gráfica 3.6 se presenta la distribución porcentual de los principales contaminantes tóxicos por entidad. Se puede observar que todos los contaminantes son generados en mayor proporción en el Estado de México, a excepción del formaldehído, en donde el Distrito Federal contribuye con una mayor cantidad, debido a que éste proviene en su básicamente de las emisiones de escape de los vehículos pesados a diesel, y en el Distrito Federal se encuentran registrados el 78% de dichas unidades.

Es importante aclarar que el formaldehído, a diferencia de otros contaminantes provenientes de las fuentes móviles (los cuales son producto de la combustión incompleta y de la evaporación del combustible) se forma también mediante procesos secundarios cuando otros contaminantes experimentan reacciones químicas en la atmósfera (U.S. EPA, 2007d).

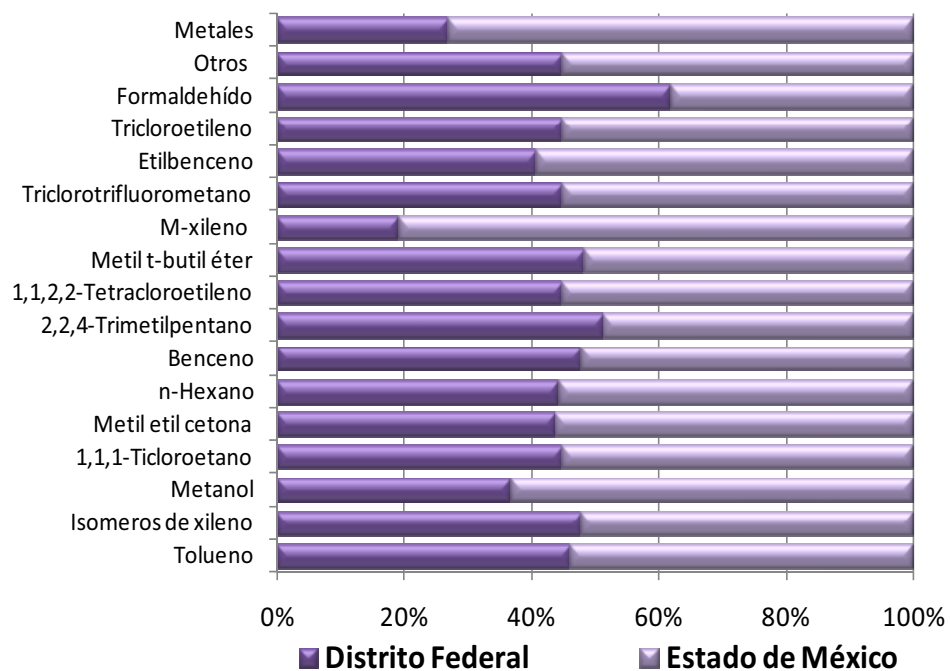
En el Estado de México se generan las mayores emisiones de etilbenceno y m-xileno, el primero está ligado a la combustión de vehículos a gasolina y aún cuando la flota registrada en el Estado de México es menor a la del Distrito Federal, ésta es más antigua.

Por otra parte, el m-xileno del Estado de México es generado por los rellenos sanitarios que se encuentran en esa entidad. Así mismo, el metanol es generado principalmente por las fuentes naturales, es por ello que esta entidad contribuye en mayor proporción (70%).



Las principales emisiones de metales tóxicos son generadas en el Estado de México, pues estos provienen de la combustión en el sector industrial y de los caminos no pavimentados, ya que esta entidad cuenta con gran cantidad de terracería.

34



Gráfica 3.6 Contribución a los principales contaminantes tóxicos por entidad

4. FUENTES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES TÓXICOS

TOLUENO
1,1,1-TRICLOROETANO
METANOL
TRICLOROETILENO
XILENOS
n-HEXANO

La presencia de compuestos orgánicos en la atmósfera de la ZMVM es sumamente relevante por los daños que ocasiona a la salud, ya que algunos de estos compuestos son considerados tóxicos. Dichos compuestos son generados tanto por las fuentes naturales (vegetación) como por fuentes antropogénicas, tales como las fuentes industriales, fuentes de área y móviles. Con base en mediciones realizadas en la atmósfera de la ZMVM (SMA-GDF, INE-DGCENICA y UAMI. 2008) se ha asociado la emisión de algunos compuestos tóxicos a dichas fuentes.

A continuación se presenta un análisis de cada una de las fuentes contaminantes situadas en la ZMVM, resaltando los contaminantes tóxicos generados en mayor proporción por cada una de ellas.

4.1 Fuentes puntuales

De acuerdo al Censo Económico 2004 realizado por el INEGI, existen más de 328 mil industrias manufactureras a nivel nacional y el 1.6% se encuentra ubicado en la ZMVM, principalmente en grandes parques industriales. Para el presente inventario se tiene un registro de 5,146 fuentes puntuales (industrias), de las cuales 2,581 se ubican en el Distrito Federal y 2,565 en el Estado de México.

En el año 2008, las fuentes puntuales aportaron el 13% de los contaminantes tóxicos de la ZMVM. El tóxico de mayor abundancia es el tolueno, con una emisión de 9,628 toneladas anuales, que representa el 40% de los tóxicos de esta fuente. Los contaminantes que siguen en emisión en las fuentes puntuales son: metil etil cetona con el 26%, metanol con un 9% y el xileno con 6%.

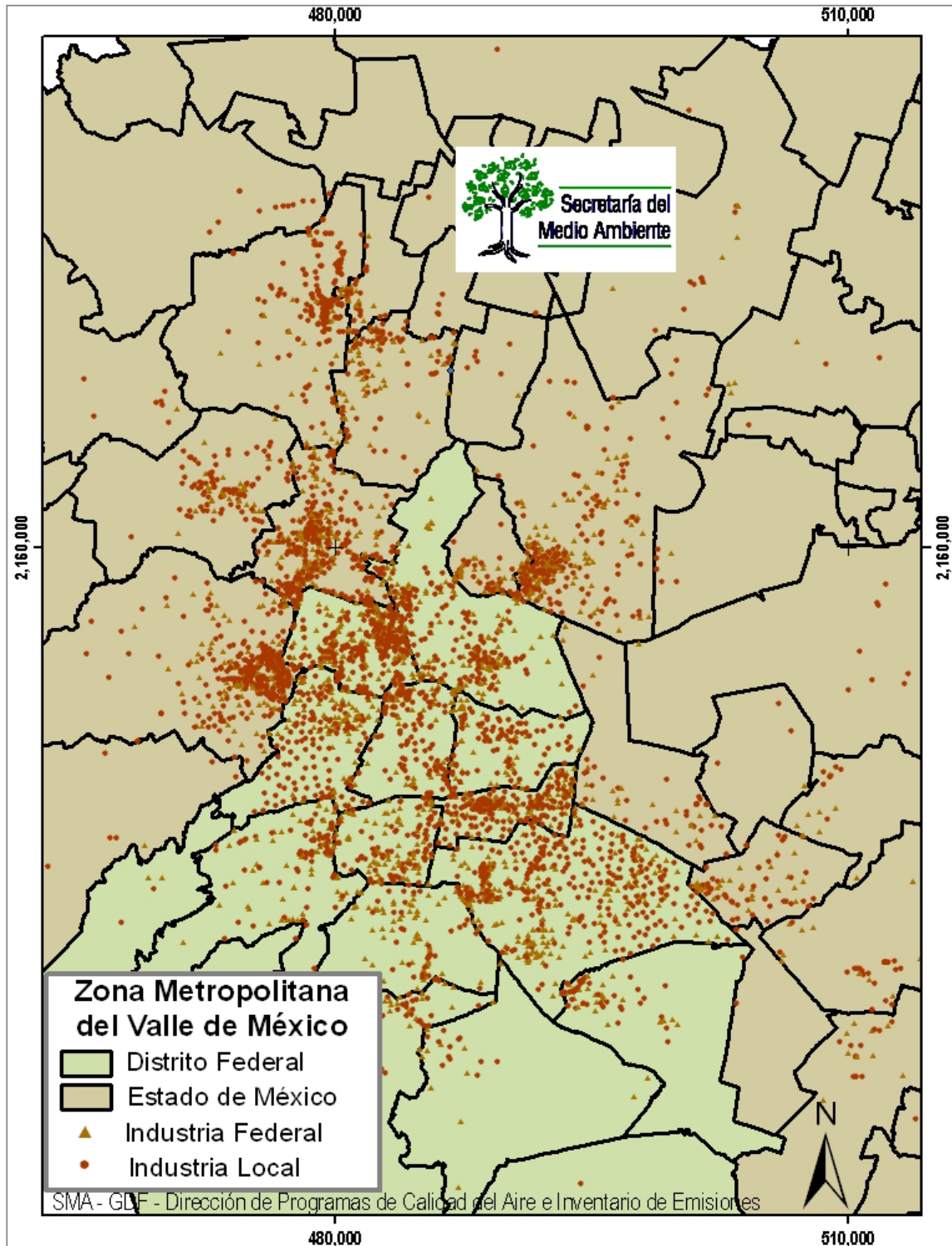
De acuerdo con la información obtenida del sector industrial en la ZMVM (SMA-GDF, 2008), el tolueno es utilizado como materia prima en la industria química, específicamente en la fabricación de pinturas, barnices y tintas, así como en la fabricación de solventes industriales y adhesivos. Además, se emplea como solvente en las actividades de limpieza y desengrase industrial, para los sectores de fabricación de productos metálicos y productos de papel e impresión, entre otros.

Por otra parte, la metil etil cetona, es empleada principalmente como diluyente en pinturas, barnices y lacas para las actividades de recubrimiento de productos metálicos y de madera. Además, se usa como materia prima en la industria química, específicamente en la manufactura de adhesivos e impermeabilizantes, así como en los procesos de extracción y síntesis orgánica

El metanol es utilizado en la fabricación de detergentes, resinas poliméricas y productos metálicos, además de ser un disolvente industrial en las actividades de impresión.

Por último se tiene al xileno, el cual es utilizado principalmente en la fabricación de pinturas, barnices y lacas, también es utilizado como disolvente en los procesos de impresión y en la industria de caucho y cuero, por mencionar algunos.

TOLUENO
METANOL
TRICLOROETANO
TRICLOROETILENO
XILENOS
II-HEXANO



Mapa 4.1 Principales industrias de la ZMVM por jurisdicción

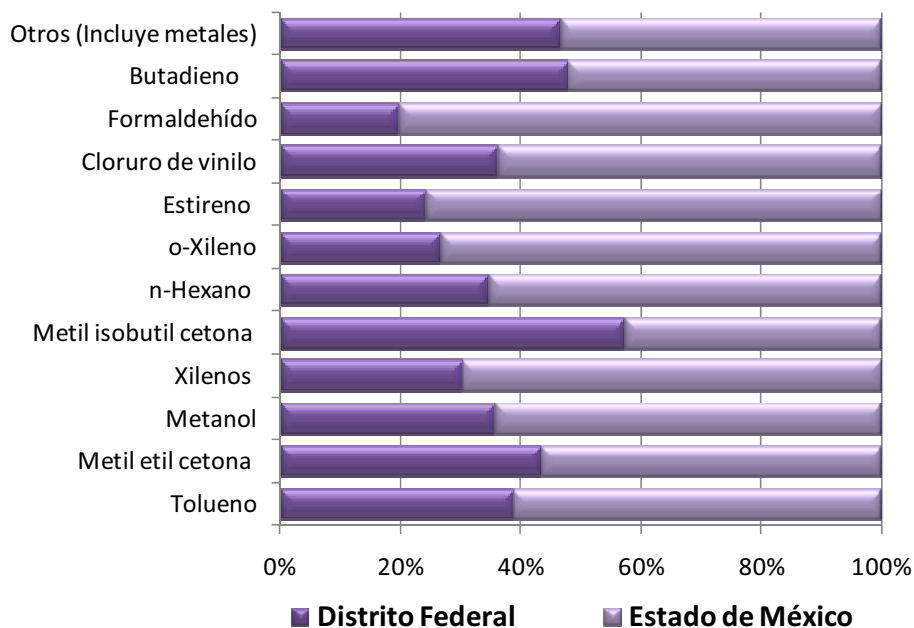
Tabla 4.1 Principales contaminantes tóxicos de las fuentes puntuales por entidad

Contaminante	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM	
	[ton/año]	[ton/año]	[ton/año]	%
Tolueno	3,738	5,890	9,628	40.1
Metil etil cetona	2,671	3,467	6,138	25.6
Metanol	738	1,330	2,068	8.6
Xilenos (isómeros y mezclas)	421	973	1,394	5.8
Metil isobutil cetona	672	499	1,171	4.9
n-Hexano	291	551	842	3.5
o-Xileno	204	565	769	3.2
Estireno	131	405	536	2.2
Cloruro de vinilo	107	189	296	1.2
Formaldehído	39	160	199	0.8
Butadieno	77	84	161	0.7
Otros (Incluye metales)	369	425	794	3.4
Total	9,458	14,538	23,996	100

En la Gráfica 4.1 se puede apreciar el aporte porcentual de los principales contaminantes tóxicos por entidad, se observa que las emisiones del Distrito Federal, representan el 39% de las emisiones totales en la ZMVM y el Estado de México aporta el 61% restante.

Es importante destacar que a pesar que ambas entidades presentan aproximadamente el mismo número de industrias registradas, el Estado de México genera mayores emisiones, principalmente por el sector químico y de fabricación de productos metálicos.

Así mismo, se observa que el Distrito Federal destaca por la emisión de metil isobutil cetona, la cual es ocasionada por las industrias del papel e impresión, donde es utilizado como diluyente en pinturas y tintas.



Gráfica 4.1 Principales contaminantes de fuentes puntuales por entidad

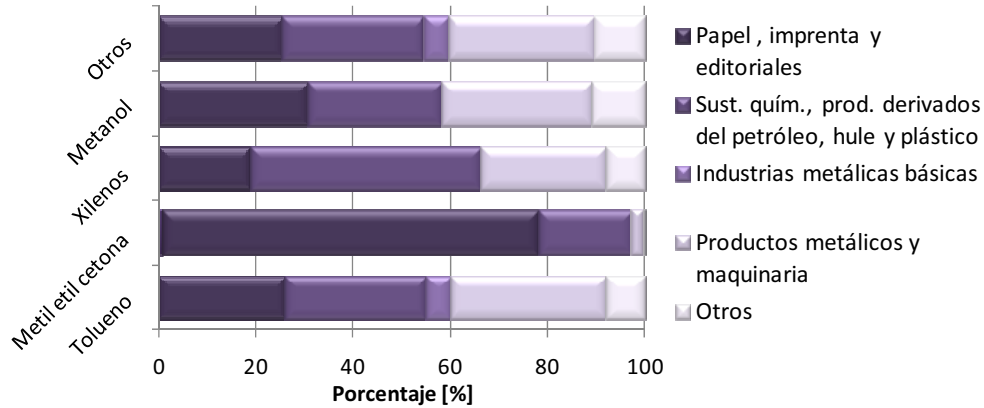


A continuación, se presentan las principales emisiones de las fuentes puntuales por sector y se puede mencionar que las actividades que generan más contaminantes son las relacionadas con la fabricación de: papel e impresión, de sustancias químicas y de productos metálicos; éstas en conjunto representan el 61% de las industrias de la ZMVM y contribuyen con el 90% de las emisiones, siendo la mayoría de jurisdicción federal. Otra categoría importante es la industria metálica básica, en particular por las emisiones de tolueno, empleado en las operaciones de limpieza y desengrase.

Tabla 4.2 Contaminantes tóxicos por subsector de las fuentes puntuales

Contaminante	Subsector	Descripción	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM
			[ton/año]	[ton/año]	[ton/año]
Tolueno	38	Productos metálicos, maquinaria y equipo. Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión	1,077	2,021	3,098
	35	Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	1,005	1,766	2,771
	34	Papel y productos de papel, imprenta y editoriales	898	1,622	2,520
	37	Industrias metálicas básicas	369	109	478
		Otras actividades	389	372	761
		Subtotal	3,738	5,890	9,628
Metil etil cetona	34	Papel y productos de papel, imprenta y editoriales	2,342	2,408	4,750
	35	Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	167	1,008	1,175
	38	Productos metálicos, maquinaria y equipo. Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión	132	18	150
	33	Industria de la madera y productos de madera, incluye muebles	22	20	42
		Otras actividades	8	13	21
		Subtotal	2,671	3,467	6,138
Xilenos (isómeros y mezclas)	35	Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	169	490	659
	38	Productos metálicos, maquinaria y equipo. Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión	122	239	361
	34	Papel y productos de papel, imprenta y editoriales	64	201	265
		Otras actividades	66	43	109
		Subtotal	421	973	1,394
Metanol	38	Productos metálicos, maquinaria y equipo. Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión	199	439	638
	34	Papel y productos de papel, imprenta y editoriales	165	469	634
	35	Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	250	319	569
	39	Otras industrias manufactureras	43	28	71
		Otras actividades	81	75	156
		Subtotal	738	1,330	2,068
Otros (incluye metales)	38	Productos metálicos, maquinaria y equipo. Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión	485	942	1,427
	35	Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	412	971	1,383
	34	Papel y productos de papel, imprenta y editoriales	642	571	1,213
	37	Industrias metálicas básicas	213	35	248
		Otras actividades	138	359	497
		Subtotal	1,890	2,878	4,768
Total			9,458	14,538	23,996

A continuación se muestra la contribución porcentual de los principales contaminantes tóxicos por sector industrial. Se observa que el 77% de la metil etil cetona es generado por la industria de papel e imprentas. El 47% del xileno es generado por la industria química, en la fabricación de pinturas, barnices y lacas. Finalmente, el mayor aporte de las emisiones de tolueno y metanol se deben a la fabricación de productos metálicos.



Gráfica 4.2 Contribución porcentual de contaminantes tóxicos por subsector

4.2 Fuentes de área

Las fuentes de área son las principales generadoras de contaminantes tóxicos en la ZMVM y contribuyen con el 56% de las emisiones totales. Los contaminantes de mayor importancia son el tolueno y el 1,1,1-tricloroetano, utilizados básicamente como solventes en las operaciones de limpieza y desengrase y, en conjunto, contribuyen con el 28% de las emisiones de las fuentes de área.

Según estudios atmosféricos, algunos compuestos aromáticos como el tolueno y el xileno, están asociados al uso de solventes (SMA-GDF, INE-DGCENICA y UAMI, 2008). En el presente inventario tenemos que el tolueno representa el 19% de las emisiones totales de las fuentes de área y el xileno el 8%; estos compuestos se generan principalmente en las actividades de limpieza de superficies industriales y uso de recubrimientos arquitectónicos e industriales.

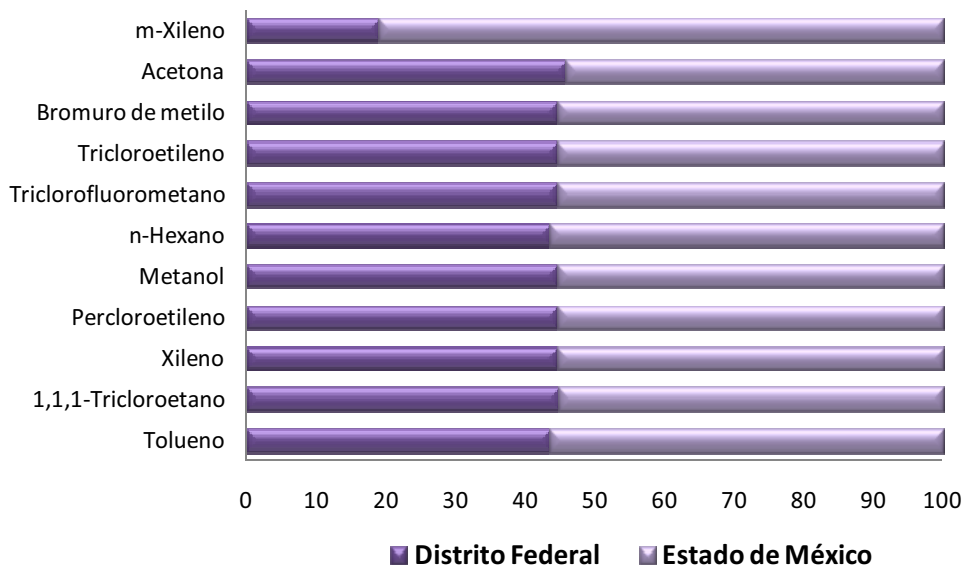
En la Tabla 4.3 se presentan los contaminantes tóxicos generados en las fuentes de área por cada entidad. Asimismo, en la Gráfica 4.3 se puede apreciar el aporte porcentual de las emisiones por entidad federativa y compuesto. Del 57% de emisiones que genera el Estado de México, destaca el m-xileno, compuesto que se genera en su mayoría por los rellenos sanitarios.

Cabe mencionar que debido a que la mayoría de las emisiones de fuentes de área son estimaciones *per cápita*, éstas son proporcionales a la población de cada entidad.

Tabla 4.3 Principales contaminantes tóxicos de fuentes de área por entidad federativa

Contaminante	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM	
	[ton/año]	[ton/año]	[ton/año]	%
Tolueno	8,583	11,076	19,659	19.3
1,1,1-Tricloroetano	3,956	4,867	8,823	8.7
Xileno (isómeros y mezclas)	3,791	4,688	8,479	8.3
Percloroetileno	2,723	3,367	6,090	6.0
Metanol	2,696	3,328	6,024	5.9
m-Xileno	1,009	4,300	5,309	5.2
n-Hexano	2,287	2,938	5,225	5.1
Triclorofluorometano	1,878	2,323	4,201	4.1
Tricloroetileno	1,816	2,246	4,062	4.0
Bromuro de metilo	1,239	1,532	2,771	2.7
Otros	13,497	17,773	31,270	30.7
Total	43,475	58,438	101,913	100

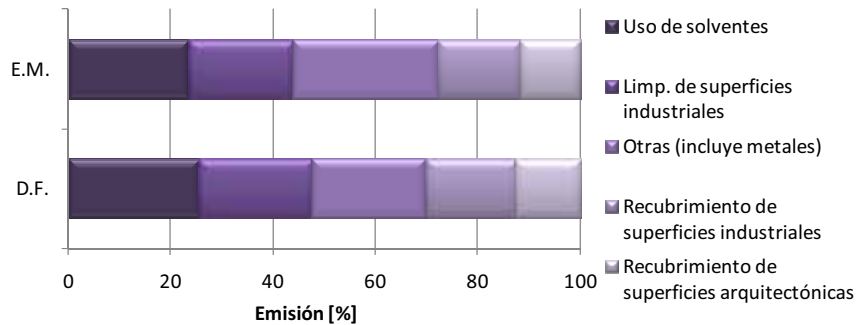
42



Gráfica 4.3 Principales contaminantes tóxicos de fuentes de área por entidad

Analizando las emisiones por categoría, tenemos que las más contaminantes son: el uso comercial y doméstico de solventes con el 24%, la limpieza de superficies industriales, que aporta el 21% de las emisiones y los recubrimientos de superficies industriales y arquitectónicas, los cuales generan el 17% y 12% respectivamente. En conjunto, estas actividades representan el 74% de las emisiones totales de las fuentes de área en la ZMVM.

