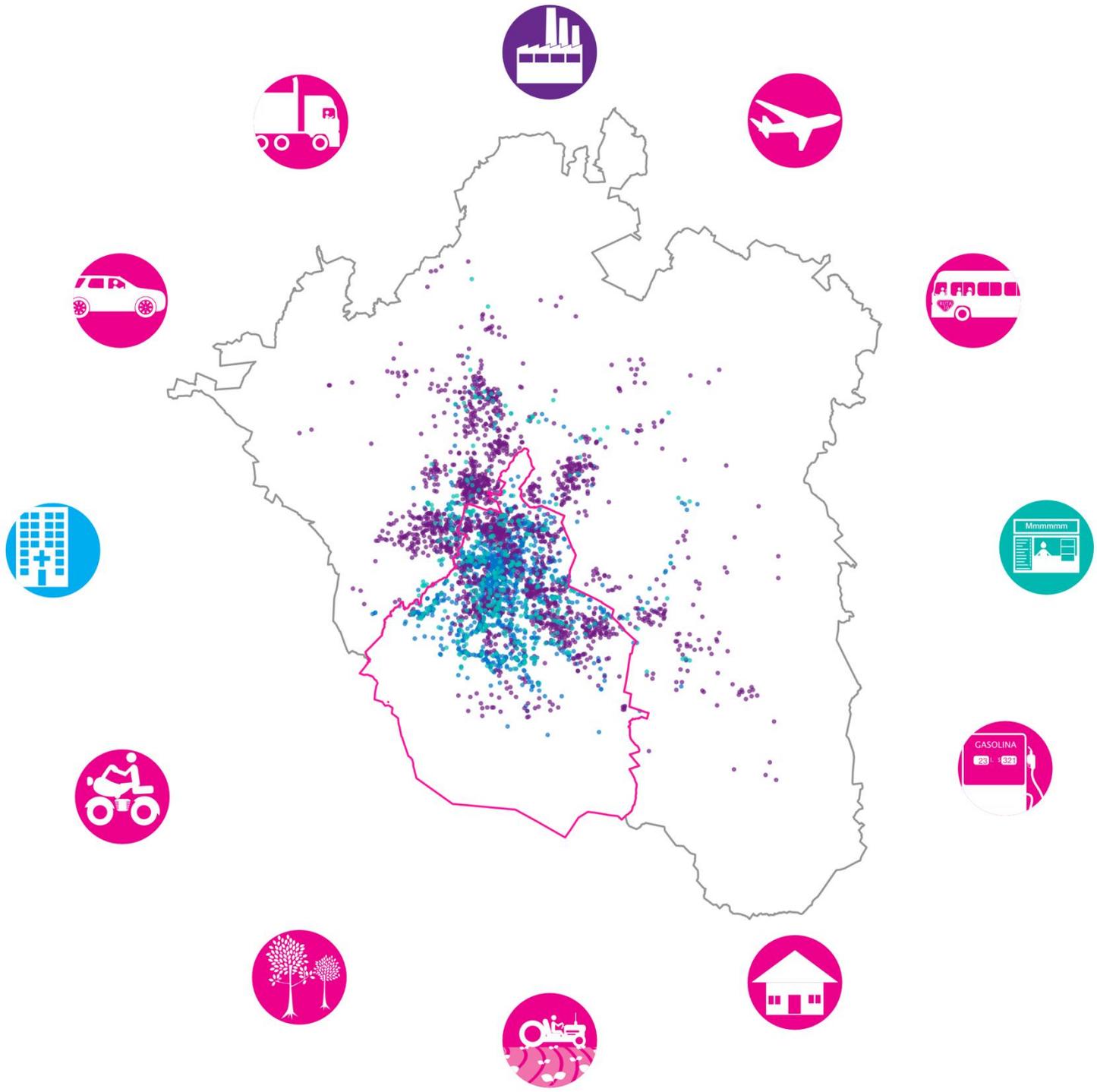


INVENTARIO DE EMISIONES DE LA CDMX 2014

CONTAMINANTES CRITERIO, TÓXICOS Y DE EFECTO INVERNADERO





CDMX
CIUDAD DE MÉXICO



MIGUEL ÁNGEL MANCERA ESPINOSA
Jefe de Gobierno de la Ciudad de México

TANYA MÜLLER GARCÍA
Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México

ANTONIO MEDIAVILLA SAHAGÚN
Director General de Gestión de la Calidad del Aire

DIANA GUZMÁN TORRES
Directora de Programas de Calidad del Aire e Inventario de Emisiones

Revisión

Diana Guzmán Torres

Edición e integración

Patricia Camacho Rodríguez , Petra Paz Ramírez, Saira Mendoza Pelcastre

Desarrollo Técnico

Abril Alejandra Gutiérrez Gutiérrez

Daniel Bautista Morales

Eunice Alejandra Cortés Alfaro

Francisco Hernández Ortega

Israel Rodríguez Ramírez

Jorge Lara Osorio

Miguel Ángel Flores Román

Olivia Salas Ramírez

Omar Ulises Hernández Gordillo Lavana

Patricia Camacho Rodríguez

Petra Paz Ramírez

Saira Mendoza Pelcastre

Saúl Pablo Siles Tapia

Velia Leslie Rodríguez Robles

Yadira Reyes Aguilar

Diseño

Ivalu Loya Moreno

D.R. © 2016

Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México

Plaza de la Constitución N° 1, 3^{er} Piso, Col. Centro, C.P. 06068

Del. Cuauhtémoc, Ciudad de México

www.sedema.cdmx.gob.mx

La publicación así como los compendios en archivos electrónicos que forman parte de la misma están protegidos bajo la licencia Creative Commons 4.0 Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual



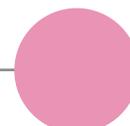
AGRADECIMIENTOS

El Inventario de Emisiones de la CDMX 2014, integra información de diversas Secretarías del Gobierno de la Ciudad de México, del Estado de México y del Gobierno Federal, por lo que la Secretaría del Medio Ambiente, la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y la Dirección de Programas de Calidad del Aire e Inventario de Emisiones, expresan su reconocimiento y agradecimiento a todas las dependencias que proporcionaron la información correspondiente para el desarrollo de este documento.

A continuación se agradece a las siguientes dependencias e instituciones que proporcionaron información para la elaboración del Inventario de Emisiones 2014.

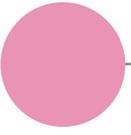


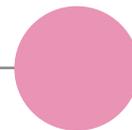
- Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA)
- Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM)
- Comisión del Agua del Estado de México (CAEM)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
- Comisión Reguladora de Energía (CRE)
- Ferrocarril y Terminal del Valle de México (FERROVALLE, S.A de C.V.)
- Grupo Contadero S.A. de C.V.
- Heroico Cuerpo de Bomberos de la Ciudad de México
- Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático del Estado de México (IEECC)
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
- Petróleos Mexicanos (PEMEX)
- Planta de Asfalto de la Ciudad de México
- Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE)
- Oficialía Mayor del Gobierno de la Ciudad de México
- Red de Transporte de Pasajeros de la Ciudad de México (RTP)
- Sistema Metrobús
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y SAGARPA Delegación Distrito Federal
- Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT)
- Secretaría de Energía (SENER)
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (SMA-GEM)
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
- Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México (SEMOVI)
- Secretaría de Movilidad del Gobierno del Estado de México
- Secretaría de Salud del Estado de México
- Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX)
- Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS)
- Sistema de Transporte Masivo y Teleférico del Estado de México
- Secretaria de Obras y Servicios de la Ciudad de México (SOBSE)
- Tecnosilicatos de México S.A. de C.V.
- Torsa del Golfo S.A. de C.V.



CONTENIDO

PRESENTACIÓN	11
RESUMEN EJECUTIVO	13
INTRODUCCIÓN	15
1. ZONA DE ESTUDIO	17
BALANCE DE ENERGÍA	19
2. DESCRIPCIÓN DE LOS SECTORES CONTAMINANTES	21
TRANSPORTE Y MOVILIDAD	22
INDUSTRIA	26
COMERCIOS Y SERVICIOS	29
CONTAMINACIÓN DOMÉSTICA	31
VEGETACIÓN Y SUELOS	32
MISCELÁNEOS	33
3. METODOLOGÍAS Y CONSIDERACIONES DE CÁLCULO	35
FUENTES MÓVILES	35
FUENTES PUNTUALES	36
FUENTES DE ÁREA	36
4. EMISIONES POR JURISDICCIÓN	39
5. INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES CRITERIO	45
PARTÍCULAS	50
PRECURSORES DE OZONO	51
6. INVENTARIO DE EMISIONES DE COMPUESTOS TÓXICOS	57
7. INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO	61
CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE	69
8. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD	71
ACTIVIDADES DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD	72
ACTIVIDADES DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD POR FUENTE CONTAMINANTE	73
9. MODELACIÓN DE EMISIONES	75
SIMULACIÓN DE ESCENARIOS	78
EMISIONES EXTRAORDINARIAS DE SO ₂ CON SIMULACIÓN METEOROLÓGICA Y MODELO DE TRAYECTORIA HYSPLIT	78
INVENTARIO DE EMISIONES DE ALTA RESOLUCIÓN	78
PROGRAMA DE CONTINGENCIAS AMBIENTALES ATMOSFÉRICAS	80
CONCLUSIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS	90
ANEXO 1. FLOTA VEHICULAR POR ENTIDAD	91
ANEXO 2. INVENTARIO DE EMISIONES 2014 POR ENTIDAD	94
ANEXO 3. COMPUESTOS TÓXICOS Y PRINCIPALES EMISIONES POR CATEGORÍA	121
ANEXO 4. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES 2012	130





ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CONTAMINANTES ESTIMADOS EN EL INVENTARIO DE EMISIONES 2014.	16
FIGURA 2. ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO 2014.	17
FIGURA 3. CONSUMO DE ENERGÉTICOS EN LA ZMVM 2014.	19
FIGURA 4. FLOTA VEHICULAR DE LA ZMVM 2014.	22
FIGURA 5. FLOTA DE VEHÍCULOS PESADOS POR ENTIDAD.	23
FIGURA 6. CAPACIDAD DE PASAJEROS Y EMISIONES DE CO ₂ . (BASADA EN FIGURA DE SEDEMA, 2016) 24	24
FIGURA 7. PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE VEHÍCULOS A DIÉSEL Y GASOLINA POR AÑO MODELO. 25	25
FIGURA 8. NÚMERO DE INDUSTRIAS INCLUIDAS EN EL INVENTARIO DE EMISIONES, ZMVM 2014.	27
FIGURA 9. INDUSTRIAS CONTABILIZADAS EN EL INVENTARIO ZMVM 2014.	27
FIGURA 10. ESTABLECIMIENTOS POR SECTOR Y JURISDICCIÓN EN LA CDMX, 2014.	28
FIGURA 11. ESTABLECIMIENTOS POR SECTOR Y JURISDICCIÓN EN EL ESTADO DE MÉXICO, 2014.	28
FIGURA 12. COMERCIOS Y SERVICIOS REGISTRADOS ZMVM, 2014.	30
FIGURA 13. FUENTES CONTAMINANTES EN HOGARES.	31
FIGURA 14. CATEGORÍAS DE MISCELÁNEOS INCLUIDOS EN LAS FUENTES DE ÁREA.	33
FIGURA 15. CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LAS EMISIONES POR JURISDICCIÓN, 2014.	39
FIGURA 16. PRINCIPALES CATEGORÍAS EMISORAS DE PM ₁₀ POR JURISDICCIÓN.	42
FIGURA 17. PRINCIPALES CATEGORÍAS EMISORAS DE PM _{2.5} POR JURISDICCIÓN.	42
FIGURA 18. PRINCIPALES CATEGORÍAS EMISORAS DE NO _x POR JURISDICCIÓN.	43
FIGURA 19. PRINCIPALES CATEGORÍAS EMISORAS DE COV POR JURISDICCIÓN.	43
FIGURA 20. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA EMISIÓN DE PM ₁₀	53
FIGURA 21. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA EMISIÓN DE PM _{2.5}	54
FIGURA 22. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA EMISIÓN DE NO _x	55
FIGURA 23. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA EMISIÓN DE COV.	56
FIGURA 24. PRINCIPALES COMPUESTOS TÓXICOS.	58
FIGURA 25. PRINCIPALES CATEGORÍAS GENERADORAS DE COMPUESTOS TÓXICOS.	59
FIGURA 26. EMISIÓN DE METALES TÓXICOS, ZMVM 2014.	60
FIGURA 27. COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO, ZMVM 2014.	62
FIGURA 28. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA EMISIÓN DE CO ₂ EQUIVALENTE.	68
FIGURA 29. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE DEL IPCC.	70
FIGURA 30. INDICADORES DE CALIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS.	71
FIGURA 31. DIAGRAMA GENERAL DEL AC/CC DEL INVENTARIO DE EMISIONES 2014.	72
FIGURA 32. EJEMPLO DE CAMPO DE VIENTOS DE LA ZMVM ESTIMADO CON WRF.	77
FIGURA 33. EJEMPLO DE LA TRAYECTORIA DE EMISIONES ESTIMADA CON HYSPLIT.	77
FIGURA 34. EMISIONES DE FUENTES MÓVILES Y COMPARACIÓN DE OZONO (ESTIMADO VS MEDIDO).	79
FIGURA 35. FLUJO DE VIENTO Y CONCENTRACIONES DE OZONO DE LA ZMVM.	79



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Municipios y delegaciones considerados en la ZMVM, 2014.....	18
Tabla 2. Consumo directo de petrolíferos (líquidos y gaseosos) ZMVM, 2014.....	19
Tabla 3. Flota de vehículos pesados por jurisdicción, ZMVM.....	23
Tabla 4. Emisiones de la ZMVM por jurisdicción, 2014.....	40
Tabla 5. Inventario de Emisiones por tipo de fuente contaminante, ZMVM 2014.....	45
Tabla 6. Inventario de Emisiones criterio por categoría y fuente contaminante, ZMVM 2014.....	46
Tabla 7. Porcentaje de contribución por categoría y fuente contaminante, ZMVM 2014.....	48
Tabla 8. Compuestos tóxicos por tipo de fuente.....	58
Tabla 9. Compuestos de efecto invernadero por fuente y entidad, ZMVM 2014.....	63
Tabla 10. Compuestos de efecto invernadero por categoría, ZMVM 2014.....	64
Tabla 11. Contribución porcentual de compuestos de efecto invernadero, ZMVM 2014.....	66
Tabla 12. Categorías claves de emisión y contribución a la varianza (H).....	70
Tabla 13. Flota vehicular de la Ciudad de México, 2014.....	91
Tabla 14. Flota vehicular del Estado de México, 2014.....	92
Tabla 15. Flota vehicular de la ZMVM, 2014.....	93
Tabla 16. Inventario de Emisiones de contaminantes criterio de la Ciudad de México, 2014.....	94
Tabla 17. Contribución porcentual de contaminantes criterio, Ciudad de México 2014.....	96
Tabla 18. Inventario de Emisiones de contaminantes criterio del Estado de México, 2014.....	98
Tabla 19. Contribución porcentual de contaminantes criterio, Estado de México 2014.....	100
Tabla 20. Emisiones de contaminantes criterio de las fuentes de área en la Ciudad de México, 2014.....	102
Tabla 21. Emisiones de contaminantes criterio de las fuentes de área en el Estado de México, 2014.....	104
Tabla 22. Emisiones de contaminantes criterio de las fuentes de área en la ZMVM, 2014.....	106
Tabla 23. Emisiones de compuestos de efecto invernadero de la Ciudad de México, 2014.....	108
Tabla 24. Contribución porcentual de los compuestos efecto invernadero en la Ciudad de México, 2014.....	110
Tabla 25. Emisiones de compuestos de efecto invernadero del Estado de México, 2014.....	112
Tabla 26. Contribución porcentual de los compuestos efecto invernadero en el Estado de México, 2014.....	114
Tabla 27. Compuestos de efecto invernadero de las fuentes de área en la Ciudad de México, 2014.....	116
Tabla 28. Compuestos de efecto invernadero de las fuentes de área en el Estado de México, 2014.....	117
Tabla 29. Emisiones de compuestos de efecto invernadero de las fuentes de área en la ZMVM, 2014.....	119
Tabla 30. Listado de contaminantes tóxicos estimados en la ZMVM, 2014.....	121
Tabla 31. Emisiones de contaminantes tóxicos por entidad, 2014.....	123
Tabla 32. Contribución porcentual de los contaminantes tóxicos por entidad, 2014.....	125
Tabla 33. Principales compuestos tóxicos emitidos por las fuentes puntuales, 2014.....	127
Tabla 34. Principales compuestos tóxicos emitidos por las fuentes de área, 2014.....	128
Tabla 35. Principales compuestos tóxicos emitidos por las fuentes móviles, 2014.....	129

ACRÓNIMOS Y DEFINICIONES

CDMX	Ciudad de México
DENUE	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas
EDOMEX	Estado de México
Gas LP	Gas Licuado de Petróleo
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GN	Gas Natural
HCNQ	Hidrocarburos no quemados en la combustión de gas LP
HNC	Hoy No Circula
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (antes INE)
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
ITDP	Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo de México
MCMA-2003	<i>Mexico City Metropolitan Area Field Campaign, 2003</i>
MILAGRO-2006	<i>Megacity Initiative: Local and Global Research Observations, 2006</i>
PIREC	Programa Integral de Reducción de Emisiones Contaminantes
PROAIRE	Programa para Mejorar la Calidad del Aire
PVVO	Programa de Verificación Vehicular Obligatorio
SEDEMA	Secretaría del Medio Ambiente
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SUV	<i>Sport Utility Vehicle</i>
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México

UNIDADES

g	gramo
h	hora
kg	kilogramo
km	kilómetros
MM m ³	millones de metros cúbicos
PJ	Petajoules
t	tonelada
µm	micrómetros



COMPUESTOS

CH ₄	Metano
CN	Carbono negro
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
CO ₂ eq.	Dióxido de carbono equivalente
COT	Compuestos orgánicos totales
COV	Compuestos orgánicos volátiles
MTBE	Metil <i>t</i> -butil éter (oxigenante de la gasolina)
N ₂ O	Óxido nitroso
NH ₃	Amoniaco
NO _x	Óxidos de nitrógeno
O ₃	Ozono
PM ₁₀	Partículas menores a 10 micrómetros (µm)
PM _{2.5}	Partículas menores a 2.5 micrómetros (µm)
SO ₂	Dióxido de azufre

DEFINICIONES

Fuentes puntuales. Instalación de ubicación fija, que tiene como propósito ejecutar operaciones o procesos industriales, comerciales, o de servicios, que generen emisiones contaminantes a la atmósfera. Para fines de este documento, también se les conoce como fuentes fijas e incluye a las industrias, así como los comercios y servicios regulados.

Fuentes de área. Instalaciones emisoras de contaminantes, que son pequeñas, numerosas y dispersas, pero que en conjunto, las emisiones pueden ser considerables. Incluyen las emisiones domésticas, de combustibles, de solventes, residuos, agrícolas y ganaderas, entre las principales. En esta misma fuente se incluyen los comercios y servicios no regulados.

Fuentes móviles. Cualquier transporte automotor que circula por vialidades. Para fines de este documento, también se les conoce como sector transporte.

Fuentes naturales. Cualquier fuente o proceso natural en la vegetación y los suelos que genere emisiones, para este inventario, incluye las emisiones biogénicas (COV de vegetación y NO_x de los suelos) y a la erosión eólica.



El Inventario de Emisiones es un instrumento que permite identificar las fuentes generadoras de contaminantes, así como su aporte y localización, con la finalidad de ser una herramienta para la toma de decisiones en materia de calidad del aire y en la implementación y evaluación de medidas de reducción de contaminantes atmosféricos.

La buena calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) se considera un reto importante en materia ambiental, que deben resolver en conjunto, el Gobierno de la Ciudad de México (CDMX), el Gobierno del Estado de México y el Gobierno Federal, con apoyo de la población. En este contexto, con la finalidad de conocer el origen, la cantidad y el tipo de emisiones al aire que se generan, la Secretaría del Medio Ambiente, a través de la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire, elaboró el presente inventario de emisiones de contaminantes criterio, tóxicos y compuestos de efecto invernadero.

Este documento pretende dar una perspectiva en materia de contaminación del aire, a partir de información generada por diversas instancias, y de información propia, derivada de cálculos y análisis realizados por la SEDEMA. Se presenta un panorama de los factores que afectan la calidad del aire y la cuantificación de contaminantes que se liberan a la atmósfera por tipo de fuente, que en conjunto suman 90 categorías emisoras. Integra nuevas estimaciones

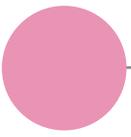
como son: comercios y servicios regulados, cambio de uso de suelo, residuos biológicos y tiraderos a cielo abierto, así como uso de hidrofluorocarbonos. Además, describe brevemente, la aplicación de modelos fotoquímicos en la evaluación de medidas de reducción de emisiones y en la determinación del potencial de generación de ozono.

Por primera vez, se incluye un cálculo de la incertidumbre de los gases de efecto invernadero, como una buena práctica recomendada para su estimación, así como las actividades generales de control de la calidad y aseguramiento de la calidad, para dar transparencia al Inventario de Emisiones. También se incorporan las recomendaciones realizadas por el *Eastern Research Group Inc.*, derivadas de la "Evaluación al Inventario de Emisiones 2012" y el aseguramiento de la calidad de las emisiones del sector transporte, considerando el nuevo modelo de emisiones vehiculares, MOVES-México.

Finalmente, el elaborar un diagnóstico integral de las fuentes de emisión, permite identificar áreas de oportunidad para fortalecer o instrumentar medidas de control de reducción de emisiones, así como favorecer el mejoramiento de la calidad del aire y la mitigación del cambio climático.

M. EN C. TANYA MÜLLER GARCÍA

Secretaria del Medio Ambiente del
Gobierno de la Ciudad de México



RESUMEN EJECUTIVO

- ✓ En el inventario realizado por la CDMX, se estiman 90 categorías de emisión, tanto de contaminantes criterio, como de compuestos tóxicos y de efecto invernadero, por lo que es uno de los más completos y exhaustivos que se realizan en el país.
- ✓ Los Inventarios de emisiones realizados por la CDMX incorporan las metodologías establecidas en los *Manuales del Programa de Inventarios de Emisiones de México*, en el *Air Resources Board* de la Agencia de Protección Ambiental de California, y de la Agencia de Protección Ambiental (US-EPA).
- ✓ Este inventario incluye nuevas categorías de estimación:
 - Comercios y servicios regulados, cambio de uso de suelo, tratamiento de composta y tiraderos a cielo abierto, así como uso de hidrofluorocarbonos.
 - Por primera vez se publica la estimación de la incertidumbre para GEI, como una buena práctica recomendada internacionalmente.
- ✓ La CDMX está a la vanguardia siendo la primera ciudad en utilizar el modelo MOVES-México y publicar los resultados con un trabajo de aseguramiento de la calidad, realizado por los desarrolladores del modelo *Eastern Research Group Inc.*
- ✓ En este documento se da cumplimiento a recomendaciones internacionales como la aplicación de nuevos modelos de estimación y el aseguramiento de la calidad de las mismas.
- ✓ Con estos inventarios se declaran las emisiones de gases de efecto invernadero en la plataforma internacional CDP *Carbon Disclosure Project*; la CDMX fue la primera ciudad a nivel mundial en cumplir con el inventario de más alto nivel en el protocolo GPC *Global Protocol for Community Scale Basic+*. El reporte CDP de este año 2016, alcanzó una calificación de desempeño de 95%, por lo que la CDMX quedó en segundo lugar junto con París y Vancouver.
- ✓ La CDMX fue la primera ciudad en reportar en tiempo y forma, las emisiones de GEI, en el Registro Nacional de Emisiones de la SEMARNAT (RENE-GEI).
- ✓ El Inventario pretende dar un panorama de los sectores contaminantes que afectan la calidad del aire, así como la cuantificación de contaminantes primarios, sin considerar emisiones por formación secundaria, como son aerosoles o compuestos provenientes de reacciones fotoquímicas en la atmósfera.
- ✓ En términos de precursores de ozono en el año 2014, se emitieron 138 454 toneladas anuales de NO_x y 360 123 de COV. Respecto a las partículas, estas se estimaron en 31 431 toneladas anuales de PM₁₀ de las cuales, el 41 % corresponden a PM_{2.5}. En lo que se refiere a los gases de efecto invernadero, se emitieron alrededor

de 56.2 millones de toneladas de CO₂ equivalente y 1793 toneladas de carbono negro.

✓ Los resultados de la modelación fotoquímica, sugieren una **subestimación de emisiones de partículas y de COV de las fuentes puntuales**, en algunas zonas industriales del Estado de México (Xalostoc, Tlalnepantla y Naucalpan).

✓ Es importante mencionar que el **Inventario de Emisiones** es una **herramienta para determinar el origen de los contami-**

nantes y su localización, asimismo, es un elemento básico para la toma de decisiones en materia de calidad del aire, en la implementación y evaluación de medidas de reducción de contaminantes en beneficio de la población de esta ciudad.

✓ A manera de resumen se presenta la tabla de las emisiones por jurisdicción y entidad en toneladas por año.

Emisiones por jurisdicción

Jurisdicción	Emisiones [t/año]									
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	Tóxicos	CN	CO ₂ eq.
Ciudad de México	7836	3828	210	254 107	38 422	137 244	14 855	49 362	404	16 745 438
Estado de México	19 870	6019	443	415 148	62 472	199 949	31 281	75 795	622	28 396 490
Federal	3725	2926	1044	27 033	37 560	22 931	188	7413	768	11 034 624
Total	31 431	12 773	1696	696 288	138 454	360 123	46 325	132 569	1793	56 176 552

Nota: Los totales varían por redondeo de cifras.