A continuación se muestra la contribución de dichas actividades en la emisión de contaminantes tóxicos por cada entidad; se puede observar que éstas representan casi el total de las emisiones, y el resto es generado por 35 actividades de las fuentes de área (ver Anexo 3). La gran cantidad de compuestos liberados en estas categorías es debida a las operaciones de limpieza y desengrase industrial, uso doméstico y comercial de solventes y uso de recubrimientos arquitectónicos e industriales.



Gráfica 4.4 Principales contaminantes tóxicos por categoría de fuentes de área

A continuación se presentan los principales contaminantes tóxicos de las fuentes de área y la actividad que los genera.

Tabla 4.4 Principales contaminantes tóxicos por categoría de fuentes área

Contaminante	Actividad	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM
		[ton/año]	[ton/año]	[ton/año]
Tolueno	Recubrimiento de superficies arquitectónicas (base agua)	3,579	4,426	8,005
	Recubrimiento de superficies Industriales	2,226	2,753	4,979
	Artes gráficas	725	898	1,623
	Pintura automotriz	611	756	1,367
	Otras actividades	1,442	2,243	3,685
	Subtotal	8,583	11,076	19,659
1,1,1-Tricloroetano	Limpieza en superficie industrial	3,765	4,656	8,421
	Tratamiento de aguas residuales	191	211	402
	Subtotal	3,956	4,867	8,823
Metanol	Productos para el cuidado automotriz	2,636	3,260	5,896
	Productos misceláneos	34	43	77
	Productos de consumo doméstico	4	4	8
	Otras actividades	22	21	43
	Subtotal	2,696	3,328	6,024
Tricloroetileno	Limpieza en superficie industrial	1,317	1,629	2,946
	Pintura automotriz	11	14	25
	Recubrimiento de superficies arquitectónicas (base agua)	190	190	380
	Recubrimiento de superficies arquitectónicas (base solvente)	296	366	662
	Subtotal	1,816	2,246	4,062
m-Xileno	Rellenos sanitarios	170	3,262	3,432
	Recubrimiento de superficies arquitectónicas (base agua)	497	615	1,112
	Pintura automotriz	130	161	291
	Limpieza en superficie industrial	118	146	264
	Otras actividades	94	116	210
	Subtotal	1,009	4,300	5,309
Percloroetileno	Limpieza en superficie industrial	367	454	821
	Lavado en seco (percloroetileno)	2,159	2,670	4,829
	Productos de cuidado automotriz	148	183	331
	Otras actividades	49	60	109
	Subtotal	2,723	3,367	6,090
Otros compuestos		22,692	29,254	51,946
Total ZMVM		43,475	58,438	101,913

TOLUENO
1,1,1-TRICLOROETANO
M-HEXANO
METANOL
TRICLOROETILENO
XILENOS

4.3 Fuentes móviles

Los vehículos automotores emiten varios contaminantes conocidos como *carcinógenos* o *tóxicos* para los humanos. Algunos compuestos tóxicos presentes en la gasolina, se emiten al aire cuando la gasolina se evapora o cuando pasa directamente del motor sin quemarse, así como por el proceso de combustión.

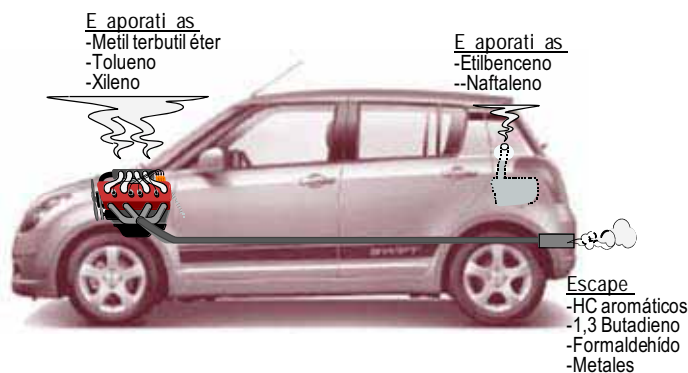


Figura 4.1 Tipos de emisiones vehiculares

Con base en estudios realizados en la atmósfera de la ZMVM, se ha determinado que los compuestos aromáticos representan entre el 15% y 35% de las concentraciones de COV en la atmósfera, y que éstos son generados principalmente por las fuentes móviles (CENICA-INE, 2006 y Velasco et al., 2007), y en concreto, por los autos particulares a gasolina, ya que son los más abundantes del parque vehicular

Asimismo, se ha comprobado que los vehículos a gasolina son la principal fuente de emisión de benceno en la ZMVM (SMA-GDF, INE-DGCENICA y UAMI, 2008), el cual es uno de los componentes de la gasolina y se emite en pequeñas cantidades de combustible no quemado y en las emisiones evaporativas. En el presente inventario, el benceno es uno de los contaminantes tóxicos más abundantes representando el 11% de las emisiones de las fuentes móviles.

Por otra parte, el formaldehído, el acetaldehído, el 1,3-butadieno, se emiten en su mayoría como productos del diesel, no están presentes en el combustible, pero son derivados de la combustión incompleta y se consideran probables carcinógenos para los humanos. En el caso del 1,3-butadieno, se calculó que contribuye casi con el 2% a las emisiones de tóxicos de las fuentes móviles y, según los estudios realizados en la atmósfera de la ZMVM, se reporta que las olefinas en conjunto, representan el 5% de las muestras de COV.

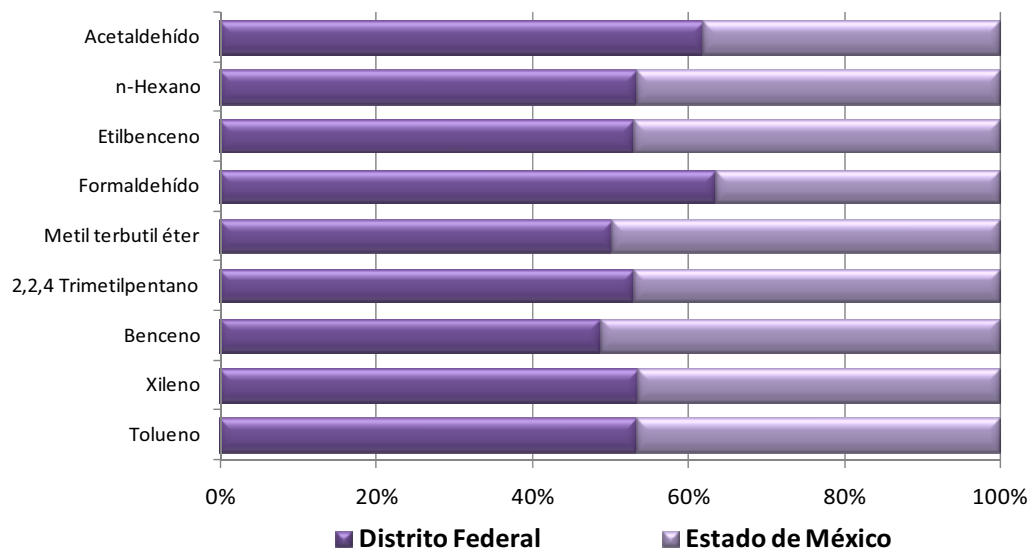
Por otra parte, el formaldehído y el acetaldehído se forman de manera secundaria, por combinación con otros contaminantes mediante reacciones químicas atmosféricas; en el presente inventario, éstos representan el 7% de las emisiones de las fuentes móviles. Además, estos contaminantes están relacionados a las emisiones de escape de los vehículos a diesel, de ahí el gran aporte por parte del Distrito Federal, pues dicha entidad concentra el mayor registro de la flota vehicular pesada a diesel (Gráfica 4.5).

El metil terbutil éter (MTBE) se agrega a la gasolina para mejorar la combustión y reducir las emisiones de monóxido de carbono y benceno, sin embargo, otros contaminantes como el formaldehído pueden aumentar (U.S. EPA 1994). Aun se están llevando a cabo estudios para determinar su toxicidad, pero se ha llegado a la conclusión de que los metabolitos y componentes de degradación presentes en éste, tales como formaldehído, el Formiato de terbutilo (ácido fórmico de terbutilo) y el Alcohol de Terbutilo (dimetil etanol), son los realmente tóxicos. El MTBE reacciona con los NO_x para la formación de ozono, por lo cual también se hace importante su cuantificación, sin embargo, su potencial de formación de ozono es bajo. En este Inventario, el MTBE contribuye con el 9% a las emisiones de fuentes móviles.

Las fuentes móviles aportan el 27% del total de emisiones de contaminantes tóxicos de la ZMVM. Los compuestos de mayor importancia se presentan en la siguiente tabla y cabe mencionar que los cinco primeros compuestos (tolueno, xileno, benceno, 2,2,4-trimetilpentano y MTBE), en conjunto representan el 81% de las emisiones de las fuentes móviles.

Tabla 4.5 Principales contaminantes tóxicos de fuentes móviles

Contaminante	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM	
	[ton/año]	[ton/año]	[ton/año]	%
Tolueno	8,584	7,507	16,091	32
Xileno	4,823	4,205	9,028	18
Benceno	2,751	2,898	5,649	11
2,2,4 Trimetilpentano	2,970	2,631	5,601	11
Metil terbutil éter	2,362	2,344	4,706	9
Formaldehído	1,751	1,000	2,751	5
Etilbenceno	1,283	1,137	2,420	5
n-Hexano	684	598	1,282	3
Acetaldehído	528	324	852	2
Otros (incluye metales)	955	695	1,650	3
Total	26,691	23,339	50,030	100



Gráfica 4.5 Contribución de emisiones de fuentes móviles por entidad

Los vehículos de uso particular que son los más abundantes de la flota vehicular, generan casi la mitad de los hidrocarburos aromáticos de la fuentes móviles y en general, el 70% de las emisiones de contaminantes tóxicos. En lo que se refiere a vehículos con otro tipo de uso, el transporte de pasajeros representa el 6% de la flota y genera el 18% de las emisiones, finalmente, el transporte de carga contribuye con el 12% restante de contaminantes tóxicos.

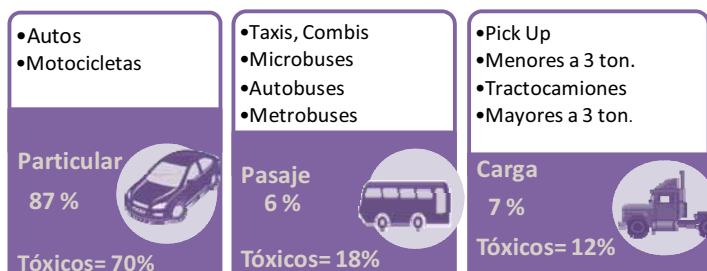


Figura 4.2 Flota vehicular por tipo de uso y emisiones de contaminantes tóxicos

Como se mencionó anteriormente, las emisiones de fuentes móviles son generadas por el proceso de combustión (emisiones del escape) o por evaporación del combustible; las emisiones por escape son las que se generan en mayor cantidad y representan el 78% del total, el Distrito Federal contribuye con el 43% y el Estado de México con el 35% restante.



Gráfica 4.6 Emisiones por escape y evaporativas

Aún cuando el Estado de México genera casi la mitad de las emisiones de las fuentes móviles, las emisiones por escape son mayores en el Distrito Federal, ya que esta entidad concentra el 66% de los vehículos a diesel. A continuación se presentan dichas emisiones por tipo de vehículo y entidad federativa.

Tabla 4.6 Emisiones de contaminantes tóxicos por escape y evaporativas

Tipo de vehículo	Distrito Federal		Estado de México		ZMVM	
	[ton/año]		[ton/año]		[ton/año]	
	Escape	Evaporativas	Escape	Evaporativas	Escape	Evaporativas
Autos particulares	7,095	3,692	8,716	4,280	15,811	7,972
Taxis	1,791	925	1,113	546	2,904	1,471
Combis	116	22	1,775	280	1,891	302
Microbuses	373	77	887	94	1,260	171
Pick up	345	65	2,212	351	2,557	416
Vehículos ≤ 3 Ton	76	9	1,133	109	1,209	118
Tractocamiones	467	N/A	142	N/A	609	N/A
Autobuses	414	7	226	10	640	17
Vehículos > 3 Ton	569	91	506	108	1,075	199
Motocicletas	10,428	125	840	11	11,268	136
Metrobuses	4	N/S	N/S	N/S	4	N/S
Total	21,678	5,013	17,550	5,789	39,228	10,802

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

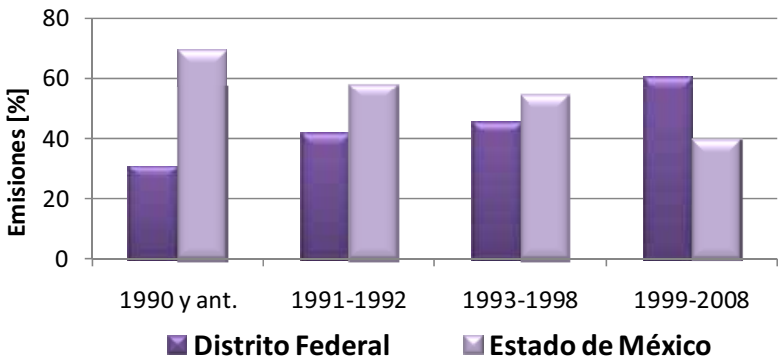
Debido a las restricciones de circulación de la flota vehicular, con base en la edad y emisiones de los vehículos, es importante analizarla por año modelo. De los vehículos a gasolina (4.3 millones), el 14% son modelos 1990 y anteriores, los cuales no cuentan con sistemas de control de emisiones; aproximadamente el 5% son modelos 1991-1992, éstos ya traen incorporados convertidores catalíticos de dos vías, que permiten disminuir las emisiones de COV y CO; el resto de los vehículos (81%) corresponde a modelos 1993 y posteriores, los cuales ya cuentan con convertidores catalíticos de tres vías y otros dispositivos anticontaminantes para reducir las emisiones de COV, CO y NOx.

Con base en lo anterior, a continuación se muestran las emisiones de la flota vehicular por estrato tecnológico, se observa que los vehículos de años modelo 1990 y anteriores aportan el 13% de los tóxicos de las fuentes móviles, además, cabe mencionar que el mismo estrato en el Estado de México genera más del doble de emisiones.

Es importante mencionar que las emisiones de los vehículos 1993 y posteriores, registrados en el Distrito Federal, los cuales ya cuentan con tecnología para reducción de CO, COV y NOx, en conjunto tienen emisiones más altas que los registrados en el Estado de México, debido a que la flota vehicular es mayor.

Tabla 4.7 Contaminantes tóxicos de vehículos a gasolina, por estrato tecnológico

Estrato tecnológico	Contaminante que controla	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM	
		ton/año	ton/año	ton/año	%
1990 y ant.	Sin control	1,980	4,433	6,413	13
1991-1992	CO y COV	1,375	1,902	3,277	7
1993-1998	CO, COV, NOx	3,608	4,292	7,900	16
1999-2008	CO, COV, NOx	18,712	12,163	30,875	64
Total		25,675	22,790	48,465	100



Gráfica 4.7 Contribución porcentual de contaminantes tóxicos (gasolina)

De las unidades que utilizan diesel en la ZMVM, alrededor del 38% son unidades año modelo 1993 y anteriores, aproximadamente el 8% y cerca del 54% son vehículos que traen mejoras tecnológicas para cumplir con los estándares de emisión EPA 94 y EPA 98 respectivamente. Con base en lo anterior, a continuación se presentan las emisiones de los vehículos a diesel, por entidad y estrato tecnológico.

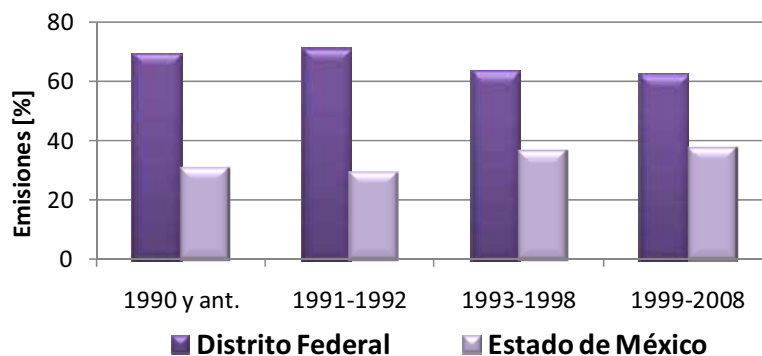
TOLUENO
METANOL
1,1,1-TRICLOROETANO
TRICLOROETILENO
XILENOS
II-HEXANO

El estrato tecnológico correspondiente a los años más antiguos, aportan el 26% del total de las fuentes móviles de la ZMVM; de los estratos restantes, los vehículos que cumplen con los estándares EPA 94, emiten el 8%, mientras que los modelos más recientes (1998 y posteriores) aportan el 58%, ya que son los más numerosos.

Tabla 4.8 Emisiones de contaminantes tóxicos de vehículos a diesel, por estrato tecnológico

Estrato tecnológico	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM	
	ton/año	ton/año	ton/año	%
1990 y ant.	283	125	408	26
1991-1993	94	39	133	8
1994-1997	77	44	121	8
1998-2008	562	341	903	58
Total	1,016	549	1,565	100

Es importante destacar que las emisiones del Distrito Federal son mayores en comparación con el Estado de México, debido a que en esta entidad se encuentra registrada la mayor parte de la flota vehicular pesada a diesel.



Gráfica 4.8 Contribución porcentual de contaminantes tóxicos (diesel)

4.4 Fuentes naturales

Entre las fuentes naturales que emiten contaminantes tóxicos se encuentran la vegetación y los incendios forestales⁶, además, también se liberan algunos metales tóxicos en las partículas generadas por erosión. La vegetación emite algunos COV como son el metanol, el acetaldehído y otras especies oxigenadas que pueden catalogarse como tóxicas; es importante mencionar que debido a que los COV son una fuente de radicales libres, juegan un papel importante en la química atmosférica.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de contaminantes tóxicos de las fuentes naturales:

⁶ Debido a que los incendios forestales se consideran fuentes de área, las emisiones de los mismos se reportan en el capítulo de Fuentes de Área del presente Inventario.

Tabla 4.9 Procesos asociados a los contaminantes tóxicos de fuentes naturales

Contaminante	Procesos asociados
Acetaldehído	El acetaldehído puede liberarse durante la combustión de biomasa y es un intermediario metabólico en el sistema respiratorio de las plantas. Es importante mencionar que este compuesto se encuentra dentro de los componentes de las hojas de algodón y de tabaco. Además se genera como un antibiótico de las hojas y raíces para dar respuesta a daños por mutilación y plagas (Velasco y Bernabé, 2004).
Metanol	Es producido desde el nacimiento de la planta hasta la maduración y debido a su toxicidad, la planta lo metaboliza mediante reacciones catalizadas por enzimas, que conducen a la formación de formaldehído y ácido fórmico (Kimmerer y McDonald 1987, en Velasco y Bernabé, 2004)
Butadieno	El butadieno se libera por la combustión de biomasa, causada especialmente por incendios forestales.
Etileno	Sirve como hormona para regular el crecimiento y desarrollo de las plantas (Guenther, <i>et al</i> , 2000 en Velasco y Bernabé, 2004)
Fenol	El fenol y sus compuestos son emitidos a la atmósfera debido a la oxidación parcial de la celulosa, en los incendios forestales (Dietrich, H., <i>et al</i> , 1999).
Formaldehído	El formaldehído forma parte del metabolismo en las plantas, sus procesos asociados son el ejercer las funciones vitales y conductancia estomática de las mismas. Además, es uno de los compuestos emitidos en mayor abundancia por la combustión incompleta de biomasa, en los incendios forestales (<i>ibidem</i>)
Cianuro	Los compuestos de cianuro están presentes en la naturaleza, se han encontrado en alrededor de dos mil especies de plantas. Sin embargo, el ferrocianuro de sodio y el ferrocianuro férrico son altamente estables y relativamente inmóviles en el ambiente.
Mercurio	Las partículas de mercurio poseen elevada toxicidad y éstas pueden ser emitidas por la naturaleza, ya que este metal, se encuentra en la corteza terrestre.
Radón	Es un gas radioactivo presente de manera natural en algunas rocas (U.S. EPA, 1991).

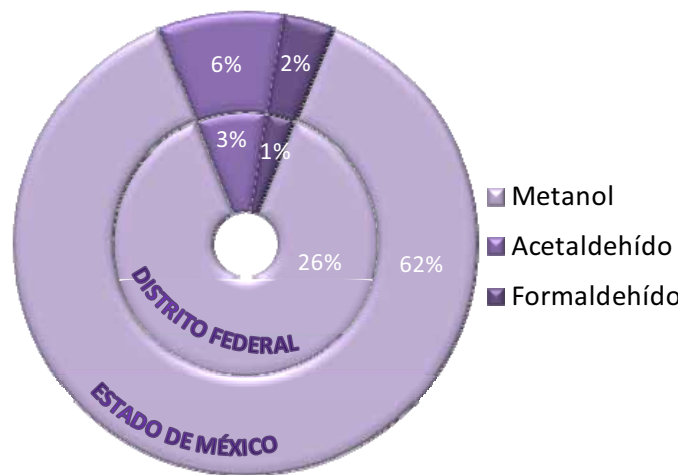
En la ZMVM, las emisiones de contaminantes tóxicos por fuentes naturales son las generadas por la vegetación, así como los metales tóxicos derivados de las partículas de la erosión eólica. Sin embargo, es importante aclarar que los COV naturales son relativamente bajos, comparados con los antropogénicos, ya que representan aproximadamente el 6% de los COV de la ZMVM.

Dentro de los contaminantes tóxicos generados por la vegetación, el metanol es el compuesto de mayor abundancia y representa el 88% de las emisiones naturales. El acetaldehído y el formaldehído contribuyen en menor proporción con un 9% y 3%, respectivamente. En la siguiente tabla y gráfica se muestran las emisiones más significativas de las fuentes naturales, desagregadas por entidad federativa.

Tabla 4.10 Principales contaminantes tóxicos de fuentes naturales

Contaminante	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM	
	[ton/año]	[ton/año]	[ton/año]	%
Metanol	1,854	4,413	6,267	88
Acetaldehído	187	442	629	9
Formaldehído	74	172	246	3
Metales tóxicos	1	4	5	N/S
Total	2,116	5,031	7,147	100

N/S : No Significativo



Gráfica 4.9 Principales contaminantes tóxicos de las fuentes naturales

5. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE LOS CONTAMINANTES TÓXICOS

TOLUENO
1,1,1-TRICLOROETANO
METANOL
TRICLOROETILENO
XILENOS
n-HEXANO

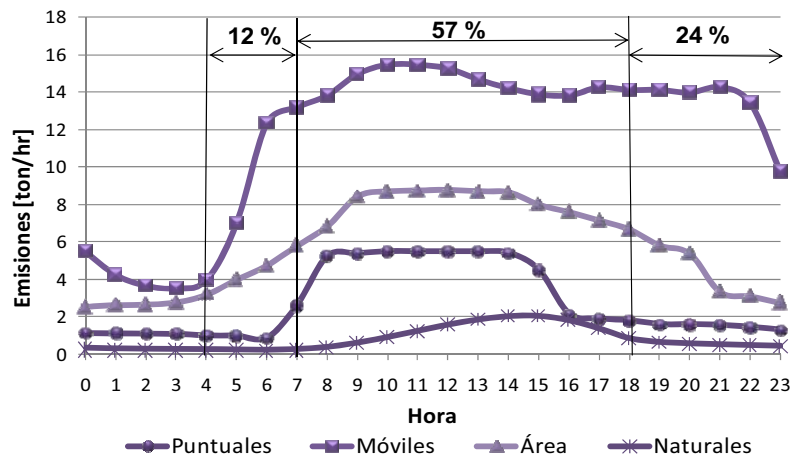
5.1 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES TÓXICOS

Debido a que los contaminantes tóxicos de la ZMVM, no se emiten de manera homogénea durante el día ó temporada climática, a continuación se presenta la distribución horaria promedio de las emisiones por tipo de fuente, así como la distribución diaria promedio por temporada climática, lo cual permite analizar su comportamiento a través del día y durante el año.

Distribución horaria de los contaminantes tóxicos

Los contaminantes tóxicos no se emiten de manera uniforme a través del día, puesto que cada fuente emisora tiene un horario en el que desarrolla sus principales actividades. La Gráfica 5.1 presenta las emisiones horarias promedio de los contaminantes tóxicos por tipo de fuente; con base en ésta, se observa que las emisiones comienzan a incrementarse a partir de las 4:00 a.m., ocasionadas básicamente por las fuentes móviles y las fuentes de área, ya que en ese horario comienzan las actividades y traslados a centros escolares y de trabajo.

Las máximas emisiones se presentan entre las 10:00 y las 12:00 horas y, aún cuando en dichas horas hay aporte de todas las fuentes, las principales emisiones son generadas por las fuentes móviles, las emisiones comienzan a disminuir después de las 21:00 horas, que es cuando el tráfico comienza a bajar de intensidad.



Gráfica 5.1 Emisión diaria de contaminantes tóxicos por tipo de fuente

Distribución diaria por temporada climática

Es importante mencionar que las emisiones de contaminantes tóxicos difieren poco entre cada temporada, dicha diferencia se debe básicamente a la variación de las condiciones meteorológicas de la zona (precipitación, temperatura y radiación, por mencionar algunas), así como a la calidad y cantidad de los combustibles que se consumen en cada temporada.

La Tabla 5.1 presenta las emisiones promedio por día para cada temporada climática, mismas que muestran una variación de aproximadamente el 1% entre las diferentes temporadas.

Tabla 5.1 Emisión de contaminantes tóxicos por temporada [ton/día]

Contaminante	Seca fría	Seca caliente	Lluvias
Tolueno	123.7	125.0	124.5
Isómeros de xileno	51.5	52.1	51.8
Metanol	39.1	39.6	39.4
1,1,1-Tricloroetano	24.0	24.3	24.2
Metil etil cetona	20.1	20.3	20.3
N-hexano	20.0	20.2	20.2
Benceno	17.9	18.1	18.0
2,2,4-Trimetilpentano	17.1	17.2	17.2
1,1,2,2-Tetracloroetileno	16.6	16.8	16.7
Metil t-butil éter	15.5	15.6	15.6
M-xileno	14.5	14.6	14.6
Triclorotrifluorometano	11.5	11.6	11.6
Etilbenceno	11.2	11.3	11.3
Tricloroetileno	11.1	11.2	11.1
Formaldehído	9.6	9.7	9.7
Metil isobutil cetona	8.9	9.0	9.0
Otros	85.6	86.6	86.2
Metales	1.1	1.1	1.1
Total	499	504	502

5.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES TÓXICOS

Para elaborar y sustentar los programas de gestión de la calidad del aire de la ZMVM, se requiere de la distribución espacial de las emisiones, pues esto permite identificar los sectores con mayor aporte de emisiones, ubicar las áreas de mayor atención, así como evaluar sitios con problemas de la calidad del aire, entre otros.

La distribución espacial de las emisiones anuales, se realizó en una malla que abarca la ZMVM con celdas de 1 km². Para las fuentes puntuales, se ubicaron 4,772 industrias en dichas celdas. Las emisiones de las fuentes de área se distribuyeron con base en los AGEBS⁷ por celda y para las fuentes móviles, las emisiones se localizaron sobre las principales avenidas, finalmente, en las fuentes naturales se utilizó el uso de suelo y tipo de vegetación que se localiza en cada celda.

La distribución espacial de todas las fuentes contaminantes se realizó con cartografía digital⁸ en un sistema de información geográfica, lo cual permitió, para fines de visualización, realizar una interpolación con los valores de las emisiones contaminantes en cada celda. Con base en lo anterior, a continuación se presentan los mapas de emisiones de contaminantes tóxicos por cada tipo de fuente emisora, asimismo, se indican las zonas de mayor emisión y las categorías responsables de las mismas.

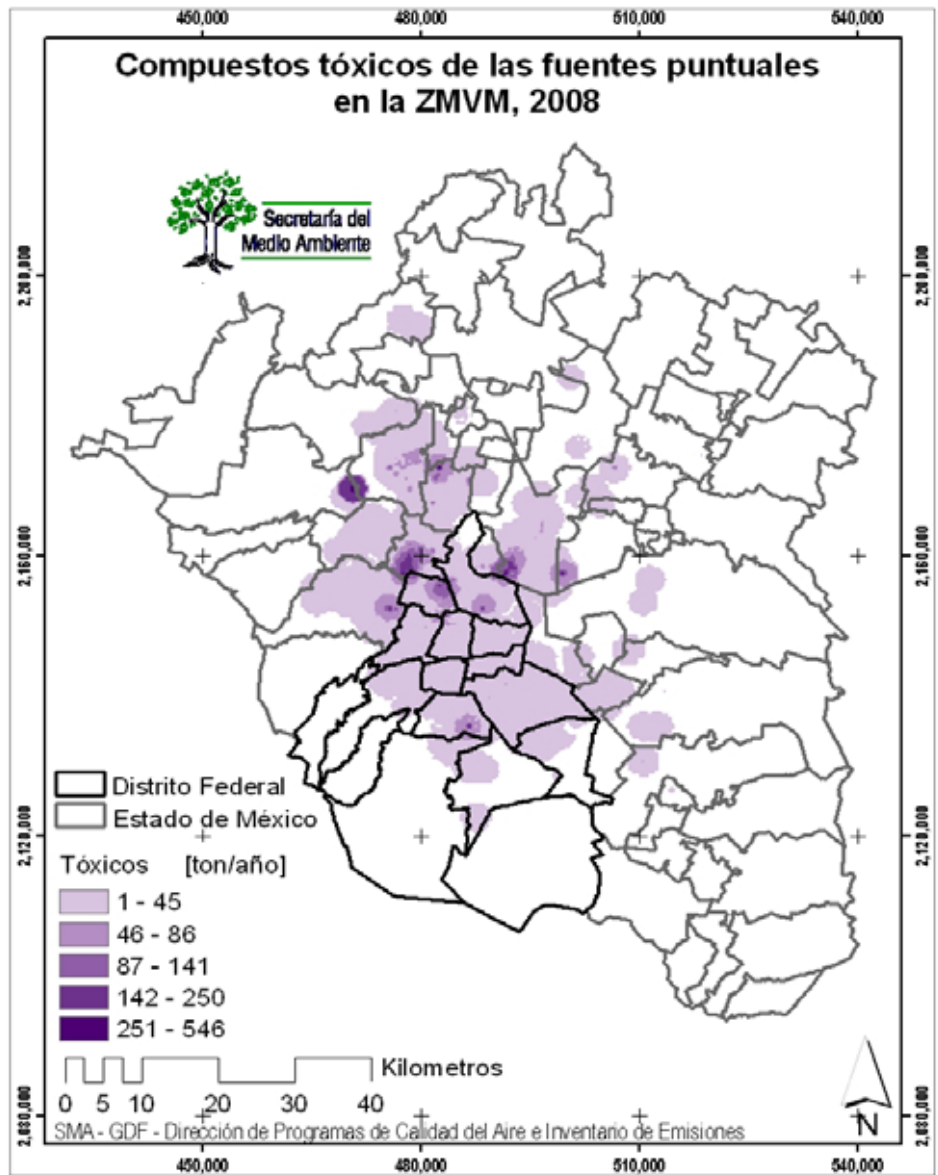
⁷ Área Geoestadística Básica del INEGI

⁸ Cartografía digital de INEGI, SEMARNAT y cartografía creada en la propia Secretaría del Medio Ambiente del GDF.

Fuentes puntuales

Las fuentes puntuales generan el 13% de las emisiones de contaminantes tóxicos de la ZMVM; en el Distrito Federal son generadas principalmente por las zonas industriales (Azcapotzalco y Gustavo A. Madero), dichas emisiones son generadas por la fabricación de sustancias químicas y productos metálicos; en Coyoacán las emisiones se deben al sector de impresión.

En el municipio de Tlalneantla las emisiones son ocasionadas por la industria del papel e impresión, productos metálicos y química; este último sector también es el responsable de las emisiones en Nicolás Romero y Ecatepec (Mapa 5.1). En el municipio de Naucalpan, las emisiones son producto de la industria química y mineral no metálica. Por último, la concentración de emisiones en el municipio de Acolman es ocasionada por la generación de energía eléctrica.



Mapa 5.1 Distribución espacial de las fuentes puntuales

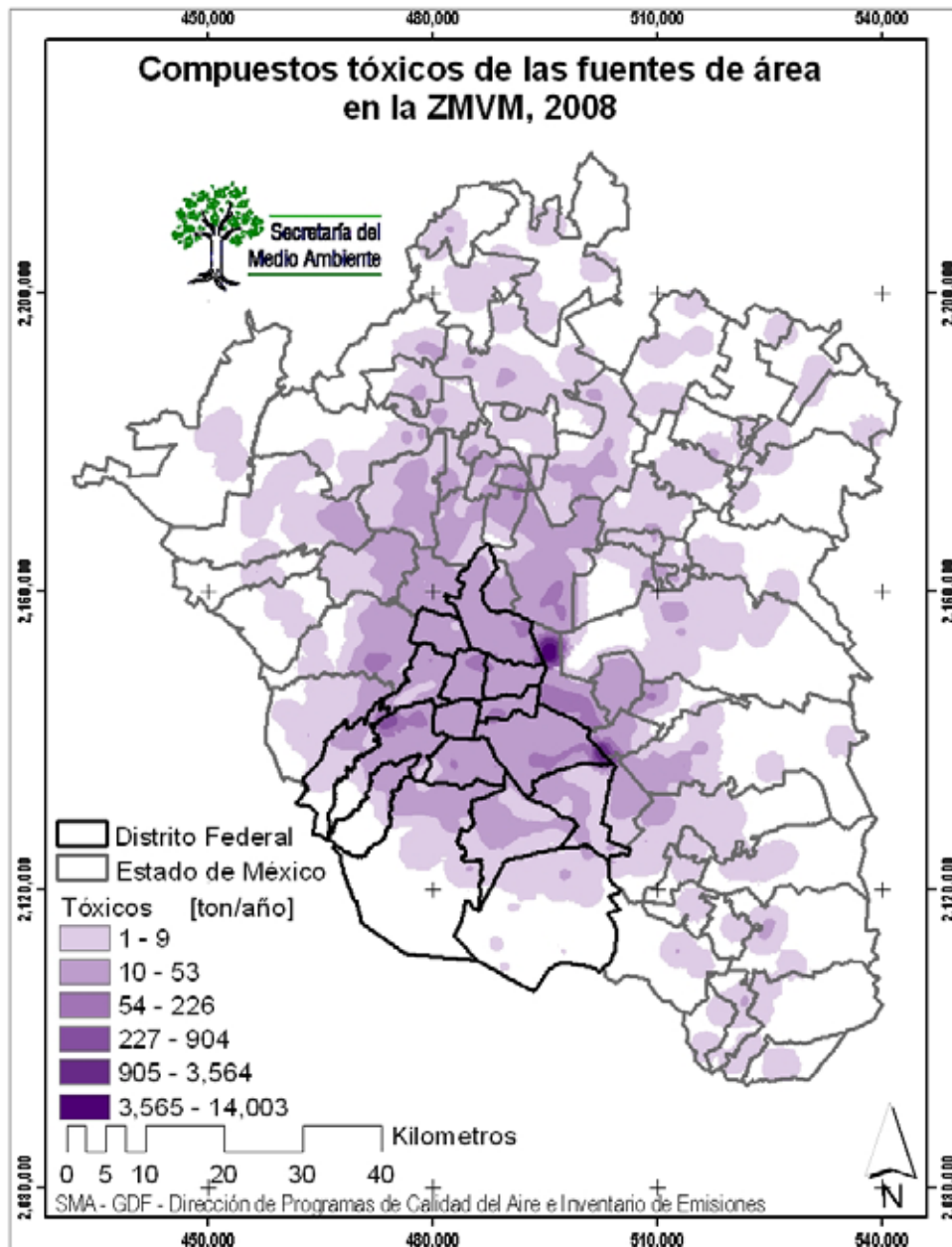
TOLUENO
METANOL
1,1,1-TRICLOROETANO
TRICLOROETILENO
n-HEXANO

Fuentes de área

Las fuentes de área emiten el 56% de las emisiones totales de compuestos tóxicos en la ZMVM, su emisión se debe principalmente al consumo comercial y doméstico de solventes y en segundo lugar a las operaciones de limpieza industrial. Los principales compuestos emitidos son el tolueno, el 1,1,1-tricloroetano y los isómeros de xileno.

Debido a que la mayor emisión se da en los hogares, la distribución espacial sigue un patrón conforme a la mancha urbana de la zona (Mapa 5.2). En la delegación Álvaro Obregón y en los municipios de Nezahualcóyotl y La Paz se observan altas concentraciones de tóxicos, las cuales provienen de los rellenos sanitarios, siendo en su mayoría emisiones de m-xileno.

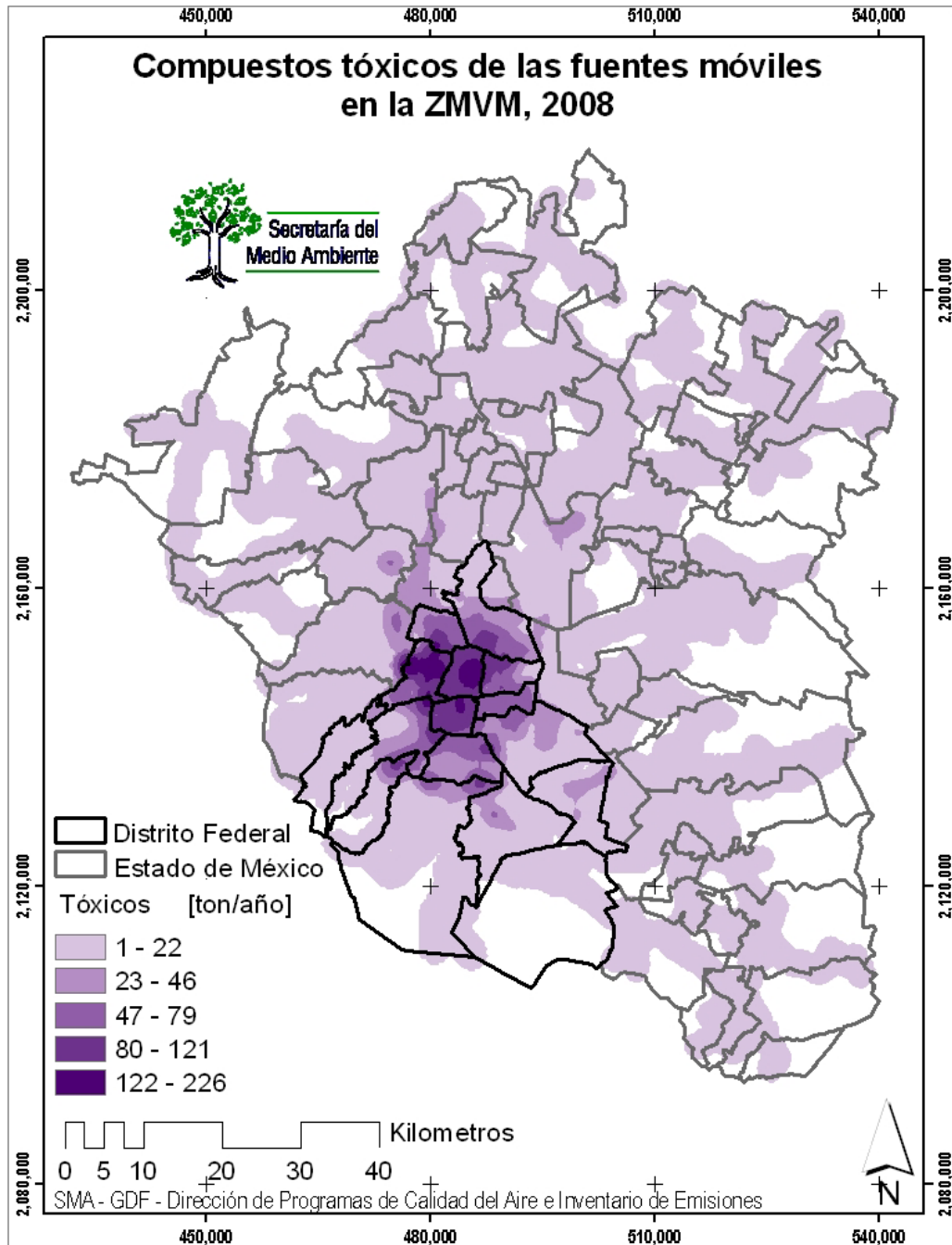
56



Mapa 5.2 Distribución espacial de las fuentes de área

Fuentes móviles

Las fuentes móviles aportan el 27% del total de emisiones tóxicas y su distribución se relaciona con el trazo de las principales calles y avenidas. Como se observa en el Mapa 5.3, las mayores emisiones se localizan al norte y centro del Distrito Federal, principalmente en las delegaciones Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza, las cuales son las que presentan mayor tránsito; las emisiones disminuyen conforme se avanza hacia los extremos de la ciudad, donde el flujo vehicular es más escaso.



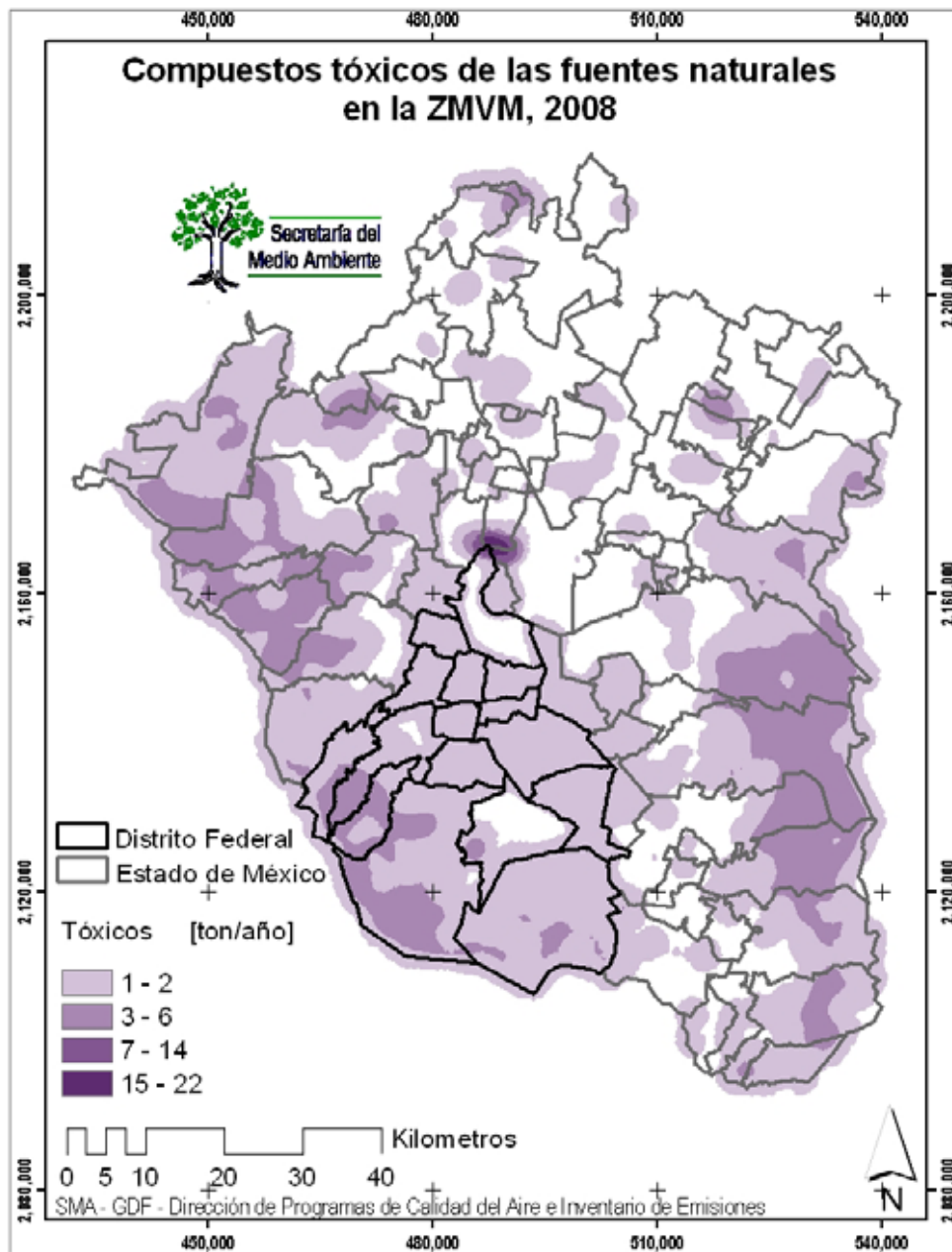
Mapa 5.3 Distribución espacial de las fuentes móviles

Fuentes naturales

Debido a que los principales compuestos tóxicos emitidos por fuentes naturales son generados por la vegetación, su emisión se localiza en las zonas arboladas de la ZMVM. En el Distrito Federal se localizan principalmente en las delegaciones de Tlalpan, Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, así como en la Gustavo A. Madero.