En la Ciudad de México, como en la mayor parte de las grandes urbes, la composición del aire ha sido alterada con compuestos que provienen en su mayoría de la quema de combustibles fósiles en automóviles, en fábricas y hogares. Las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles (COV) se sitúan como uno de los principales problemas de contaminación del aire de la ZMVM, debido a su participación en la formación del ozono troposférico y porque varios de sus compuestos son considerados tóxicos o contaminantes peligrosos del aire.

Para conocer y reducir los impactos de la contaminación atmosférica, así como hacer frente al cambio climático, el Gobierno de la CDMX requiere de recursos que permitan identificar las fuentes emisoras y la composición de las emisiones; dicha información es parte de los productos obtenidos a través de los inventarios de emisiones y la modelación fotoquímica, los cuales no sólo permiten conocer las fuentes generadoras de emisiones, sino también el aporte de cada una de ellas a la contaminación del aire, con la finalidad de generar propuestas de reducción de contaminantes en beneficio de la población.

Los inventarios de emisiones se utilizan como base fundamental en los Programas de Calidad del Aire y en los Programas de Acción Climática de la Ciudad de México, así como para la evaluación y generación de programas y acciones de reducción de emisiones contaminantes, son una parte muy

importante en la definición de medidas de políticas públicas y de gestión de la calidad del aire.

Las estimaciones de los contaminantes en los Inventarios de Emisiones, requieren de una actualización permanente con la finalidad de mejorar los resultados obtenidos, encaminados a la representatividad y a la disminución de las incertidumbres derivadas de los procedimientos de cálculo y de la calidad de la información.

Debido a lo anterior, la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la CDMX, actualiza cada dos años, desde el año 1994, los inventarios de emisiones, los cuales actualmente integran a los contaminantes al aire, compuestos tóxicos y de efecto invernadero.

El presente inventario de emisiones, se realizó incluyendo a los contaminantes al aire, tóxicos y compuestos de efecto invernadero, lo cual permite tener información amplia e integral para obtener un mayor beneficio en la reducción de emisiones, con la finalidad de mejorar la calidad del aire y proteger la salud de los habitantes. Además, el diagnóstico integral de todos los gases y partículas que se liberan al aire, es útil para identificar y precisar las áreas de oportunidad donde se tiene que hacer mayor esfuerzo, para fortalecer o instrumentar medidas de control de emisiones adicionales a las que ya se tienen, con el fin de potenciar resultados.

Figura 1. Contaminantes estimados en el Inventario de Emisiones 2014.



Este inventario de emisiones, evalúa una gran variedad de fuentes generadoras de COV y de manera paralela, de compuestos tóxicos; así mismo, considerando la necesidad de realizar propuestas para mitigar los compuestos de efecto invernadero y de vida corta, también se estiman las emisiones del carbono negro, y se incluye por primera vez a los hidrofluorocarbonos, como parte de los GEI.

Es importante mencionar que en cada actualización de los inventarios se incorporan: mejores prácticas para aumentar el control de calidad de los cálculos y resultados; la revisión y evaluación de actualizaciones metodológicas nacionales e internaciona-

les; así como recopilación de información reciente y suficiente para mejorar y/o agregar nuevos sectores de importancia.

Después de más de 10 años, se realizó una evaluación a los inventarios de emisiones, con el fin de identificar y documentar las incertidumbres, así como recomendar mejoras específicas para resolverlas. Considerando lo anterior, el presente inventario orientó los esfuerzos a:

- Representatividad y ubicación de las industrias.
- Actualización al modelo MOVES-México, para las emisiones del transporte.
- Incrementar la cooperación con la Federación y Estado de México, para el desarrollo de los inventarios.
- Estimación de la incertidumbre de los gases de efecto invernadero.
- Documentar, dar transparencia y trazabilidad, a través del control y aseguramiento de la calidad las estimaciones.



1. ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio del Inventario de Emisiones de la Ciudad de México 2014, está integrada por las 16 delegaciones de la Ciudad de México y 59 municipios del Esta-

do de México; con una superficie de casi 7800 km² (Tabla 1). La Figura 2 muestra las características generales de la ZMVM al año 2014.

Figura 2. Zona Metropolitana del Valle de México 2014.

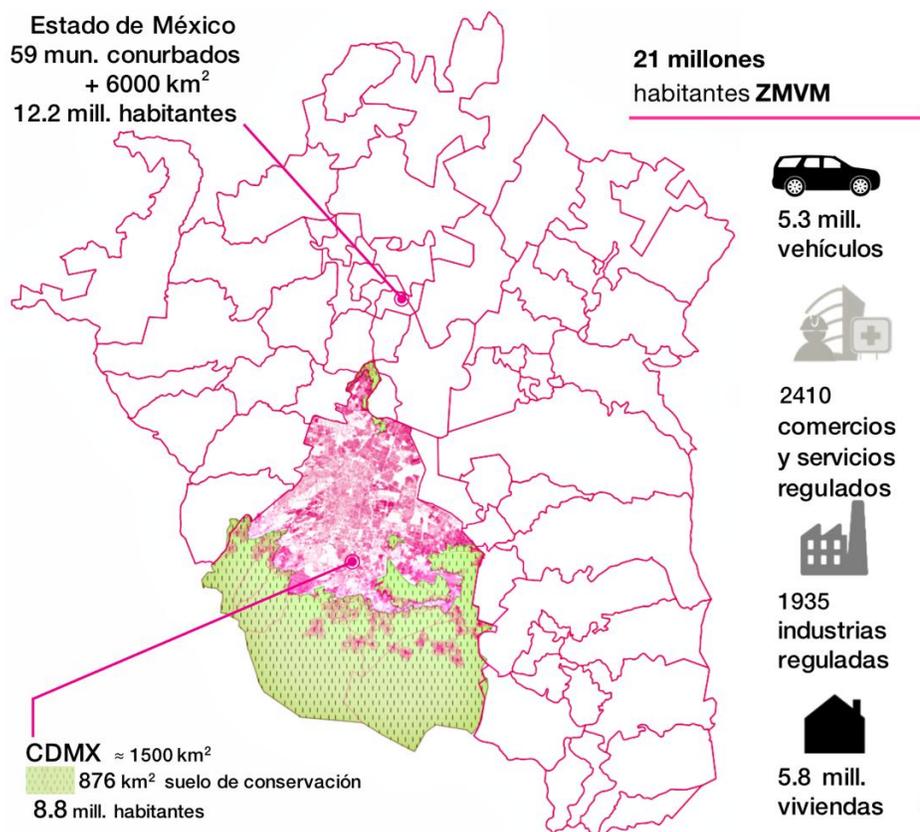




Tabla 1. Municipios y delegaciones considerados en la ZMVM, 2014.

Delegación	Municipio	Municipio	Municipio
Álvaro Obregón	Acolman	Huehuetoca	Temamatla
Azcapotzalco	Amecameca	Hueypoxtla	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	Tepotzotlán
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	



BALANCE DE ENERGÍA

El consumo energético de combustibles fósiles¹, es un indicador del aporte de emisiones contaminantes y de efecto invernadero; en las zonas urbanas el sector transporte es el de mayor demanda, por lo que se le asocia con una participación importante en la generación de emisiones. En el año 2014 se consumieron 543 Petajoules² de energía por consumo directo de petrolíferos, con un consumo *per cápita* anual, equivalente a quemar la energía proveniente de casi 800 litros de gasolina.

En la ZMVM, el transporte es el sector de mayor consumo, con una demanda del 58% de la energía total requerida por la ZMVM.

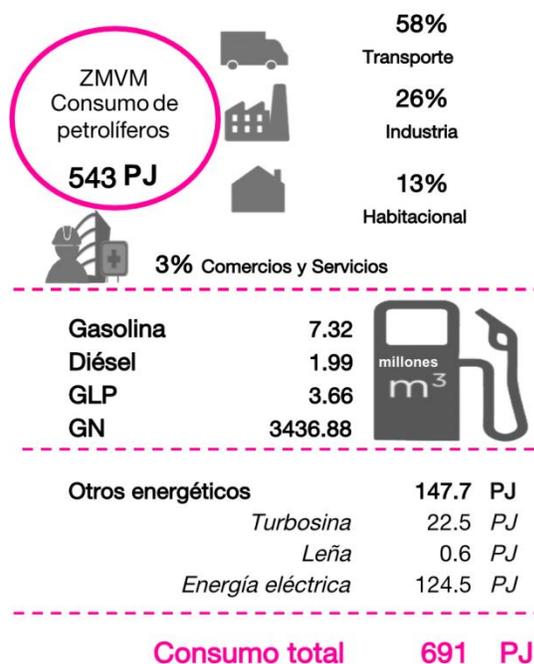


Figura 3. Consumo de energéticos en la ZMVM 2014.

Además de lo anterior, se consumen casi 150 PJ provenientes de turbosina, leña y energía eléctrica. Considerando que se desconoce exactamente qué cantidad de turbosina se quema dentro de la capa de mezclado de la ZMVM, no se reporta como consumo directo.

Tabla 2. Consumo directo de petrolíferos (líquidos y gaseosos) ZMVM, 2014.

Combustible	Ventas por sector 2014 [millones de m ³]					Total	[PJ]	[%]
	Habitacional	Comercios y Servicios	Industrial	Transporte	Agropecuario			
Gasolina Magna	N/A	N/A	N/A	6.1	N/A	6.1	197.0	36.3%
Gasolina Premium	N/A	N/A	N/A	1.2	N/A	1.2	39.5	7.3%
Diésel	N/A	N/A	0.1	1.8	N/A	2.0	70.4	13.0%
Gas L.P.	2.4	0.4	0.3	0.5	0.019	3.7	95.0	17.4%
Gas natural	221.5	60.4	3 141.1	13.9	N/A	3 436.9	141.1	26.0%
Total	224	61	3 142	24	0.019	3 450	543	100%

Nota: Los valores totales se encuentran redondeados.

¹ Productos que se obtienen mediante la refinación del petróleo. Pueden ser productos terminados (gasolina, diésel, gas licuado, otros), semiterminados o subproductos (naftas).

² 1 Petajoule = 1×10^{15} joules

1 joule = 0.2388 calorías





2. DESCRIPCIÓN DE LOS SECTORES CONTAMINANTES

La calidad del aire de la ZMVM está determinada por el balance entre las emisiones contaminantes generadas por la población, los vehículos, el consumo energético, entre otros, y la capacidad atmosférica para eliminar o reducir dichas emisiones.

Aunado a lo anterior, se suman factores adversos como la altitud de la ZMVM, que provoca menor eficiencia en los procesos de combustión; el relieve orográfico, que dificulta la dispersión de los contaminantes; así como la intensa radiación solar que promueve la formación de contaminantes secundarios como el ozono.

En la ZMVM, el ozono y las partículas son los contaminantes que aún superan las normas de salud.

En las últimas dos décadas, los factores contaminantes de la ZMVM han aumentado, la población y la mancha urbana se han extendido cada vez más a los municipios conurbados del Estado de México, asimismo, la cantidad de vehículos motorizados se ha incrementado aceleradamente, lo que ha provocado una mayor demanda de energéticos, con el consecuente aumento de contaminantes.

A continuación, se dará una descripción general de los principales sectores de generación de emisiones, los cuales contribuyen con un alto porcentaje a la contaminación del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México y en los capítulos de inventario de emisiones se pueden revisar las categorías que incluye cada sector o fuente contaminante.

Zona Metropolitana del Valle de México 2014						
Cumple con la NOM				NO cumple con la NOM		
Pb	CO	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃

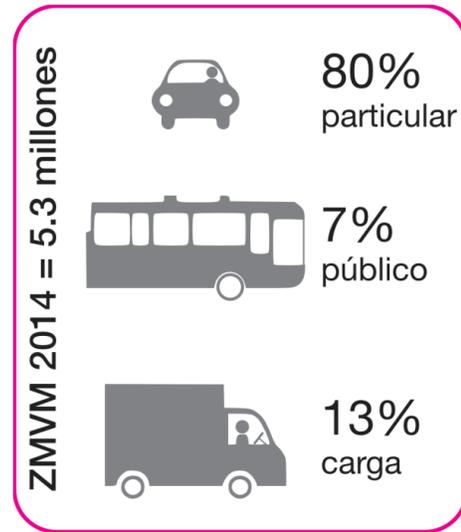


TRANSPORTE Y MOVILIDAD

En México, cada vez más personas se han trasladado a las ciudades y han ocasionado un acelerado proceso de urbanización, teniendo recorridos cada vez más largos, para el transporte de personas, bienes y mercancías, además de un aumento sin control de vehículos automotores.

Cabe mencionar que la ZMVM presenta un índice de motorización de 250 autos/1000 habitantes (cálculo propio con información del año 2014), lo que influye directamente en la calidad del aire, debido a la cantidad de energía necesaria requerida y a los congestionamientos viales.

Al año 2014, hay 5.3 millones de vehículos registrados, predominando los de uso particular (autos/SUV/motos=80%), y de acuerdo a la Encuesta Origen Destino 2007, estas unidades sólo cubren una tercera parte de los viajes realizados diariamente por los habitantes de la ZMVM (GDF, INEGI y GEM, 2007).



En contraste, el transporte de pasajeros representa sólo el 7% del parque vehicular y puede transportar entre 40, 80 y más de 200 pasajeros por unidad, llevando a cabo casi dos terceras partes de los viajes totales (Dato de viajes de la Encuesta Origen Destino 2007).

Figura 4. Flota vehicular de la ZMVM 2014.

Flota vehicular registrada por entidad y tipo de vehículo				
	46%		54%	
	2 412 059	CDMX	Zona Conurbada Estado de México	2 847 494
	ZMVM-2014			
Autos particulares	1 429 080		1 679 203	3 108 283
SUV	394 025		460 595	854 620
Taxis	150 339		59 829	210 168
Combis	7 955		44 210	52 165
Microbuses	18 167		5 946	24 113
Pick Up	89 150		311 179	400 329
Vehículos ≤ 3.8 t	14 597		32 370	46 967
Tractocamiones	58 841		20 346	79 187
Autobuses	33 403		13 733	47 136
Vehículos > 3.8 t	50 424		123 398	173 822
Motocicletas	165 648		96 564	262 212
Metrobús/Mexibús	430		121	551



La Figura anterior presenta el número de vehículos en circulación registrados en la Zona Metropolitana del Valle de México al año 2014, por cada una de las entidades que la conforman, asimismo, en el Anexo 1 se presenta la flota por año modelo, para cada una de las entidades.

En la ZMVM la cantidad de vehículos pesados de jurisdicción federal es considerable (tractocamiones, autobuses y vehículos

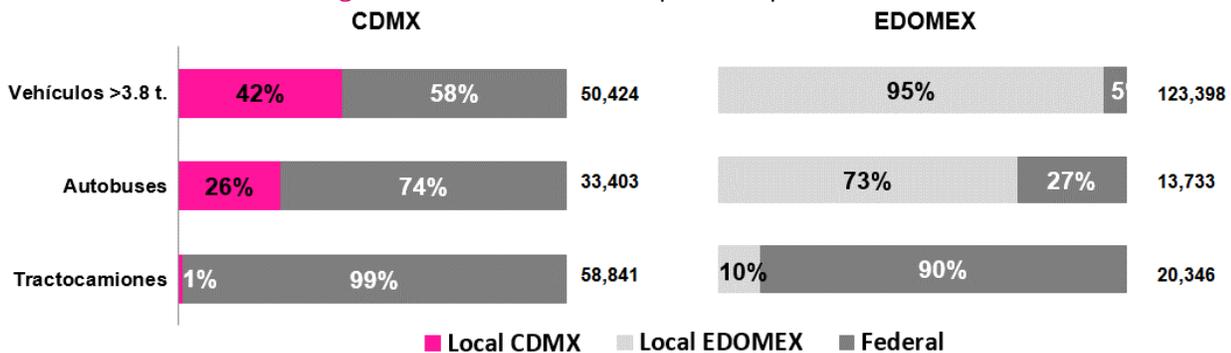
mayores a 3.8 toneladas) representando el 47% de estos vehículos (Tabla 3).

En particular en la CDMX, el 78% de los vehículos pesados son de placa federal, de ello deriva la importancia de su regulación y colaboración en acciones de reducción de emisiones. La Figura 5 muestra la participación porcentual por la flota local y federal de las unidades pesadas.

Tabla 3. Flota de vehículos pesados por jurisdicción, ZMVM.

Vehículos pesados por jurisdicción									
Tipo de vehículo	CDMX			EDOMEX			ZMVM		
	Local	Federal	Total	Local	Federal	Total	Local	Federal	Total
Tractocamiones	650	58 191	58 841	2 116	18 230	20 346	2 766	76 421	79 187
Autobuses	8 828	24 575	33 403	10 081	3 652	13 733	18 909	28 227	47 136
Vehículos >3.8 t.	21 392	29 032	50 424	116 978	6 420	123 398	138 370	35 452	173 822
Total	30 870	111 798	142 668	129 175	28 302	157 477	160 045	140 100	300 145
	22%	78%		82%	18%		53%	47%	

Figura 5. Flota de vehículos pesados por entidad.

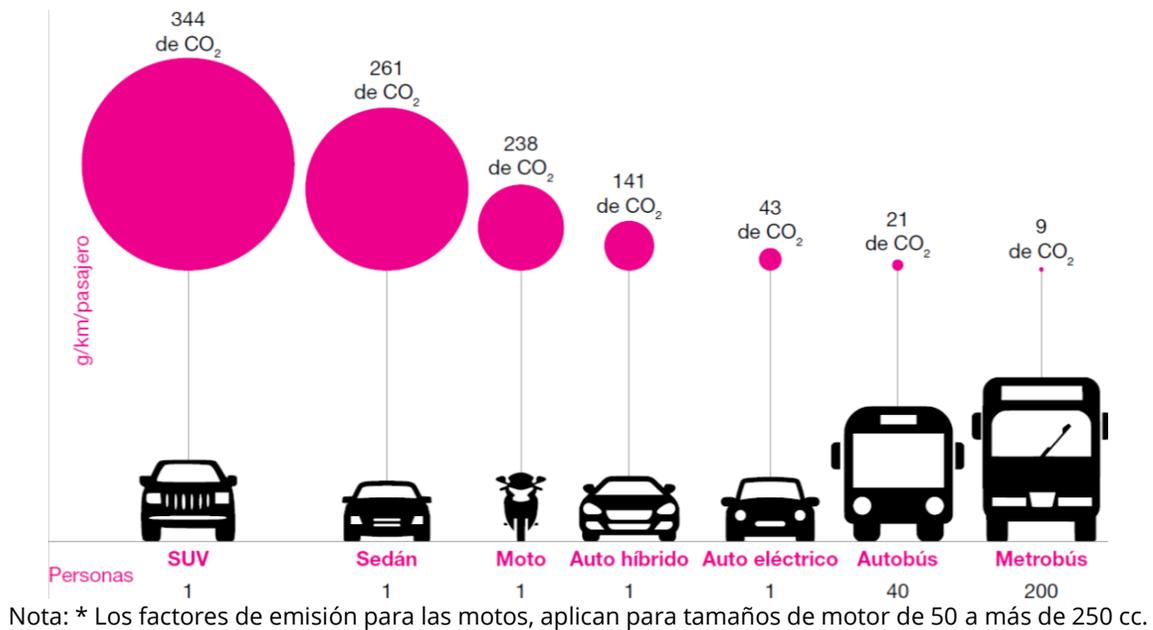


La Figura 6 presenta de manera general, una comparación de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) por tipo de vehículo (promedio de emisión por km/pasajero); lo cual nos indica que las políticas de transporte y movilidad deben estar orientadas hacia el desarrollo de transporte

público de alta capacidad, asimismo, se debe fomentar que los usuarios modifiquen sus modos de transporte, con la finalidad de reducir emisiones y mejorar la movilidad.



Figura 6. Capacidad de pasajeros y emisiones de CO₂. (Basada en figura de SEDEMA, 2016)



Debido a que el año modelo de los vehículos nos indica indirectamente el potencial de generación de emisiones con respecto a la edad, la Figura 7 muestra la participación porcentual por año modelo de las unidades a diésel y gasolina, se enmarcaron los años modelo que ya cuentan con sistemas avanzados de control de emisiones.

En lo que respecta a la flota a gasolina, las unidades 1991 y 1992 ya contaban con convertidor catalítico de una o dos vías, sin embargo, es a partir de 1993 que se introduce el convertidor de tres vías y el sistema de inyección avanzado. Para el parque vehicular a diésel, aun cuando se conoce que existe la tecnología: EPA-1994, EPA-1998, EPA-2004 y 2010, a ciencia cier-

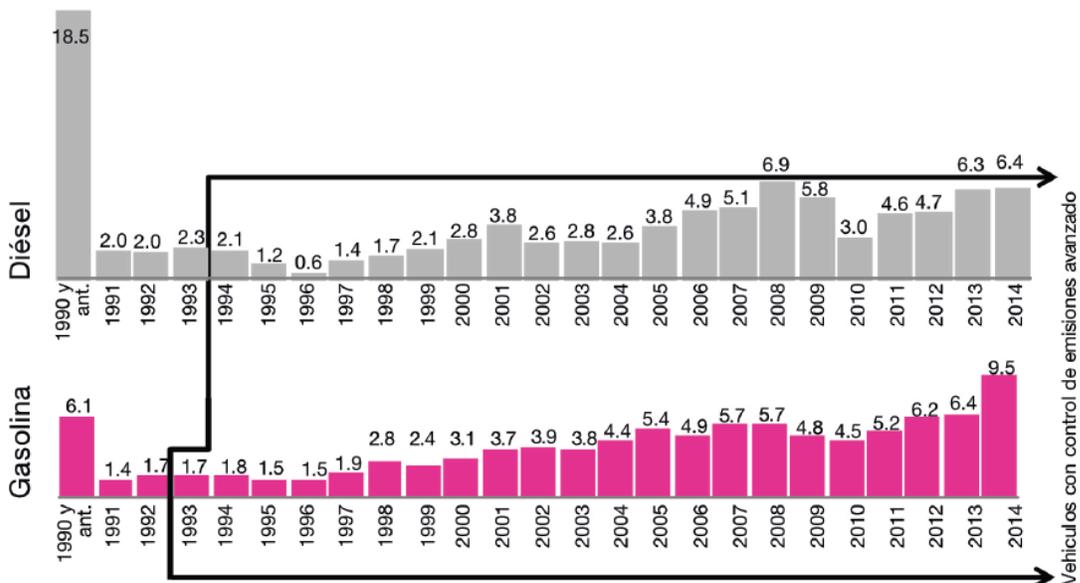
ta sólo se sabe que la flota a diésel cumple con los estándares EPA-1998 o 2004.

Sólo se presenta el parque vehicular a diésel y gasolina por ser los más abundantes, ya que el uso de combustibles gaseosos (gas LP y gas natural) sigue siendo no significativo.

En el tema de la movilidad, es importante comentar que el transporte de carga es un sistema fundamental para la economía del país, en él intervienen varios actores que hacen que sea un proceso complejo, costoso y contaminante. Este sector ocasiona problemas de circulación vial, aumento del ruido y de emisiones, en específico de carbono negro y partículas finas. En la ZMVM, se tienen registrados poco más de 700 000 unidades de carga.



Figura 7. Participación porcentual de vehículos a diésel y gasolina por año modelo.





INDUSTRIA

De acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI, para el año 2014, en la ZMVM se encontraban registrados 70 000 establecimientos industriales (locales y federales), poco más de 32 000 se ubican en la Ciudad de México y los restantes 38 000 en los 59 municipios conurbados del Estado de México. Debido al incremento de las microindustrias, como resultado del fomento al autoempleo (Pradilla & Márquez, 2004), de estos 70 000 establecimientos, el 91% son microindustrias (más de 64 000), las cuales cuentan con menos de 10 empleados, y tan sólo el 9% corresponde a industrias medianas y grandes.

Por otra parte, de acuerdo al número de empleados y al tipo de giro, se estima que aproximadamente el 7% (más de 5200) de las industrias asentadas en la ZMVM, deberían estar sujetas a regulación en materia de emisiones a la atmósfera. Sin embargo, el presente inventario de emisiones, está integrado por 1935 industrias (incluye termoeléctricas) y 5 terminales de almacenamiento masivo de combustibles³, puesto que además del número de empleados, las industrias se regulan dependiendo del proceso productivo, el tipo de materias primas, los equipos que utilizan (calderas, hornos y

otros), así como las normas que les aplican a dichos equipos (Figura 8).

Para el caso de la CDMX, se consideran 887 establecimientos, de los cuales el 83% son de jurisdicción local, y 17% son establecimientos federales asentados en la CDMX, siendo las delegaciones con mayor asentamiento industrial: Azcapotzalco e Iztapalapa, las cuales en conjunto representan el 41% del total. Los sectores más representativos por su abundancia son: la industria alimenticia, impresión e industrias conexas, industria química y la industria del plástico y del hule. La Figura 10 muestra de manera gráfica los sectores industriales más abundantes y en la categoría *Otros sectores*, se agrupa el resto.

Respecto al Estado de México, de los 1053 establecimientos inventariados, el 76% son de jurisdicción local y 24% son federales, siendo Tlalnepantla de Baz, Naucalpan de Juárez y Ecatepec de Morelos, los municipios de mayor concentración industrial. Entre los sectores más abundantes en dicha entidad, se encuentran: la industria química, la fabricación de productos metálicos, industria del plástico y hule y la industria metálica básica (Figura 11).

Como ZMVM, los sectores más abundantes son: el alimenticio (elaboración de pan, cereales, productos lácteos, otros), la industria química (fabricación de pinturas, adhesivos y productos farmacéuticos, otros), y en tercer lugar, la fabricación de productos metálicos (troquelado de metales y fabricación de piezas metálicas principalmente).

³ Las Terminales de almacenamiento masivo de combustibles líquidos o Terminales de Almacenamiento y Distribución (TAD) son: PEMEX Terminal San Juan Ixhuatepec, PEMEX Terminal Satélite Sur, PEMEX Terminal 18 de marzo, PEMEX Terminal Añil y Terminal de combustibles del Aeropuerto y Servicios Auxiliares (ASA).