En el Estado de México se localizan las mayores concentraciones en el municipio de Coacalco y en los extremos oriente y poniente del estado, ya que es donde se ubican las zonas de pino y encino principalmente.

58



Mapa 5.4 Distribución espacial de las fuentes naturales

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

TOLUENO
1,1,1-TRICLOROETANO
n-HEXANO
METANOL TRICLOROETILENO
XILENOS

6.1 CONCLUSIONES

Se estimaron las emisiones de 120 contaminantes tóxicos, las cuales ascienden a 183 mil toneladas anuales, el tolueno fue el principal contaminante representando el 25% del total, le siguen en emisión los isómeros de xileno, aportando el 10%, así como el metanol y el 1,1,1-Tricloroetano con 8% y 5% respectivamente.

La emisión de contaminantes tóxicos está asociada principalmente al uso de pinturas, barnices y solventes empleados en actividades de recubrimiento y limpieza de superficies (industriales y arquitectónicas), así como a los procesos de combustión de los autos particulares y a las emisiones generadas por la vegetación. Las delegaciones ubicadas en la región norte del Distrito Federal y los municipios conurbados a ésta, concentran la mayor cantidad de emisiones, debido a los grandes parques industriales y a las numerosas vialidades localizadas en dicha región.

Por tipo de fuente contaminante, las fuentes de área aportan el 56% del total, y en segundo lugar se encuentran las fuentes móviles con un 27%. De las emisiones estimadas, el 99% proviene de los compuestos orgánicos totales y el 1% lo componen los metales presentes en las partículas.

Por categoría de emisión individual, los autos particulares son los de mayor emisión, representando el 13% del total, en segundo y tercer lugar se encuentran las categorías de limpieza y recubrimiento de superficies industriales con un 12% y 9%, respectivamente. En el sector industrial, las actividades más contaminantes son las relacionadas con la fabricación del papel e imprentas, las de sustancias químicas y la de productos metálicos,

De las emisiones por entidad federativa, el Estado de México contribuye con el 55% del total y el 45% restante lo aporta el Distrito Federal. Cabe mencionar que en ambas entidades las fuentes móviles y de área son los sectores de mayor emisión y el tolueno es el principal contaminante generado, debido a la limpieza y recubrimiento de superficies industriales y a los vehículos a gasolina

Respecto al xileno (isómeros y mezclas), el benceno y el Etilbenceno, en ambas entidades son generados principalmente por los vehículos a gasolina. En el caso del formaldehído, el Distrito Federal contribuye en mayor proporción, debido a las emisiones de escape de los vehículos pesados a diesel, pues en dicha entidad se encuentran registrados más del 75% de las unidades a diesel. Por último, en el Estado de México la gran contribución del m-xileno está asociada a la emisión de los rellenos sanitarios.

6. 2 RECOMENDACIONES

La información presentada en este inventario proporciona las emisiones de contaminantes tóxicos del aire en la ZMVM, por tipo de contaminante y fuente generadora, por lo que puede ser utilizada para la evaluación de impactos a la salud y servir de base para el establecimiento de normas que regulen dichos contaminantes o a sus categorías de emisión.

Respecto a las emisiones de tóxicos en las fuentes puntuales, éstas se encuentran relacionadas con las emisiones de COT y PM_{10} , por lo que las acciones que se lleven a cabo en materia de control en este sector, tendrán un impacto positivo en la reducción de emisiones de contaminantes tóxicos, principalmente en los sectores de fabricación de productos metálicos, en la industria química y en la de fabricación e impresión de papel, por ser las más emisoras.

Para futuros inventarios de contaminantes tóxicos del aire, se deberán incorporar otros compuestos, así como las actividades que no fueron contempladas en el presente por falta de información. Para esto, es necesario impulsar el desarrollo de estudios en campo que permitan conocer más a detalle los contaminantes tóxicos de mayor importancia para las actividades inventariadas.

Es necesario desarrollar estudios para desagregar perfiles de especiación de contaminantes, fundamentalmente en las categorías de mayor contribución, como son: el uso de solventes industriales y el recubrimiento de superficies. En particular, para el caso de las fuentes móviles, se requiere de factores de emisión locales y de datos de actividad vehicular, que ayuden a reducir la incertidumbre en las estimaciones. Además, es necesario contar con bases de datos integrales de la flota vehicular en circulación y se debe reforzar la calidad de la información.

Por otra parte, se debe impulsar la incorporación de autos nuevos con un mayor rendimiento de combustible y fomentar el uso de transporte no motorizado para recorridos locales, así como incrementar el uso del transporte público masivo, para disminuir el uso del automóvil.

7. BIBLIOGRAFÍA

TOLUENO
1,1,1-TRICLOROETANO
n-HEXANO
METANOL
TRICLOROETILENO
XILENOS

- Centro de estudios de sanidad ambiental (s/f) [en línea]. *Características fisicoquímicas de la gasolina*. Consultado en noviembre de 2007 de: <http://www.envtox.ucdavis.edu/CEHS/TOXINS/SPANISH2/Gasoline.htm>
- CONAPO (2006) [en línea]. *Situación demográfica de México 2006*. México. Consultado en noviembre de 2007 de: http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/sdm2006/sdm06_01.pdf
- CONAPO (2008) [base de datos]. *Proyección de los hogares y viviendas 2005-2050*. México. Consultado en octubre de 2008 de: <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/hogares/hogares.xls>
- CONAPO (2008a) [base de datos]. *Proyecciones de la Población de México 2005-2050*. México. Obtenido en octubre de 2008 de: <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/proy/municipales.xls>
- Chow, J.C., et al. (2002). *Chemical composition of PM_{2.5} and PM₁₀ in Mexico City during winter 1997* en *The Science of the Total Environment* (Vol. 287, Núm. 3, pp. 177-201). Gran Bretaña, Inglaterra: Elsevier
- Chow, J.C. et al. (2000). *Reconciling Urban Fugitive Dust Emissions Inventory and Ambient Source Contribution Estimates: Summary of Current Knowledge and Needed Research*. Desert Research Institute. Energy and Environmental Engineering Center.
- GODF (2005) [en línea]. *Declaratoria de la Zona Metropolitana del Valle de México* publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, D.F., México. Consultado en 2006 de: <http://www.asambleadf.gob.mx/cm/14/ac004.pdf>
- GloBEIS Versión 3.2 (2008) [Software de computadora]. United States Environmental Protection Agency, USA: U.S. EPA.
- EPCHC (2006). *2006 Annual report*. The Environmental Protection Commission of Hillsborough County. Consultado en noviembre de 2009: Autor
- INEGI (1997). *Clasificación Mexicana de Actividades y Productos, Censos Económicos 1994* (3ª reimpresión). D.F., México: Autor
- INEGI (2008a) [en línea]. *Sistema de cuentas nacionales de México. Producto Interno Bruto por entidad federativa 2001-2006*. D.F., México. Consultado en 2009 de: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/derivada/regionales/pib/pibe2006.pdf
- Molina, L. T. y Molina, M. J. (2002). *Air Quality in the México Megacity. An Integrated Assessment* (p. 375). Norwell, MA 02061, USA: Kluwer Academic Publishers.
- Mujica, V. (1999). *Determinación de los Perfiles de Emisión de Compuestos Orgánicos Volátiles en la ZMCM y su aplicación en el modelo CMB*, Tesis doctoral.

- PEMEX Gas y Petroquímica Básica (2008). *Reporte de la calidad de gas licuado en el LPG-Ducto, en las Terminales de Tepeji del Río, San Juan Ixhuatepec, San Martín Texmelucan, Puebla y Tierra Blanca, 2008*. [correo electrónico]. Distrito Federal, México: Diciembre 2008.
- PEMEX Gas y petroquímica básica (1997). *Efecto de los componentes del Gas Licuado de Petróleo en la Acumulación de Ozono, D.F, México: Autor*.
- Radian Internacional LLC, U.S. EPA (1997) [en línea]. *Manuales del Programa de Inventario de Emisiones para México (Vol. II-VI)*. North Carolina, USA: Research Triangle Park. Consultado en 2008 de: http://www.epa.gov/ttn/catc/cica/other3_s.html
- Reza, J., Salazar, G. y Trejo, A. (1997) [en línea]. *Evaluation of composition and evaporation behavior of commercial thinner samples expended in Mexico City (p. 87-95)*. Rev. Int. Contam. Ambient. Consultado en 2009 de: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/370/37013205.pdf>
- San Joaquin Valley Air Pollution Control District (s/f) [en línea]. *2007 Annual Report on the District's Air Toxics Program: California USA*. Consultado en 2008 de: http://www.valleyair.org/busind/pto/Tox_Resources/annual%20report%202007.pdf
- SEMARNAT-INE (2002) [en línea]. *Estudio comparativo de las concentraciones de partículas antropogénicas entre las regiones centro, norte y sur, y oriente y poniente de la ZMVM, mediante microscopía electrónica de barrido y microanálisis elemental por espectrometría de rayos X, D.F., México*. Consultado en 2006 de: http://www2.ine.gob.mx/dgcenica/descargas/Informe_2002sepulveda.pdf
- SEMARNAT-INE (s/f) [en línea]. *IV Desarrollo de la lista de sustancias y de los umbrales de reporte, D.F., México*. Consultado en agosto de 2007 de: <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/144/cap4.html>
- SEDECO (s/f) [en línea]. *Indicadores de actividad industrial del D.F.* Consultado en noviembre de 2007 de: <http://www.sedeco.df.gob.mx/>
- SMA-GDF (2008) [Base de datos]. *Base de datos DATGEN para fuentes puntuales, 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*.
- SMA-GDF (2010). *Inventario de Emisiones de Contaminantes Criterio de la ZMVM, 2008*. México, D.F.: Autor
- 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*. México, D.F. 28 pp.
- U.S. EPA (2003) [Software de computadora]. *Mobile 6.2 México*. United States Environmental Protection Agency: USA. Obtenido en 2006 de: <http://www.epa.gov/OMS/m6.htm>

- U.S. EPA (2004) [en línea]. *Persistent Bioaccumulative and Toxic (PBT) Chemical Program*. Consultado en agosto de 2007 de: <http://www.epa.gov/pbt/index.htm>.
- U.S. EPA (2004) [en línea]. *The original list of hazardous air pollutants*. USA. Consultado en 2008 de: <http://www.epa.gov/ttn/atw/188polls.html> (junio 2007).
- U.S. EPA (2004) [en línea]. National Air Toxics Program: The Integrated Urban Strategy; Notice. EPA. Consultado en noviembre de 2007 de: <http://www.epa.gov/ttn/atw/urban/fr19jy99.pdf>
- U.S. EPA (2004) [en línea]. Technology Transfer Network. Air Toxics Web Site. USA. Consultado en agosto de 2007 de: <http://www.epa.gov/ttn/atw/urban/urbanfs.html>.
- U.S. EPA (2005) [base de datos]. *Factor Information Retrieval (FIRE) V 6.25*. USA. Consultado en 2008 de: <http://cfpub.epa.gov/oarweb/index.cfm?action=fire.main>
- U.S. EPA (2005a). *AP-42 Compilation for Air Pollutant Emission Factors in AP-42 fifth edition (vol. I-V)*, [CD ROM] USA: Autor.
- U.S. EPA (2007) [en línea]. Health Effects Notebook for Hazardous Air Pollutants, USA. Consultado en agosto de 2007 de: <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/hapindex.html>
- U.S. EPA (2007a) [en línea]. *California Emission Inventory and Reporting System (CEIDARS)–Organic gas profile*. USA. Obtenido en 2008 de: <http://www.arb.ca.gov/ei/speciate/dnldopt.htm>
- U.S. EPA (2007b) [en línea]. *California Emission Inventory and Reporting System (CEIDARS)–Particulate Matter (PM Speciation Profiles 2007)*. USA. Obtenido en 2008 de: <http://www.arb.ca.gov/ei/speciate/dnldopt.htm>
- U.S. EPA (2008a) [base de datos]. *Speciate V.4.2*. USA. Obtenido en 2008 de: <http://www.epa.gov/ttn/chief/software/speciate/>
- Velasco, E. y Bernabé, R.M. (2004). Emisiones biogénicas. Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles no metano de la vegetación y óxido nítrico del suelo
- Velasco, E., Lamb, B., 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* (p. 7, 329-353). Atmospheric Chemistry and Physics.
- Battye, W., et al. (2002). Development of Emissions Inventory Methods for Wildland Fire, Final Report. 2002. U. S. EPA.
- Yarwood, G. (2002). User's guide to the Global Biosphere Emissions and Interaction System GloBEIS (Version 3.0). USA.

8. ANEXOS

TOLUENO
1,1,1-TRICLOROETANO
n-HEXANO
METANOL TRICLOROETILENO
XILENOS

ANEXO 1. LISTADO DE CONTAMINANTES TÓXICOS EVALUADOS EN LA ZMVM, 2008

Tabla A 1.1 Contaminantes evaluados en la ZMVM, 2008

CAS	Contaminante	CAS	Contaminante	CAS	Contaminante
71-55-6	1,1,1-Tricloroetano	75-01-4	Cloruro de vinilo	142-82-5	N-heptano
106-88-7	1,2 Epoxibutano	1319-77-3	Cresol (ácido cresílico, o-cresol, m-cresol, p-cresol)	110-54-3	N-hexano
526-73-8	1,2,3-Trimetilbenceno	84-74-2	Dibutilftalato	103-65-1	N-propilbenceno
95-63-6	1,2,4-Trimetilbenceno	75-09-2	Diclorometano (cloruro de metileno)	95-94-8	O-clorotolueno
108-67-8	1,3,5-Trimetilbenceno	111-42-2	Dietanolamina	95-50-1	O-diclorobenceno
106-99-0	1,3-Butadieno	111-46-6	Dietilén glicol	75-21-8	Óxido de etileno
105-05-5	1,4-Dietilbenceno (para)	29718-36-3	Dimetil bencil alcohol	141-79-7	Óxido de mesitilo (isobutenil metil cetona)
611-14-3	1-Metil-2-etilbenceno	100-42-5	Estireno	95-47-6	o-Xileno
620-14-4	1-Metil-3-etilbenceno	1569-02-4	Etil éter	30525-89-4	Paraformaldehído
622-96-8	1-Metil-4-etilbenceno	100-41-4	Etilbenceno	106-46-7	p-Diclorobenceno
107-98-2	1-Metoxi-2-propanol	107-21-1	Etilén glicol	82-68-8	Pentacloronitrobenceno
124-11-8	1-Noneno	2807-30-9	Etilén glicol propil éter (2-propóxietanol)	127-18-4	Percloroetileno
540-84-1	2,2,4-Trimetilpentano	74-85-1	Etileno	129-00-0	Pireno
108-08-7	2,4-Dimetilpentano	85-01-8	Fenantreno	25322-68-3	Polietilén glicol
5779-94-2	2,5-Dimetilbenzaldehído	538-68-1	Fenilbenceno	108-65-6	Propilén glicol monometil éter)
108-11-2	4-Metil-2-pentanol	108-95-2	Fenol	123-38-6	Propionaldehído
83-32-9	Acenafteno	86-73-7	Fluoreno	104-87-0	p-Tolualdehído
208-96-8	Acenaftileno	50-00-0	Formaldehído	106-42-3	p-Xileno
75-07-0	Acetaldehído	107-22-2	Glioxal	98-06-6	T-butilbenceno
111-15-9	Acetato de cellosolve	111-30-8	Glutaraldehído	815-24-7	Tetrametilpentanona
108-05-4	Acetato de vinilo	67-72-1	Hexacloroetano	108-88-3	Tolueno
98-86-2	Acetofenona	00-01-17	Hexanal (hexanaldehído)	00-01-46	Trans-2-buteno
67-64-1	Acetona	78-59-1	Isoforona (3,5,5-trimetil-2-ciclohexen-1-ona)	79-01-6	Tricloroetileno
75-05-8	Acetonitrilo	00-01-81	Isómeros de decano	75-69-4	Triclorotrifluorometano
107-02-8	Acroleína (2-propenal)	00-01-80	Isómeros de undecano	121-44-8	Trietilamina
100-51-6	Alcohol bencilico	1330-20-7	Isómeros de xileno	143-22-6	Trietilen glicol monobutil éter
62-53-3	Anilina	98-82-8	Isopropilbenceno	25551-13-7	Trimetilbenceno (mezcla)
120-12-7	Antraceno	67-56-1	Metanol	1300-71-6	Xilenol
71-43-2	Benceno	78-93-3	Metil etil cetona	7440-36-0	Antimonio
431-03-8	Biacetil (dimetil glioxal)	11012-3	Metil isoamil cetona (isopentil metil cetona)	7440-38-2	Arsénico inorgánico
95-52-4	Bifenil (fenilbenceno)	108-10-1	Metil isobutil cetona	7440-41-7	Berilio
90-43-7	Bifenilol	1634-04-4	Metil t-butil éter	7440-43-9	Cadmio
74-83-9	Bromuro de metilo	78-98-8	Metilglioxal	7440-48-4	Cobalto
104-51-8	Butilbenceno	80-62-6	Metilmetacrilato	7440-47-3	Cromo
63-25-2	Carbarilo (metilcarbamat de 1-naftilo)	620-14-41	M-etiltolueno	7723-14-0	Fósforo
110-80-5	Cellosolve (2-etoxi-etanol)	34590-94-8	Monometil éter dipropilén glicol	7439-96-5	Manganeso
10061-01-5	Cis-1,3-dicloropropileno	108-38-3	M-xileno	7439-97-6	Mercurio
108-90-7	Clorobenceno	108-38-3; 106-42-3	M-xileno y p-xileno	7440-02-0	Níquel
67-66-3	Cloroformo	8030-30-6	Nafta	7439-92-1	Plomo
74-87-3	Cloruro de metilo	91-20-3	Naftaleno	7782-50-5	Cloro

ANEXO 2. FACTORES DE EMISIÓN Y FRACCIONES DE ESTIMACIÓN PARA COT Y PM₁₀

A. Fuentes puntuales

Tabla A 2.1 Factores de emisión de contaminantes tóxicos de fuentes puntuales obtenidos del FIRE

Actividad	CAS	Contaminante	Factor de emisión [kg/unidad]	Unidad
Industria de la bebida	75-07-0	Acetaldehído	3.20E-04	m ³ de vino tinto producido
			8.60E-06	m ³ de vino blanco producido
	7783-06-4	Ácido Sulfhídrico	2.00E-04	m ³ de vino tinto producido
			1.70E-04	m ³ de vino blanco producido
	67-56-1	Metanol	3.00E-04	m ³ de vino tinto producido
			7.70E-05	m ³ de vino blanco producido
7783-06-4	Ácido Sulfhídrico	5.70E-05	m ³ de cerveza embotellada	
Industria textil de fibras duras y cordelería de todo tipo	71-43-2	Benceno	7.20E-04	ton de Rayón producido
	50-00-0	Formaldehído	1.60E-02	ton de Rayón producido
	108-88-3	Tolueno	2.40E-03	ton de Rayón producido
Fabricación de productos de aserradero y carpintería. (Excluye muebles)	98-82-8	Cumeno	3.10E-05	ton de madera (tabla) secada en horno
	100-41-4	Etil Benceno	1.70E-06	ton de madera (tabla) secada en horno
	50-00-0	Formaldehído	1.10E-02	ton de madera (tabla) secada en horno
	74-83-9	Bromo Metano	1.30E-05	ton de madera (tabla) secada en horno
	74-87-3	Clorometano	5.00E-05	ton de madera (tabla) secada en horno
	75-09-2	Cloruro de Metileno	2.90E-04	ton de madera secada en horno (aglomerado)
	123-38-6	Propionaldehído	5.00E-03	ton de madera secada en horno (aglomerado)
	100-42-5	Estireno	2.60E-04	ton de madera secada en horno (aglomerado)
	108-88-3	Tolueno	5.90E-03	ton de madera secada en horno (aglomerado)
Fabricación de envases y otros productos de madera y corcho (Excluye muebles)	50-00-0	Formaldehído	2.10E-02	ton de madera seca en horno (combustible madera-pino)
	110-54-3	Hexano	1.20E-05	ton de madera secada en horno
	108-10-1	Metil Isobutil Cetona	3.70E-05	ton de madera (tabla) secada en horno
	75-09-2	Cloruro de Metileno	2.90E-04	ton de tabla de mediana densidad secado en horno
	91-20-3	Naftaleno	3.00E-04	ton de tabla de mediana densidad secado en horno
	123-38-6	Propionaldehído	5.90E-03	ton de tabla de mediana densidad secado en horno
	540-84-1	2,2,4-Trimetilpentano	2.80E-04	ton de tabla de mediana densidad secado en horno
Manufactura de celulosa, papel y sus productos	75-07-0	Acetaldehído	3.60E-04	cantidad de celulosa blanqueada secada por aire
	71-43-2	Benceno	9.10E-05	
	50-00-0	Formaldehído	3.80E-02	ton de madera secada en horno
	7647-01-0	Ácido Clorhídrico	1.00E-06	ton de pulpa secada con aire, No blanqueada
	67-56-1	Metanol	3.90E+00	ton de pulpa blanqueada secada con aire
	74-87-3	Clorometano	6.80E-04	ton de madera (cartón) secada en horno
	75-09-2	Cloruro de Metileno	6.90E-05	ton de pulpa blanqueada secada con aire.
Fabricación de sustancias químicas básicas (Excluye las petroquímicas básicas)	98-82-8	Cumeno	7.80E-01	ton de fenol producido
	100-41-4	Etil Benceno	3.80E-04	
	67-56-1	Metanol	5.70E-02	ton de glico éter producido
	75-09-2	Cloruro de Metileno	1.90E+00	ton de prod. (fabricación de acetaldehído)
	78-93-3	Metil Etil Cetona (2-Butanona)	4.50E-02	ton de fenol producido
Industria de las fibras artificiales y/o sintéticas	7647-01-0	Ácido Clorhídrico	1.80E-03	ton de neopreno producido en fibras