Figura 8. Número de industrias incluidas en el inventario de emisiones, ZMVM 2014.

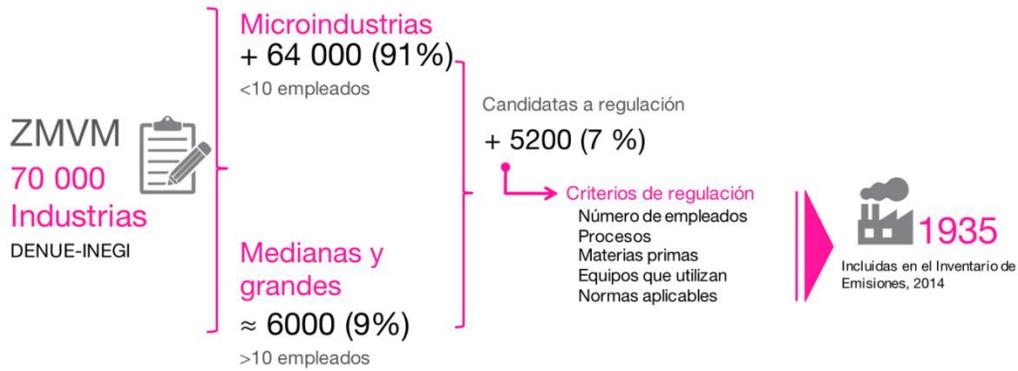
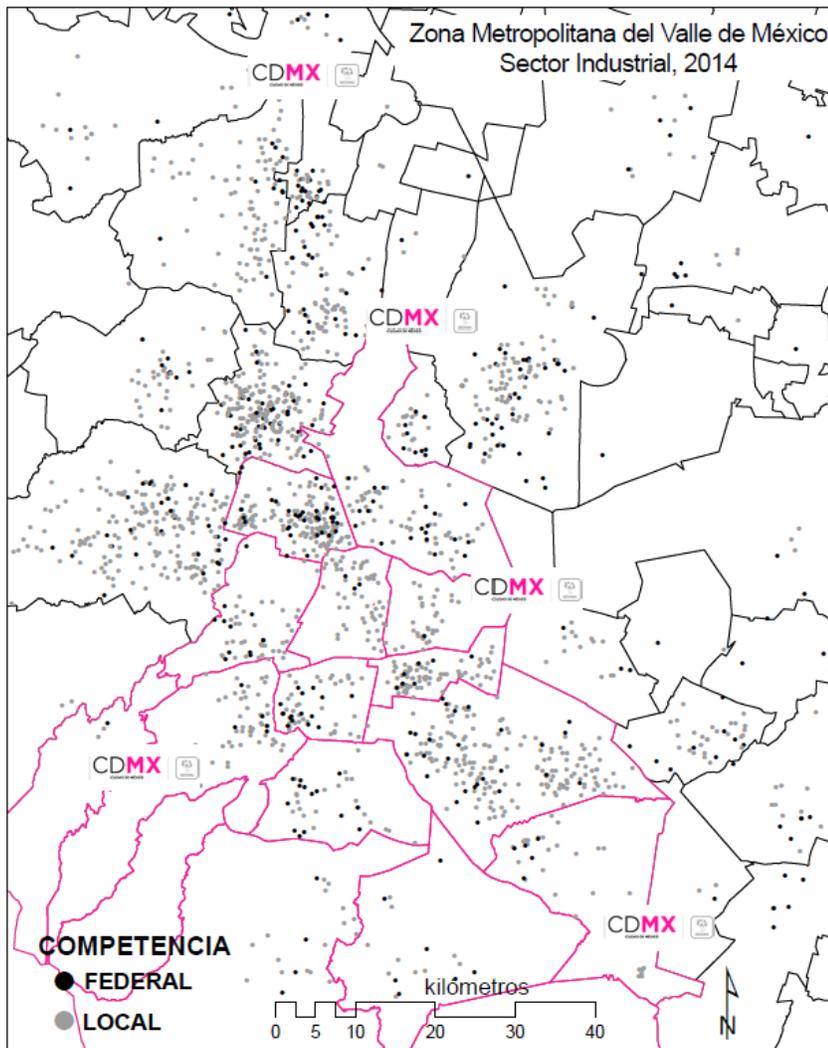


Figura 9. Industrias contabilizadas en el Inventario ZMVM 2014.





2. DESCRIPCIÓN DE LOS SECTORES CONTAMINANTES

Figura 10. Establecimientos por sector y jurisdicción en la CDMX, 2014.

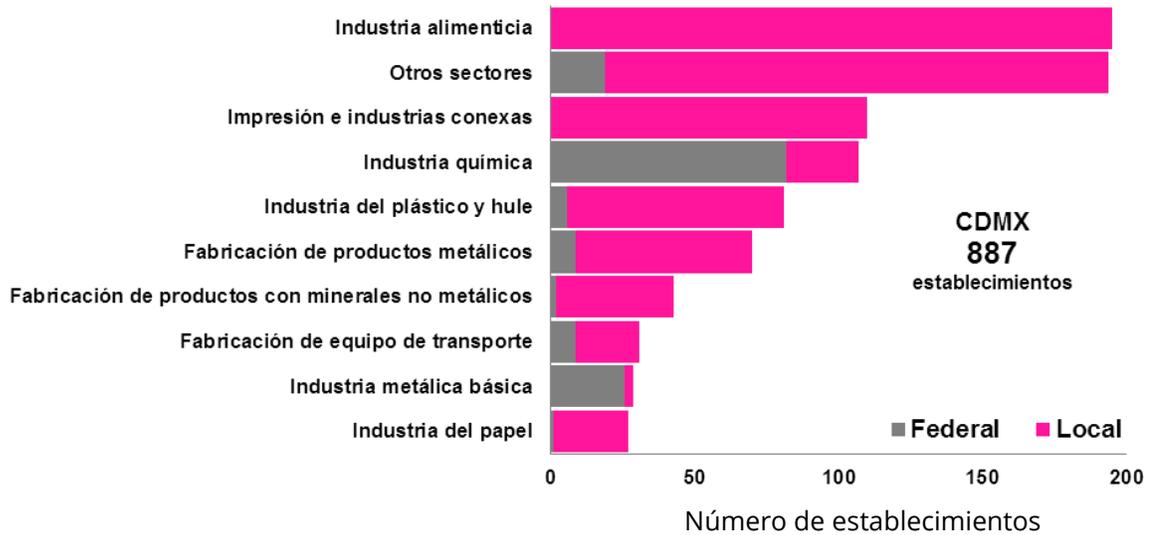
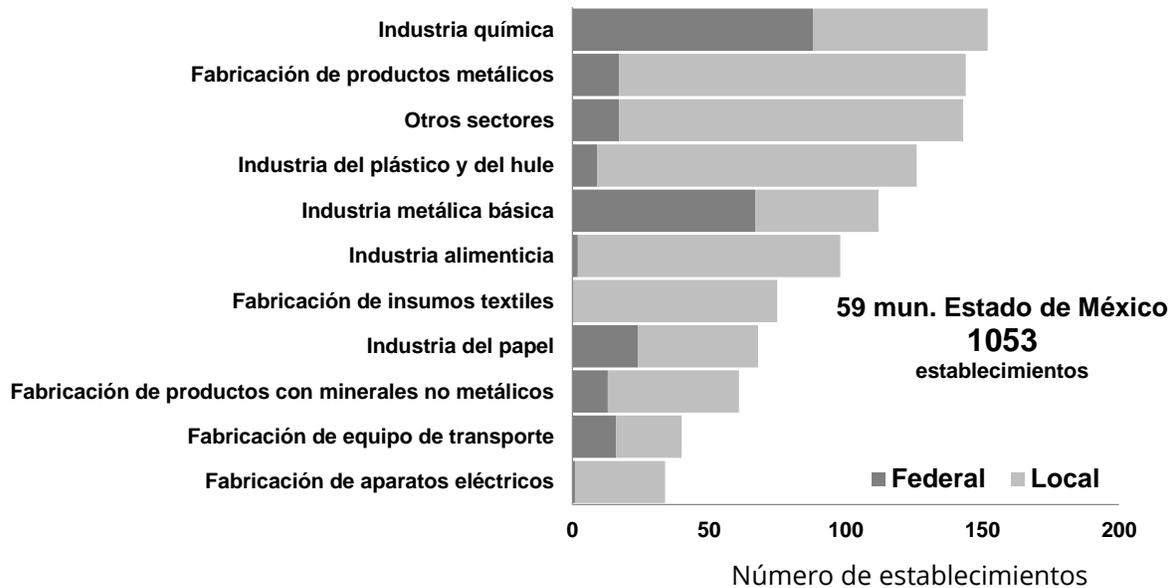


Figura 11. Establecimientos por sector y jurisdicción en el Estado de México, 2014.





COMERCIOS Y SERVICIOS

COMERCIOS Y SERVICIOS

Durante las décadas de 1960 y 1970, la Ciudad de México y su Zona Metropolitana fueron motor de la industrialización del país, sin embargo, a partir de los años ochenta, comenzó el desplazamiento industrial hacia los estados conurbados de la metrópoli, lo que llevó a una transformación de la economía hacia el incremento de las actividades comerciales y de servicios (Pradilla & Márquez, 2004).

El sector comercial y de servicios ha tenido una participación cada vez mayor en la economía, que se ha favorecido con la inversión privada y el incremento de la demanda de bienes por la sociedad. De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (INEGI, 2015), para en el año 2014, en la ZMVM se tenían registrados más de 826 000 unidades comerciales y de servicios, siendo el sector de mayor abundancia (55%), el comercio de artículos diversos, como alimentos, ropa, fármacos, mobiliario, artículos eléctricos-electrónicos, entre otros.

En la CDMX, el 97% de los comercios y servicios corresponde a pequeños y micro negocios, que tienen menos de 10 empleados y sus actividades son a pequeña escala, como por ejemplo: escuelas, farmacias, talleres de reparación de artículos varios, venta de alimentos, de artículos de papelería y de ropa, entre otros.

El resto corresponde a establecimientos medianos y grandes, que ofrecen bienes y servicios a gran escala y con mayor infraestructura mobiliaria, como las tiendas departamentales, supermercados, centros escolares, hoteles, restaurantes, así como la venta de muebles, calzado, ropa, equipos eléctricos y electrónicos.

La relevancia del sector de comercios y servicios en términos de calidad del aire, se debe a la cantidad y la diversidad de actividades que desarrollan, las cuales de manera individual generan bajas emisiones, sin embargo, en conjunto éstas pueden llegar a ser significativas, este sector impacta básicamente por las actividades que generan partículas, compuestos orgánicos volátiles y tóxicos.

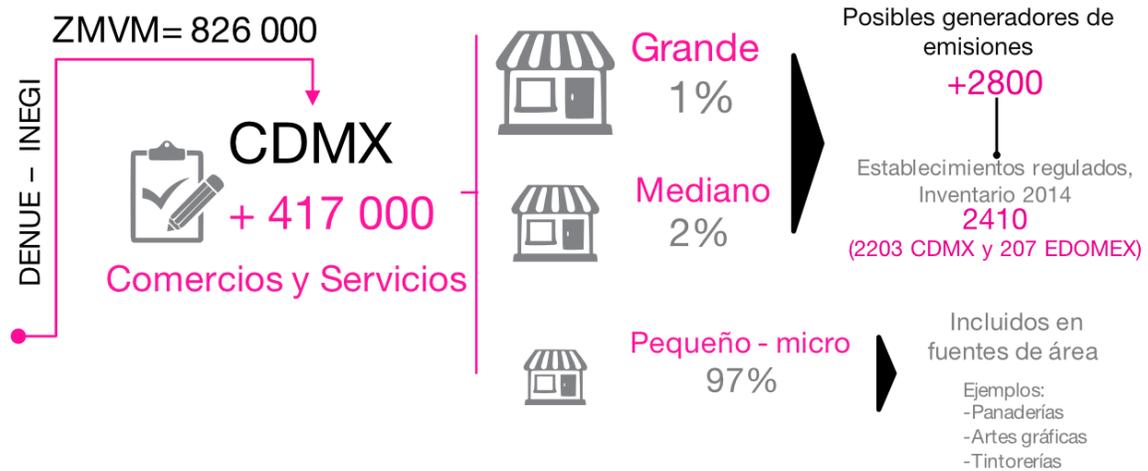
Debido a esto, se están haciendo esfuerzos en materia de regulación ambiental, y por primera vez, se integran como categoría de emisión en el presente inventario los comercios y servicios regulados en la CDMX y el Estado de México.

Es importante mencionar que al igual que las industrias, la regulación de los comercios y servicios se basa en el número de empleados, la actividad que realizan, el tipo de calderas y hornos que utilizan, así como en las normas ambientales que les aplican. En la mayoría de los casos, a los pequeños y micro establecimientos no les aplica la normatividad ambiental vigente, por lo cual es difícil su regulación.



2. DESCRIPCIÓN DE LOS SECTORES CONTAMINANTES

Figura 12. Comercios y servicios registrados ZMVM, 2014.



El presente inventario de emisiones incluye 2203 comercios y servicios regulados en la CDMX, y 207 establecimientos del Estado de México. Los comercios y servicios regulados de la CDMX, en su mayoría cuentan con más de 10 empleados, y los de mayor abundancia son: restaurantes (29%), sector hotelero (15%) y tiendas de autoservicio y departamentales (12%), concentrándose la mayoría de ellos principalmente en la delegación Cuauhtémoc.

Es importante aclarar que esta cifra corresponde a comercios y servicios que demuestran su desempeño ante la autoridad ambiental estatal o federal, sin embargo, no se cuenta con información de estos establecimientos por parte de las autoridades delegacionales o municipales.

Para fines del inventario, las emisiones generadas por las actividades de comercios y servicios regulados se reportan dentro de las fuentes puntuales y los comercios y servicios NO regulados se integran en las fuentes de área, en las siguientes categorías:

-
- Artes gráficas
 - Tintorerías
 - Asados al carbón
 - Esterilización de hospitales
 - Panaderías
 - Distribución de combustibles
-



CONTAMINACIÓN DOMÉSTICA

Aun cuando la mayor parte de los contaminantes del aire provienen de los vehículos de combustión interna y de las industrias, es importante mencionar que las actividades en viviendas y edificios, como lo es la limpieza y la cocción de alimentos, también contribuyen a la contaminación.

Dentro de los hogares, el uso de solventes o productos que los contienen generan emisiones significativas de compuestos orgánicos volátiles (COV) y de algunos tóxicos. Esta problemática presenta gran incertidumbre, debido a que no se conoce la diversidad y/o cantidad de sustancias químicas que contienen tales productos. Cabe mencionar que en la ZMVM se ubican 5.7 millones de hogares.

Además, por la quema de gas licuado de petróleo (gas LP), se liberan contaminantes y cantidades significativas de propano y butano, como consecuencia de las fugas en los sistemas de aprovechamiento del combustible y de los hidrocarburos no quemados (HCNQ⁴). Con base en las campañas de monitoreo de contaminantes que se han desarrollado, se ha demostrado la relación de COV con el consumo de gas LP proveniente del sector doméstico, donde se consume el 65% de las ventas de gas LP.

4 El propano y butano son los componentes principales del gas licuado de petróleo.

Figura 13. Fuentes contaminantes en hogares.



Aunado a lo anterior, también se producen 8.6⁵ millones de toneladas anuales de residuos sólidos (basura), las cuales originan poco más de 278 000 toneladas de metano⁶, compuesto que es considerado un gas de efecto invernadero; de estos residuos, 6.8 millones de toneladas son enviadas a rellenos sanitarios y generan anualmente casi 258 000 toneladas de metano (el resto de las emisiones se atribuye a residuos sólidos no gestionados).

5 Inventario de residuos sólidos de Distrito Federal 2014, estimación *per cápita* para el Estado de México e información de sitios de disposición de la ZMVM durante el año 2014.

6 Estimaciones realizadas con el Modelo Mexicano de Biogás (Desarrollado por LMOP-USAID y actualizado para México por la EPA).



2. DESCRIPCIÓN DE LOS SECTORES CONTAMINANTES

Para fomentar la reducción y reciclaje de residuos sólidos, la CDMX realiza campañas como, "el mercado del trueque", "sin moño y sin bolsita por favor"; así como jornadas de acopio de residuos electrónicos y eléctricos "reciclatón", por mencionar algunas acciones.

Cabe mencionar que las emisiones generadas en las viviendas se agrupan dentro de las fuentes de área en el inventario de emisiones.

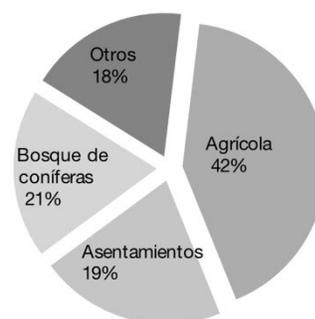
VEGETACIÓN Y SUELOS

Además de las actividades de la población que se realizan, algunos procesos naturales generan contaminantes atmosféricos. Para el presente inventario, se estiman las emisiones provenientes de la vegetación y los suelos (emisiones biogénicas), así como las partículas provenientes de la erosión eólica en suelos. Para los fines del inventario, estas se clasifican como fuentes naturales.

A pesar de los beneficios que tiene la cubierta vegetal, las plantas liberan compuestos orgánicos volátiles que contribuyen a la formación del ozono. Entre los principales compuestos identificados están el isopreno y los monoterpenos; los cuales son liberados como compuestos defensivos, de estabilización y protección. En lo que se refiere a los óxidos de nitrógeno, estos se generan en el suelo por la actividad microbiana en el proceso de nitrificación-desnitrificación de la materia orgánica.

Respecto a la erosión eólica como fuente de emisión de partículas, se estima que la ZMVM tiene una superficie de casi 380 000 hectáreas susceptibles de erosión, la cual se localiza principalmente en zonas de agricultura de temporal y áreas sin vegetación aparente.

Según la serie V del INEGI (2013), la ZMVM cubre casi 7800 km² de superficie y los principales usos de suelo son: asentamientos, el forestal (bosques) y el agrícola; siendo en éstos dos últimos, donde se generan las principales emisiones biogénicas.



Según las Metodologías del IPCC, para la estimación de gases de efecto invernadero, se reconoce que los cambios de uso de suelo pueden producirse en todos los tipos de tierras y por lo tanto habrá emisiones y absorciones de dichos gases.



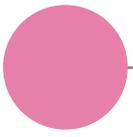
MISCELÁNEOS

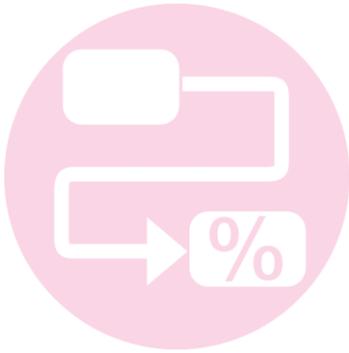
Como se ha mencionado anteriormente, los sectores industrial, transporte, doméstico, comercial y de servicios, así como la vegetación y suelos, contribuyen en la generación de contaminantes. Sin embargo, existen otras categorías que son de importancia por su emisión, las cuales contribuyen a la generación de contaminantes de acuerdo al tipo de actividad que representan.

Para fines del Inventario de Emisiones, estas categorías se agrupan y reportan dentro de las fuentes de área, de manera general son las siguientes: residuos, transporte que no circula por vialidades, actividades de la construcción y agropecuarias, vialidades y otros misceláneos, este último incluye categorías específicas que no se pueden agrupar en ninguno de los anteriores. En la Figura 14 se muestran las categorías desagregadas.

Figura 14. Categorías de misceláneos incluidos en las fuentes de área.







3. METODOLOGÍAS Y CONSIDERACIONES DE CÁLCULO

Los cálculos de las estimaciones de contaminantes criterio del presente inventario, se basan en las metodologías establecidas en el Manual del Programa de Inventarios de Emisiones de México (*Radian International LLC, 1997*), así como en las propuestas por el *Air Resources Board* de la Agencia de Protección Ambiental de California. En el caso de los gases de efecto invernadero, se consideran las Directrices para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero publicadas por el Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (por sus siglas en inglés IPCC, 2006), y de las consideraciones de expertos en cada una de las fuentes contaminantes. A continuación se presentan algunas consideraciones realizadas en las estimaciones, así como las fortalezas y debilidades detectadas por tipo de fuente contaminante.

FUENTES MÓVILES

La CDMX es la primera ciudad en publicar el inventario de las emisiones del transporte, con la adecuación del modelo recomendado por la US-EPA y la SEMARNAT, denominado MOVES-México, desde el año 2010 la US-EPA ha trabajado en mejorar los algoritmos de cálculo y en la incorporación de nuevas mediciones de contaminantes; en marzo del 2016 finalmente, se liberó la versión para México. Derivado de lo anterior, MOVES-México incorpora los cambios tecnológicos y mejora la estimación de con-

taminantes criterio, tóxicos y de GEI con nuevas mediciones provenientes de sensor remoto de varias ciudades. Además, se realizaron correcciones de datos y se observa la disminución de hidrocarburos y tóxicos, principalmente en las emisiones evaporativas a gasolina.

Considerando el cambio del modelo de estimación, la CDMX solicitó el aseguramiento de la calidad de las emisiones a los desarrolladores del modelo: *Eastern Research Group Inc.- ERG*, con la finalidad de validar y dar certidumbre a las estimaciones de las emisiones del transporte, debido a la importancia de su participación en la contaminación. Durante este proceso se verificó el ingreso de los datos (flota, kilómetros recorridos, calidad de combustibles, entre otros), así como las bases de datos de salida del modelo y se hicieron comparaciones contra las emisiones del modelo anterior, determinándose que las diferencias provienen de las mejoras del modelo y de la incertidumbre de los datos de actividad, los cuales datan de más de diez años.

✓ La flota vehicular de la ZMVM se integra básicamente con la base de datos del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria (PVVO), flota del transporte público y transporte federal (autobuses de pasaje, turismo y carga).



3. METODOLOGÍAS Y CONSIDERACIONES DE CÁLCULO

✓ Cabe destacar que en la información proporcionada por la Secretaría de Movilidad del Estado de México se detectó una diferencia notable en el parque vehicular del transporte público, en relación al inventario anterior, por lo cual se aprecia que dicho transporte y sus emisiones son menores que las de la CDMX.

✓ Según las estadísticas proporcionadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la CDMX tiene registradas más de 111 000 unidades federales (tractocamiones, vehículos mayores a 3.8 toneladas y autobuses), los cuales representan casi cuatro veces más la flota federal del Estado de México. Debido a lo anterior, se observa una importante emisión en el transporte de la CDMX, sin embargo, el gobierno de la ciudad no tiene atribuciones para su regulación.

Debido a esto, surge la importancia de la regulación y homologación de los Programas de Verificación entre los diferentes niveles de gobierno, y la diferenciación de emisiones para cada una de las jurisdicciones: local y federal.

FUENTES PUNTUALES

✓ De manera general, el Estado de México cuenta con un mayor número de industrias, incluidas en el presente inventario, sin embargo, se considera que a pesar de esto, existe un desconocimiento del número real de establecimientos, considerando que para su regulación, el Estado de México delega la atribución a algunos municipios, por lo cual no reportan directamente a la Secretaría del Medio Ambiente de esta entidad.

✓ Las estimaciones de las fuentes puntuales de jurisdicción local de la CDMX, se basan en la información proveniente de los anexos A y E de las Solicitudes de la Licen-

cia Ambiental Única del año 2014. Sin embargo, para la industria local del Estado de México, se utilizó el inventario más actual disponible, correspondiente al año 2010, el cual se proyectó al año 2014 con la finalidad de homologar las estimaciones.

✓ Respecto a la industria de jurisdicción federal, la SEMARNAT proporcionó la base de datos de emisiones industriales, proveniente de las Cédulas de Operación Anual del año 2014, las cuales se incorporaron sin cambios al inventario de emisiones, a petición de la dependencia.

✓ La evaluación se realiza por empresa, por cada equipo de combustión y por tipo de proceso industrial, evaluando las materias primas utilizadas y en su caso, los equipos de control de emisiones.

✓ Por primera vez, el inventario de emisiones de la SEDEMA, estimó la generación de emisiones de combustión a nivel de chimenea y por cada equipo de combustión, estableciendo parámetros estandarizados para equipos pequeños. Lo anterior debido al nivel de detalle que se requiere para la modelación fotoquímica de emisiones. Se desconoce si el Estado de México realiza esta actividad.

✓ Se realizó una revisión documental exhaustiva para ampliar el banco de factores de emisión de proceso y combustión, para este último se regionalizaron los factores de SO₂, con base en el contenido de azufre en los combustibles.

FUENTES DE ÁREA

✓ De manera general, las estimaciones de las fuentes de área: combustión habitacional, construcción, actividades agrícolas y ganaderas, entre otras; se realizan considerando la población de las entidades que



conforman la ZMVM, así como las ventas de solventes, tintas, combustibles, actividades agrícolas-ganaderas principalmente.

✓ Por lo cual, las emisiones en esta fuente contaminante son mayores en el Estado de México, considerando que su población es mayor, así como debido a algunas características sobresalientes de la entidad, como la cantidad de vialidades sin pavimentar y los sitios de disposición de residuos sólidos (rellenos sanitarios) que allí se localizan.

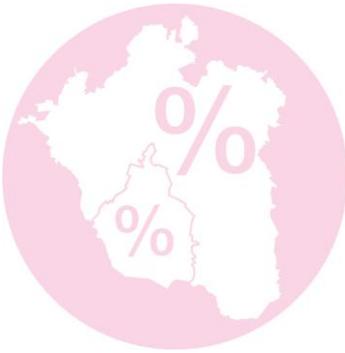
Respecto al consumo de solventes y uso de productos que los contienen, es importante mencionar que las estimaciones provienen de estadísticas nacionales, asimismo, no se conoce a ciencia cierta, la composición y cantidad de compuestos orgánicos y tóxi-

cos de dichos productos, lo cual representa incertidumbre para ambas entidades.

✓ Lo mismo ocurre con los recubrimientos arquitectónicos (pinturas), en particular para esta categoría, no se conoce a ciencia cierta los volúmenes utilizados y la composición.

Debido a que las fuentes de área incluyen diversas actividades no reguladas que no reportan las emisiones que generan, existen otras categorías con incertidumbre como son: actividades de la construcción, uso de maquinaria agrícola y de construcción, así como tintorerías, artes gráficas y panaderías de baja actividad.





4. EMISIONES POR JURISDICCIÓN

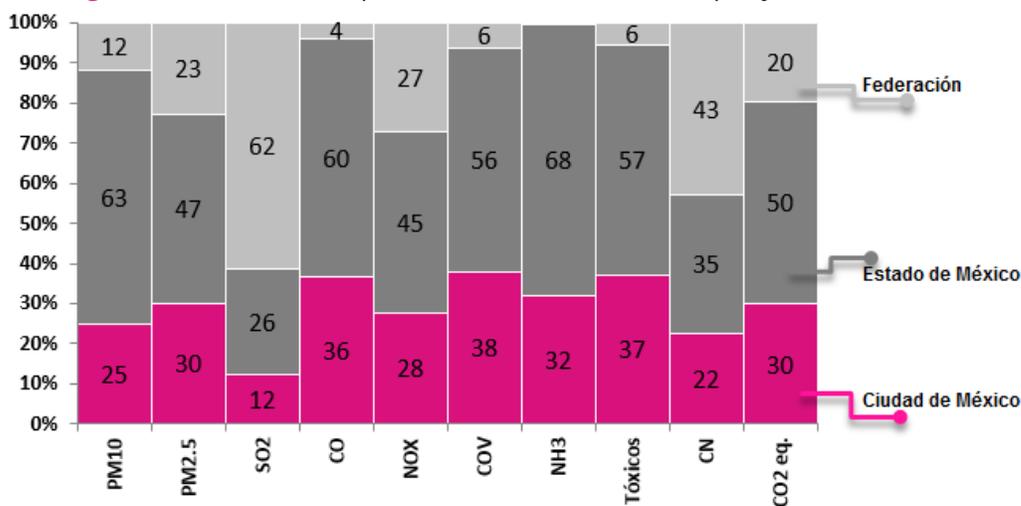
Es importante mencionar que las emisiones provienen de diferentes jurisdicciones; por lo que el control y reducción de emisiones de las fuentes emisoras son responsabilidad de los tres niveles de gobierno.

Realizar la separación de las emisiones por jurisdicción, permite establecer responsabilidades en cuanto a la elaboración y aplicación de políticas de reducción de emisiones, por lo que cualquier acción para mejorar la calidad del aire, requiere de la participación de los gobiernos de la Ciudad de México, del Estado de México y del Gobierno Federal.

Aunque las fuentes emisoras se ubican o circulan en la Ciudad de México y el Estado de México, el Gobierno Federal tiene bajo su jurisdicción una cantidad importante de ellas, como son: la industria química, la industria metálica básica, las centrales generadoras de energía eléctrica, los tracto-tractocamiones, así como los autobuses foráneos y de turismo.

Las emisiones desagregadas por jurisdicción y tipo de fuente contaminante se muestran en la Tabla 4 y la Figura 15.

Figura 15. Contribución porcentual de las emisiones por jurisdicción, 2014.





4. EMISIONES POR JURISDICCIÓN

Tabla 4. Emisiones de la ZMVM por jurisdicción, 2014.

	PM ₁₀		PM _{2.5}		SO ₂		CO		NO _x		COV		NH ₃		CO ₂ eq.		Tóxicos		CN	
	[t/año]	[%]	[t/año]	[%]	[t/año]	[%]	[t/año]	[%]	[t/año]	[%]	[t/año]	[%]	[t/año]	[%]	[t/año]	[%]	[t/año]	[%]	[t/año]	[%]
Fuentes fijas	625	17.5	379	15.0	56	4.9	544	8.7	972	8.2	12 064	38.0	99	35.8	872 058	9.4	5296	37.2	26	24.5
EDOMEX	861	24.1	476	18.9	268	23.3	2376	37.8	3151	26.4	12 252	38.6	27	9.9	1 093 209	11.8	6667	46.8	15	13.8
Federal	2089	58.4	1671	66.2	827	71.8	3358	53.5	7791	65.4	7441	23.4	150	54.3	7 288 935	78.8	2291	16.1	66	61.7
Subtotal	3574	100	2526	100	1151	100	6278	100	11 915	100	31 757	100	275	100	9 254 202	100	14 253	100	106	100
Fuentes área	5101	24.8	2546	39.7	21	7.8	4937	23.4	3498	21.6	87 250	38.1	13 984	31.5	3 987 573	20.5	34 759	37.9	86	46.0
EDOMEX	15 350	74.6	3762	58.6	41	15.4	7998	37.9	4716	29.1	127 918	55.8	30 455	68.5	13 733 359	70.7	52 237	56.9	82	43.9
Federal	116	0.6	107	1.7	205	76.7	8193	38.8	8014	49.4	14 050	6.1	4	0.0	1 691 208	8.7	4766	5.2	19	10.1
Subtotal	20 567	100	6415	100	267	100	21 128	100	16 227	100	229 219	100	44 442	100	19 412 140	100	91 762	100	186	100
Fuentes Móviles	1945	29.9	866	23.7	133	47.5	248 627	37.2	33 840	31.1	29 704	41.2	773	48.1	11 885 806	43.2	7274	36.1	292	19.5
EDOMEX	3039	46.7	1646	45.0	134	48.1	404 774	60.5	53 090	48.8	40 898	56.8	800	49.8	13 569 923	49.3	12 542	62.2	525	35.0
Federal	1520	23.4	1148	31.4	12	4.4	15 481	2.3	21 755	20.0	1440	2.0	34	2.1	2 054 481	7.5	356	1.8	683	45.5
Subtotal	6504	100	3660	100	279	100	668 882	100	108 685	100	72 041	100	1607	100	27 510 211	100	20 171	100	1501	100
Vegetación y suelos	165	21.1	37	21.8	N/A	N/A	N/A	N/A	112	6.9	8226	30.3	N/A	N/A	N/A	N/A	2033	31.9	N/S	N/S
EDOMEX	620	78.9	135	78.2	N/A	N/A	N/A	N/A	1515	93.1	18 881	69.7	N/A	N/A	N/A	N/A	4350	68.1	N/S	N/S
Federal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Subtotal	785	100	172	100	N/A	N/A	N/A	N/A	1627	100	27 106	100	N/A	N/A	N/A	N/A	6383	100	N/S	N/S
Total por entidad	7836	24.9	3828	30.0	210	12.4	254 107	36.5	38 422	27.8	137 244	38.0	14 855	32.1	16 745 438	29.8	49 362	37.2	404	22.5
EDOMEX	19 870	63.2	6019	47.1	443	26.1	415 148	59.6	62 472	45.0	199 949	55.5	31 281	67.5	28 396 490	50.5	75 795	57.2	622	34.7
Federal	3725	11.9	2926	22.9	1044	61.5	27 033	3.9	37 560	27.1	22 931	6.4	188	0.4	11 034 624	19.6	7413	5.6	768	42.8
Total	31 431	100	12 773	100	1696	100	696 288	100	138 454	100	360 123	100	46 325	100	56 176 552	100	132 569	100	1793	100

Nota: Los totales pueden variar por redondeo de cifras.

- Se observa que las emisiones de carbono negro del Estado de México de las fuentes puntuales, son menores que las de la CDMX, debido a que sólo se contabilizan 203 comercios y servicios regulados, sin embargo, no se contó con mayor información.

- Las emisiones de carbono negro se muestran ligeramente mayores en la CDMX, debido a la exhaustividad de la información que se obtuvo para las actividades de la construcción.

N/A. No Aplica (No se emite este contaminante para esa fuente).

N/S. No significativos (Menor a 0.1%).



En las figuras 16 a 19 se presenta la contribución de emisiones para partículas y precursores de ozono, indicando las 10 categorías de mayor emisión por jurisdicción (en otras se agrupa el resto de las categorías).

Las fuentes de área en el Estado de México generan 15 350 toneladas de PM_{10} , debido principalmente a que existe una mayor cantidad de vialidades sin pavimentar, es importante comentar que además de la actividad sobre las vialidades, se debe considerar el sedimento y humedad del suelo. También se aprecia una contribución importante de las vialidades pavimentadas, por la actividad vehicular sobre ellas.

La emisión de los tractocamiones es generada en su mayoría por los vehículos federales, ya que representan el 97% de estos.

Es importante mencionar que aunque el número de autobuses federales representa el 60%, las PM_{10} que generan, contribuyen en menor porcentaje en comparación con las emisiones de los autobuses locales, debido a que estos últimos tienen una actividad diaria mayor. En el Estado de México las categorías de labranza, cosecha y erosión eólica generan una cantidad significativa de PM_{10} debido a que tiene una mayor superficie de suelo agrícola y susceptible de erosión.

La CDMX tiene una aportación importante en las emisiones generadas de $PM_{2.5}$ por las actividades de la construcción, debido a la exhaustividad de la información utilizada

(avisos de construcción, demolición y manifestaciones de impacto ambiental locales), sin embargo, para el Estado de México, las emisiones se determinaron de forma indirecta.

Los tractocamiones son responsables de emitir la mayor cantidad de $PM_{2.5}$ y cabe mencionar que los más abundantes son unidades de placa federal.

Las industrias química y de fabricación de productos a base de minerales no metálicos (concreteras, cementeras, otras similares), presentan altas emisiones, básicamente por el uso de materias primas que se pulverizan en sus procesos y que en su mayoría son de carácter federal.

Los óxidos de nitrógeno (NO_x), son generados principalmente por las fuentes móviles, observándose las mayores emisiones ocasionadas por los automóviles, ya que estos son los más abundantes. Asimismo, los tractocamiones de placa federal, tienen una mayor contribución en emisiones. Sin embargo, para el caso del Estado de México se determinó una gran cantidad de emisiones de NO_x , ocasionadas por la cantidad de unidades pesadas de carga locales, de pick ups y vehículos hasta 3.8 toneladas. La industria de generación de energía eléctrica, también regulada por la federación, aporta 5040 toneladas de este contaminante.



4. EMISIONES POR JURISDICCIÓN

Figura 16. Principales categorías emisoras de PM₁₀ por jurisdicción.

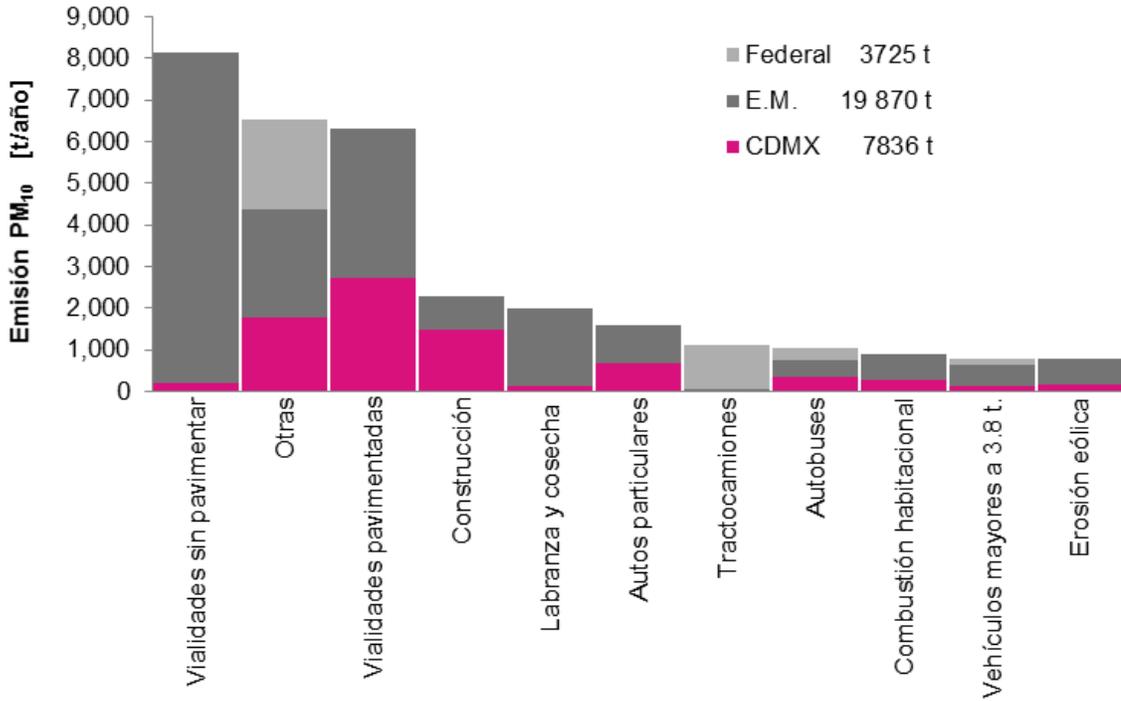


Figura 17. Principales categorías emisoras de PM_{2.5} por jurisdicción.

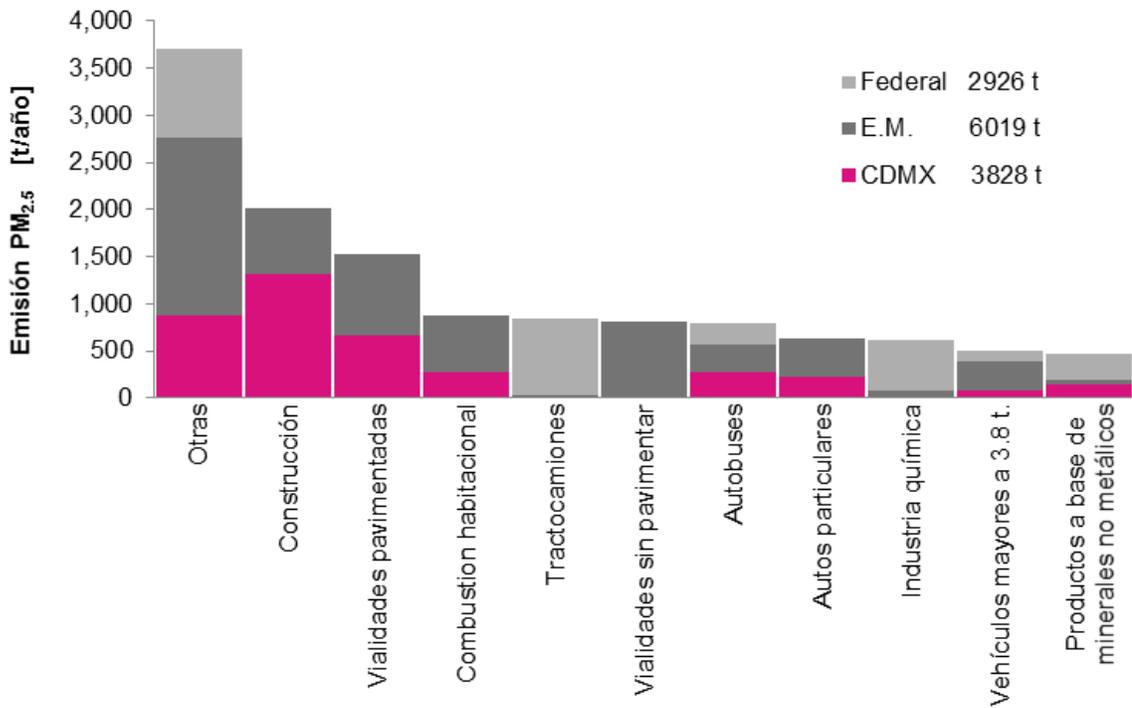




Figura 18. Principales categorías emisoras de NO_x por jurisdicción.

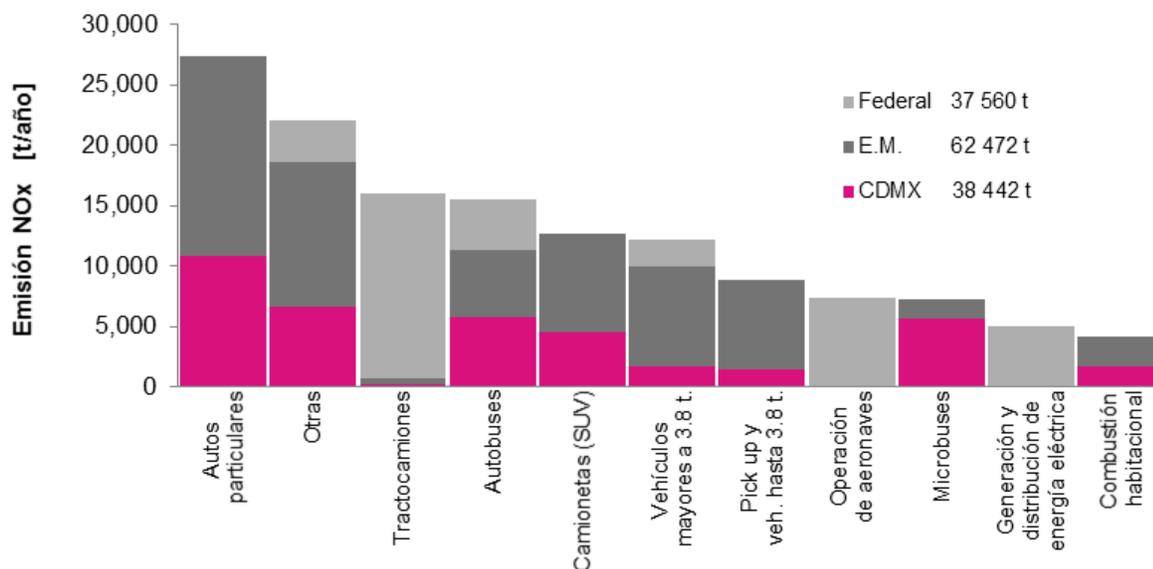
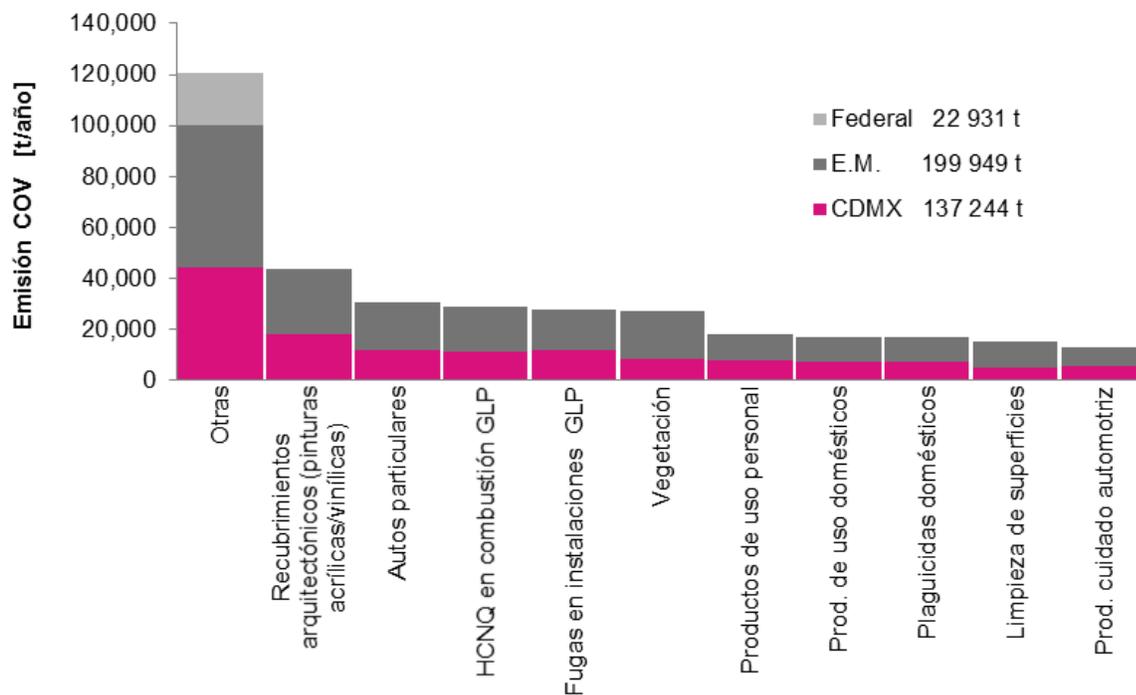


Figura 19. Principales categorías emisoras de COV por jurisdicción.





4. EMISIONES POR JURISDICCIÓN

La contribución de COV se da principalmente por las actividades de la población y uso de vehículos. El Estado de México contribuye con la mayor cantidad de emisiones, debido a que las categorías que más contaminan se estiman en función de la población, número de viviendas, así como al uso

de solventes y pinturas, entre otros; razón de lo anterior es que destacan: recubrimiento de superficies (uso de pinturas), plaguicidas, productos de cuidado personal, de uso doméstico, así como fugas de combustibles (HCNQ) por cocción y aseo personal (combustión en casas habitación).



5. INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES CRITERIO

Tabla 5. Inventario de Emisiones por tipo de fuente contaminante, ZMVM 2014.

Fuentes con- taminantes	Emisiones anuales [toneladas/año]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Puntuales	3574	2526	1151	6278	11 915	33 130	31 757	275
Área	20 567	6 415	267	21 128	16 227	538 361	229 219	44 442
Móviles	6504	3660	279	668 882	108 685	76 336	72 041	1607
Naturales	785	172	N/A	N/A	1627	27 106	27 106	N/A
Total	31 431	12 773	1696	696 288	138 454	674 934	360 123	46 325
Contribución de emisiones [%]								
Puntuales	11.4	19.8	67.8	0.9	8.6	4.9	8.8	0.6
Área	65.4	50.2	15.7	3.0	11.7	79.8	63.7	95.9
Móviles	20.7	28.7	16.5	96.1	78.5	11.3	20.0	3.5
Naturales	2.5	1.3	N/A	N/A	1.2	4.0	7.5	N/A
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Las fuentes de área incluyen emisiones de comercios y servicios no regulados, hogares y misceláneos.

N/A. No Aplica (no se emite este contaminante en esa fuente).

Sólo los totales se presentan redondeados.

A manera de resumen, en la Tabla 5 se presenta el Inventario de Emisiones por tipo de fuente contaminante.

En la Tabla 6 se muestran desagregadas las emisiones por cada categoría que integra las fuentes contaminantes antes presentadas, además, como complemento, se inte-

gra una tabla con los porcentajes de contribución por cada una de las categorías de emisión.

Las tablas con las emisiones desagregadas por categoría y entidad se pueden revisar en el Anexo 2.

5. INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES CRITERIO

Tabla 6. Inventario de Emisiones criterio por categoría y fuente contaminante, ZMVM 2014.

Fuente Contaminante	Emisiones totales ZMVM [t/año]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	3574	2526	1151	6278	11 915	33 130	31 757	275
Industria alimentaria	381.9	146.9	25.5	690.1	768.1	4138.2	4086.9	70.0
Industria de las bebidas y del tabaco	21.1	16.0	2.3	137.6	114.0	520.2	515.9	3.8
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	137.6	114.8	110.9	88.4	159.0	1587.5	1189.2	3.6
Fabricación de productos textiles, excepto de vestir	3.7	3.3	0.01	0.3	0.5	7.9	7.8	0.007
Fabricación de prendas de vestir	0.9	0.8	1.6	7.5	20.8	27.8	27.6	0.2
Curtido y acabado de cuero y piel	0.9	0.04	0.001	0.1	0.1	4.3	4.1	0.003
Industria de la madera	33.3	23.2	0.009	0.1	0.4	334.0	330.9	0.2
Industria del papel	68.7	59.6	8.6	315.5	337.8	2025.1	1963.6	11.7
Impresión e industrias conexas	15.6	7.7	0.5	11.3	20.9	3765.2	3717.1	29.3
Productos derivados del petróleo y del carbón	8.2	5.4	23.3	19.9	45.1	19.0	16.6	1.2
Industria química	759.5	619.2	53.5	394.5	2355.6	6033.0	5744.7	17.9
Industria del plástico y del hule	86.8	63.5	8.7	37.0	179.2	6333.0	6175.8	1.7
Productos a base de minerales no metálicos	763.0	462.4	659.1	286.2	1413.3	859.2	834.5	9.9
Industrias metálicas básicas	569.8	404.5	167.6	1499.5	240.3	202.9	190.1	5.5
Fabricación de productos metálicos	68.3	51.7	5.8	37.2	75.0	1403.5	1346.7	3.2
Fabricación de maquinaria y equipo	3.8	3.5	1.7	9.0	19.5	57.8	48.9	0.1
Fabricación de equipo de computación, comunicación y medición	0.1	0.01	0.0002	0.1	0.2	736.5	736.4	N/S
Accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	29.8	25.0	0.2	37.3	25.7	612.7	607.0	0.2
Fabricación de equipo de transporte	102.2	77.0	6.9	360.5	472.0	2658.8	2487.0	12.3
Fabricación de muebles, colchones y persianas	9.1	3.7	0.02	8.9	8.4	794.1	760.6	0.03
Otras industrias manufactureras	13.6	2.3	3.4	13.6	11.9	222.5	207.6	0.3
Generación de energía eléctrica	394.7	394.7	14.9	2087.4	5040.3	195.6	173.3	98.0
Comercios y Servicios regulados	101.6	41.1	56.1	235.1	605.9	522.8	516.6	6.4
Almacenamiento de combustibles líquidos	0.1	0.0004	0.1	0.2	1.0	68.4	68.3	0.001
Fuentes de área	20 567	6415	267	21 128	16 227	538 361	229 219	44 442
Combustión industrial (industria no regulada)	39.7	39.7	3.1	437.9	526.6	57.4	29.1	2.5
Combustión comercial-institucional	35.2	35.2	0.9	375.3	641.3	49.6	38.8	0.2
Combustión habitacional	896.2	871.3	15.3	4333.7	4107.4	966.2	868.3	1.7
Combustión de equipos agrícolas	1.7	1.7	0.04	17.8	31.2	2.4	1.9	N/A
Operación de aeronaves	44.1	42.6	200.4	7637.3	7356.6	2441.1	2343.5	N/E
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4599.7	4544.5	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5057.9	5036.3	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	50 689.5	43 649.5	N/A
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	25 458.2	15 274.9	N/A

N/A. No Aplica (no se emite este contaminante en la categoría o fuente).