Actividad	CAS	Contaminante	Factor de emisión	Unidad
Fabricación de otras sustancias y productos químicos	75-07-0	Acetaldehído	1.90E-03	ton de fenol producido
	7647-01-0	Ácido Clorhídrico	8.20E-01	ton de ácido final producido
	74-87-3	Clorometano	1.40E+00	ton de clorometano
	108-95-2	Fenol	9.10E-03	ton de material procesado (alcohol)
	50-00-0	Formaldehído	1.40E-01	ton de solución de Formaldehído al 37% usado
Elaboración de productos de plástico	106-99-0	1,3-Butadieno	1.90E-04	ton de producto producido
	126-99-8	Cloropreno	3.60E-05	
	75-01-4	Cloruro de vinilo	7.70E+00	
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	50-00-0	Formaldehído	1.60E+00	ton de material procesado
Industria básica del hierro y del acero	71-43-2	Benceno	4.10E-03	ton de hierro gris fundido
	7647-01-0	Ácido Clorhídrico	7.40E-04	ton de acero producido
	91-20-3	Naftaleno	2.90E-08	ton de tubería de hierro gris
Industrias básicas de metales no ferrosos. Incluye el tratamiento de combustibles nucleares	50-00-0	Formaldehído	5.40E-03	ton de plomo procesado
	7664-39-3	Ácido Fluorhídrico	2.20E+00	ton de aluminio producido
Fabricación de mezcla asfáltica	71-55-6	1,1,1-Tricloroetano	2.20E-05	ton de asfalto producido
	540-84-1	2,2,4-Trimetilpentano	1.80E-05	ton de asfalto producido
	71-43-2	Benceno	1.80E-04	ton de asfalto producido
	50-32-8	Benzo (a) pireno	4.20E-09	ton de asfalto producido
	100-41-4	Etil Benceno	1.10E-04	ton de asfalto producido
	50-00-0	Formaldehído	7.30E-04	ton de asfalto producido
	1330-20-7	Xilenos (Isómeros y Mezclas)	9.10E-05	ton de asfalto producido
	91-20-3	Naftaleno	2.20E-05	ton de asfalto producido
	110-54-3	Hexano	4.20E-04	ton de asfalto producido
	108-88-3	Tolueno	9.10E-05	ton de asfalto producido
	75-15-0	Sulfuro de Carbono	9.10E-07	ton de asfalto producido
	75-09-2	Cloruro de Metileno	1.50E-08	ton de asfalto producido
	75-00-3	Cloruro de etilo	2.20E-07	ton de asfalto producido
	74-83-9	Bromuro de metilo	2.70E-07	ton de asfalto producido
	74-87-3	Clorometano	1.30E-06	ton de asfalto producido
	78-93-3	Metil etil cetona	2.20E-06	ton de asfalto producido
	100-42-5	Estireno	3.00E-07	ton de asfalto almac. en silo
Fundición y moldeo de piezas metálicas, ferrosas y no ferrosas	75-07-0	Acetaldehído	2.20E-02	cantidad de plomo producido
	71-43-2	Benceno	1.00E-01	cantidad de plomo producido
	98-82-8	Cumeno	3.60E-03	ton de plomo producido
	100-41-4	Etil Benceno	3.00E-02	ton de plomo
	50-00-0	Formaldehído	1.40E-04	ton de latas de aluminio procesadas
	110-54-3	Hexano	1.30E-02	ton de plomo producido
	7647-01-0	Ácido Clorhídrico	1.60E+00	ton de latas de aluminio procesadas
	7664-39-3	Ácido Fluorhídrico	1.50E-03	ton de latas de aluminio procesada
	74-83-9	Bromuro de Metilo (Bromometano)	5.00E-03	ton de plomo producido
	74-87-3	Clorometano	9.10E-02	ton de plomo producido
	78-93-3	Metil Etil Cetona (2-Butanona)	8.20E-03	ton de plomo producido
	75-09-2	Cloruro de Metileno	3.50E-03	ton de plomo producido
	91-20-3	Naftaleno	2.80E-02	ton de plomo producido
	100-42-5	Estireno	2.00E-01	ton de plomo producido
	108-88-3	Tolueno	1.00E-01	ton de plomo producido
1330-20-7	Xilenos (Isómeros y Mezclas)	2.30E-02	ton de plomo producido	
Fabricación de otros productos metálicos (Excluye maquinaria y equipo)	7647-01-0	Ácido Clorhídrico	7.40E-04	ton de tubo de acero producido
Combustión de Diesel	50-00-0	Formaldehído	4.00E-03	m3 de Diesel quemado
Combustión de Combustible Pesado	71-43-2	Benceno	1.30E-04	m3 de Combustible Pesado quemado
	100-41-4	Etil Benceno	1.70E-04	m3 de Combustible Pesado quemado

Actividad	CAS	Contaminante	Factor de emisión	Unidad
	50-00-0	Formaldehído	5.10E-03	m3 de Combustóleo Pesado quemado
	1330-20-7	Isómeros de Xileno	9.00E-04	m3 de Combustóleo Pesado quemado
	108-88-3	Tolueno	1.10E-03	m3 de Combustóleo Pesado quemado
Combustión de Gas Natural	71-43-2	Benceno	3.40E-02	millones de m3 de GN quemado
	50-32-8	Benzo (a) pireno	1.90E-05	millones de m3 de GN quemado
	50-00-0	Formaldehído	1.20E+00	millones de m3 de GN quemado
	91-20-3	Naftaleno	9.80E-03	millones de m3 de GN quemado
	108-88-3	Tolueno	5.50E-02	millones de m3 de GN quemado
	110-54-3	Hexano	2.90E+01	millones de m3 de GN quemado

Fuente: U.S. EPA (2005) [base de datos]. Factor Information Retrieval (FIRE) V 6.25. USA

Tabla A 2.2 Factores de emisión de metales tóxicos obtenidos del FIRE

Actividad	CAS	Contaminante	Factor de emisión [kg/unidad]	Unidad
Producción de cloro	7439-97-6	Mercurio	4.54E-03	ton. de cloro producido
Molido de grano	7440-38-2	Arsénico	5.44E-07	ton. de grano procesado
	7439-96-5	Manganeso	6.80E-04	ton. de grano procesado
Industria textil de fibras duras y cordelería de todo tipo	7440-43-9	Cadmio	1.30E-05	ton. de material procesado
	7440-38-2	Arsénico	3.63E-04	ton. de algodón despepitado
Pigmentos inorgánicos	7439-92-1	Plomo	2.00E-01	ton. de material producido en olla
	7439-92-2	Plomo	6.35E+00	ton. de material producido por calcinación
Productos de Cobre	7439-92-1	Plomo	2.27E+00	ton. de material producido
Fabricación de concreto premezclado	7440-38-2	Arsénico	1.92E-09	ton. de cemento almacenado en silo
	7439-96-5	Manganeso	5.31E-08	ton. de cemento almacenado en silo
	7440-41-7	Berilio	1.72E-09	ton. de concreto producido
	7440-43-9	Cadmio	3.04E-09	ton. de concreto producido
	7440-48-4	Cobalto	2.09E-08	ton. de concreto producido
	7440-47-3	Cromo	1.41E-07	ton. de concreto producido
	7440-47-3	Cromo (Cr 6+)	3.99E-08	ton. de concreto producido
	7439-97-6	Mercurio	6.80E-10	ton. de concreto producido
	7440-02-0	Níquel	6.80E-08	ton. de concreto producido
	7439-92-1	Plomo	1.73E-07	ton. de agregados (cemento,arena, grava)
7723-14-0	Fósforo	9.16E-06	ton. de agregados (cemento,arena, grava)	
Plomo	7439-92-1	Plomo	2.95E+01	ton. de metal producido
Capa de cable de plomo	7439-92-1	Plomo	2.27E-01	ton. de material procesado
Productos Metálicos de plomo	7439-92-1	Plomo	6.80E-01	ton. de plomo procesado
Fabricación de azulejo/cerámica	7439-92-1	Plomo	1.36E+00	ton. de vidriado usado
Composición (Fundición de plomo)	7439-92-1	Plomo	1.14E-01	ton. de material derretido
Procesamiento de Abrasivo en Grano	7440-36-0	Antimonio	3.70E-05	ton. de grano alimentado
	7440-38-2	Arsénico	1.10E-04	ton. de grano alimentado
	7440-41-7	Berilio	3.70E-06	ton. de grano alimentado
	7440-47-3	Cromo	2.00E-04	ton. de grano alimentado
	7440-43-9	Cadmio	4.40E-04	ton. de grano alimentado
	7439-96-5	Manganeso	2.80E-05	ton. de grano alimentado
	7439-97-6	Mercurio	7.70E-07	ton. de grano alimentado
	7440-02-0	Níquel	1.20E-03	ton. de grano alimentado
7439-92-1	Plomo	2.00E-03	ton. de material procesado	
Fabricación de mezcla asfáltica	7440-36-0	Antimonio	8.20E-08	ton. de asfalto producido
	7440-38-2	Arsénico	2.50E-07	ton. de asfalto producido
	7440-43-9	Cadmio	1.90E-07	ton. de asfalto producido
	7440-48-4	Cobalto	1.20E-08	ton. de asfalto producido
	7440-47-3	Cromo	2.50E-06	ton. de asfalto producido
	18540-29-9	Cromo (VI)	2.00E-07	ton. de asfalto producido
	7439-92-1	Plomo	2.80E-07	ton. de asfalto producido
	7439-96-5	Manganeso	3.50E-06	ton. de asfalto producido
	7439-97-6	Mercurio	1.10E-07	ton. de asfalto producido
	7440-02-0	Níquel	2.90E-05	ton. de asfalto producido

Actividad	CAS	Contaminante	Factor de emisión [kg/unidad]	Unidad
	7723-14-0	Fósforo	1.30E-05	ton. de asfalto producido
Fundición de hierro	7439-92-1	Plomo	4.90E-01	ton. de hierro producido
Fabricación de joyería que contengan oro, plata y otros metales	7440-38-2	Arsénico	7.80E-02	ton. de mineral procesado (oro, plata, cobre)
	7439-92-1	Plomo	1.20E-01	ton. de mineral procesado (oro, plata, cobre)
Fabricación de productos metálicos	7440-48-4	Cobalto	1.00E-03	ton. de soldadura utilizada
	7440-47-3	Cromo	1.40E+00	ton. de soldadura utilizada
	18540-29-9	Cromo (VI)	1.90E+00	ton. de soldadura utilizada
	7439-96-5	Manganeso	2.30E+01	ton. de soldadura utilizada
	7440-02-0	Níquel	1.70E+00	ton. de soldadura utilizada
	7439-92-1	Plomo	1.60E-01	ton. de soldadura utilizada
Combustión de Combustóleo	7440-36-0	Antimonio	6.30E-04	m ³ de Combustóleo quemado
	7440-38-2	Arsénico	1.58E-04	m ³ de Combustóleo quemado
	7440-43-9	Cadmio	4.77E-05	m ³ de Combustóleo quemado
	7440-47-3	Cromo (Cr 3+)	1.01E-04	m ³ de Combustóleo quemado
	7440-47-3	Cromo (Cr 6+)	2.97E-05	m ³ de Combustóleo quemado
	7440-48-4	Cobalto	7.22E-04	m ³ de Combustóleo quemado
	7439-92-1	Plomo	1.81E-04	m ³ de Combustóleo quemado
	7439-96-5	Manganeso	3.60E-04	m ³ de Combustóleo quemado
	7439-97-6	Mercurio	1.36E-05	m ³ de Combustóleo quemado
	7440-02-0	Níquel	1.01E-02	m ³ de Combustóleo quemado
Combustión de Gas Natural	7782-49-2	Selenio	8.19E-05	m ³ de Combustóleo quemado
	7440-38-2	Arsénico	3.21E-03	Millón de m ³ de GN quemado
	7440-41-7	Berilio	1.92E-04	Millón de m ³ de GN quemado
	7440-43-9	Cadmio	1.76E-02	Millón de m ³ de GN quemado
	7440-47-3	Cromo	2.24E-02	Millón de m ³ de GN quemado
	7440-48-4	Cobalto	1.35E-03	Millón de m ³ de GN quemado
	7439-92-1	Plomo	8.02E-03	Millón de m ³ de GN quemado
	7439-96-5	Manganeso	6.09E-03	Millón de m ³ de GN quemado
	7439-97-6	Mercurio	4.17E-03	Millón de m ³ de GN quemado
7440-02-0	Níquel	3.37E-02	Millón de m ³ de GN quemado	
7782-49-2	Selenio	3.85E-04	Millón de m ³ de GN quemado	

Fuente: U.S. EPA (2005) [base de datos]. Factor Information Retrieval (FIRE) V 6.25. USA

Tabla A 2.3 Fracciones de metales tóxicos para fuentes puntuales con respecto a PM₁₀

Actividad	CAS	Contaminante	Fracción de PM ₁₀	% de PM ₁₀
Fabricación y reparación de muebles principalmente de madera (Incluye colchones)	7440-36-0	Antimonio	0.00016	0.016
	7440-47-3	Cromo	0.00003	0.003
	7723-14-0	Fósforo	0.00017	0.017
	7439-96-5	Manganeso	0.00005	0.005
	7440-02-0	Níquel	0.00001	0.001
Manufactura de celulosa, papel y sus productos	7440-36-0	Antimonio	0.00003	0.003
	7440-38-2	Arsénico inorgánico	0.00001	0.001
	7440-43-9	Cadmio	0.00003	0.003
	7440-47-3	Cromo	0.00002	0.002
	7723-14-0	Fósforo	0.00024	0.024
	7439-96-5	Manganeso	0.00016	0.016
	7440-02-0	Níquel	0.00007	0.007
	7439-92-1	Plomo	0.00004	0.004
7782-49-2	Selenio	0.00001	0.001	
Fabricación de sustancias químicas básicas (Excluye las petroquímicas básicas)	7440-36-0	Antimonio	0.00038	0.038
	7440-38-2	Arsénico inorgánico	0.00003	0.003
	7440-43-9	Cadmio	0.00007	0.007
	7440-47-3	Cromo	0.00093	0.093
	7723-14-0	Fósforo	0.10019	10.019

TOLUENO 1,1,1-TRICLOROETANO
 METANOL TRICLOROETILENO
 XILENOS
 n-HEXANO

Actividad	CAS	Contaminante	Fracción de PM ₁₀	% de PM ₁₀
	7439-96-5	Manganeso	0.0023	0.23
	7439-97-6	Mercurio elemental	0.00008	0.008
	7440-02-0	Níquel	0.00015	0.015
	7439-92-1	Plomo	0.00066	0.066
	7782-49-2	Selenio	0.00001	0.001
Fabricación de otras sustancias y productos químicos	7440-36-0	Antimonio	0.00025	0.025
	7440-43-9	Cadmio	0.00035	0.035
	7440-48-4	Cobalto	0.00004	0.004
	7440-47-3	Cromo	0.00016	0.016
	7723-14-0	Fósforo	0.0085	0.85
	7439-96-5	Manganeso	0.00119	0.119
	7440-02-0	Níquel	0.00025	0.025
	7439-92-1	Plomo	0.00018	0.018
Fabricación de mezcla asfáltica	7782-49-2	Selenio	0.00015	0.015
	7440-47-3	Cromo	0.0055	0.55
	7440-48-4	Cobalto	0.0055	0.55
Fabricación de materiales de arcilla para la construcción	7782-49-2	Selenio	0.0055	0.55
	7439-96-5	Manganeso	0.00019	0.019
	7440-02-0	Níquel	0.00011	0.011
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	7439-92-1	Plomo	0.00001	0.001
	7440-36-0	Antimonio	0.00002	0.002
	7440-38-2	Arsénico inorgánico	0.00023	0.023
	7440-41-7	Berilio	0.00003	0.003
	7723-14-0	Fósforo	0.00025	0.025
	7439-96-5	Manganeso	0.00003	0.003
	7440-02-0	Níquel	0.00004	0.004
	7439-92-1	Plomo	0.00195	0.195
Fabricación de cemento, cal, yeso y otros productos a base de minerales no metálicos.	7782-49-2	Selenio	0.00014	0.014
	7440-36-0	Antimonio	0.00001	0.001
	7440-38-2	Arsénico inorgánico	0.00004	0.004
	7440-41-7	Berilio	0.0002	0.02
	7440-43-9	Cadmio	0.00016	0.016
	7440-48-4	Cobalto	0.001	0.1
	7440-47-3	Cromo	0.00027	0.027
	7723-14-0	Fósforo	0.00017	0.017
	7439-96-5	Manganeso	0.00034	0.034
	7439-97-6	Mercurio elemental	0.00001	0.001
	7440-02-0	Níquel	0.00093	0.093
Industria básica del hierro y del acero	7439-92-1	Plomo	0.0182	1.82
	7782-49-2	Selenio	0.0001	0.01
	7440-36-0	Antimonio	0.0037	0.37
	7440-38-2	Arsénico	0.00013	0.013
	7440-43-9	Cadmio	0.00025	0.025
	7440-48-4	Cobalto	0.00004	0.004
	7440-47-3	Cromo	0.00052	0.052
	7439-96-5	Manganeso	0.045	4.5
	7440-02-0	Níquel	0.00035	0.035
Industrias básicas de metales no ferrosos. Incluye el tratamiento de combustibles nucleares	7439-92-1	Plomo	0.0023	0.23
	7782-49-2	Selenio	0.00002	0.002
	7440-36-0	Antimonio	0.00012	0.012
	7440-38-2	Arsénico inorgánico	0.00008	0.008
	7440-41-7	Berilio	0.00002	0.002
	7440-43-9	Cadmio	0.00008	0.008
	7440-48-4	Cobalto	0.00233	0.233
	7440-47-3	Cromo	0.00091	0.091
7723-14-0	Fósforo	0.00029	0.029	
7439-96-5	Manganeso	0.00065	0.065	
7439-97-6	Mercurio	0.00001	0.001	

Actividad	CAS	Contaminante	Fracción de PM ₁₀	% de PM ₁₀
	7440-02-0	Níquel	0.00029	0.029
	7439-92-1	Plomo	0.00173	0.173
	7782-49-2	Selenio	0.00056	0.056
Fundición y moldeo de piezas metálicas, ferrosas y no ferrosas	7440-36-0	Antimonio	0.83965	83.965
	7440-38-2	Arsénico inorgánico	0.00086	0.086
	7440-47-3	Cromo	0.00055	0.055
	7439-96-5	Manganeso	0.00007	0.007
	7439-97-6	Mercurio elemental	0.00018	0.018
	7440-02-0	Níquel	0.00012	0.012
	7439-92-1	Plomo	0.00111	0.111
Fabricación de otros productos metálicos (Excluye maquinaria y equipo)	7440-36-0	Antimonio	0.07125	7.125
	7440-38-2	Arsénico inorgánico	0.00134	0.134
	7440-43-9	Cadmio	0.00078	0.078
	7440-48-4	Cobalto	0.00005	0.005
	7440-47-3	Cromo	0.00241	0.241
	7723-14-0	Fósforo	0.00067	0.067
	7439-96-5	Manganeso	0.01291	1.291
	7439-97-6	Mercurio elemental	0.00007	0.007
	7440-02-0	Níquel	0.00312	0.312
	7439-92-1	Plomo	0.0531	5.31
Fabricación y/o ensamble de maquinaria, equipo y accesorios eléctricos. Incluye para la generación de E.E.	7439-96-5	Manganeso	0.0628	6.28
Industria automotriz	7440-36-0	Antimonio	0.00021	0.021
	7782-49-2	Selenio	0.00003	0.003
Otras industrias manufactureras	7440-36-0	Antimonio	0.01815	1.815
	7440-38-2	Arsénico inorgánico	0.03195	3.195
	7440-43-9	Cadmio	0.0088	0.88
	7440-48-4	Cobalto	0.00081	0.081
	7440-47-3	Cromo	0.00177	0.177
	7723-14-0	Fósforo	0.00173	0.173
	7439-96-5	Manganeso	0.00666	0.666
	7439-97-6	Mercurio elemental	0.00018	0.018
	7440-02-0	Níquel	0.00135	0.135
	7439-92-1	Plomo	0.04939	4.939
	7782-49-2	Selenio	0.00055	0.055

B. Factores de emisión y fracciones para fuentes de área

Tabla A 2.4 Fracciones de contaminantes tóxicos respecto a COT, para Gas Natural y Gas L.P. en combustión de fuentes estacionarias

CAS	Contaminante	Gas L.P. ^a	Gas Natural ^b
74-85-1	Etileno	0.01151	N/A
98-82-8	Isopropilbenceno	0.00012	N/A
100-42-5	Estireno	9.11E-04	N/A
103-65-1	n-Propilbenceno	4.36E-04	N/A
108-67-8	1,3,5-trimetilbenceno	6.85E-04	N/A
106-42-3	p-Xileno	1.22E-02	N/A
95-47-6	o-Xileno	4.58E-03	N/A
100-41-4	Etilbenceno	0.003219	N/A
108-88-3	Tolueno	0.012958	0.019
71-43-2	Benceno	0.008442	0.038
79-01-6	Tricloroetileno	3.07E-04	N/A
75-34-3	1,1-Dicloroetano	0.000685	N/A
75-07-0	Acetaldehído	7.00E-02	N/A
1634-04-4	Metil t-butil éter	5.84E-03	N/A
540-84-1	2,2,4-Trimetilpentano	4.00E-03	N/A
108-08-7	2,4-Timetilpentano	6.68E-04	N/A
142-82-5	n-Heptano	0.004675	N/A
00-01-46	Trans-2-buteno	1.11E-03	N/A
43502	Formaldehído	N/A	0.077

N/A: No aplica

Fuente: a) COT: Mujica, V (1999). Determinación de los Perfiles de Emisión de Compuestos Orgánicos Volátiles en la ZMCM y su aplicación en el modelo CMB. Metales: U.S. EPA (2005) [base de datos]. Factor Information Retrieval (FIRE) V 6.25: USA. b) COT: U.S. EPA (2008) [base de datos]. Speciate V.4.2. USA.