N/S. No Significativo (emisión menor a 100 gramos).

N/E. No Estimado (por falta de información o factor de emisión).

(Continúa en la siguiente página)

Continúa de la tabla anterior

Fuente Contaminante	Emisiones totales ZMVM [t/año]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	953.8	718.1	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3608.3	3608.3	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4449.9	4378.7	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	28 092.5	27 643.0	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	29 587.6	29 114.2	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	98.4	N/A	264 228.3	6295.1	N/A
Vialidades pavimentadas	6297.1	1523.5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	8130.7	812.5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Productos de cuidado personal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	26 488.9	18 277.4	N/A
Productos de consumo doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	25 094.8	17 315.4	N/A
Plaguicidas domésticos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	24 812.6	17 178.0	N/A
Productos para el cuidado automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18 662.5	12 936.5	N/A
Adhesivos y selladores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8058.8	5513.9	N/A
Otras fuentes de área (Se desagregan en Anexo 2. Fuentes de área)	374.7	355.4	24.2	2583.2	3283.1	14 788.2	14 240.4	31 699.8
Asados al carbón	296.0	236.8	22.6	5644.8	281.1	33.8	33.8	N/A
Construcción	2305.5	2035.9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Agricultura	1994.7	443.3	N/A	N/A	N/A	179.1	179.1	5356.8
Ganadería	151.9	17.3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7381.1
Fuentes móviles	6504	3660	279	668 882	108 685	76 336	72 041	1607
Autos particulares	1586.1	635.6	92.7	239 807.0	27 416.8	31 775.1	30 929.4	599.0
Camionetas (SUV)	501.2	214.7	33.3	94 080.1	12 675.5	10 280.6	9859.8	181.7
Taxis	426.6	105.5	31.6	45 123.3	3054.5	4113.6	4028.4	201.2
Vagonetas y Combis	177.5	85.9	10.3	21 878.3	2662.6	1727.4	1645.0	51.7
Microbuses	192.6	124.8	32.4	35 515.1	7259.3	8718.0	7558.9	127.1
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t	440.0	238.3	22.1	71 264.9	8848.1	7116.2	6789.7	114.9
Tractocamiones	1106.3	841.1	8.2	4693.0	16 012.8	822.5	627.2	19.5
Autobuses	1042.2	796.8	8.8	12 541.4	15 534.1	1487.7	1289.4	23.8
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	791.2	493.8	24.3	61 252.5	12 152.8	4545.3	4007.3	80.2
Motocicletas	182.7	89.2	14.8	82 553.6	2505.2	5704.5	5280.4	207.0
Metrobús/Mexibús	57.8	33.9	0.4	172.4	563.0	45.7	25.7	1.0
Vegetación y suelos	785	172	N/A	N/A	1627	27 106	27106	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	1627.2	27 106.0	27 106.0	N/A
Erosión eólica del suelo	785.3	172.1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	31 431	12 773	1 696	696 288	138 454	674 934	360 123	46 325

5. INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES CRITERIO

Tabla 7. Porcentaje de contribución por categoría y fuente contaminante, ZMVM 2014.

Fuente Contaminante	Emisiones ZMVM (%)							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	11.4	19.8	67.8	0.9	8.6	4.9	8.8	0.6
Industria alimentaria	1.22	1.15	1.50	0.10	0.55	0.61	1.13	0.15
Industria de las bebidas y del tabaco	0.07	0.13	0.13	0.02	0.08	0.08	0.14	0.01
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	0.44	0.90	6.54	0.01	0.11	0.24	0.33	0.01
Fabricación de productos textiles, excepto de vestir	0.01	0.03	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Fabricación de prendas de vestir	N/S	0.01	0.09	N/S	0.02	N/S	0.01	N/S
Curtido y acabado de cuero y piel	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Industria de la madera	0.11	0.18	N/S	N/S	N/S	0.05	0.09	N/S
Industria del papel	0.22	0.47	0.51	0.05	0.24	0.30	0.55	0.03
Impresión e industrias conexas	0.05	0.06	0.03	N/S	0.02	0.56	1.03	0.06
Productos derivados del petróleo y del carbón	0.03	0.04	1.37	N/S	0.03	N/S	N/S	N/S
Industria química	2.42	4.85	3.15	0.06	1.70	0.89	1.60	0.04
Industria del plástico y del hule	0.28	0.50	0.51	0.01	0.13	0.94	1.71	N/S
Productos a base de minerales no metálicos	2.43	3.62	38.85	0.04	1.02	0.13	0.23	0.02
Industrias metálicas básicas	1.81	3.17	9.88	0.22	0.17	0.03	0.05	0.01
Fabricación de productos metálicos	0.22	0.40	0.34	0.01	0.05	0.21	0.37	0.01
Fabricación de maquinaria y equipo	0.01	0.03	0.10	N/S	0.01	0.01	0.01	N/S
Fabricación de equipo de computación, comunicación y medición	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	0.11	0.20	N/S
Accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	0.09	0.20	0.01	0.01	0.02	0.09	0.17	N/S
Fabricación de equipo de transporte	0.33	0.60	0.41	0.05	0.34	0.39	0.69	0.03
Fabricación de muebles, colchones y persianas	0.03	0.03	N/S	N/S	0.01	0.12	0.21	N/S
Otras industrias manufactureras	0.04	0.02	0.20	N/S	0.01	0.03	0.06	N/S
Generación de energía eléctrica	1.26	3.09	0.88	0.30	3.64	0.03	0.05	0.21
Comercios y Servicios regulados	0.32	0.32	3.31	0.03	0.44	0.08	0.14	0.01
Almacenamiento de combustibles líquidos	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	0.01	0.02	N/S
Fuentes de área	65.4	50.2	15.7	3.0	11.7	79.8	63.7	95.9
Combustión industrial (industria no regulada)	0.13	0.31	0.18	0.06	0.38	0.01	0.01	0.01
Combustión comercial-institucional	0.11	0.28	0.06	0.05	0.46	0.01	0.01	N/S
Combustión habitacional	2.85	6.82	0.90	0.62	2.97	0.14	0.24	N/S
Combustión de equipos agrícolas	0.01	0.01	N/S	N/S	0.02	N/S	N/S	N/A
Operación de aeronaves	0.14	0.33	11.81	1.10	5.31	0.36	0.65	N/E
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.68	1.26	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.75	1.40	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.51	12.12	N/A
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.77	4.24	N/A

N/A. No Aplica (no se emite este contaminante en la categoría o fuente).

N/S. No Significativo (emisión menor a 100 gramos).

N/E. No Estimado (por falta de información o factor de emisión).

(Continúa en la siguiente página)

Fuente Contaminante	Emisiones ZMVM (%)							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.14	0.20	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.53	1.00	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.66	1.22	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.16	7.68	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.38	8.08	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	0.01	N/A	39.15	1.75	N/A
Vialidades pavimentadas	20.03	11.93	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	25.87	6.36	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Productos de cuidado personal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.92	5.08	N/A
Productos de consumo doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.72	4.81	N/A
Plaguicidas domésticos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.68	4.77	N/A
Productos para el cuidado automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.77	3.59	N/A
Adhesivos y selladores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.19	1.53	N/A
Otras fuentes de área (Se desagregan en Anexo 2. Fuentes de área)	1.2	2.8	1.4	0.4	2.4	2.2	4.0	68.4
Asados al carbón	0.94	1.85	1.33	0.81	0.20	0.01	0.01	N/A
Construcción	7.34	15.94	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Agricultura	6.35	3.47	N/A	N/A	N/A	0.03	0.05	11.56
Ganadería	0.48	0.14	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15.93
Fuentes móviles	20.7	28.7	16.5	96.1	78.5	11.3	20.0	3.5
Autos particulares	5.05	4.98	5.47	34.44	19.80	4.71	8.59	1.29
Camionetas (SUV)	1.59	1.68	1.97	13.51	9.16	1.52	2.74	0.39
Taxis	1.36	0.83	1.86	6.48	2.21	0.61	1.12	0.43
Vagonetas y Combis	0.56	0.67	0.61	3.14	1.92	0.26	0.46	0.11
Microbuses	0.61	0.98	1.91	5.10	5.24	1.29	2.10	0.27
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t	1.40	1.87	1.30	10.23	6.39	1.05	1.89	0.25
Tractocamiones	3.52	6.58	0.49	0.67	11.57	0.12	0.17	0.04
Autobuses	3.32	6.24	0.52	1.80	11.22	0.22	0.36	0.05
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	2.52	3.87	1.43	8.80	8.78	0.67	1.11	0.17
Motocicletas	0.58	0.70	0.88	11.86	1.81	0.85	1.47	0.45
Metrobús/Mexibús	0.18	0.27	0.02	0.02	0.41	0.01	0.01	N/S
Vegetación y suelos	2.5	1.4	N/A	N/A	1.2	4.0	7.5	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	1.18	4.02	7.53	N/A
Erosión eólica del suelo	2.50	1.35	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	100	100	100	100	100	100	100	100



5. INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES CRITERIO

Como complemento de las Tablas 6 y 7, y con la finalidad de identificar las áreas de mayor potencial de emisiones y contribuir en la definición de estrategias para mejorar la calidad del aire, en la siguiente sección se muestran las emisiones relacionadas con la problemática de la contaminación atmosférica, señalando las categorías de mayor contribución a las emisiones de partículas y de los precursores de ozono.

PARTÍCULAS

En la ZMVM se generan más de 31 000 toneladas anuales de PM_{10} , de las cuales, el 41% son $PM_{2.5}$ (casi 13 000 toneladas), consideradas las que afectan considerablemente a la salud de los habitantes. Las categorías de mayor contribución de PM_{10} están incluidas en las fuentes de área y aportan el 65% del total.

Para el caso de las PM_{10} , las vialidades pavimentadas y sin pavimentar son las categorías de mayor emisión y se generan debido a la resuspensión de polvo durante el paso vehicular, estas dos aportan casi el 46% de las emisiones totales de este contaminante. Cabe destacar que la generación de partículas de las vialidades pavimentadas depende en gran medida de la acumulación del material y de la intensidad del flujo vehicular sobre ellas, y en el caso de las emisiones de las vialidades no pavimentadas, la generación se ve influenciada por el tipo de suelo y la humedad que contiene.

El Estado de México sobresale por las emisiones de vialidades sin pavimentar, actividades de labranza y cosecha, debido a que tienen una mayor superficie agrícola. Las emisiones de tractocamiones en la CDMX son significativas, ya que aportan el 8% de las PM_{10} , y casi en su totalidad las unidades

son de competencia federal. En el caso de los autobuses, la emisión se debe a la intensa actividad vehicular.

Respecto a las actividades de la construcción, las emisiones en la CDMX son significativas debido a la exhaustividad de la información utilizada, para el Estado de México, la estimación se realizó de manera indirecta.

Las mayores emisiones de $PM_{2.5}$, provienen de los municipios conurbados del Estado de México, excepto para las actividades de la construcción y la operación de tractocamiones y autobuses.

Las actividades de la construcción y las vialidades pavimentadas son las principales categorías de emisión de $PM_{2.5}$, contribuyendo con el 16% y 12% respectivamente; sin embargo, se presentan varias categorías importantes de mencionar, como es la combustión habitacional, debido a la cantidad de gas LP que se utiliza en dicho sector, los tractocamiones por el tipo de combustible que utilizan (diésel), al igual que los autobuses y camiones pesados de carga, estos tres tipos de vehículos aportan el 17% del total de este contaminante.

El sector industrial tiene aportes significativos de $PM_{2.5}$, principalmente en el sector químico de jurisdicción federal y por la fabricación de productos a base de minerales no metálicos (cementeras, concreteras, caleras, otros), debido a los procesos de combustión y el manejo de las materias primas.

Dado que la mayor parte de las emisiones de PM_{10} provienen de la resuspensión de polvos sobre las vialidades, la distribución espacial sigue un patrón similar a éstas, en específico en la mancha urbana, sin embargo, en la periferia predominan las emi-

siones de las vialidades sin pavimentar (Ver Figura 20).

En algunos municipios y delegaciones como Azcapotzalco, Tlalnepantla de Baz, Naucalpan de Juárez, Atizapán y Nezahualcóyotl, son importantes las emisiones de partículas generadas por las actividades de la construcción y de algunos giros industriales como son la industria química, alimenticia, metálica y de minerales no metálicos. Particularmente, Acolman sobresale por la industria de generación de energía y Apaxco por la cementera.

Para el caso de las $PM_{2.5}$, la distribución espacial se ve influenciada por la densidad de población, considerando que las mayores emisiones provienen de las actividades de la construcción, de las vialidades y de la combustión en el sector habitacional, las zonas de mayor concentración se encuentran en los municipios con alta población. Asimismo, se observan algunos puntos de altas emisiones, debido a que se conjuntan las actividades industriales, básicamente en Azcapotzalco y Tlalnepantla de Baz (Ver Figura 21).

PRECURSORES DE OZONO

Los COV y NO_x son considerados los principales precursores de ozono en la ZMVM, por lo cual son contaminantes prioritarios en este inventario, a continuación se mencionarán las categorías de mayor emisión para cada uno de ellos.

ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO_x)

Durante el año 2014, se emitieron más de 138 000 toneladas de óxidos de nitrógeno, el sector transporte o fuentes móviles, es el de mayor emisión (78% del total) y por lo tanto, el que ofrece el mayor potencial de

reducción de emisiones para este contaminante. Dentro del transporte, se encuentran los autos particulares como los de mayor contribución y le siguen en cantidad de emisión los tractocamiones, los autobuses y las SUV.

Para el caso de los autos y las SUV, los cuales contribuyen con el 29% de las emisiones de NO_x , las emisiones son mayores en el Estado de México, puesto que la flota es mayor en número y de más edad; para el caso de los tractocamiones y autobuses, que en conjunto contribuyen con el 23%, son debidas principalmente a vehículos registrados con placa federal.

Cabe mencionar que para este inventario, la flota reportada por el Estado de México, en algunos casos fue considerablemente menor a la reportada en años anteriores, tal es el caso de los microbuses, por lo que su emisión es menor.

Otras categorías importantes en la emisión de NO_x son la operación de aeronaves y la generación de energía eléctrica. Las emisiones por operación de aeronaves, con más de 7000 toneladas anuales, representan el 5% del total de NO_x ; finalmente, las emisiones por generación de energía eléctrica en el Estado de México, son tres veces mayores a las emisiones de la CDMX, para esta misma categoría, debido a que la mayoría de las termoeléctricas se localizan en los municipios conurbados.

Debido a que gran parte de los óxidos de nitrógeno (78%) proviene de los vehículos automotores, se observa que la distribución espacial de éstos se lleva a cabo siguiendo un patrón muy parecido a las principales vialidades, por lo que las mayores emisiones se concentran en las delegaciones centrales de la Ciudad de México y algunos municipios de alta intensidad vehi-



5. INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES CRITERIO

cular; el Aeropuerto es importante por las emisiones de NO_x, por lo que en la delegación Venustiano Carranza, donde se encuentra establecido, se localiza una zona de alta emisión (Ver Figura 22).

En el Estado de México se observan varios puntos de alta concentración de emisiones, las cuales son resultado conjunto de la actividad vehicular e industrial, en específico la industria química y de generación de energía eléctrica, esta última localizada en los municipios de Acolman, Tultitlán y Tepotzotlán principalmente. También, resalta por las emisiones provenientes de la cementera en Apaxco.

COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV)

A diferencia de los NO_x, mayormente emitidos por el transporte, los compuestos orgánicos volátiles son emitidos por un conjunto numeroso y variado de categorías o fuentes, en general incluyen actividades de uso de solventes, de procesos de combustión, y de recubrimientos, entre otros; debido a lo anterior, las fuentes de área son las de mayor contribución, con el 64% de las emisiones totales.

De las más de 360 000 toneladas anuales que se emiten de COV, el 12% se atribuye al recubrimiento de superficies (pinturas acrílica/vinílica), siguen en magnitud de emisión, los autos particulares, los hidrocarburos no quemados en la combustión de gas LP (HCNQ), y las fugas de gas LP, los cuales en conjunto, aportan el 24%, distribuidos casi en igual proporción (8% cada uno).

Aun cuando los COV de la vegetación son generados como procesos naturales (más

de 27 000 toneladas), también contribuyen a la generación de ozono y su participación es del 8% respecto al total de los COV.

Cabe mencionar que las categorías de productos de cuidado personal, de consumo doméstico, de cuidado automotriz, plaguicidas y recubrimientos arquitectónicos se pueden agrupar como de uso doméstico, por lo que la contaminación en hogares retoma importancia, básicamente en la regulación del contenido de las sustancias empleadas en las actividades domésticas.

En la Figura 23 se representa la distribución espacial de estos compuestos.

Los COV se distribuyen mayormente en las delegaciones y municipios centrales de la ZMVM, como consecuencia de las actividades de los comercios, servicios y de la población, y en menor proporción por el patrón de flujo vehicular y zonas de uso de suelo industrial como Ixtapaluca y Gustavo A. Madero. En la periferia de la mancha urbana, así como en las delegaciones del sur de la Ciudad de México, los COV que se observan provienen básicamente de la vegetación.

Algunos puntos que se ven acentuados se deben a las emisiones conjuntas de los comercios y servicios, del sector industrial y el transporte. En el caso de Nezahualcóyotl, se observa la presencia de altas emisiones ocasionadas por el relleno sanitario Bordo Poniente y en Ixtapaluca por la industria alimenticia.

Cabe mencionar que el Estado de México presenta más emisiones de COV por contar con mayor población, superficie, número de vehículos y consumo de solventes, entre otros.

Figura 20. Distribución espacial de la emisión de PM₁₀.

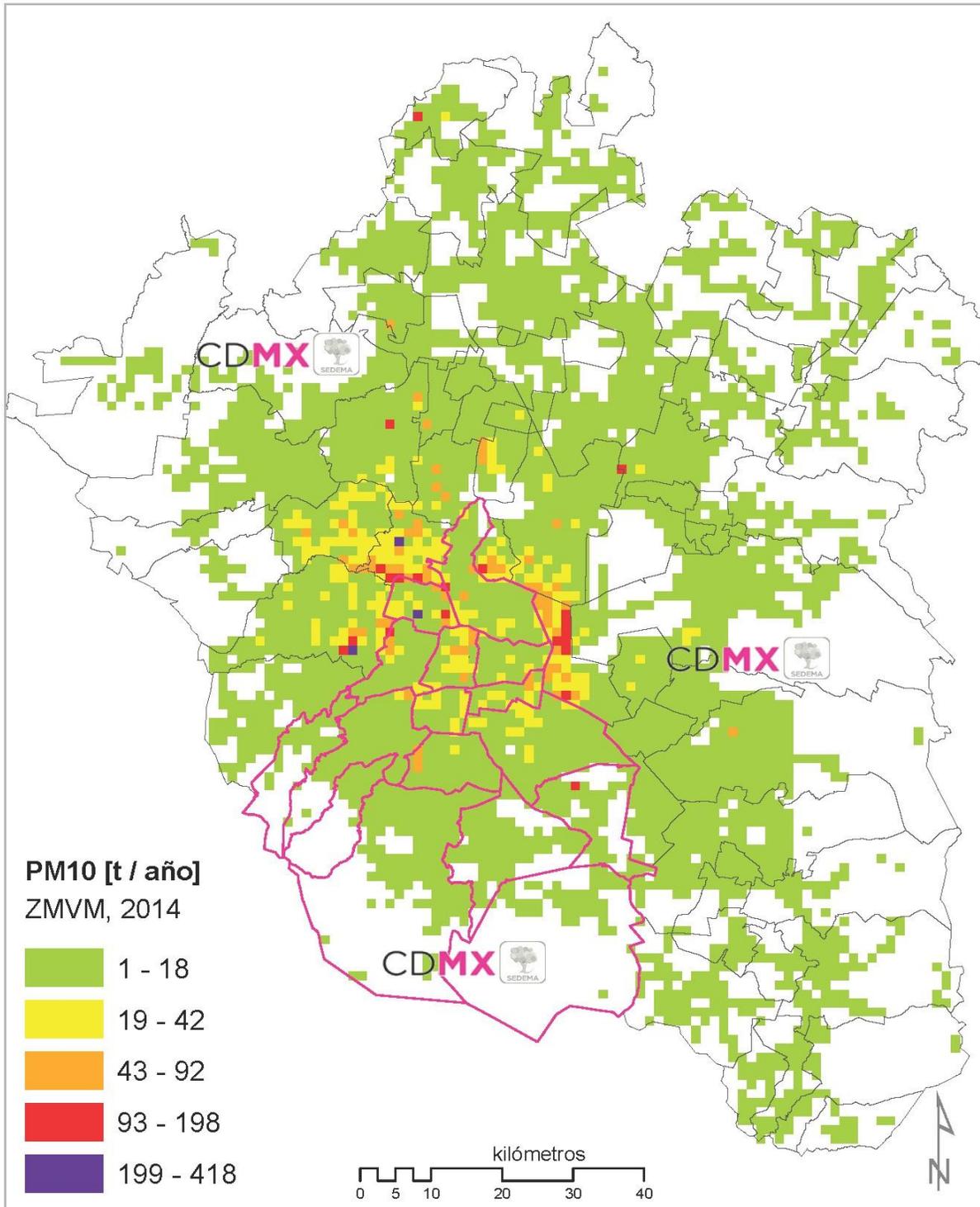


Figura 21. Distribución espacial de la emisión de PM_{2.5}.

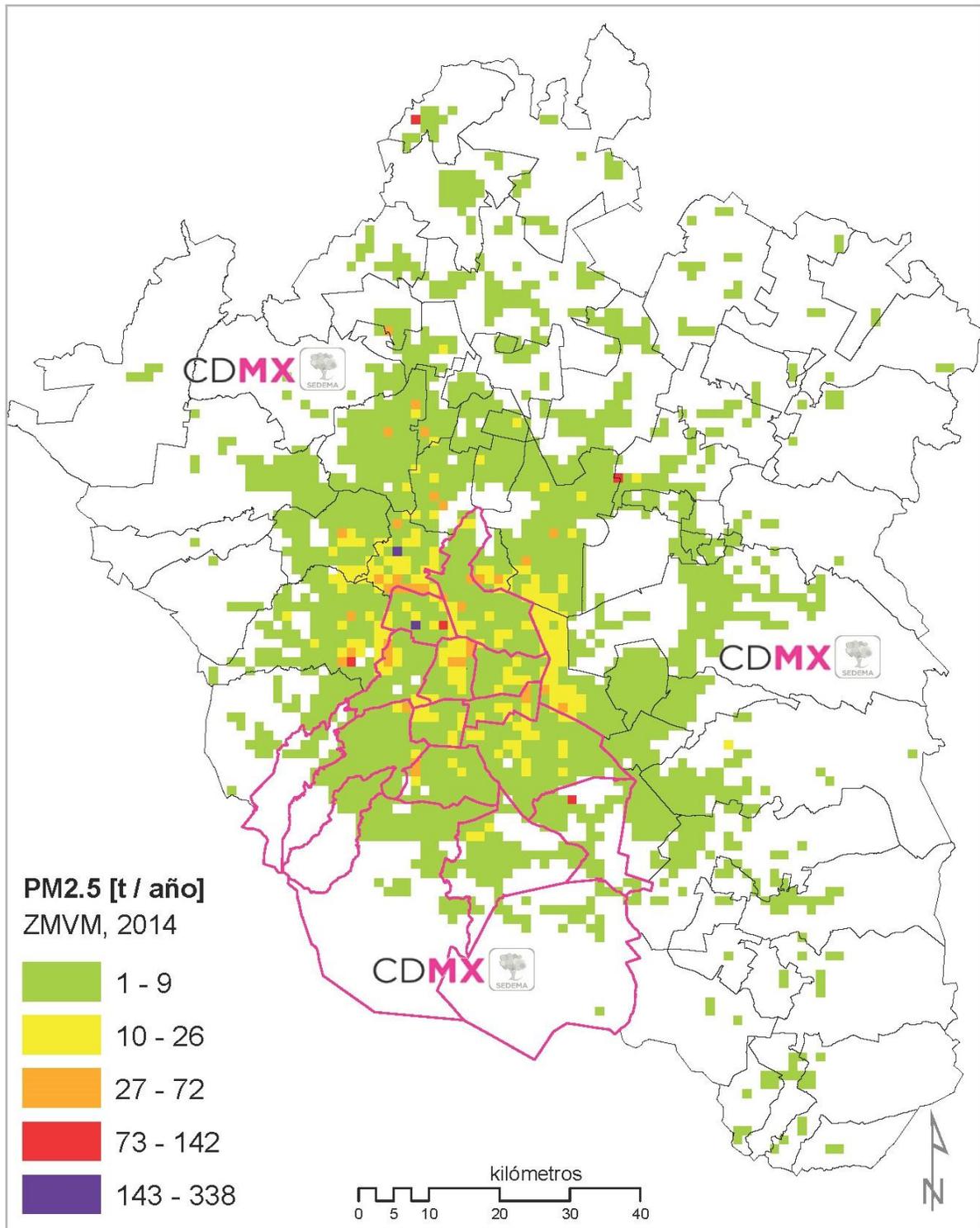


Figura 22. Distribución espacial de la emisión de NO_x.