Tabla A 2.5 Fracciones de tóxicos respecto a COT y PM₁₀ para fuentes móviles no carreteras

CAS	Contaminante	Operación de aeronaves	Locomotoras	Terminal de autobuses	Unidades
107-02-8	Acroleína	0.0206	0.013	0.013	Fracción respecto a COT
74-85-1	Etileno	0.155	N/A	N/A	
108-38-3; 106-42-3	m-Xileno and p-Xileno	0.0026	0.009	0.009	
91-20-3	Naftaleno	0.0051	0.002	0.002	
108-95-2	Fenol	0.0022	N/A	N/A	
104-51-8	Butilbenceno	0.0022	N/A	N/A	
538-68-1	Pentilbenceno	0.0017	N/A	N/A	
100-42-5	Estireno	0.0037	N/A	N/A	
95-47-6	o-Xileno	0.0018	0.003	0.003	
100-41-4	Etilbenceno	0.0015	0.002	0.002	
108-88-3	Tolueno	0.0049	0.015	0.015	
71-43-2	Benceno	0.0179	0.010	0.010	
67-64-1	Acetona	0.0293	N/A	N/A	
107-22-2	Glioxal	0.0253	0.008	0.008	
00-01-17	Hexanal	0.002	0.008	0.008	
123-38-6	Propionaldehído	0.009	0.053	0.053	
75-07-0	Acetaldehído	0.0432	0.159	0.159	

CAS	Contaminante	Operación de	Locomotoras	Terminal de	Unidades
50-00-0	Formaldehído	0.1414	0.085	0.085	
124-11-8	1-Noneno	0.0022	N/A	N/A	
142-82-5	n-Heptano	0.0006	0.002	0.002	
106-99-0	1,3-Butadieno	0.0157	0.001	0.001	
12167-74-7	Ácido metilbezoico	N/A	0.003	0.003	
5779-94-2	2,5-Dimetilbenzaldehído	N/A	0.016	0.016	
431-03-8	Biacetil (dimetil glioxal)	N/A	0.003	0.003	
622-96-8	1-Metil-4-Eilbenceno	N/A	0.002	0.002	
620-14-4	1-Metil-3-Eilbenceno	N/A	0.001	0.001	
95-63-6	1,2,4-Trimetilbenceno	N/A	0.003	0.003	
108-67-8	1,3,5-Trimetilbenceno	N/A	0.001	0.001	
78-93-3	Metil etil cetona	N/A	0.029	0.029	
78-98-8	Metilglioxal	N/A	0.006	0.006	
540-84-1	2,2,4-Trimetilpentano	N/A	0.005	0.005	
108-08-7	2,4-Dimetilpentano	N/A	0.002	0.002	
00-01-46	Trans-2-Buteno	N/A	0.002	0.002	
98-86-2	Acetofenona	N/A	0.019	0.019	
7440-38-2	Arsénico	0.53	0.0003	N/S	Fracción respecto a PM ₁₀
7440-43-9	Cadmio	0.05	N/A	N/S	
7440-47-3	Cromo	0.53	N/A	N/S	
7439-92-1	Plomo	0.55	N/A	N/S	
7439-97-6	Mercurio	N/A	0.0004	N/S	
7440-02-0	Níquel	0.05	N/A	N/S	

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

Fuente: COT: U.S. EPA (2008) [base de datos]. Speciate V.4.2. USA. Metales: U.S. EPA (2007). California Emission Inventory and Reporting System (CEIDARS), Particulate Matter (PM) Speciation Profiles. USA.

Tabla A 2.6 Fracción de contaminantes tóxicos respecto a COT para almacenamiento y transporte de derivados del petróleo

CAS	Contaminante	Distribución y almacenamiento de gasolina	Almacenamiento masivo de gasolina
110-54-3	n-Hexano	0.013	N/A
622-96-8	1-Metil-4-Etilbenceno	0.0038	N/A
611-14-3	1-Metil-2-Etilbenceno	0.0027	N/A
108-38-3; 106-42-3	m-Xileno y p-Xileno	0.0424	N/A
526-73-8	1,2,3-Trimetilbenceno	0.003	N/A
100-42-5	Estireno	0.0006	N/A
620-14-41	m-Etiltolueno	0.0085	N/A
103-65-1	n-Propilbenceno	0.0023	N/A
95-63-6	1,2,4-Trimetilbenceno	0.0143	0.0005
108-67-8	1,3,5-Trimetilbenceno	0.0047	N/A
95-47-6	o-Xileno	0.015	N/A
100-41-4	Etilbenceno	0.0097	0.0006
108-88-3	Tolueno	0.0568	0.0125
71-43-2	Benceno	0.0087	0.0141
105-05-5	1,4-Dietilbenceno (para)	0.0008	N/A
1634-04-4	Metil t-butil éter	0.1434	N/A
540-84-1	2,2,4-Trimetilpentano	0.0247	0.0042
108-08-7	2,4-Dimetilpentano	0.0095	0.0043
142-82-5	n-Heptano	0.008	0.004
00-01-46	Trans-2-Buteno	0.0056	0.0102

N/A: No aplica

Fuente: COT: U.S. EPA (2008) [base de datos]. Speciate V.4.2. USA. Metales: U.S. EPA (2007). California Emission Inventory and Reporting System (CEIDARS), Particulate Matter (PM) Speciation Profiles. USA.

TOLUENO
METANOL
1,1,1-TRICLOROETANO
TRICLOROETILENO
N-HEXANO
XILENOS

Tabla A 2.7 Fracciones de contaminantes tóxicos respecto a COT para uso de solventes

Contaminante	Actividad									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Metil isobutil cetona	0.082	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Propilen glicol monometil éter	0.004	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Monometil éter dipropilén glicol	0.002	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Cellosolve (2-etoxi-etanol)	0.002	N/A	N/A	N/A	N/A	0.004	N/A	N/A	N/A	N/A
m-Xileno y p-Xileno	0.068	N/A	N/A	N/A	0.036	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Tolueno	0.197	0.494	0.372	0.227	0.001	0.002	3.90E-03	0.001	0.205	0.064
Isómeros de xileno	0.253	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Metil etil cetona	0.027	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Acetona	0.036	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Acetato de cellosolve	0.003	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Etilén glicol	0.002	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Isopropilbenceno	N/A	1.9E10-4	1.8E10-4	N/A	N/A	N/A	N/A	4.00E-04	2.00E-04	N/A
Estireno	N/A	0.004	0.002	0.02	N/A	N/A	2.00E-04	0.001	0.001	N/A
n-Propilbenceno	N/A	0	N/A	N/A	N/A	0.003	N/A	0.001	N/A	N/A
1,3,5-Trimetilbenceno	N/A	0	0.001		0.003	N/A	2.10E-05	0.008	N/A	N/A
m-Xileno	N/A	0.106	0.052	0.039	N/A	0.007	2.10E-04	N/A	N/A	N/A
o-Xileno	N/A	0.036	0.017	0.011	0.02	0.005	4.20E-05	0.003	0.034	0.037
Etilbenceno	N/A	0.029	0.015	0.008	0.01	0.001	2.10E-05	0.001	0.027	0.023
Benceno	N/A	0.01	0.007	0.076	N/A	N/A	4.70E-04	3E10-4	0.01	N/A
Tricloroetileno	N/A	0.009	0.02	0.123	N/A	0.083	N/A	N/A	N/A	N/A
Metil t-butil éter	N/A	0.004	N/A	0.011	N/A	N/A	N/A	0.042	0.035	N/A
2,2,4-Trimetilpentano	N/A	0.003	0	0.006	N/A	N/A	N/A	1.00E-04	0.055	N/A
n-Heptano	N/A	0.001	0.004	N/A	N/A	N/A	4.50E-05	1.00E-04	0.012	N/A
n-Hexano	N/A	N/A	0.08	N/A	N/A	N/A	1.80E-04	0.239	0.078	N/A
2,4-Dimetilpentano	N/A	N/A	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.008	N/A
1-Metil-4-Etilbenceno	N/A	N/A	N/A	N/A	0.016	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1,2,4-Trimetilbenceno	N/A	N/A	N/A	N/A	0.032	N/A	N/A	0.011	N/A	N/A
Clorobenceno	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.001	N/A	N/A	N/A	N/A
1-Metil-2-Etilbenceno	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.001	N/A	N/A	N/A	N/A
Naftaleno	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.001	N/A	N/A	N/A	N/A
Dimetil bencil alcohol	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.001	N/A	N/A	N/A	N/A
t-Butilbenceno	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.001	N/A	N/A	N/A	N/A
Trimetilbenceno (mezcla)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.007	N/A	N/A	N/A	0.053
Percloroetileno	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.023	9.90E-01	N/A	N/A	N/A
1,1,1-Tricloroetano	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.237	N/A	N/A	N/A	N/A
Triclorotrifluorometano	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.118	N/A	N/A	N/A	N/A
Diclorometano (cloruro de metileno)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.043	N/A	N/A	N/A	N/A
Tetrametilpentanona	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.002	N/A	N/A	N/A	N/A
1-Noneno	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.30E-04	N/A	N/A	N/A
Isómeros de undecano	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.026	N/A	N/A	N/A	N/A
Isómeros de decano	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.039	N/A	N/A	N/A	0.081
m-Etiltolueno	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.008	N/A	N/A
p-Xileno	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.002	0.095	N/A
trans-2-Buteno	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.001	N/A

continuación... Contaminante	Actividad						
	11	12	13	14	15	16	17
Alcohol bencílico	1.00E-04	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1,2,4-Trimetilbenceno	1.10E-02	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Tolueno	1.30E-03	N/A	5.00E-04	N/A	0.1445	0.0255	0.1401
Nafta	6.00E-04	0.0001	7.00E-03	N/A	0.0062	0.0081	0.0309
Acetona	1.40E-02	0.0385	1.00E-04	N/A	0.29	0.0091	0.1177
Etil éter	1.00E-04	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0086	N/A
Propilén glicol monometil éter	N/A	0.0028	N/A	N/A	0.0005	0.0002	N/A
Dietilén glicol	N/A	0.0001	2.50E-03	0.0001	N/A	0.0333	0.0002
1-Metoxi-2-Propanol	N/A	0.001	7.00E-04	0.0014	N/A	N/A	0.0001
4-Metil-2-Pentanol	N/A	0.0001	N/A	N/A	N/A	0.0002	N/A
m-Xileno y p-Xileno	N/A	0.0009	7.12E-02	1.82E-02	0.0008	0.0144	N/A
Isómeros de Xileno	N/A	0.0024	0.0016	0.069	0.0768	0.0131	1.63E-02
Percloroetileno	N/A	0.0144	0.0085	0.0001	N/A	0.019	0.0011
Metil etil cetona	N/A	0.0001	0.0002	N/A	1.85E-02	0.0031	0.0635
Polietilén glicol	N/A	0.0002	N/A	N/A	N/A	0.0003	
Metanol	N/A	0.0979	0.0008	0.0006	0.0008	3.39E-01	0.0011
n-Heptano	N/A	0.0689	0.0011	N/A	1.50E-03	0.0157	0.0382
Metil isobutil cetona	N/A	N/A	0.0004	N/A	1.50E-03	0.0007	0.0021
Monometil éter dipropilén glicol	N/A	N/A	0.0001	N/A	N/A	N/A	N/A
Cellosolve (2-etoxi-etanol)	N/A	N/A	0.0001	N/A	N/A	N/A	N/A
Xilenol	N/A	N/A	1.00E-04	N/A	2.00E-04	4.00E-04	N/A
p-Tolualdehído	N/A	N/A	0.0003	N/A	N/A	N/A	N/A
p-Diclorobenceno	N/A	N/A	3.56E-02	1.78E-02	N/A	N/A	N/A
o-Diclorobenceno	N/A	N/A	3.00E-04	N/A	N/A	N/A	N/A
Clorobenceno	N/A	N/A	N/A	0.0799	N/A	N/A	N/A
Isoforona (3,5,5-trimetil-2-ciclohexen-1-ona)	N/A	N/A	N/A	0.0005	N/A	N/A	N/A
Óxido de etielno	N/A	N/A	N/A	0.0098	N/A	N/A	N/A
Glutaraldehído	N/A	N/A	N/A	0.003	N/A	N/A	N/A
Paraformaldehído	N/A	N/A	N/A	0.0009	N/A	N/A	N/A
Eetileno	N/A	N/A	N/A	0.0008	N/A	N/A	N/A
Naftaleno	N/A	N/A	N/A	0.0228	N/A	N/A	0.0002
o-Xileno	N/A	N/A	N/A	0.0008	N/A	N/A	N/A
Etilbenceno	N/A	N/A	N/A	0.0006	0.0002	0.0001	N/A
Bromuro de metilo	N/A	N/A	N/A	0.1198	N/A	N/A	N/A
cis-1,3-Dicloropropileno	N/A	N/A	N/A	0.0408	N/A	N/A	N/A
o-Clorotolueno	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0003	N/A	N/A
Trietilén glicol monobutil éter	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0002	N/A	N/A
n-Hexano	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0029	N/A	N/A
Hexacloroetano	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0007	N/A	N/A
Trimetilbenceno (mezcla)	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0001	N/A	N/A
Tricloroetileno	N/A	N/A	N/A	N/A	2.E-04	N/A	N/A
Dietanolamina	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0001	N/A	N/A

N/A: No aplica Fuente: U.S. EPA (2008) [base de datos]. Speciate V.4.2. USA.

1: Recubrimiento de superficies industriales.

2: Pintura automotriz.

3: Recubrimiento de superficies arquitectónicas (Pinturas base agua).

4: Recubrimiento de superficies arquitectónicas (Pinturas base solvente)

5: Pintura de tránsito

6: Limpieza en superficie industrial.

7: Lavado en seco (Percloroetileno).

8: Lavado en seco (Gas nafta).

9: Artes gráficas.

10: Aplicación de asfalto

11: Productos de cuidado personal

12: Productos misceláneos

13: Productos de consumo doméstico

14: Uso doméstico y comercial de pesticidas

15: Uso comercial y doméstico de pinturas en aerosol

16: Productos para el cuidado automotriz

17: Uso comercial y doméstico de adhesivos y selladores

Tabla A 2.8 Fracciones de contaminantes tóxicos respecto a COT
esterilización de hospitales

CAS	Contaminante	Fracción
111-46-6	Dietilén glicol	0.083
8030-30-6	Nafta	0.045
67-64-1	Acetona	0.014
50-00-0	Formaldehído	0.006

Fuente: U.S. EPA (2008) [base de datos]. Speciate V.4.2. USA.

TOLUENO
METANOL
1,1,1-TRICLOROETANO
n-HEXANO
TRICLOROETILENO
XILENOS

Tabla A 2.9 Porcentaje de contaminantes tóxicos para incendios

CAS	Contaminante	Incendios en estructuras ^a	Incendios forestales ^b	Unidades
107-02-8	Acroleína (2-propenal)	0.0441	N/A	% respecto a COT
50-00-0	Formaldehído	0.0102	1.5	
67-56-1	Metanol	N/A	1.7	
108-05-4	Vinyl acetate	N/A	0.91	
	Benzo(a)pireno	N/A	0.00013	
71-43-2	Benceno	N/A	0.2	
108-88-3	Tolueno	N/A	0.16	
1330-20-7	Xileno	N/A	0.058	
100-42-5	Estireno	N/A	0.11	
108-95-2	Fenol	N/A	0.15	
1319-77-3	Cresol	N/A	0.08	
91-20-3	Naftaleno	N/A	0.014	
74-87-3	Cloruro de metilo	N/A	0.053	
75-09-2	Cloruro de metileno	N/A	0.0073	
56-23-5	Tetracloruro de carbono	N/A	0.0002	
71-55-6	Tricloroetano	N/A	0.0009	
67-72-1	Percloroetano	N/A	0.00001	
110-54-3	Hexano	N/A	1.4	
106-99-0	Butadieno	N/A	0.13	
75-05-8	Acetonitrilo	N/A	0.22	
107-13-1	Acilonitrilo	N/A	0.029	
7440-43-9	Cadmio	N/A	0.3425	% respecto a PM ₁₀
7440-47-3	Cromo	N/A	0.0979	
7439-96-5	Manganeso	N/A	0.1258	
7440-02-0	Níquel	N/A	0.0419	
7439-92-1	Plomo	N/A	1.1883	

N/A: No aplica Fuente: a) U.S. EPA (2001). Air chief v12 (Volume III, chapter 18) [Software de computadora]. USA. b) Battye W., et al (2002). Development of Emissions Inventory Methods for Wildland Fire, Final Report.

Tabla A 2.10 Fracciones de contaminantes tóxicos respecto a COT por el manejo y tratamiento de residuos

CAS	Contaminante	Rellenos sanitarios	Tratamiento de aguas residuales
110-54-3	N-Hexano	0.000444	
100-42-5	Estireno	0.000119	
95-63-6	1,2,4-Trimetilbenceno	0.000465	
108-38-3	m-Xileno	0.011447	
95-47-6	O-Xileno	0.00421	
100-41-4	Etilbenceno	0.002991	
108-88-3	Tolueno	0.001835	
71-43-2	Benceno	0.000288	
1634-04-4	Metil T-Butil Éter	0.000546	
540-84-1	2,2,4-Trimetilpentano	0.000465	
142-82-5	n-Heptano	0.000233	
74-85-1	Etileno		0.3101
71-55-6	1,1,1-Tricloroetano		0.1481

Fuente: U.S. EPA (2008) [base de datos]. Speciate V.4.2. USA.

Tabla A 2.11 Factores de emisión de contaminantes tóxicos para incendios forestales

Contaminante	Factores de emisión por tipo de vegetación (g/kg)								
	CAP	RP	CH	AD	PP	BJ	M	PPA	PPP
Metanol	1.700	1.700	1.700	1.700	1.700	1.700	1.700	1.700	1.700
Formaldehído	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Acetato de vinilo	0.910	0.910	0.910	0.910	0.910	0.910	0.910	0.910	0.910
Benzo(a)pireno	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Benceno	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Tolueno	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
Xileno	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058	0.058
Estireno	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110
Fenol	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
Cresol	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
Naftaleno	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
Cloruro de metilo	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053	0.053
Cloruro de metileno	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
Tricloroetano	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Percloroetano	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Hexano	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
Butadieno	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130
Acetonitrilo	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220
Acrilonitrilo	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029
Cadmio	0.003	0.003	0.003	0.005	0.004	0.004	0.003	0.004	0.005
Cromo	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Manganeso	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002
Níquel	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
Plomo	0.012	0.012	0.012	0.016	0.014	0.012	0.012	0.014	0.016

Fuente: U.S. EPA (2002). Development of Emissions Inventory Methods for Wildland Fire, Final Report.

CAP: Cola de antilope

PP: Pino ponderosa interior

PPP: Pino ponderosa-Pastizal

RP: Roble azul-Pino excavador

BJ: Bosque de juníferos

CH: Chamizal

M: Mezquite

AD: Abeto douglas interior

PPA: Pino ponderosa-Arbusto

C. Factores de emisión de contaminantes tóxicos para fuentes móviles

Tabla A 2.12 Factores de emisión de tóxicos por escape de vehículos a gasolina

Contaminante	Gasolina [g/km]									
	AP/TAX		PU/CO		MIC/V≤3		TRA/AUT/V>3		MC	
	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx
Benceno	4.12E-02	5.97E-02	1.04E-01	1.28E-01	1.41E-01	1.65E-01	9.19E-02	7.77E-02	1.38E-01	1.32E-01
MetilTerbutilÉter	2.64E-03	3.59E-03	1.39E-02	2.50E-02	9.65E-03	3.75E-02	2.67E-02	2.11E-02	8.43E-02	8.01E-02
1,3-Butadieno	4.06E-03	6.60E-03	1.26E-02	1.54E-02	1.96E-02	2.01E-02	1.61E-02	1.22E-02	5.45E-02	5.19E-02
Formaldehído	9.28E-03	1.26E-02	2.84E-02	4.27E-02	2.76E-02	5.98E-02	9.88E-02	7.74E-02	1.49E-01	1.41E-01
Acetaldehído	3.18E-03	4.50E-03	9.04E-03	1.25E-02	1.05E-02	1.71E-02	1.90E-02	1.51E-02	3.68E-02	3.50E-02
Acroleína	4.41E-04	6.28E-04	1.29E-03	1.69E-03	1.75E-03	2.28E-03	9.70E-03	7.04E-03	3.33E-03	3.16E-03
Naftaleno	4.15E-04	4.38E-04	5.47E-04	6.26E-04	5.64E-04	6.90E-04	3.80E-03	3.60E-03	8.46E-04	8.46E-04
Etilbenceno	1.19E-02	1.76E-02	3.37E-02	4.50E-02	4.28E-02	6.01E-02	4.30E-02	3.47E-02	9.56E-02	9.09E-02
n-Hexano	5.68E-03	8.36E-03	1.61E-02	2.14E-02	2.04E-02	2.86E-02	2.05E-02	1.66E-02	4.55E-02	4.33E-02
Estireno	2.76E-03	4.06E-03	7.81E-03	1.04E-02	9.91E-03	1.39E-02	9.96E-03	8.04E-03	2.21E-02	2.10E-02
Tolueno	8.45E-02	1.24E-01	2.39E-01	3.18E-01	3.03E-01	4.26E-01	3.05E-01	2.46E-01	6.77E-01	6.43E-01
Xileno	4.76E-02	7.00E-02	1.34E-01	1.79E-01	1.71E-01	2.40E-01	1.72E-01	1.39E-01	3.81E-01	3.62E-01
2,2,4-Trimetilpentano	2.89E-02	4.25E-02	8.42E-02	1.12E-01	1.07E-01	1.50E-01	6.96E-02	5.62E-02	2.32E-01	2.20E-01
Propionaldehído*	4.87E-04	7.17E-04	1.38E-03	1.84E-03	1.75E-03	2.45E-03	1.76E-03	1.42E-03	3.90E-03	3.71E-03
Acenafteno	3.34E-06	3.53E-06	4.41E-06	5.05E-06	4.54E-06	5.56E-06	3.07E-05	2.90E-05	6.82E-06	6.82E-06
Acenaftileno	1.88E-05	1.99E-05	2.48E-05	2.84E-05	2.56E-05	3.13E-05	1.73E-04	1.63E-04	3.84E-05	3.84E-05
Antraceno	3.87E-06	4.09E-06	5.10E-06	5.85E-06	5.26E-06	6.44E-06	3.55E-05	3.36E-05	7.90E-06	7.90E-06
Benzo(a)antraceno	4.69E-07	4.95E-07	6.19E-07	7.09E-07	6.38E-07	7.80E-07	4.30E-06	4.07E-06	9.57E-07	9.57E-07
Benzo(a)pireno	4.69E-07	4.95E-07	6.19E-07	7.09E-07	6.38E-07	7.80E-07	4.30E-06	4.07E-06	9.57E-07	9.57E-07
Benzo(b)fluoranteno	5.57E-07	5.88E-07	7.35E-07	8.42E-07	7.58E-07	9.27E-07	5.11E-06	4.84E-06	1.14E-06	1.14E-06
Benzo(g,h,i)perileno	1.17E-06	1.24E-06	1.55E-06	1.77E-06	1.59E-06	1.95E-06	1.08E-05	1.02E-05	2.39E-06	2.39E-06
Benzo(k)fluoranteno	5.57E-07	5.88E-07	7.35E-07	8.42E-07	7.58E-07	9.27E-07	5.11E-06	4.84E-06	1.14E-06	1.14E-06
Criseno	4.69E-07	4.95E-07	6.19E-07	7.09E-07	6.38E-07	7.80E-07	4.30E-06	4.07E-06	9.57E-07	9.57E-07
Dibenz(a,h)antraceno	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Fluoranteno	4.16E-06	4.39E-06	5.49E-06	6.29E-06	5.66E-06	6.92E-06	3.82E-05	3.62E-05	8.50E-06	8.50E-06
Fluoreno	6.92E-06	7.30E-06	9.12E-06	1.05E-05	9.41E-06	1.15E-05	6.35E-05	6.01E-05	1.41E-05	1.41E-05
Indeno(123cd)pireno	3.52E-07	3.71E-07	4.64E-07	5.32E-07	4.78E-07	5.85E-07	3.23E-06	3.06E-06	7.18E-07	7.18E-07
Fenantreno	1.16E-05	1.23E-05	1.53E-05	1.75E-05	1.58E-05	1.93E-05	1.06E-04	1.01E-04	2.37E-05	2.37E-05
Pireno	5.68E-06	6.00E-06	7.50E-06	8.60E-06	7.73E-06	9.46E-06	5.22E-05	4.94E-05	1.16E-05	1.16E-05

Fuente: U.S. EPA (2003b) [Software de computadora]. Mobile 6.2 México. U.S. EPA: USA.

AP: Autos Particulares MIC: Microbuses V>3: Vehículos con peso mayor a 3 ton.
 TAX: Taxis V≤3: Vehículos con peso menor o igual a 3 ton. MC: Motocicletas
 CO: Combis TRA: Tractocamiones
 PU: Pick Up AUT: Autobuses

Tabla A 2.13 Factores de emisión de contaminantes tóxicos evaporativos

Contaminante	Gasolina [g/km]									
	AP/TAX		PU/CO		MIC/V≤3		TRA/AUT/V>3		MC	
	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx
Benceno	0.0059	0.0082	0.0064	0.0072	0.0092	0.0067	0.0087	0.0086	0.0010	0.0010
Metil Terbutil Eter	0.0449	0.0618	0.0426	0.0481	0.0564	0.0413	0.0663	0.0662	0.0094	0.0101
Naftaleno	0.0003	0.0005	0.0004	0.0004	0.0005	0.0004	0.0005	0.0005	0.0001	0.0001
Etilbenceno	0.0063	0.0087	0.0068	0.0077	0.0097	0.0070	0.0093	0.0092	0.0011	0.0012
n-Hexano	0.0042	0.0057	0.0027	0.0030	0.0027	0.0018	0.0056	0.0058	0.0005	0.0005
Tolueno	0.0338	0.0468	0.0366	0.0412	0.0519	0.0378	0.0501	0.0495	0.0058	0.0062
Xileno	0.0182	0.0253	0.0198	0.0222	0.0280	0.0204	0.0270	0.0267	0.0031	0.0033
2,2,4-Trimetilpentano	0.0129	0.0179	0.0140	0.0157	0.0198	0.0144	0.0171	0.0169	0.0022	0.0024

Fuente: U.S. EPA (2003b) [Software de computadora]. Mobile 6.2 México. USA.

Tabla A 2.14 Factores de emisión por escape de vehículos a diesel

Contaminante	Diesel [g/km]					
	AP		MIC/PU/V≤3		TRA/AUT/V>3	
	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx
Benceno	1.29E-02	2.15E-02	2.86E-02	4.15E-02	2.61E-02	2.62E-02
MetilTerbutilÉter	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
1,3-Butadieno	5.82E-03	9.70E-03	1.29E-02	1.87E-02	1.52E-02	1.52E-02
Formaldehído	2.50E-02	4.16E-02	5.53E-02	8.01E-02	1.94E-01	1.95E-01
Acetaldehído	7.96E-03	1.33E-02	1.76E-02	2.55E-02	7.16E-02	7.17E-02
Acroleína	2.26E-03	3.77E-03	5.02E-03	7.26E-03	8.69E-03	8.72E-03
Naftaleno	4.60E-04	4.06E-04	4.63E-04	3.84E-04	2.77E-04	2.73E-04
Etilbenceno	1.26E-03	2.12E-03	2.83E-03	4.11E-03	4.74E-03	4.75E-03
n-Hexano	3.46E-03	5.83E-03	7.79E-03	1.13E-02	1.30E-02	1.31E-02
Estireno	1.32E-03	2.23E-03	2.97E-03	4.31E-03	4.98E-03	4.99E-03
Tolueno	2.02E-03	3.39E-03	4.53E-03	6.58E-03	7.58E-03	7.60E-03
Xileno	3.02E-03	5.09E-03	6.80E-03	9.86E-03	1.14E-02	1.14E-02
2,2,4-Trimetilpentano	4.16E-04	7.00E-04	9.35E-04	1.36E-03	1.56E-03	1.57E-03
Propionaldehído*	1.18E-02	1.98E-02	2.65E-02	3.84E-02	1.45E-02	1.45E-02
Acenafteno	1.07E-05	9.47E-06	1.08E-05	8.97E-06	4.75E-06	4.67E-06
Acenaftileno	1.22E-04	1.08E-04	1.23E-04	1.02E-04	7.33E-06	7.20E-06
Antraceno	2.28E-05	2.01E-05	2.30E-05	1.91E-05	7.33E-06	7.20E-06
Benzo(a)antraceno	6.04E-06	5.33E-06	6.08E-06	5.05E-06	7.92E-06	7.78E-06
Benzo(a)pireno	5.59E-06	4.93E-06	5.63E-06	4.67E-06	2.57E-06	2.53E-06
Benzo(b)fluoranteno	9.84E-06	8.68E-06	9.91E-06	8.22E-06	2.18E-06	2.14E-06
Benzo(g,h,i)perileno	6.71E-06	5.92E-06	6.76E-06	5.61E-06	1.78E-06	1.75E-06
Benzo(k)fluoranteno	9.84E-06	8.68E-06	9.91E-06	8.22E-06	2.18E-06	2.14E-06
Criseno	7.16E-06	6.31E-06	7.21E-06	5.98E-06	1.39E-06	1.36E-06
Dibenz(a,h)antraceno	2.24E-07	1.97E-07	2.25E-07	1.87E-07	0.00E+00	0.00E+00
Fluoranteno	6.73E-05	5.94E-05	6.78E-05	5.63E-05	4.36E-06	4.28E-06
Fluoreno	4.79E-05	4.22E-05	4.82E-05	4.00E-05	9.70E-06	9.53E-06
Indeno(123cd)pireno	2.68E-06	2.37E-06	2.70E-06	2.24E-06	1.98E-07	1.95E-07
Fenantreno	1.33E-04	1.17E-04	1.34E-04	1.11E-04	1.11E-05	1.09E-05
Pireno	8.66E-05	7.64E-05	8.72E-05	7.23E-05	7.73E-06	7.59E-06

Fuente: U.S. EPA (2003b) [Software de computadora]. Mobile 6.2 México. USA.

Tabla A 2.15 Factores de emisión de metales tóxicos de vehículos a gasolina

Contaminante	Gasolina [g/km]										
	AP/TAX		PU/CO		MIC/V≤3		TRA/AUT/V>3		MC		
	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx	
Cromo (Cr6+)	1.2E-06	1.2E-06	1.2E-06	1.2E-06	1.2E-06	1.2E-06	1.2E-06	1.2E-06	1.2E-06	1.2E-06	1.2E-06
Cromo (Cr3+)	1.8E-06	1.8E-06	1.8E-06	1.8E-06	1.8E-06	1.8E-06	1.8E-06	1.8E-06	1.8E-06	1.8E-06	1.8E-06
Manganeso	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06
Níquel	2.2E-06	2.2E-06	2.2E-06	2.2E-06	2.2E-06	2.2E-06	2.2E-06	2.2E-06	2.2E-06	2.2E-06	2.2E-06
Mercurio	5.4E-07	5.4E-07	5.4E-07	5.4E-07	5.4E-07	5.4E-07	5.2E-07	5.2E-07	5.4E-07	5.4E-07	
Arsénico	1.8E-06	1.8E-06	1.8E-06	1.8E-06	1.8E-06	1.8E-06	1.7E-06	1.7E-06	1.8E-06	1.8E-06	

Fuente: U.S. EPA (2003b) [Software de computadora]. Mobile 6.2 México. USA.

Tabla A 2.16 Factores de emisión de metales tóxicos de vehículos a diesel

Contaminante	Diesel [g/km]					
	AP		MIC/PICK/V≤3		TRA/AUT/V>3	
	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx	D.F	Edo. de Méx
Cromo (Cr6+)	3.3E-07	3.3E-07	3.3E-07	3.3E-07	3.3E-07	3.3E-07
Cromo (Cr3+)	4.9E-07	4.9E-07	4.9E-07	4.9E-07	4.9E-07	4.9E-07
Manganeso	5.1E-07	5.1E-07	5.1E-07	5.1E-07	5.1E-07	5.1E-07
Níquel	1.6E-06	1.6E-06	1.6E-06	1.6E-06	1.6E-06	1.6E-06
Mercurio	4.1E-06	4.1E-06	4.1E-06	4.1E-06	5.4E-05	5.4E-05
Arsénico	4.9E-06	4.9E-06	4.9E-06	4.9E-06	3.4E-05	3.4E-05

Fuente: U.S. EPA (2003b) [Software de computadora]. Mobile 6.2 México. USA.

TOLUENO
1,1,1-TRICLOROETANO
n-HEXANO
METANOL
TRICLOROETILENO
XILENOS

D. Fracciones de contaminantes tóxicos para fuentes naturales

Tabla A 2.17 Fracciones de contaminantes tóxicos

Categoría	Especie	CAS	Fracción	
Biogénicas	Metanol	67-56-1	0.5	respecto a COV
	Acetaldehído	75-07-0	0.05	
	Formaldehído	50-00-0	0.02	
Erosión	Antimonio	7440-36-0	0.0009	respecto a PM₁₀
	Arsénico	7440-38-2	0.0025	
	Cadmio	7440-43-9	0.0036	
	Cloro	7782-50-5	0.1541	
	Cromo	7440-47-3	0.0274	
	Cobalto	7440-48-4	0.0184	
	Plomo	7439-92-1	0.106	
	Manganeso	7439-96-5	0.1256	
	Mercurio	7439-97-6	0.0019	
	Níquel	7440-02-0	0.0075	
Selenio	7782-49-2	0.0001		

Fuente: Para Biogénicas. GloBEIS Versión 3.2 (2008) [Software de computadora]. U. S. EPA. Para Erosión. U.S. EPA (2007). California Emission Inventory and Reporting System (CEIDARS), Particulate Matter (PM) Speciation Profiles. USA.

ANEXO 3. EMISIONES POR FUENTE CONTAMINANTE Y ENTIDAD

Tabla A 3.1 Emisiones de contaminantes tóxicos del aire en el Distrito Federal, 2008

Contaminante	Emisiones [ton/año]				
	Fuentes fijas	Fuentes de área	Fuentes móviles	Fuentes naturales	Total
1,1,1-Tricloroetano	N/A	3,956	N/A	N/A	3,956
1,1-Dicloroetano	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
1,2 Epoxibutano	N/A	1	N/A	N/A	1
1,2,3-Trimetilbenceno	N/A	2	N/A	N/A	2
1,2,4-Trimetilbenceno	N/A	208	N/A	N/A	208
1,3,5-Trimetilbenceno	N/A	39	N/A	N/A	39
1,3-Butadieno	77	36	513	N/A	626
1,4-Dietilbenceno (para)	N/A	1	N/A	N/A	1
1-Metil-2-etilbenceno	N/A	21	N/A	N/A	21
1-Metil-3-etilbenceno	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
1-Metil-4-etilbenceno	N/A	8	N/A	N/A	8
1-Metoxi-2-propanol	N/A	18	N/A	N/A	18
1-Noneno	N/A	7	N/A	N/A	7
2,2,4-Trimetilpentano	4	239	2,970	N/A	3,213
2,4-Dimetilpentano	N/A	35	N/A	N/A	35
2,5-Dimetilbenzaldehído	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
4-Metil-2-pentanol	N/A	2	N/A	N/A	2
Acenaffeno	N/A	1	N/S	N/A	1
Acenaffileno	N/A	N/S	1	N/A	1
Acetaldehído	N/A	109	528	187	824
Acetato de cellosolve	N/A	29	N/A	N/A	29
Acetato de vinilo	N/A	6	N/A	N/A	6
Acetofenona	N/A	1	N/A	N/A	1
Acetona	N/A	1,313	N/A	N/A	1,313
Acetonitrilo	N/A	2	N/A	N/A	2
Acilonitrilo	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
Acroleina (2-propenal)	1	45	65	N/A	111
Alcohol bencílico	N/A	1	N/A	N/A	1
Anilina	18	N/S	N/A	N/A	18
Antraceno	N/A	N/S	1	N/A	1
Benceno	40	348	2,751	N/A	3,139
Bifenilol	N/A	1	N/A	N/A	1
Bromuro de metilo	N/A	1,239	N/A	N/A	1,239
Butilbenceno	N/A	5	N/A	N/A	5
Carbarilo (metilcarbamato de 1-naftilo)	N/A	3	N/A	N/A	3
Cellosolve (2-etoxi-etanol)	N/A	86	N/A	N/A	86
Ciclopenta [cd] pireno	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
Cis-1,3-dicloropropileno	N/A	422	N/A	N/A	422
Clorobenceno	N/A	839	N/A	N/A	839
Cloruro de metilo	N/A	1	N/A	N/A	1
Cloruro de vinilo	107	N/S	N/A	N/A	107
Cresol (ácido cresílico, o-cresol, m-cresol, p-cresol)	N/A	1	N/A	N/A	1
Diclorometano (cloruro de metileno)	N/A	681	N/A	N/A	681
Dietanolamina	N/A	1	N/A	N/A	1
Dietilén glicol	N/A	274	N/A	N/A	274
Dimetil bencil alcohol	N/A	8	N/A	N/A	8
Estireno	131	86	250	N/A	467
Etil éter	N/A	68	N/A	N/A	68

Contaminante	Emisiones [ton/año]				
	Fuentes fijas	Fuentes de área	Fuentes móviles	Fuentes naturales	Total
Etilbenceno	9	384	1,283	N/A	1,676
Etilén glicol	21	20	N/A	N/A	41
Etilén glicol propil éter (2-propóxietanol)	N/A	1	N/A	N/A	1
Etileno	N/A	744	N/A	N/A	744
Fenantreno	N/A	N/S	1	N/A	1
Fenilbenceno	N/A	4	N/A	N/A	4
Fenol	66	6	N/A	N/A	72
Fluoranteno	N/A	N/S	1	N/A	1
Fluoreno	N/A	N/S	1	N/A	1
Formaldehído	39	321	1,751	74	2,185
Glioxal	N/A	54	N/A	N/A	54
Glutaraldehído	N/A	31	N/A	N/A	31
Hexacloroetano	N/A	6	N/A	N/A	6
Hexanal (hexanaldehído)	N/A	5	N/A	N/A	5
Indeno(1,2,3-cd)pirene	N/A	N/S	N/S	N/A	N/S
Isoforona (3,5,5-trimetil-2-ciclohexen-1-ona)	N/A	5	N/A	N/A	5
Isómeros de decano	N/A	634	N/A	N/A	634
Isómeros de undecano	N/A	410	N/A	N/A	410
Isómeros de xileno	421	3,791	4,823	N/A	9,035
Isopropilbenceno	N/A	5	N/A	N/A	5
M-dietilbenceno	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
Metanol	738	2,696	N/A	1,854	5,288
Metil etil cetona	2,671	558	N/A	N/A	3,229
Metil isoamil cetona (isopentil metil cetona)	N/A	2	N/A	N/A	2
Metil isobutil cetona	672	937	N/A	N/A	1,609
Metil t-butil éter	0	384	2,362	N/A	2,746
Metilglioxal	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
M-etiltolueno	N/A	30	N/A	N/A	30
Monometil éter dipropilén glicol	N/A	25	N/A	N/A	25
M-xileno	N/A	1,009	N/A	N/A	1,009
M-xileno y p-xileno	N/A	1,437	N/A	N/A	1,437
Nafta	N/A	211	N/A	N/A	211
Naftaleno	112	265	36	N/A	413
N-heptano	N/A	370	N/A	N/A	370
N-hexano	291	2,287	684	N/A	3,262
N-propilbenceno	N/A	57	N/A	N/A	57
O-clorotolueno	N/A	2	N/A	N/A	2
O-diclorobenceno	N/A	1	N/A	N/A	1
Óxido de etileno	N/A	101	N/A	N/A	101
Óxido de mesitilo (isobutenil metil cetona)	N/A	1	N/A	N/A	1
O-xileno	204	544	N/A	N/A	748
Paraformaldehído	N/A	9	N/A	N/A	9
P-diclorobenceno	N/A	348	N/A	N/A	348
Pentacloronitrobenceno	N/A	1	N/A	N/A	1
Percloroetileno	1	2,723	N/A	N/A	2,724
Pireno	N/A	N/S	1	N/A	1
Polietilén glicol	N/A	2	N/A	N/A	2
Propilén glicol monometil éter)	N/A	53	N/A	N/A	53
Propionaldehído	N/A	21	85	N/A	106
P-tolualdehído	N/A	1	N/A	N/A	1
P-xileno	N/A	343	N/A	N/A	343
T-butilbenceno	N/A	16	N/A	N/A	16
Tetracloruro de carbono	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S

Contaminante	Emisiones [ton/año]				
	Fuentes fijas	Fuentes de área	Fuentes móviles	Fuentes naturales	Total
Tetrametilpentanona	N/A	33	N/A	N/A	33
Tolueno	3,738	8,583	8,584	N/A	20,905
Trans-2-buteno	N/A	28	N/A	N/A	28
Tricloroetileno	N/A	1,816	N/A	N/A	1,816
Triclorotrifluorometano	4	1,878	N/A	N/A	1,882
Trietilamina	N/A	2	N/A	N/A	2
Trietilen glicol monobutil éter	N/A	2	N/A	N/A	2
Trimetilbenceno (mezcla)	N/A	124	N/A	N/A	124
Xilenol	N/A	4	N/A	N/A	4
Antimonio	8	N/S	N/A	N/A	8
Arsénico inorgánico	1	N/S	N/S	N/A	1
Cromo	4	N/S	N/S	N/S	4
Fósforo	1	4	N/A	N/A	5
Manganeso	51	2	N/S	N/S	53
Mercurio	N/A	N/S	N/S	N/A	N/S
Níquel	3	N/S	N/S	N/S	3
Plomo	4	1	N/A	N/S	5
Selenio	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
Cloro	21	N/S	N/A	1	22
Total	9,458	43,475	26,691	2,116	81,740

N/E : No Estimado, N/S : No Significativo, N/A : No Aplica.