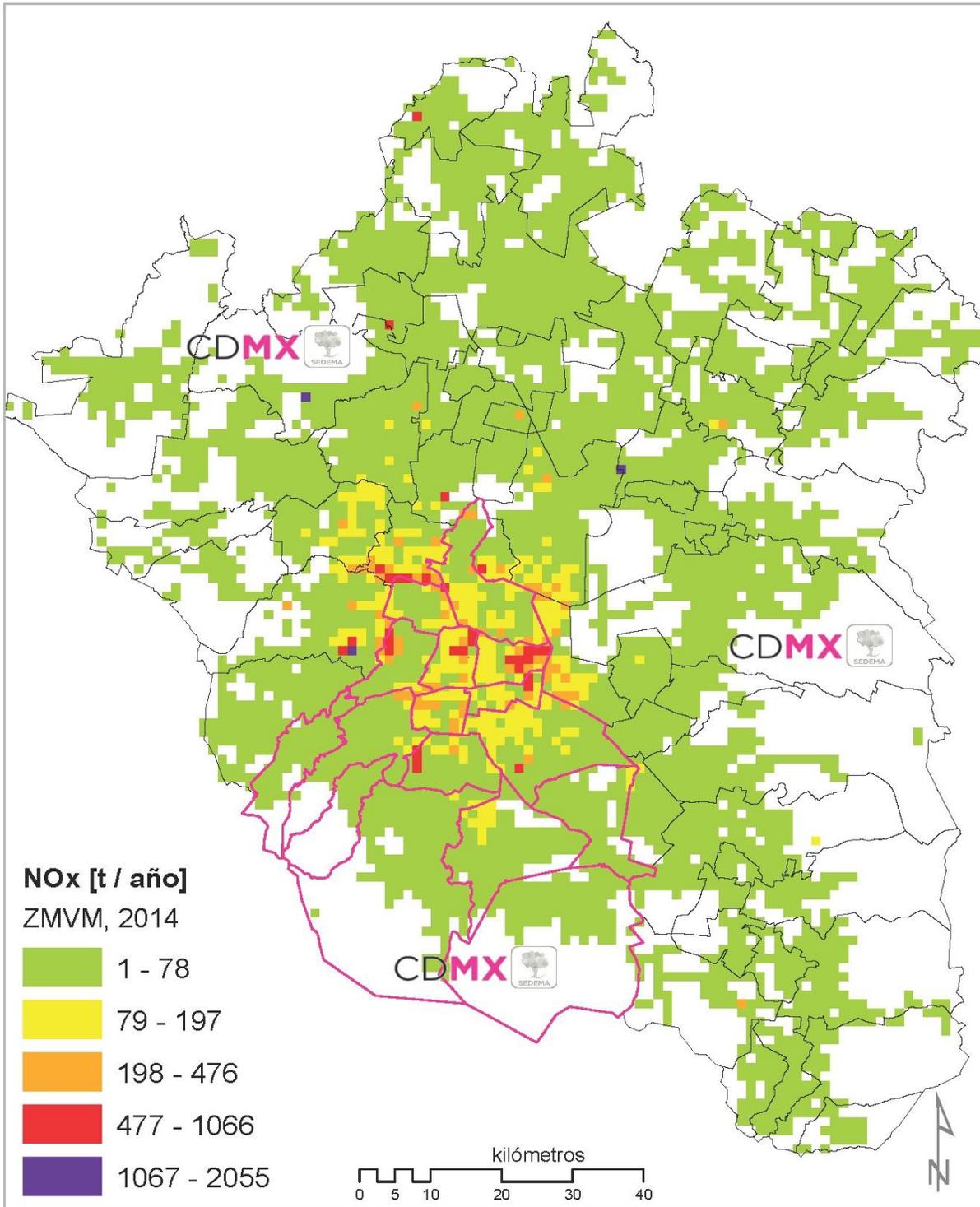
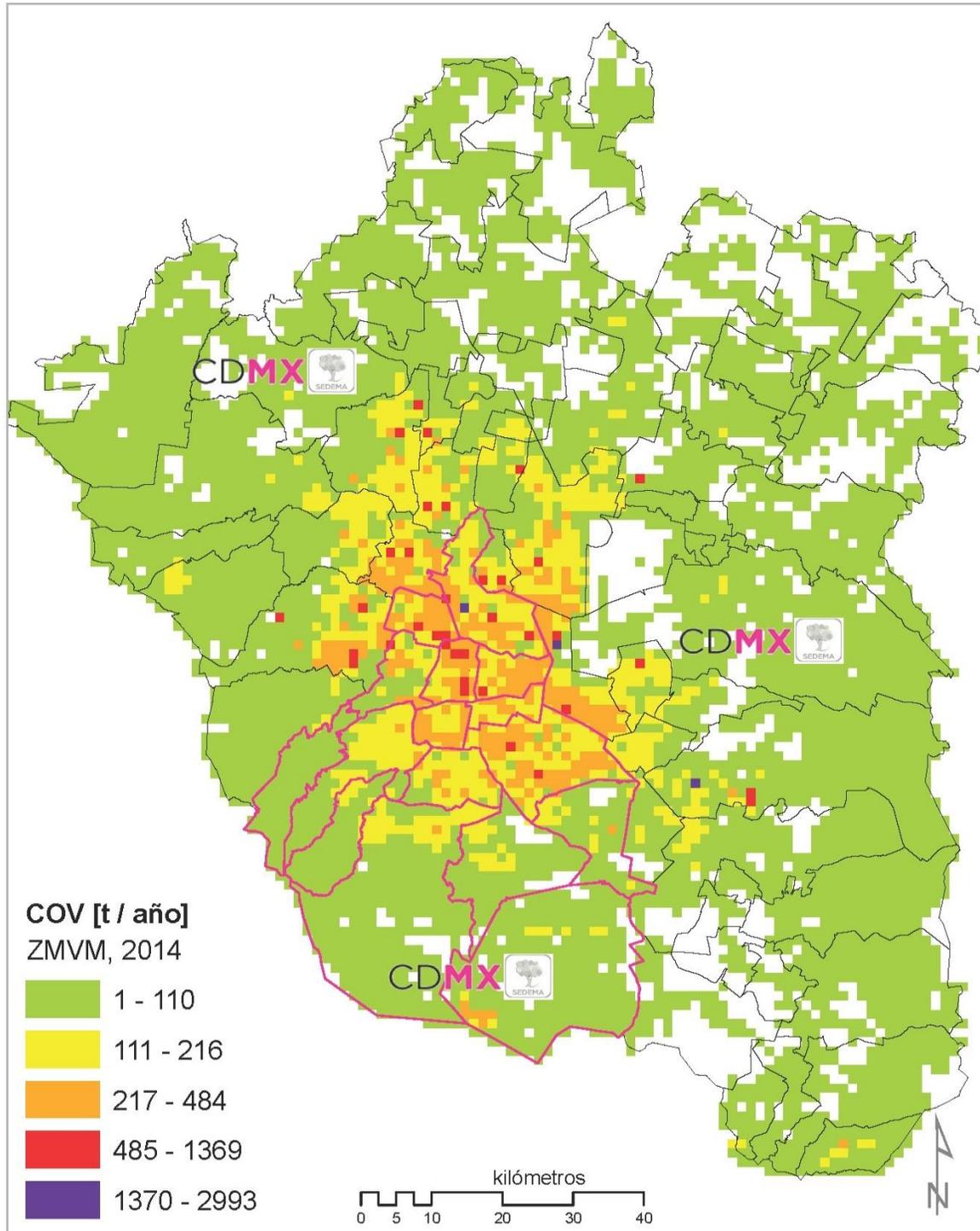


Figura 23. Distribución espacial de la emisión de COV.





6. INVENTARIO DE EMISIONES DE COMPUESTOS TÓXICOS

Los contaminantes tóxicos del aire, son compuestos químicos nocivos a la salud humana, cuyos efectos pueden presentarse a corto o a largo plazo (agudos o crónicos respectivamente). Como resultado de las actividades realizadas dentro de la ZMVM, en el año 2014 se evaluaron alrededor de 166 contaminantes tóxicos, con una emisión de más de 132 000 toneladas, las cuales en su mayoría provienen de los compuestos orgánicos totales (COT) y menos del 1% en peso son metales tóxicos.

Los contaminantes tóxicos representan el 20% de los compuestos orgánicos totales (COT), cabe mencionar que las fuentes puntuales (sector industrial) utilizan una gran cantidad de sustancias tóxicas como materias primas, por lo que de las emisiones de COT de este sector, el 43%, son consideradas tóxicas.

Debido a que las fuentes de área (comercios y servicios no regulados, sector habitacional, rellenos sanitarios, otros) son las de mayor generación de COT, también son las que emiten más compuestos tóxicos con casi 92 000 toneladas (69% del total).

En la Tabla 8 y Figura 24 se presentan los datos tabulares así como de manera gráfica, los compuestos tóxicos por tipo de fuente contaminante.

El tolueno es el compuesto de mayor abundancia y contribuye casi con el 23% de las emisiones totales de contaminantes tóxicos. Es emitido principalmente en las actividades que utilizan solventes, como son el recubrimiento de superficies arquitectónicas (pinturas) y el pintado automotriz, uso de selladores y adhesivos, así como por la combustión y evaporación de las gasolinas, específicamente por los autos, que son los de mayor consumo de este combustible.

Los isómeros de xileno representan el 12% de las emisiones tóxicas, los cuales provienen básicamente del uso de recubrimientos en superficies arquitectónicas e industriales, y del uso de gasolina en vehículos automotores, principalmente autos y SUV. Otra categoría de importancia en la emisión de xilenos son los plaguicidas de uso doméstico, por lo cual se considera importante la regulación del contenido de dichos productos.



6. INVENTARIO DE EMISIONES DE COMPUESTOS TÓXICOS

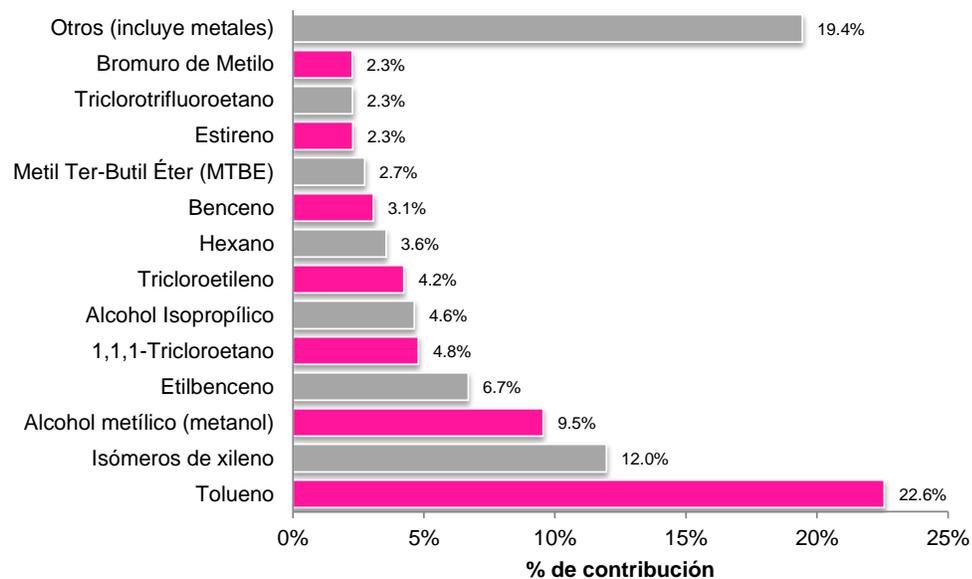
Tabla 8. Compuestos tóxicos por tipo de fuente.

Compuesto	Emisiones ZMVM [t/año]				
	Área	Puntuales	Móviles	Naturales	Totales
Emisiones de COT [t/año]	538 361	33 130	76 336	27 106	674 934
Tolueno	22 169.1	1818.4	5927.4	N/A	29 914.9
Isómeros de xileno	8087.3	3151.7	4617.5	N/A	15 856.6
Alcohol metílico (metanol)	6470.9	585.7	N/A	5593.7	12 650.4
Etilbenceno	7132.2	373	1359.8	N/A	8865
1,1,1-Tricloroetano	6293.8	43.2	N/A	N/A	6336.9
Alcohol Isopropílico	4672.4	1461.7	N/A	N/A	6134.2
Tricloroetileno	5594.6	15.4	N/A	N/A	5610.1
Hexano	3398.1	115.2	1198.6	N/A	4711.9
Benceno	2513.6	107.3	1439.3	N/A	4060.2
Metil Ter-Butil Éter (MTBE)	677.8	0.2	2953.1	N/A	3631.1
Estireno	662.2	2329.4	32.2	N/A	3023.8
Triclorotrifluoroetano	3006.6	0.009	N/A	N/A	3006.6
Bromuro de Metilo	2994.0	N/A	N/A	N/A	2994
Otros (incluye metales)	18 089.2	4252.3	2643.3	789.1	25 773.8
Total	91 762	14 253	20 171	6383	132 569
% Tóxicos respecto COT	17%	43%	26%	24%	20%

% de contribución a los tóxicos totales	Área	Puntuales	Móviles	Naturales	Totales
	69%	11%	15%	5%	100%

N/A. No Aplica (no se emite el contaminante para esa fuente). Los totales pueden variar por redondeo.

Figura 24. Principales compuestos tóxicos.





El siguiente compuesto tóxico en abundancia es el metanol, que representa casi el 10% de las emisiones, este es generado principalmente por el uso de productos de cuidado automotriz, así como por los procesos naturales en la vegetación. Otro compuesto importante de mencionar es el etilbenceno, el cual proviene de los hidrocarburos no quemados en la combustión de gas LP, lo cual hace importante el establecimiento de acciones que promuevan la combustión eficiente en el sector habitacional, así como la detección y reducción de fugas en instalaciones y conexiones, considerando que este sector es el de mayor consumo de gas LP.

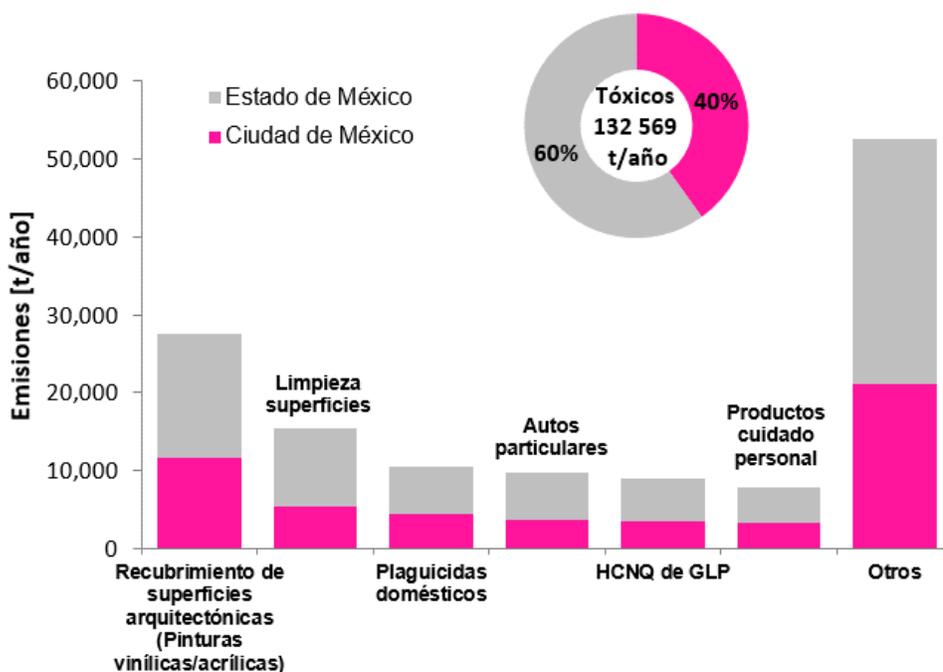
Finalmente, se puede decir de manera general, que las actividades que utilizan solventes y productos que los contienen, los plaguicidas domésticos, así como la quema

y evaporación de combustibles, son las actividades más importantes en la generación de compuestos tóxicos.

En la Figura 25 se presentan las categorías de mayor aporte de contaminantes tóxicos por entidad, el 60% de las emisiones provienen del Estado de México y el 40% de la Ciudad de México. Ver Anexo 3 de compuestos tóxicos por categoría.

Respecto a los metales tóxicos, estos se estimaron en poco más de 422 toneladas, y constituyen el 3% en peso de las $PM_{2.5}$, la Figura 26 muestra los metales tóxicos estimados en el presente inventario.

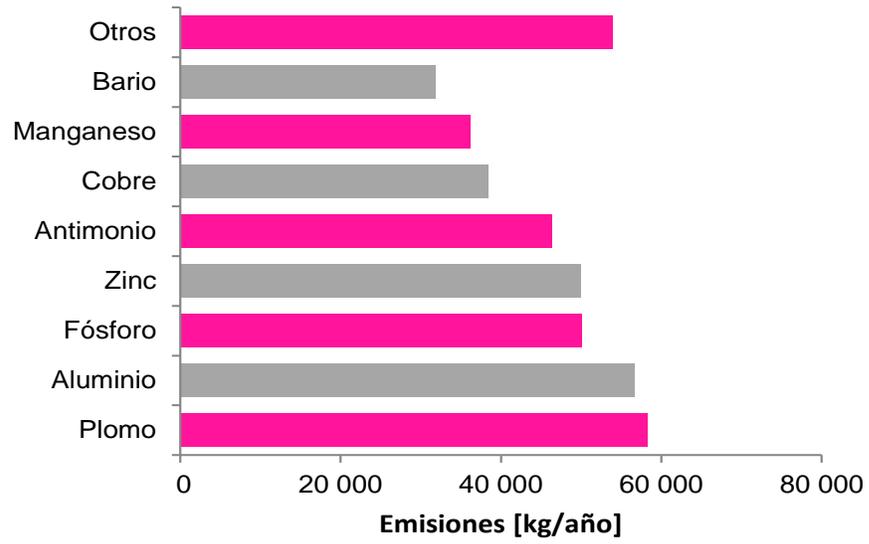
Figura 25. Principales categorías generadoras de compuestos tóxicos.





6. INVENTARIO DE EMISIONES DE COMPUESTOS TÓXICOS

Figura 26. Emisión de metales tóxicos, ZMVM 2014.





7. INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO

El cambio climático antropogénico es uno de los retos más grandes y urgentes que enfrenta la humanidad. Las ciudades son parte del problema, ya que consumen una gran proporción de la energía producida globalmente y son responsables de aproximadamente entre el 70 y el 75% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) (CMM-SEDEMA, 2014).

En este contexto, es importante comentar que la CDMX ha participado en diversos foros nacionales e internacionales, compartiendo la experiencia de reportes de emisiones de gases de efecto invernadero y ha tenido un papel importante en el liderazgo de los gobiernos locales en temas de cambio climático, con el reporte del Inventario de Emisiones en el Protocolo GPC (Global Protocol for Community-Scale).



En noviembre de 2015, la CDMX fue la primera ciudad a nivel mundial, en cumplir el Pacto de Alcaldes (Compact of Mayors) reportando el Inventario de emisiones utilizando el protocolo GPC con máximo nivel, denominado *Basic+*.

El presente inventario de GEI incluye la estimación de los principales gases de efecto invernadero que son: el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), además se estimó el carbono negro (CN)⁷ como contaminante de vida corta, el cual, aunque dura pocos días en la atmósfera, tiene un potencial de calentamiento⁸ 460 veces mayor que el del CO_2 (SEMARNAT-INECC, 2012); por lo que se considera trascendental para el control y mitigación del calentamiento global.

Por primera vez, en los inventarios de emisiones realizados por la SEDEMA, se incluye la estimación de hidrofluorocarbonos, provenientes del mantenimiento y uso en el sector habitacional, industrial y del transporte.

⁷ Es un componente de las partículas, con importantes efectos en el cambio climático debido a su propiedad refractaria y a su capacidad de absorber luz para convertirla en calor.

⁸ Índice relativo empleado para comparar el impacto que tiene en el clima la emisión de un kilogramo de un gas de efecto invernadero comparado con la emisión de un kilogramo de dióxido de carbono. Los valores del índice consideran los efectos radiativos de cada compuesto, así como sus diferentes tiempos de permanencia en la atmósfera.



7. INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE GEI

Estos compuestos aunque se emiten en bajas cantidades, tienen potenciales de calentamiento muy elevados, con valores que varían de 1300 a casi 4000.

En la Zona Metropolitana del Valle de México, al año 2014 se estimaron en 56.2 millones de toneladas de CO₂ equivalente y con base en los datos de la Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, las emisiones de la ZMVM representan casi el 8% de las emisiones nacionales (SEMARNAT-INECC, 2012).

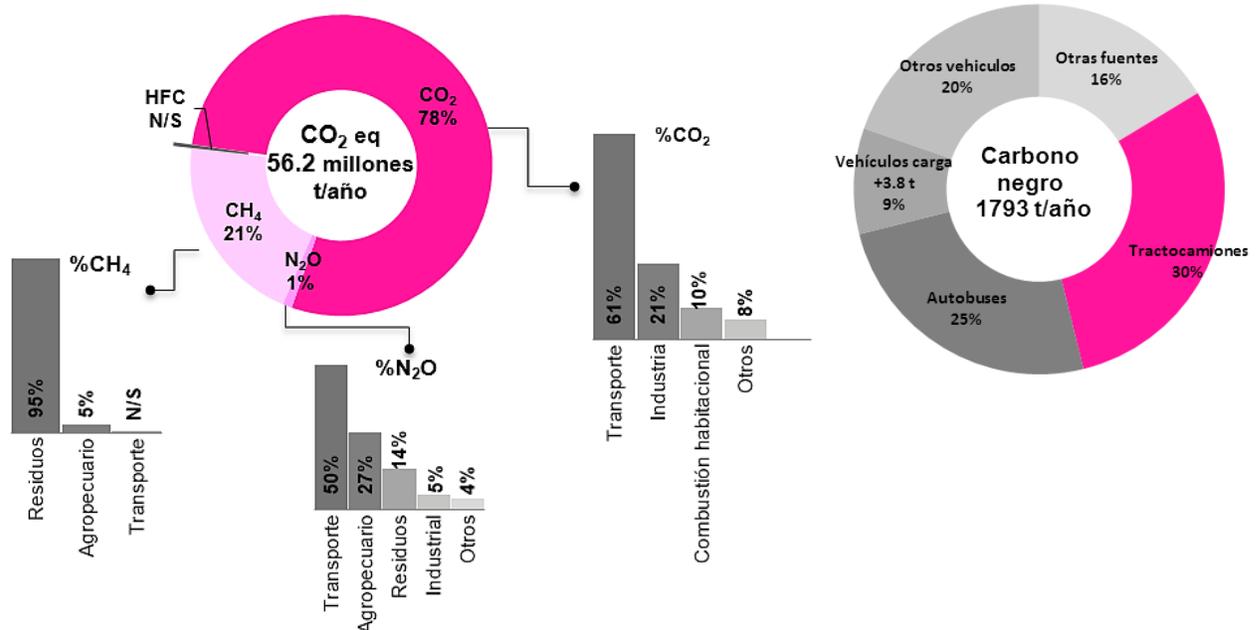
De 56.2 millones de toneladas de CO₂ equivalente, el de mayor emisión es el CO₂ con 43.9 millones de toneladas anuales y representa el 78% de los GEI, sigue en abundancia el metano, el cual contribuye con el 21% y el óxido nitroso sólo representa el 1% de los GEI; los hidrofluorocarbonos no representan una participación significativa, ya que sólo se emitieron 153 toneladas, sin

embargo, debido a sus potenciales de calentamiento, son importantes en el cambio climático.

Finalmente, el carbono negro se estimó en 1793 toneladas, en general, el transporte contribuye con el 84% y en específico, a las unidades pesadas se les atribuye el 64%, debido principalmente al uso de diésel como combustible. En la Figura 27 se muestran las emisiones totales de GEI y de carbono negro, así como la participación porcentual a las estimaciones.

El CO₂ es emitido principalmente por el transporte (61%) y por el sector industrial (21%), el 18% restante se debe a diversas actividades de la población y los servicios. Para el caso del metano, este es generado en su mayoría por los residuos (rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales), que en conjunto aportan el 95% del total de metano.

Figura 27. Compuestos de efecto invernadero, ZMVM 2014.



De manera general, la mayoría de los compuestos de efecto invernadero provienen de la quema de combustibles fósiles y en menor proporción de los rellenos sanitarios.

En la Tabla 9 se muestran las emisiones por tipo de fuente contaminante y entidad, se observa que de los 56.2 millones de toneladas de GEI que se emiten en la ZMVM, el 63% corresponde al Estado de México con 35.5 millones de toneladas de CO₂ equivalente, y el 37% a la Ciudad de México con 20.7 millones de toneladas de CO₂ equivalente.

El sector transporte o fuentes móviles es el principal emisor de GEI (65%) en la Ciudad de México, debido al uso de combustibles fósiles y en segundo lugar de emisión se tiene a las fuentes de área, en particular la generación de metano en el tratamiento de aguas residuales. En el Estado de México las fuentes móviles y de área son de mayor contribución de GEI con el 39% cada una. Al igual que en la CDMX, el transporte es el principal emisor de CO₂ en tanto que los rellenos sanitarios son los principales generadores de metano (CH₄). Cabe mencionar que en los municipios conurbados del Estado de México se ubica la mayoría de los rellenos sanitarios que dieron servicio a la CDMX durante el año 2014.

Tabla 9. Compuestos de efecto invernadero por fuente y entidad, ZMVM 2014.

Fuente Contaminante	Emisiones de la Ciudad de México [t/año]					% CO ₂ eq.	Carbono Negro
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.		
Puntuales	1 534 106	30	4	1	1 537 906	7.5	35
Área	3 971 439	57 529	174	1	5 630 166	27.2	95
Móviles	13 297 919	850	310	77	13 504 009	65.3	820
Naturales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.04
Total	18 803 464	58 409	488	79	20 672 082	100	950

Fuente Contaminante	Emisiones del Estado de México [t/año]					% CO ₂ eq.	Carbono Negro
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.		
Puntuales	7 685 670	121	101	0.4	7 716 295	21.7	71
Área	3 734 577	351 603	758	0.9	13 781 974	38.8	91
Móviles	13 685 336	1209	727	72.6	14 006 202	39.5	681
Naturales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.14
Total	25 105 583	352 932	1586	74	35 504 471	100	843

Fuente Contaminante	Emisiones de la ZMVM [t/año]					% CO ₂ eq.	Carbono Negro
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.		
Puntuales	9 219 776	151	105	1	9 254 202	16.4	106
Área	7 706 016	409 132	933	2	19 412 140	34.6	186
Móviles	26 983 255	2059	1 037	150	27 510 211	49	1501
Naturales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.2
Total	43 909 047	411 341	2074	153	56 176 552	100	1793

N/A. No Aplica (no se emite el contaminante para esta fuente).

Nota: El CO₂ biogénico no se reporta en el inventario, sin embargo, se estimaron las siguientes emisiones:

Combustión por leña CDMX: 18 772 EDOMEX: 52 095 ZMVM: 70 867

Rellenos sanitarios CDMX: 11 095 EDOMEX: 688 858 ZMVM: 699 953



7. INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE GEI

En las Tablas 10 y 11, se muestran las emisiones de compuestos de efecto invernadero, desagregadas para cada una de las categorías que integran las fuentes contaminantes, tanto en toneladas como en contribución porcentual.

Tabla 10. Compuestos de efecto invernadero por categoría, ZMVM 2014.

Fuente Contaminante	Emisiones [t/año]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Fuentes puntuales	9 219 776	151	105	1	9 254 202	106
Industria alimentaria	478 775.5	10.0	1.3	0.29	480 527.9	9.2
Industria de las bebidas y del tabaco	170 065.9	3.1	0.3	0.0006	170 240.4	3.3
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	182 280.5	4.2	0.6	N/E	182 556.4	2.7
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	551.3	0.010	0.0011	N/E	551.8	0.1
Fabricación de prendas de vestir	22 379.8	0.5	0.1	N/E	22 413.2	0.2
Curtido y acabado de cuero y piel.	153.5	0.003	0.0002	N/E	153.6	0.0031
Industria de la madera	10 373.3	0.2	0.019	N/E	10 383.3	0.2
Industria del papel	501 119.4	9.5	1.1	N/E	501 664.6	2.9
Impresión e industrias conexas	23 183.4	0.4	0.04	N/E	23 205.9	0.8
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	36 666.4	1.2	0.2	N/E	36 754.3	0.2
Industria química	797 402.5	15.1	1.9	0.004	798 335.1	8.0
Industria del plástico y del hule	109 554.5	2.7	0.4	N/E	109 739.3	1.7
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	2 018 851.3	17.2	89.4	N/E	2 043 012.6	35.7
Industrias metálicas básicas	349 144.4	4.5	0.6	0.0020	349 420.6	2.0
Fabricación de productos metálicos	110 790.6	2.1	0.2	0.0042	110 919.9	0.7
Fabricación de maquinaria y equipo	11 028.2	0.2	0.0219	0.3	11 510.3	0.2
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición.	272.6	0.004	0.0004	N/E	272.8	0.007
Accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	20 414.1	0.4	0.039	N/E	20 434.5	0.24
Fabricación de equipo de transporte	518 711.6	9.3	0.9	0.4	519 764.7	3.3
Fabricación de muebles, colchones y persianas	9358.1	0.2	0.015	N/E	9366.3	0.2
Otras industrias manufactureras	14 014.7	0.4	0.1	N/E	14 043.6	0.1
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	3 360 043.1	59.9	6.0	N/E	3 363 307.3	26.4
Comercios y Servicios regulados	474 569.6	10.2	1.5	0.2	475 550.8	8.1
Almacenamiento de combustibles líquidos	71.7	0.003	0.0005	0.0003	72.5	N/S
Fuentes de área	7 706 016	409 132	933	2	19 412 140	186
Combustión industrial (industria no regulada)	774 520.6	14.3	1.5	N/A	775 323.6	2.7
Combustión comercial-institucional	652 956.0	52.3	1.0	N/A	654 696.3	2.6
Combustión habitacional	4 230 026.4	530.1	9.3	N/A	4 247 342.0	16.7
Combustión de equipos agrícolas	30 947.9	2.5	0.05	N/A	31 029.6	0.1
Operación de aeronaves	1 612 124.6	112.7	45.1	N/A	1 627 231.2	6.4

N/A. No Aplica (no se emite el contaminante en esta categoría).

N/E. No Estimado (no se cuenta con información o factor de emisión del contaminante).

N/S. No Significativo (emisiones menores a 100 gramos).

(Continúa en página siguiente)

Continúa de la tabla anterior

Fuente Contaminante	Emisiones [t/año]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	3.2	N/A	N/A	88.2	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	20.0	N/A	N/A	560.4	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	21.0	N/A	N/A	586.6	N/A
Desechos sólidos urbanos*	N/A	278 206.1	N/A	N/A	7 789 770.7	N/A
Vialidades pavimentadas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12.0
Vialidades sin pavimentar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.9
Otras fuentes de área	405 436.4	111 370.1	319.3	N/A	3 608 403.4	115.3
Asados al carbón	4.1	N/S	N/S	N/A	4.1	14.3
Construcción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12.6
Agricultura	N/A	N/A	526.7	N/A	139 577.2	1.6
Ganadería	N/A	18 799.6	29.7	N/A	534 266.6	0.9
Mantenimiento de aire acondicionado doméstico	N/E	N/A	N/A	1.9	3 259.9	N/A
Fuentes móviles	26 983 255	2059	1037	150	27 510 211	1501
Autos particulares	9 361 749.5	445.4	408.1	98.6	9 610 499.9	132.7
Camionetas (SUV)	3 383 108.3	264.4	248.9	24.3	3 488 025.0	51.1
Taxis	3 155 763.7	53.4	30.9	7.9	3 175 769.2	10.1
Vagonetas y Combis	1 036 244.3	55.6	30.4	1.4	1 047 754.9	25.3
Microbuses	1 273 844.9	113.2	16.2	0.1	1 281 405.7	31.6
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t	2 266 332.3	214.7	188.2	10.6	2 335 974.0	71.1
Tractocamiones	1 457 945.8	181.8	2.8	1.6	1 465 857.3	535.3
Autobuses	1 308 785.7	160.7	8.7	1.4	1 317 363.5	447.2
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	2 119 290.7	417.3	88.5	3.7	2 159 290.8	165.8
Motocicletas	1 545 719.9	132.7	14.1	N/A	1 553 182.7	11.2
Metrobuses/Mexibús	74 469.7	19.3	0.2	0.022	75 087.5	19.4
Vegetación y suelos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.18
Erosión eólica del suelo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.18
Total	43 909 047	411 341	2074	153	56 176 552	1793

* Incluye rellenos sanitarios y residuos sólidos no gestionados.



7. INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE GEI

Tabla 11. Contribución porcentual de compuestos de efecto invernadero, ZMVM 2014.

Fuente Contaminante	Contribución porcentual[%]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Fuentes puntuales	21.00	0.01	5.04	0.75	16.49	5.91
Industria alimentaria	1.09	N/S	0.06	0.19	0.86	0.51
Industria de las bebidas y del tabaco	0.39	N/S	0.02	N/S	0.30	0.18
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	0.42	N/S	0.03	N/E	0.32	0.15
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	N/A	N/S	N/A	N/E	N/S	0.01
Fabricación de prendas de vestir	0.05	N/S	N/S	N/E	0.04	0.01
Curtido y acabado de cuero y piel.	N/S	N/S	N/S	N/E	N/S	N/S
Industria de la madera	0.02	N/S	N/S	N/E	0.02	0.01
Industria del papel	1.14	N/S	0.05	N/E	0.89	0.16
Impresión e industrias conexas	0.05	N/S	N/S	N/E	0.04	0.04
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	0.08	N/S	0.01	N/E	0.07	0.01
Industria química	1.82	N/S	0.09	N/S	1.42	0.45
Industria del plástico y del hule	0.25	N/S	0.02	N/E	0.20	0.09
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	4.60	N/S	4.31	N/E	3.64	1.99
Industrias metálicas básicas	0.80	N/S	0.03	N/S	0.62	0.11
Fabricación de productos metálicos	0.25	N/S	0.01	N/S	0.20	0.04
Fabricación de maquinaria y equipo	0.03	N/S	N/S	0.18	0.02	0.01
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición.	N/S	N/S	N/S	N/E	N/S	N/S
Accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	0.05	N/S	N/S	N/E	0.04	0.01
Fabricación de equipo de transporte	1.18	N/S	0.05	0.27	0.93	0.19
Fabricación de muebles, colchones y persianas	0.02	N/S	N/S	N/E	0.02	0.01
Otras industrias manufactureras	0.03	N/S	N/S	N/E	0.02	0.01
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	7.65	0.01	0.29	N/E	5.99	1.47
Comercios y Servicios regulados	1.08	N/S	0.07	0.11	0.85	0.45
Almacenamiento de combustibles líquidos	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Fuentes de área	17.54	99.45	44.95	1.21	34.57	10.37
Combustión industrial (industria no regulada)	1.76	N/S	0.07	N/A	1.38	0.15
Combustión comercial-institucional	1.49	0.01	0.05	N/A	1.17	0.14
Combustión habitacional	9.63	0.13	0.45	N/A	7.56	0.93
Combustión de equipos agrícolas	0.07	N/S	N/S	N/A	0.06	0.01
Operación de aeronaves	3.67	0.03	2.17	N/A	2.90	0.36

N/A. No Aplica (no se emite el contaminante en esta categoría).

N/E. No Estimado (no se cuenta con información o factor de emisión del contaminante).

N/S. No Significativo (emisiones menores a 0.01%).

(Continúa en página siguiente)

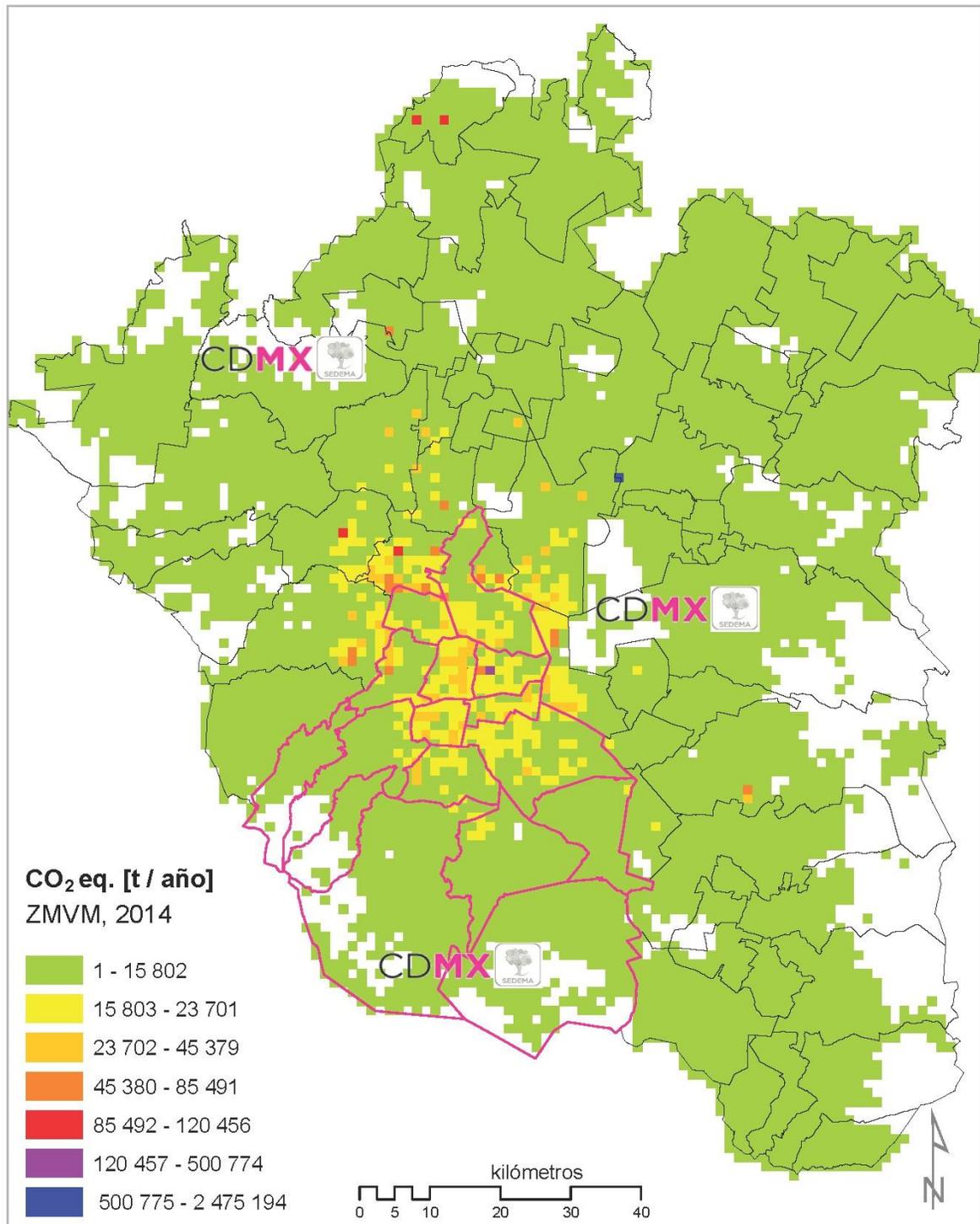
Fuente Contaminante	Contribución porcentual[%]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	0.01	N/A	N/A	N/A	N/A
Desechos sólidos urbanos*	N/A	67.63	N/A	N/A	13.87	N/A
Vialidades pavimentadas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.67
Vialidades sin pavimentar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.05
Otras fuentes de área (Ver Anexo 2)	0.92	27.07	15.39	N/A	6.42	6.43
Asados al carbón	N/S	N/S	N/S	N/A	N/S	0.79
Construcción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.70
Agricultura	N/A	N/A	25.39	N/A	0.25	0.09
Ganadería	N/A	4.57	1.43	N/A	0.95	0.05
Mantenimiento de aire acondicionado doméstico	N/E	N/A	N/A	1.21	0.01	N/A
Fuentes móviles	61.45	0.48	49.99	98.02	48.97	83.69
Autos particulares	21.32	0.11	19.67	64.59	17.11	7.40
Camionetas (SUV)	7.70	0.06	12.00	15.90	6.21	2.85
Taxis	7.19	0.01	1.49	5.20	5.65	0.56
Vagonetas y Combis	2.36	0.01	1.47	0.95	1.87	1.41
Microbuses	2.90	0.03	0.78	0.05	2.28	1.76
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t	5.16	0.05	9.07	6.93	4.16	3.97
Tractocamiones	3.32	0.04	0.13	1.05	2.61	29.85
Autobuses	2.98	0.04	0.42	0.89	2.35	24.93
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	4.83	0.10	4.27	2.45	3.84	9.25
Motocicletas	3.52	0.03	0.68	N/A	2.76	0.63
Metrobús/Mexibús	0.17	N/S	0.01	0.01	0.13	1.08
Vegetación y suelos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.01
Erosión eólica del suelo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.01
Total	100	100	100	100	100	100

* Incluye rellenos sanitarios y residuos sólidos no gestionados.

Finalmente, en el mapa de la Figura 28 se presenta la distribución espacial del CO₂ equivalente, el cual muestra las mayores emisiones en la zona central; debido a que el CO₂ es emitido principalmente por el transporte y a que es el área de mayor intensidad de flujo vehicular. También, se presentan puntos de alta emisión, donde se conjuntan las emisiones generadas por sector industrial como en Tlalnepantla y Atizapán, además de la generación de energía eléctrica en el municipio de Acolman y la cementera en Apaxco.

En la periferia de la ZMVM, la distribución de emisiones es consecuencia de la combustión en el sector habitacional; en el municipio de Tlalnepantla de Baz y Atizapán, se concentran emisiones que provienen básicamente del sector industrial y en Nezahualcóyotl, además se suman las emisiones provenientes del relleno sanitario Bordo Poniente.

Figura 28. Distribución espacial de la emisión de CO₂ equivalente.



CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

La Guía de las Buenas Prácticas y el Manejo de la Incertidumbre del IPCC, recomienda el cálculo de la incertidumbre para los gases de efecto invernadero, como parte de un programa de aseguramiento de la calidad. Es importante mencionar que la estimación de la incertidumbre en la elaboración de los inventarios de emisiones, no está orientada a cuestionar la validez de las estimaciones realizadas, sino que es un elemento que nos ayuda a priorizar los esfuerzos por mejorar la exactitud de los resultados.

Con la finalidad de estimar la incertidumbre de las emisiones de GEI del presente inventario, se seleccionaron las categorías que aportan la mayor cantidad de las emisiones; estableciendo un nivel general, donde al menos se cubra el 90% de contribución, con la finalidad de priorizar el cálculo sólo en estas categorías. En términos generales, la incertidumbre en los inventarios de emisiones se refiere a la falta de certeza y en términos prácticos, a la identificación de categorías que requieren un mayor control en la estimación, para garantizar resultados más certeros y reales.

$$\frac{G \cdot D}{\Sigma D} = H$$

$$\sqrt{\Sigma H^2} = U_T$$

G = Incertidumbre de categoría H = Contribución a la varianza
D = Contribución por sector U_T = Incertidumbre total

En el análisis de incertidumbre se considera la incertidumbre combinada que aporta el sector o subcategoría con respecto a la incertidumbre total del inventario, donde se expresa la incertidumbre combinada como un porcentaje del total de las emisiones, de acuerdo a la siguiente ecuación:

En la Tabla 12 se muestran las categorías clave para la estimación de la incertidumbre de cada GEI, y para cada uno de ellos se determinó, tanto la incertidumbre asociada al dato de actividad como al factor de emisión.

Considerando los datos anteriores se prosiguió a completar la metodología para el cálculo de Incertidumbre del IPCC (Figura 29). Finalmente se obtuvieron las siguientes incertidumbres para cada uno de los GEI evaluados:

GEI	% de incertidumbre
CO ₂	17.1%
CH ₄	16.5%
N ₂ O	11.1%

Con los datos resultantes, se determinó que se presentan cuatro categorías de mayor incertidumbre para CO₂, que es donde se deben de orientar los esfuerzos para disminuir la imprecisión de las estimaciones: autos particulares, motocicletas, taxis y SUV. Para el CH₄, es el tratamiento de aguas residuales y en el caso del N₂O, la aplicación de fertilizantes.

Tabla 12. Categorías claves de emisión y contribución a la varianza (H).

Categorías emisoras	Emisión CO ₂		Categorías emisoras	Emisión N ₂ O	
	% contribución	% H		% contribución	% H
Autos particulares	21.3%	13.4%	Aplicación de fertilizantes	25.4%	7.8%
Combustión habitacional	9.6%	0.8%	Autos particulares	19.7%	5.6%
Camionetas (SUV)	7.7%	4.2%	Camionetas (SUV)	12.0%	1.6%
Generación de energía eléctrica	7.7%	0.7%	Tratamiento de aguas residuales	9.6%	2.7%
Taxis	7.2%	4.5%	Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t	9.1%	0.9%
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t	5.2%	2.6%	Tratamiento de residuos orgánicos (composta)	4.6%	3.1%
Vehículos de carga mayores a 3.8 t	4.8%	2.5%	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	4.3%	1.4%
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	4.6%	0.9%	Vehículos de carga + 3.8 t	4.3%	2.3%
Operación de aeronaves	3.7%	0.3%	Operación de aeronaves	2.2%	0.9%
Motocicletas	3.5%	6.7%	Taxis	1.5%	1.3%
Tractocamiones	3.3%	1.7%	Vagonetas y Combis	1.5%	1.0%
Autobuses	3.0%	1.8%	Manejo de estiércol	1.4%	0.8%
Microbuses	2.9%	2.6%	Total	95%	
Vagonetas y Combis	2.4%	1.2%			
Industria química	1.8%	0.1%			
Combustión industrial	1.8%	0.2%			
Combustión comercial/institucional	1.5%	0.1%			
Fabricación de equipo de transporte	1.2%	0.1%			
Industria del papel	1.1%	0.1%			
Industria alimentaria	1.1%	0.1%			
Total	95%				

Categorías emisoras	Emisiones CH ₄	
	% contribución	% H
Reellenos sanitarios	67.6%	7.6%
Tratamiento de aguas residuales	26.7%	14.7%
Total	94%	

Nota: H se refiere a la incertidumbre de cada categoría de emisión, que ha sido ponderada por la contribución porcentual de emisiones con respecto al total emitido.

Figura 29. Metodología para el cálculo de la incertidumbre del IPCC.

CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO 1												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año base	Emisiones o absorciones del año t	Incetidumbre de los datos de la actividad	Incetidumbre del dactor de emisión/ parámetro de estimación	Incetidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en el año t	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incetidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incetidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incetidumbre en la tendencia de emisiones nacionales introducidas por la incetidumbre de los datos de la actividad	Incetidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\frac{(G * D)^2}{(\sum D)^2}$		$\left \frac{D}{\sum C} \right $	$I * F$		$K^2 + L^2$
		Equivalente de Gg CO ₂	Equivalente de Gg CO ₂	%	%	%		%	%	%	%	%
P.ej., 1.A.1 Energía Industrias Combustible 1												
Total		$\sum C$	$\sum D$				$\sum H$					$\sum M$
						Porcentaje de incertidumbre del inventario total:	$\sqrt{\sum H}$				Incetidumbre de la tendencia:	$\sqrt{\sum M}$

Nota: Cuadro 3.2 Cálculo de la incertidumbre en el método 1. Pág: 3.46. Vol 1 Orientación general y generación de informes, Capítulo 3 Incertidumbre, Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.



8. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

Una buena práctica en el desarrollo de los inventarios es implementar procedimientos de aseguramiento de la calidad y control de la calidad (AC/CC), con la finalidad de mejorar los procedimientos de validación de la información y los cálculos.

El presente documento, *incluye por primera vez, un capítulo en donde se describen las actividades de control de la calidad por fuente contaminante, así como el aseguramiento de la calidad realizado a las fuentes móviles, considerando la aplicación del nuevo modelo de emisiones (MOVES-México); con lo anterior se pretende dar transparencia y trazabilidad a la información y a las estimaciones.*

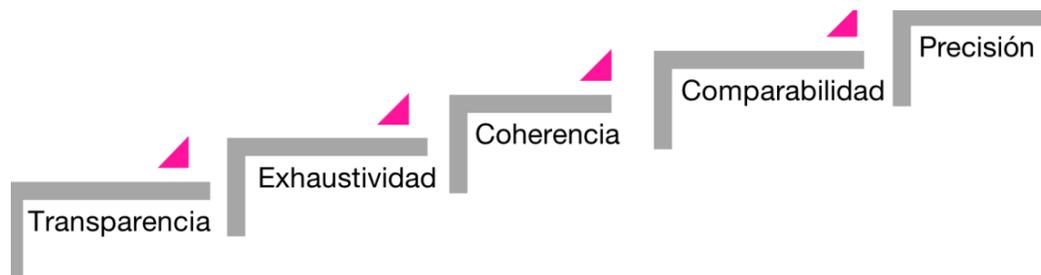
Las actividades y procesos de AC/CC deben ser parte integral de la planeación y desarrollo del inventario y tienen como función asegurar que los errores en la elección de los métodos y datos utilizados sean mínimos.

Un plan de AC/CC sirve para mejorar la transparencia, coherencia, comparabilidad, exhaustividad y exactitud de los inventarios.

El aseguramiento y control de la calidad (AC/CC) permite asegurar la representatividad, la precisión y la comparabilidad, el presente Inventario se realizó de acuerdo al Programa de Mejoramiento de los Inventarios de Emisiones - *EIIP-Emissions Inventory Improvement Program-US-EPA*, y a la Guía de las Buenas Prácticas y el Manejo de la Incertidumbre, recomendada por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés).

El Aseguramiento y Control de la Calidad debe cumplir con los indicadores de calidad que se muestran en la Figura 30 (IPCC, 2000).

Figura 30. Indicadores de calidad y buenas prácticas





8. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

ACTIVIDADES DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

Para dar cumplimiento a los indicadores de calidad antes descritos, se mencionarán las actividades generales realizadas a través del desarrollo del Inventario de Emisiones 2014, con la finalidad de dar transparencia y consistencia a los datos.

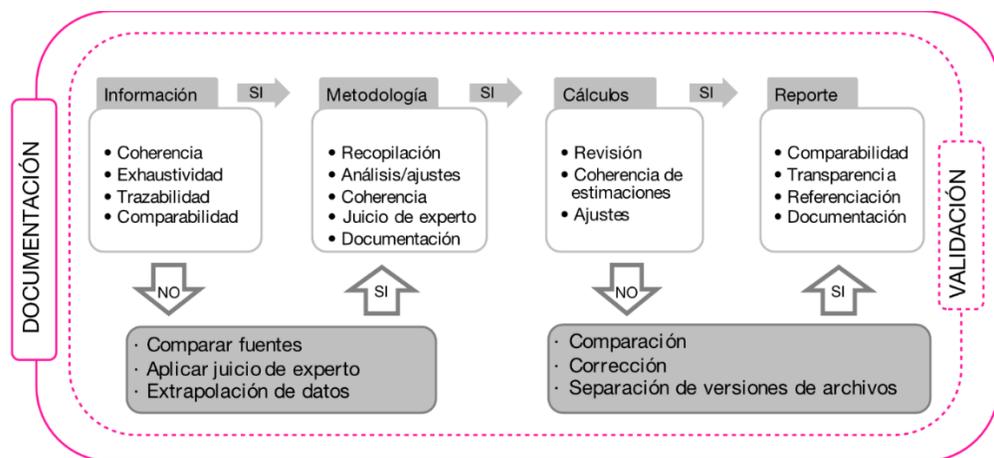
- **Descripción y documentación de actividades.** El Inventario de Emisiones integra y tiene disponible, la información en cada una de las categorías estimadas, así como la fuente de información.
- **Supervisión y revisión de información.** Se asigna personal para revisar y analizar la información del Inventario de Emisiones, de acuerdo a la experiencia.
- **Designación de actividades y responsables de información.** El coordinador designa las actividades, de acuerdo a la experiencia del personal que participa en el desarrollo del Inventario de Emisiones.
- **Revisión de metodología y factores de emisión.** Se realizaron revisiones y comparaciones de emisiones con diferentes metodologías de cálculo, así como los

ajustes necesarios a las mismas para adecuarlas a la entidad. Se realizaron revisiones y comprobaciones en los diferentes archivos, bases de datos y documentos utilizados en los cálculos (considerando las categorías clave de emisión).