Tabla A 3.2 Emisiones de contaminantes tóxicos del aire en el Estado de México, 2008

Contaminante	Emisiones [ton/año]				
	Fuentes fijas	Fuentes de área	Fuentes móviles	Fuentes naturales	Total
1,1,1-Tricloroetano	N/A	4,867	N/A	N/A	4,867
1,2 Epoxibutano	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
1,2,3-Trimetilbenceno	N/A	1	N/A	N/A	1
1,2,4-Trimetilbenceno	N/A	378	N/A	N/A	378
1,3,5-Trimetilbenceno	N/A	47	N/A	N/A	47
1,3-Butadieno	84	3	339	N/A	426
1-Metil-2-etilbenceno	N/A	25	N/A	N/A	25
1-Metil-4-etilbenceno	N/A	9	N/A	N/A	9
1-Metilfenantreno	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
1-Metoxi-2-propanol	N/A	23	N/A	N/A	23
1-Noneno	N/A	2	N/A	N/A	2
2,2,4-Trimetilpentano	N/A	413	2,631	N/A	3,044
2,4-Dimetilpentano	N/A	40	N/A	N/A	40
2,5-Dimetilbenzaldehído	N/A	1	N/A	N/A	1
4-Metil-2-Pentanol	N/A	2	N/A	N/A	2
Acenaftileno	N/A	N/S	1	N/A	1
Acetaldehído	N/A	24	324	442	790
Acetato de celosolve	N/A	36	N/A	N/A	36
Acetato de vinilo	N/A	4	N/A	N/A	4
Acetofenona	N/A	1	N/A	N/A	1
Acetona	N/A	1,546	N/A	N/A	1,546
Acetonitrilo	N/A	1	N/A	N/A	1
Acroleína (2-propenal)	1	2	48	N/A	51
Alcohol bencílico	N/A	2	N/A	N/A	2
Anilina	27	N/A	N/A	N/A	27
Antraceno	N/A	N/S	N/S	N/A	N/S

TOLUENO
1,1,1-TRICLOROETANO
N-HEXANO
METANOL
TRICLOROETILENO
XILENOS

Contaminante	Emisiones [ton/año]				Total
	Fuentes fijas	Fuentes de área	Fuentes móviles	Fuentes naturales	
Benceno	69	457	2,898	N/A	3,424
Bifenil (fenilbenceno)	14	N/A	N/A	N/A	14
Bifenilol	N/A	1	N/A	N/A	1
Bromuro de metilo	N/A	1,532	N/A	N/A	1,532
Carbarilo (metilcarbamato de 1-naftilo)	N/A	4	N/A	N/A	4
Cellosolve (2-etoxi-etanol)	N/A	106	N/A	N/A	106
Ciclopenta [cd] pireno	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
Cis-1,3-dicloropropileno	N/A	522	N/A	N/A	522
Clorobenceno	1	1,037	N/A	N/A	1,038
Cloroformo	1	N/A	N/A	N/A	1
Cloruro de vinilo	189	N/A	N/A	N/A	189
Cresol (ácido cresílico, o-cresol, m-cresol, p-cresol)	N/A	1	N/A	N/A	1
Criseno	N/A	N/S	N/S	N/A	N/S
Dibenzo (a,h) antraceno	N/A	N/A	N/S	N/A	N/S
Dibenzofurano	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
Dibutilftalato	1	N/A	N/A	N/A	1
Diclorometano (cloruro de metileno)	N/A	842	N/A	N/A	842
Dietanolamina	N/A	1	N/A	N/A	1
Dietilén glicol	N/A	337	N/A	N/A	337
Dimetil bencil alcohol	N/A	10	N/A	N/A	10
Estireno	405	127	202	N/A	734
Etil éter	N/A	84	N/A	N/A	84
Etilbenceno	30	1,266	1,137	N/A	2,433
Etilén glicol	3	25	N/A	N/A	28
Etilén glicol propil éter (2-propóxietanol)	N/A	1	N/A	N/A	1
Etileno	N/A	454	N/A	N/A	454
Fenantreno	N/A	N/S	1	N/A	1
Fenol	11	1	N/A	N/A	12
Fluoranteno	N/A	N/S	N/S	N/A	N/S
Fluoreno	N/A	N/S	N/S	N/A	N/S
Formaldehído	160	19	1,000	172	1,351
Glioxal	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
Glutaraldehído	N/A	38	N/A	N/A	38
Hexacloroetano	N/A	7	N/A	N/A	7
Hexanal (hexanaldehído)	N/A	1	N/A	N/A	1
Indeno(1,2,3-cd)pirene	N/A	N/A	N/S	N/A	N/S
Isoforona (3,5,5-trimetil-2-ciclohexen-1-ona)	N/A	6	N/A	N/A	6
Isómeros de decano	N/A	784	N/A	N/A	784
Isómeros de undecano	N/A	508	N/A	N/A	508
Isómeros de xileno	973	4,688	4,205	N/A	9,866
Isopropilbenceno	N/A	6	N/A	N/A	6
M-dietilbenceno	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
Metanol	1,330	3,328	N/A	4,413	9,071
Metil etil cetona	3,467	690	N/A	N/A	4,157
Metil isoamil cetona (isopentil metil cetona)	N/A	3	N/A	N/A	3
Metil isobutil cetona	499	1,159	N/A	N/A	1,658
Metil t-butil éter	N/A	581	2,344	N/A	2,925
Metilmetacrilato	1	N/A	N/A	N/A	1
M-etiltolueno	N/A	35	N/A	N/A	35
Monometil éter dipropilén glicol	N/A	31	N/A	N/A	31
M-xileno	2	4,300	N/A	N/A	4,302
M-xileno y p-xileno	N/A	1,759	N/A	N/A	1,759
Nafta	N/A	261	N/A	N/A	261
Naftaleno	16	314	33	N/A	363

Contaminante	Emisiones [ton/año]				Total
	Fuentes fijas	Fuentes de área	Fuentes móviles	Fuentes naturales	
N-heptano	N/A	516	N/A	N/A	516
N-hexano	551	2,938	598	N/A	4,087
N-propilbenceno	N/A	70	N/A	N/A	70
O-clorotolueno	N/A	3	N/A	N/A	3
O-diclorobenceno	N/A	2	N/A	N/A	2
Óxido de etilno	N/A	125	N/A	N/A	125
Óxido de mesitilo (isobutenil metil cetona)	N/A	1	N/A	N/A	1
O-xileno	565	1,787	N/A	N/A	2,352
Paraformaldehído	N/A	12	N/A	N/A	12
P-diclorobenceno	N/A	430	N/A	N/A	430
Pentacloronitrobenceno	N/A	1	N/A	N/A	1
Percloroetileno	1	3,367	N/A	N/A	3,368
Pireno	N/A	N/S	N/S	N/A	N/S
Polietilén glicol	N/A	3	N/A	N/A	3
Propilén glicol monometil éter)	N/A	65	N/A	N/A	65
Propionaldehído	N/A	3	71	N/A	74
P-tolualdehído	N/A	2	N/A	N/A	2
P-xileno	N/A	425	N/A	N/A	425
T-butilbenceno	N/A	20	N/A	N/A	20
Tetrametilpentanona	N/A	41	N/A	N/A	41
Tolueno	5,890	11,075	7,507	N/A	24,472
Trans-2-buteno	N/A	30	N/A	N/A	30
Tricloroetileno	N/A	2,246	N/A	N/A	2,246
Triclorotrifluorometano	7	2,323	N/A	N/A	2,330
Trietilamina	N/A	3	N/A	N/A	3
Trietilen glicol monobutil éter	N/A	2	N/A	N/A	2
Trimetilbenceno (mezcla)	N/A	153	N/A	N/A	153
Xilenol	N/A	5	N/A	N/A	5
Antimonio	47	2	N/A	N/A	49
Arsénico inorgánico	17	N/S	N/S	N/A	17
Berilio	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
Cadmio	2	1	N/A	N/A	3
Cobalto	1	N/S	N/A	N/A	1
Cromo	22	1	N/S	N/A	23
Fósforo	3	17	N/A	N/A	20
Manganeso	51	12	N/S	1	64
Mercurio	N/A	N/S	N/S	N/A	N/S
Níquel	5	2	N/S	N/A	7
Plomo	16	2	N/A	N/A	18
Cloro	76	N/A	N/A	3	79
Total	14,538	58,438	23,339	5,031	101,346

N/E : No Estimado, N/S : No Significativo, N/A : No Aplica

Tabla A 3.3 Emisiones de contaminantes tóxicos del aire en la ZMVM, 2008

Contaminante	Emisiones [ton/año]				
	Fuentes puntuales	Fuentes de área	Fuentes móviles	Fuentes naturales	Total
1,1,1-Tricloroetano	N/A	8,823	N/A	N/A	8,823
1,2 Epoxibutano	N/A	1	N/A	N/A	1
1,2,3-Trimetilbenceno	N/A	3	N/A	N/A	3
1,2,4-Trimetilbenceno	N/A	586	N/A	N/A	586
1,3,5-Trimetilbenceno	N/A	85	N/A	N/A	85
1,3-Butadieno	161	39	852	N/A	1,052
1,4-Dietilbenceno (para)	N/A	1	N/A	N/A	1
1-Metil-2-etilbenceno	N/A	46	N/A	N/A	46
1-Metil-4-etilbenceno	N/A	17	N/A	N/A	17
1-Metoxi-2-propanol	N/A	41	N/A	N/A	41
1-Noneno	N/A	9	N/A	N/A	9
2,2,4-Trimetilpentano	4	652	5,601	N/A	6,257
2,4-Dimetilpentano	N/A	76	N/A	N/A	76
2,5-Dimetilbenzaldehído	N/A	1	N/A	N/A	1
4-Metil-2-pentanol	N/A	4	N/A	N/A	4
Acenafteno	N/A	1	N/S	N/A	1
Acenaftileno	N/A	N/S	2	N/A	2
Acetaldehído	N/A	133	852	629	1,614
Acetato de cellosolve	N/A	66	N/A	N/A	66
Acetato de vinilo	N/A	10	N/A	N/A	10
Acetofenona	N/A	1	N/A	N/A	1
Acetona	N/A	2,860	N/A	N/A	2,860
Acetonitrilo	N/A	3	N/A	N/A	3
Acroleína (2-propenal)	2	47	113	N/A	162
Alcohol bencílico	N/A	3	N/A	N/A	3
Anilina	45	N/A	N/A	N/A	45
Benceno	109	805	5,649	N/A	6,562
Biacetil (dimetil glioxal)	N/A	1	N/A	N/A	1
Bifenil (fenilbenceno)	14	N/A	N/A	N/A	14
Bifenilol	N/A	2	N/A	N/A	2
Bromuro de metilo	N/A	2,770	N/A	N/A	2,770
Butilbenceno	N/A	5	N/A	N/A	5
Carbarilo (metilcarbamato de 1-naftilo)	N/A	7	N/A	N/A	7
Cellosolve (2-etoxi-etanol)	N/A	192	N/A	N/A	192
Cis-1,3-dicloropropileno	N/A	943	N/A	N/A	943
Clorobenceno	1	1,876	N/A	N/A	1,877
Cloroformo	1	N/A	N/A	N/A	1
Cloruro de metilo	N/A	1	N/A	N/A	1
Cloruro de vinilo	296	N/A	N/A	N/A	296
Cresol (ácido cresílico, o-cresol, m-cresol, p-cresol)	N/A	1	N/A	N/A	1
Dibutilftalato	1	N/A	N/A	N/A	1
Diclorometano (cloruro de metileno)	N/A	1,523	N/A	N/A	1,523
Dietanolamina	N/A	2	N/A	N/A	2
Dietilén glicol	N/A	611	N/A	N/A	611
Dimetil bencil alcohol	N/A	18	N/A	N/A	18
Estireno	536	213	452	N/A	1,200
Etil éter	N/A	153	N/A	N/A	153

Contaminante	Emisiones [ton/año]				
	Fuentes puntuales	Fuentes de área	Fuentes móviles	Fuentes naturales	Total
Etilbenceno	39	1,649	2,420	N/A	4,109
Etilén glicol	24	46	N/A	N/A	70
Etilén glicol propil éter (2-propóxietanol)	N/A	2	N/A	N/A	2
Etileno	N/A	1,198	N/A	N/A	1,198
Fenantreno	N/A	N/S	2	N/A	2
Fenilbenceno	N/A	4	N/A	N/A	4
Fenol	77	6	N/A	N/A	83
Fluoreno	N/A	N/S	1	N/A	1
Formaldehído	199	339	2,751	246	3,535
Glioxal	N/A	55	N/A	N/A	55
Glutaraldehído	N/A	69	N/A	N/A	69
Hexacloroetano	N/A	13	N/A	N/A	13
Hexanal (hexanaldehído)	N/A	5	N/A	N/A	5
Isoforona (3,5,5-trimetil-2-ciclohexen-1-ona)	N/A	12	N/A	N/A	12
Isómeros de decano	N/A	1,418	N/A	N/A	1,418
Isómeros de undecano	N/A	918	N/A	N/A	918
Isómeros de xileno	1,394	8,480	9,028	N/A	18,902
Isopropilbenceno	N/A	10	N/A	N/A	10
m-Dietilbenceno	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
Metanol	2,068	6,024	N/A	6,267	14,359
Metil etil cetona	6,138	1,248	N/A	N/A	7,386
Metil isoamil cetona (isopentil metil cetona)	N/A	5	N/A	N/A	5
Metil isobutil cetona	1,171	2,096	N/A	N/A	3,267
Metil t-butil éter	N/A	965	4,706	N/A	5,671
Metilglioxal	N/A	1	N/A	N/A	1
Metilmetacrilato	1	N/A	N/A	N/A	1
M-etiltolueno	N/A	66	N/A	N/A	66
Monometil éter dipropilén glicol	N/A	57	N/A	N/A	57
M-xileno	2	5,309	N/A	N/A	5,311
M-xileno y p-xileno	N/A	3,195	N/A	N/A	3,195
Nafta	N/A	472	N/A	N/A	472
Naftaleno	128	579	70	N/A	778
N-heptano	N/A	887	N/A	N/A	887
N-hexano	842	5,225	1,282	N/A	7,349
N-propilbenceno	N/A	126	N/A	N/A	126
O-clorotolueno	N/A	5	N/A	N/A	5
O-diclorobenceno	N/A	3	N/A	N/A	3
Óxido de etielno	N/A	227	N/A	N/A	227
Óxido de mesitilo (isobutenil metil cetona)	N/A	2	N/A	N/A	2
o-Xileno	769	2,331	N/A	N/A	3,100
Paraformaldehído	N/A	21	N/A	N/A	21
p-Diclorobenceno	N/A	777	N/A	N/A	777
Pentacloronitrobenceno	N/A	2	N/A	N/A	2
Percloroetileno	2	6,090	N/A	N/A	6,092
Pireno	N/A	N/S	1	N/A	1
Polietilén glicol	N/A	5	N/A	N/A	5
Propilen glicol monometil éter	N/A	118	N/A	N/A	118
Propionaldehído	N/A	23	156	N/A	180
p-Tolualdehído	N/A	3	N/A	N/A	3
p-Xileno	N/A	768	N/A	N/A	768

Contaminante	Emisiones [ton/año]				
	Fuentes puntuales	Fuentes de área	Fuentes móviles	Fuentes naturales	Total
T-butilbenceno	N/A	36	N/A	N/A	36
Tetracloruro de carbono	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S
Tetrametilpentanona	N/A	75	N/A	N/A	75
Tolueno	9,628	19,659	16,091	N/A	45,378
Trans-2-buteno	N/A	58	N/A	N/A	58
Tricloroetileno	N/A	4,062	N/A	N/A	4,062
Triclorotrifluorometano	11	4,202	N/A	N/A	4,213
Trietilamina	N/A	5	N/A	N/A	5
Trietilen glicol monobutil éter	N/A	3	N/A	N/A	3
Trimetilbenceno (mezcla)	N/A	277	N/A	N/A	277
Xilenol	N/A	8	N/A	N/A	8
Antimonio	55	1	N/A	N/S	56
Arsénico inorgánico	18	N/S	N/S	N/S	18
Cadmio	2	1	N/A	N/S	3
Cobalto	1	N/S	N/A	N/S	1
Cromo	26	1	N/S	N/S	27
Fósforo	4	21	N/A	N/A	25
Manganeso	102	14	N/S	1	117
Mercurio	N/A	N/S	N/S	N/S	N/S
Níquel	8	2	N/S	N/S	10
Plomo	20	3	N/A	N/S	23
Selenio	N/A	N/A	N/A	N/S	N/S
Cloro	97	N/A	N/A	4	101
Total	23,996	101,913	50,030	7,147	183,086

N/E : No Estimado, N/S : No Significativo, N/A : No Aplica.

ANEXO 4. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES GENERADORAS DE CONTAMINANTES TÓXICOS DEL AIRE DE LAS FUENTES PUNTUALES

A continuación se mencionan los principales contaminantes tóxicos del aire para algunas categorías de fuentes fijas.

Combustión

Las fuentes de combustión industrial incluyen a las generadoras de vapor en plantas eléctricas y a las calderas industriales. Los destilados del petróleo (diesel, gas natural y GLP) son los hidrocarburos de mayor uso en estas fuentes y los contaminantes tóxicos provienen de los productos resultantes en la combustión. A continuación se muestran los contaminantes tóxicos más importantes en la combustión industrial.

Tabla A.4.1 Principales contaminantes tóxicos generados en la combustión industrial

CAS	Nombre	CAS	Nombre
7440-36-0	Antimonio	50-00-0	Formaldehído
7440-48-4	Cobalto	71-43-2	Benceno
7440-02-0	Níquel	100-41-4	Etil Benceno
7440-38-2	Arsénico	50-00-0	Formaldehído
7440-43-9	Cadmio	1330-20-7	Isómeros de Xileno
7440-47-3	Cromo	108-88-3	Tolueno
7439-96-5	Manganeso	91-20-3	Naftaleno
7439-97-6	Mercurio	110-54-3	Hexano

Fuente: Elaborado con datos de U.S. EPA.

Fabricación de Resinas y Plásticos

La fabricación de resinas o plásticos comienza con la polimerización o la unión del compuesto básico (monómero), que por lo general es un gas, o un líquido con compuestos sólidos no cristalinos de alto peso molecular.

La fabricación de la mayor parte de plásticos implica una reacción de polimerización, un secado y un tratamiento final. El tratamiento de la resina, después de la polimerización, puede variar con respecto al empleo propuesto: las resinas para moldeados son secadas y trituradas; las resinas utilizadas para capas protectoras (resinas poliéster), generalmente son transferidas a un tanque de aclaración, donde son diluidas con algún solvente y después almacenadas en tanques de acero, esto para prevenir la pérdida de solvente a la atmósfera.

La siguiente tabla presenta los principales contaminantes tóxicos, provenientes de la producción de resinas y plásticos.

Tabla A.4.2 Principales contaminantes tóxicos generados por la fabricación de resinas y plásticos

CAS	Nombre	CAS	Nombre
106-99-0	1,3-Butadieno	100-42-5	Estireno
126-99-8	Cloropreno	75-01-4	Cloruro de vinilo

TOLUENO
1,1,1-TRICLOROETANO
II-HEXANO
METANOL
TRICLOROETILENO
XILENOS

Industria química orgánica sintética

La operación de estas industrias puede ser en un sistema cerrado o puede descargar sus emisiones a un pequeño dispositivo de combustión, procurando que las emisiones de proceso no se descarguen a la atmósfera. Las fuentes de emisión de los procesos químicos incluyen calentadores y calderas; válvulas, bombas y compresores; almacenamiento y transferencia de productos e intermedios; y las descargas de emergencia. Las emisiones de los procesos químicos son generalmente gaseosas y son controladas por la incineración, adsorción o absorción. Los datos de emisión de los procesos químicos son escasos y, con frecuencia, es necesario hacer las estimaciones con factores de emisión por balance de materiales, por rendimientos de equipos o por procesos similares.

Tabla A.4.3 Principales contaminantes tóxicos generados por la industria química orgánica sintética

CAS	Nombre	CAS	Nombre	CAS	Nombre
98-82-8	Cumeno	108-95-2	Fenol	7440-38-2	Arsénico inorgánico
100-41-4	Etil Benceno	50-00-0	Formaldehído	7440-43-9	Cadmio
67-56-1	Metanol	95-47-6	o-Xileno	7440-47-3	Cromo
75-09-2	Cloruro de Metileno	100-42-5	Estireno	7723-14-0	Fósforo
78-93-3	Metil Etil Cetona (2-Butanona)	108-88-3	Tolueno	7439-96-5	Manganeso
7647-01-0	Ácido Clorhídrico	110-54-3	n-Hexano	7439-92-1	Plomo
75-07-0	Acetaldehído	7440-48-4	Cobalto	7439-97-6	Mercurio elemental
7647-01-0	Ácido Clorhídrico	7782-50-5	Cloro	7440-02-0	Níquel
74-87-3	Clorometano	7440-36-0	Antimonio	7782-49-2	Selenio

Fuente: Elaborada con datos de U.S. EPA.

Industria de productos minerales

La producción, procesamiento y uso de minerales se caracteriza por la emisión de partículas en forma de polvo y, con frecuencia, como en el caso del molido, este polvo es idéntico en composición a la materia de la cual proviene. Las emisiones ocurren también en el manejo y almacenado del producto terminado, porque esta materia es a menudo seca y fina. Las emisiones de partículas de algunos procesos, tales como la extracción, almacenamiento y el transporte del polvo son difíciles de controlar, pero la mayoría se puede reducir con equipo convencional de control de partículas tales como ciclones, o filtros de tela. En la siguiente tabla se muestran algunos de los contaminantes tóxicos generados por este sector.

Tabla A.4.4 Principales contaminantes tóxicos generados por la industria de productos minerales

CAS	Nombre	CAS	Nombre
75-07-0	Acetaldehído	7440-48-4	Cobalto
71-43-2	Benceno	7440-47-3	Cromo
98-82-8	Cumeno	18540-29-9	Cromo (VI)
100-41-4	Etil Benceno	7439-96-5	Manganeso
50-00-0	Formaldehído	7440-02-0	Níquel
110-54-3	n-Hexano	7439-92-1	Plomo
7647-01-0	Ácido Clorhídrico	540-84-1	2-2-4 Trimetilpentano
7664-39-3	Ácido Fluorhídrico	62-53-3	Anilina
74-83-9	Bromuro de Metilo (Bromometano)	7782-50-5	Cloro
74-87-3	Clorometano	95-47-6	o-Xileno
78-93-3	Metil Etil Cetona (2-Butanona)	108-10-1	Metil Isobutil Cetona (Hexona)

CAS	Nombre	CAS	Nombre
75-09-2	Cloruro de Metileno	107-21-1	Etilen glicol
91-20-3	Naftaleno	1330-20-7	Xilenos (Isómeros y Mezclas)
100-42-5	Estireno		
108-88-3	Tolueno		

Fuente: Elaborado con datos de U.S. EPA.

Procesamiento de metales

La industria metalúrgica se puede dividir generalmente en operaciones primarias y secundarias de la producción del metal. Las operaciones primarias se refieren a la extracción del metal proveniente de los diferentes minerales y las secundarias a la producción de aleaciones de lingotes y a la recuperación de metal antes procesado. Estos procesos son caracterizados por la emisión de grandes cantidades de óxidos de azufre y partículas. En el proceso metalúrgico secundario se generan contaminantes aéreos como partículas en forma de vapores metálicos, humos y polvos.

A continuación se muestran los principales contaminantes tóxicos generados por el procesamiento de metales.

Tabla A.4.5 Principales contaminantes tóxicos generados por el procesamiento de metales

CAS	Nombre	CAS	Nombre
75-07-0	Acetaldehído	7664-39-3	Ácido Fluorhídrico
71-43-2	Benceno	74-83-9	Bromuro de Metilo (Bromometano)
98-82-8	Cumeno	74-87-3	Clorometano
100-41-4	Etil Benceno	78-93-3	Metil Etil Cetona (2-Butanona)
50-00-0	Formaldehído	75-09-2	Cloruro de Metileno
110-54-3	Hexano	91-20-3	Naftaleno
7647-01-0	Ácido Clorhídrico	100-42-5	Estireno
108-88-3	Tolueno	1330-20-7	Xilenos (Isómeros y Mezclas)

Fuente: Elaborado por la SMA con datos de U.S. EPA.

Inventario de emisiones de contaminantes tóxicos de la ZMVM

2008

Los inventarios de emisiones que se han elaborado para la Zona Metropolitana del Valle de México han ido mejorado en su calidad; actualmente incluyen, además de la cuantificación desagregada de las emisiones por tipo de fuente, categoría o subsector, la variación temporal y distribución espacial de las emisiones contaminantes.

Con estos inventarios, es posible localizar de forma precisa, a los sectores de mayor contribución por tipo de contaminante, e identificar a las fuentes en las cuales deben aplicarse medidas de control y/o reducción de emisiones contaminantes.