- **Comparación y verificación de cálculos de emisiones.** Se realizaron revisiones de los resultados de emisiones con información de años anteriores para evaluar la consistencia de los datos.
- **Juicio de expertos.** Se consideraron las observaciones realizadas por el personal de más experiencia en los diferentes procesos del Inventario de Emisiones, así mismo, se dio cumplimiento a las observaciones derivadas de la *Evaluación del Inventario de Emisiones 2012*, realizada por el Eastern Research Group, Inc. Ver Anexo 4 de Resumen Ejecutivo de los Resultados de la Evaluación.

Con la finalidad de ejemplificar las etapas de control de calidad, se muestra un diagrama general del proceso en la Figura 31.

Figura 31. Diagrama general del AC/CC del Inventario de Emisiones 2014.





Finalmente, para dar transparencia y trazabilidad a la información de las estimaciones, se publicarán las Memorias de cálculo del Inventario 2014, las cuales podrán ser consultadas en la sección de publicaciones de la página *web* de calidad del aire de la SEDEMA.

ACTIVIDADES DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD POR FUENTE CONTAMINANTE

A continuación se enlistan las principales actividades de control y aseguramiento de la calidad en cada fuente contaminante:

FUENTES PUNTUALES (INDUSTRIA)

- Depuración de base de datos de industria del Inventario de Emisiones 2012, para descartar industrias históricas no existentes.
- Verificar la coherencia de los resultados, conforme a los combustibles e insumos reportados, además que las emisiones de $PM_{2.5} < PM_{10}$ y las emisiones de $COV < COT$.
- Revisión de los métodos de cálculo y perfiles de especiación, antes y durante las estimaciones, así como la aplicación de criterios técnicos para cada proceso industrial evaluado.
- Verificar la coherencia de los parámetros de chimenea y de gases de combustión, reportados en los equipos normados.
- Revisión de bases de datos para detectar: errores de transcripción, cálculos erróneos, uso inadecuado de factores de

conversión, omisiones y errores al compilar resultados y generar informes.

FUENTES DE ÁREA

- Análisis de coherencia de la información recopilada.
- Comparación de la información obtenida con diferentes fuentes para asegurar veracidad (combustible, superficies, cultivos, otros.)
- Ajustar el consumo de combustible con información de fuentes puntuales, para evitar el doble conteo de emisiones en las categorías de combustión industrial, comercial y de servicios.
- Referenciar y documentar la fuente de información en las hojas de cálculo de cada categoría del inventario, para dar trazabilidad y transparencia a las estimaciones.
- Búsqueda de mejoras metodológicas o factores de emisión actualizados.
- Comprobar que los resultados estén integrados correctamente, de las hojas de cálculo a los resúmenes finales.
- Comparación de emisiones.

FUENTES NATURALES

- Comparación de superficies por tipo de vegetación con inventarios anteriores para descartar algún cambio incoherente.
- Comparación de usos de suelo por delegación.
- Coherencia entre la superficie y emisión generada.



8. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

- Relación de emisiones con temperatura y radiación: a mayor temperatura y radiación, mayor emisión.
- Coherencia entre la superficie erosionada, la velocidad del viento, precipitación y emisión generada.

FUENTES MÓVILES

- Depuración y clasificación de bases de datos del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria.
- Comparación de flota vehicular con publicaciones de diferentes fuentes de información.
- Validar los datos de actividad (KRV) con consumo de combustible reportado por SENER, utilizando rendimientos de vehículos.
- Revisión exhaustiva de tablas de entrada y salida del modelo MOVES-México, para obtención de emisiones.
- Correr los scripts del modelo para generar resúmenes de emisiones y comparar contra las emisiones de las bases de datos de salida.
- Comparación de emisiones obtenidas con inventarios pasados.

Como parte del aseguramiento de la calidad, se incluyen las recomendaciones derivadas de la *Evaluación del Inventario de Emisiones de la ZMVM 2012*, en los resultados de este inventario; entre las de mayor importancia, se encuentran la depuración de las bases de datos del sector industrial y la incorporación del nuevo modelo de emisiones vehiculares, adaptado para el país: MOVES-México.

En este sentido, los resultados de las estimaciones del inventario de emisiones del transporte, fueron revisados y validados por los desarrolladores del MOVES-México (Eastern Research Group, Inc.), considerando que es de gran importancia, dar certeza a las emisiones del transporte, debido a la polémica de su participación en la contaminación.

El Inventario de Emisiones de la CDMX 2014 incluye nuevas y mejores estimaciones, entre ellas están: los comercios y servicios regulados que se reportan en fuentes fijas, respecto a los gases de efecto invernadero se tiene la inclusión de las categorías de cambio de uso de suelo, manejo de composta y tiraderos a cielo abierto, así como el uso de hidrofluorocarbonos.



9. MODELACIÓN DE EMISIONES

Además de los inventarios de emisiones, la simulación de escenarios a través de la aplicación de modelos, es una de las herramientas que se aplican en la gestión de la calidad del aire, ya que procura dar sustento y validez a las acciones de mitigación de la contaminación atmosférica, con la finalidad de seleccionar la mejor opción para la reducción de contaminantes, y mejorar las condiciones ambientales en la ZMVM para proteger la salud de la población.

Desde el punto de vista de la dispersión de contaminantes, la modelación numérica se utiliza para saber cómo cambia en el tiempo y el espacio, la concentración de un contaminante; esto puede utilizarse para analizar los factores que determinan el cambio de dichos contaminantes, al implementar una medida de control de emisiones, así como planes o programas.

Para la aplicación de la modelación numérica, se requiere que los inventarios de emisiones sean llevados a un nivel de gran detalle (alta resolución), tanto espacial como temporalmente y además, para el sector industrial, a nivel de chimenea. En el caso de los inventarios de emisiones de la CDMX para fines de modelación, se trabaja

a nivel de celdas, con tamaño de 1 x 1 km. Todas las fuentes contaminantes son distribuidas temporal y espacialmente en dichas celdas, para poder aplicar los modelos de los que dispone la SEDEMA y evaluar acciones de mejoramiento ambiental.

Los modelos de calidad del aire representan numéricamente múltiples procesos que intervienen en la dispersión de contaminantes. La modelación numérica de la calidad del aire, y particularmente la modelación fotoquímica, puede relacionar las emisiones de la región en estudio, con las condiciones meteorológicas y estimar las concentraciones de contaminantes como el ozono o las partículas. Con esto, es posible representar diversos cambios en las emisiones derivados de medidas o programas, bajo condiciones ambientales de la ZMVM.

La modelación fotoquímica tiene requerimientos que exigen un importante desarrollo de información ambiental. Para su aplicación se necesita gran cantidad de datos de tipo geográfico, meteorológico y de mediciones de calidad del aire. En el primer caso la información debe ser procesada con modelos de elevación y sistemas de información geográfica para representar adecuadamente la topografía y usos de



9. MODELACIÓN DE EMISIONES

suelo; en el segundo caso la información obtenida a partir de modelos de meteorología global, imágenes de satélite, sondeos y mediciones en superficie es procesada para iniciar la modelación meteorológica del periodo simulado, para obtener una estimación de parámetros que determinan el transporte de los contaminantes como el campo de viento y la estabilidad atmosférica.

Finalmente, respecto a las mediciones de calidad del aire, después de ser generadas por un monitoreo automatizado, deben ser procesadas para la modelación y también se utilizan para validar los resultados obtenidos en esta última.

Los procesos que demandan generar la información para la modelación de calidad del aire requieren no sólo disponer de información detallada y especializada, también es necesario contar con recursos como sistemas de información geográfica, equipos de cómputo robustos, con velocidad considerable (multiprocesadores) y gran capacidad de almacenamiento de datos.

Asimismo se necesita personal técnico capacitado y con experiencia en temas ambientales, física y química atmosférica, lenguajes de programación, sistemas de información geográficos, estimación y distribución de emisiones, entre otros.

Particularmente el desarrollo del inventario de emisiones para modelación fotoquímica tiene requerimientos específicos. Dicho inventario parte de un cálculo de emisiones por tipo de fuente (puntuales, de área y

móviles) y desagregado en categorías de emisión (90 categorías). A partir de esta clasificación se realiza la distribución temporal y geográfica de emisiones utilizando, para la primera perfiles de actividad e itinerarios laborales, y para la segunda la ubicación geográfica de las fuentes contaminantes sobre una malla de modelación de 1 km x 1 km.

Con el inventario distribuido en celdas y con resolución horaria, se efectúa la caracterización de emisiones de COT y $PM_{2.5}$ y finalmente las emisiones se agregan de acuerdo a los criterios del mecanismo de reacción RADM2, obteniéndose de esta forma, un inventario de emisiones que puede ser utilizado para el preprocesamiento de modelos como WRF Chem, WRF-CMAQ, entre otros. Estos modelos se encuentran en operación en la SEDEMA y que, de acuerdo con la capacidad de cómputo disponible, pueden simular una semana real entre 3, 5 u 8 días de procesamiento.

Con el fin de estimar el beneficio de la implementación de medidas de control de emisiones y para analizar los factores relacionados con la calidad del aire en la Ciudad de México, la SEDEMA cuenta con diferentes modelos matemáticos:

- Para estimar las condiciones meteorológicas: MM5, WRF y CALMET (Figura 32, campo de viento).
- Análisis de la dinámica tridimensional de las concentraciones de contaminantes a escala regional: MCCM, WRF-Chem y WRF-CMAQ.
- Simulación de la dispersión de contaminantes en escala urbana y micro escala: CALPUFF y AERMOD.
- Determinación del origen y destino de emisiones extraordinarias: HYSPLIT (Figura 33).



Figura 32. Ejemplo de campo de vientos de la ZMVM estimado con WRF.

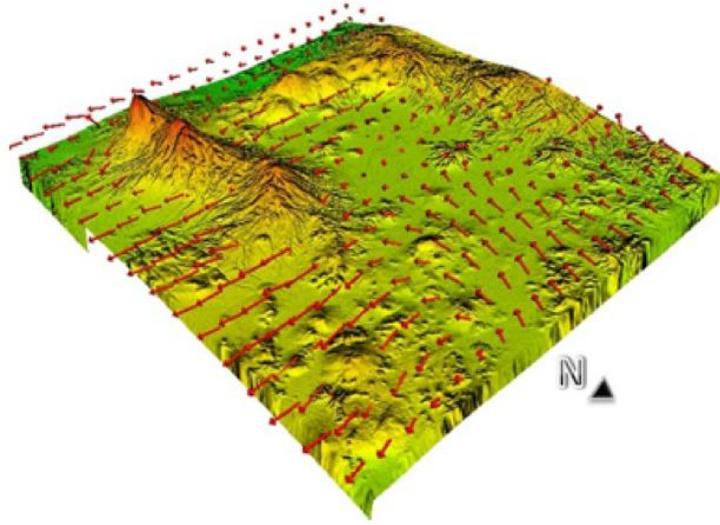
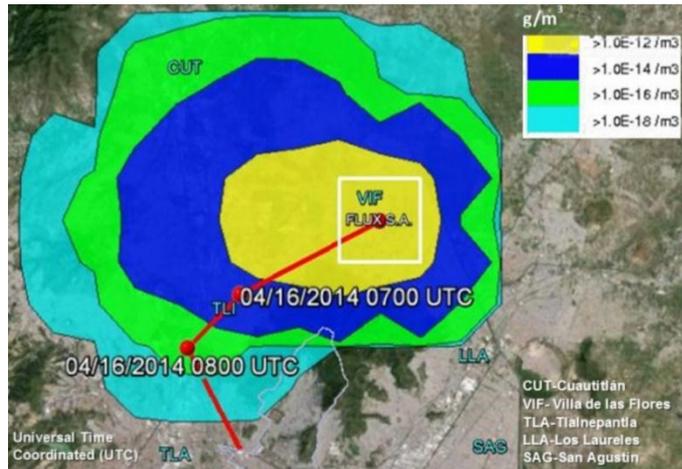


Figura 33. Ejemplo de la trayectoria de emisiones estimada con HYSPLIT.





SIMULACIÓN DE ESCENARIOS

A continuación se describirán brevemente, algunos *ejercicios puntuales* de aplicación de modelos en la SEDEMA.

EMISIONES EXTRAORDINARIAS DE SO₂ CON SIMULACIÓN METEOROLÓGICA Y MODELO DE TRAYECTORIA HYSPLIT

Durante 2014 se analizaron dos casos de concentraciones extraordinarias de SO₂ en la ZMVM, en el primero (7 de enero), se observó la presencia de concentraciones superiores a 200 ppb⁹/hora de SO₂ en Atizapán, Villa de las Flores y San Agustín. También se observaron [SO₂] > 100 ppb en los sitios Camarones, Cuautitlán, Iztacalco, Merced, Nezahualcóyotl, entre los principales.

En el segundo episodio (16 de abril), se midieron concentraciones por arriba de 200 ppb/hora de SO₂ en Villa de las Flores y concentraciones superiores a 100 ppb en Tlalnepantla, Tultitlán, Los Laureles y San Agustín. En el primer episodio se estimó que las emisiones asociadas con la concentración extraordinaria de SO₂ pudieron ser emitidas en el Norte del Cuautitlán Izcalli. Mientras que las emisiones relacionadas con la concentración extraordinaria de SO₂ del segundo episodio se habrían dispersado desde Coacalco.

El resultado del análisis se envió a las dependencias responsables de la vigilancia

⁹ ppb= partes por billón

ambiental, con la finalidad de priorizar esfuerzos en inspección y regulación.

INVENTARIO DE EMISIONES DE ALTA RESOLUCIÓN

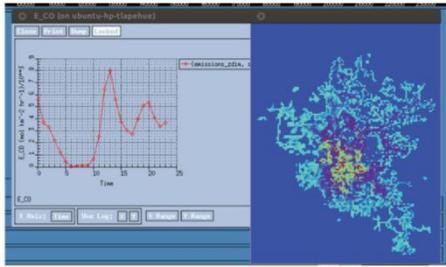
Este inventario es aplicado en el modelaje fotoquímico, a través de la distribución de emisiones, de manera temporal y espacial por medio de la caracterización de COT y la agregación para el mecanismo de reacción RADM2¹⁰; así como la distribución en altura para las fuentes puntuales. Este inventario se utilizó para generar un escenario de modelación del año 2014 con WRF-Chem. Posteriormente se analizaron las concentraciones estimadas de ozono y se compararon con las mediciones en diferentes estaciones de monitoreo¹¹, observándose que dichas estaciones mostraron un buen ajuste respecto a las mediciones del mismo periodo, lo cual sirve para la validación de las emisiones que resultan de la modelación.

¹⁰ *Regional Acid Deposition Model 2*

¹¹ Merced, San Juan de Aragón, Acolman, Xalostoc, San Agustín, FES Acatlán, Los Laureles, Villa de las Flores y la Presa.



Figura 34. Emisiones de fuentes móviles y comparación de ozono (estimado vs medido).



Visualización con NCVIEW.
Distribución temporal y geográfica de las emisiones
provenientes de fuentes móviles.

Comparación de concentraciones de ozono estimado vs ozono medido en los sitios Merced y Xalostoc

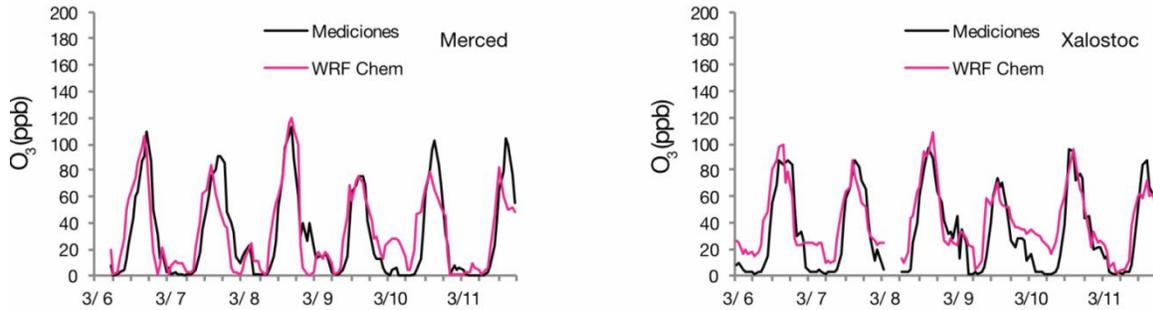
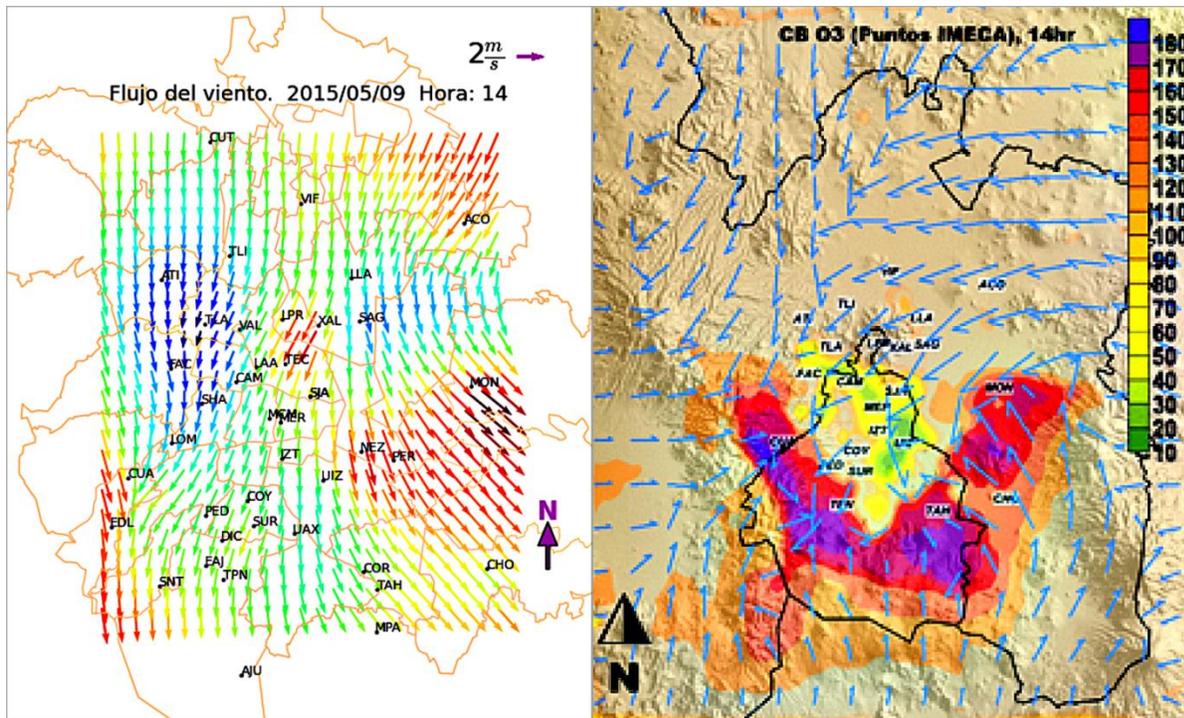


Figura 35. Flujo de viento y concentraciones de ozono de la ZMVM.





PROGRAMA DE CONTINGENCIAS AMBIENTALES ATMOSFÉRICAS

Otro caso de modelación fue la Fase de Precontingencia del 9 de mayo de 2015, la cual permitió observar como el transporte de emisiones generalmente proviene del Norte de la Ciudad de México,

hacia la región Cuajimalpa-Pedregal-Tlalpan, lo cual puede ocasionar acumulación de precursores e incrementos de ozono hasta rebasar las 150 ppb (Figura 35).

CONCLUSIONES

- ✓ Los resultados del inventario de emisiones de la CDMX de los contaminantes criterio, compuestos tóxicos y de efecto invernadero, indican que los esfuerzos para el control de la contaminación deben seguirse enfocando en reducir las emisiones de los precursores de ozono (NO_x y COV) y las $\text{PM}_{2.5}$. Lo cual además tiene fundamento en documentos publicados por instituciones ambientales locales y federales, así como en los registros de la calidad del aire en la ZMVM.
- ✓ Para el año 2014, en términos de precursores de ozono, se emiten: 138 454 toneladas anuales de NO_x y 360 123 t/año de COV. Respecto a las partículas, estas se estimaron en 31 431 toneladas anuales de PM_{10} , de las cuales, el 41% corresponden a $\text{PM}_{2.5}$.
- ✓ En lo que se refiere a los gases de efecto invernadero, anualmente se emiten alrededor de 56.2 millones de toneladas de CO_2 equivalente y 1793 toneladas de carbono negro. De manera general, los municipios conurbados del Estado de México contribuyen con 35.5 millones, que representan el 63% de los GEI y el 37% restante se genera en la Ciudad de México; aun cuando el Estado de México, reportó una flota de transporte público menor, que en el Inventario anterior.
- ✓ Entre las categorías que tienen mayor contribución a las emisiones de partículas, se encuentran las vialidades (pavimentadas y sin pavimentar), las actividades de la construcción y la combustión en el sector habitacional. Respecto a los precursores de ozono, las categorías de mayor emisión son el sector transporte para el caso de los NO_x , para los COV se tiene el uso de solventes y la quema de combustibles (gasolinas y gas LP).
- ✓ Respecto a los compuestos tóxicos, los de mayor emisión son el tolueno, xilenos y metanol, en general, derivados del uso de solventes, recubrimientos en superficies arquitectónicas (pintura acrílica/vinílica) e industriales, y del uso de gasolinas. Para apoyar la reducción de estas emisiones, la CDMX publicó la *actualización de la Norma NADF-011-AMBT-2013*, que establece los límites de emisión de compuestos orgánicos en las fuentes puntuales, que se originan por el uso de solventes, destacando además, la importancia de contar con equipos de control de emisiones y uso de sustancias alternativas para limpieza de materiales, así como buenas prácticas para el uso de solventes. Otra acción importante para la reducción de emisiones tóxicas proveniente de las gasolinas, es la distribución de este combustible en horario nocturno, la meta establecida al año 2016, es que el 33% del combustible se distribuya por la noche.
- ✓ Los comercios y servicios inventariados en el Estado de México corresponden al 9% de los considerados en la Ciudad de México, esto deriva en dos conclusiones, la primera,



que existen establecimientos no inventariados, por lo cual se requerirá fortalecer el análisis y la estimación de éstos; la segunda, que la Ciudad de México cuenta con comercios y servicios de mayor infraestructura, y tiende a absorber la demanda de la población de la CDMX y de los municipios conurbados a ella.

- ✓ Es indispensable el fortalecimiento de la regulación ambiental de las fuentes puntuales en materia de contaminantes al aire, en los tres niveles de gobierno, para ello es necesario crear instrumentos normativos específicos en determinados procesos y contaminantes, de esta manera se puede lograr la inclusión de industrias cuyos procesos pudieran generar emisiones significativas y que actualmente no son inventariados.
- ✓ Debido a que en el Estado de México, a algunos municipios se les otorgan atribuciones sobre la regulación de las industrias, se considera que no está incluido en el inventario de esta entidad, un número considerable de establecimientos regulados, ya que sólo se está contabilizando a los que registra el gobierno estatal. Se deben enfocar esfuerzos en incluir a todos los establecimientos para los futuros inventarios.
- ✓ Complementando lo anterior, los resultados de la modelación fotoquímica, sugieren una subestimación de emisiones de partículas y de COV de las fuentes puntuales, en algunas zonas industriales del Estado de México (Xalostoc, Tlalnepantla y Naucalpan).
- ✓ Cabe mencionar que *debido a las mejoras y nuevas estimaciones del presente inventario, los datos aquí presentados no son directamente comparables con el inventario anterior.*



BIBLIOGRAFÍA

- Aeropuertos y Servicios Auxiliares (2015).** *Volumen mensual de combustible descargado a tanques de almacenamiento (turbosina y Gas avión) y características de tanques de almacenamiento, 2014.* Información recibida con No. oficio C3/089/2015 de fecha 25 de febrero de 2015.
- AICM (2014).** *Estadísticas de operaciones mensuales en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.* Consultado en 2015, de <http://www.aicm.com.mx/>
- Ambientalis, Consultoría y Proyecto del Medio Ambiente (2009).** *Determinación de factores de emisión en transporte de carga de la Ciudad de México.* México, D. F.
- ANAFAPyT (2013).** *Anuario estadístico del mercado de pinturas 2013.* Información recibida personalmente de SEMARNAT.
- ARB (21 de febrero de 2013).** *California Emission Inventory and Reporting System (CEIDARS) – Particulate Matter and Gas Speciation Profiles [base de datos].* California Environmental Protection Agency Air Resources Board. USA. Consultado en 2015, de <http://www.arb.ca.gov/ei/speciate/dnldoptv10001.php#specprof>
- CAEM (2015).** *Estadísticas de meteorología del Estado de México,* Comisión del Agua del Estado de México. Estado de México.
- Centro Mario Molina-SEDEMA (2014).** *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2014-2020.* Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. México, D.F.
- Clean Air Institute (julio de 2013).** *Metodologías para la estimación de emisiones de transporte urbano de carga y guías para la recopilación y organización de datos.* (C. A. Institute, Ed.) Consultado en 2015, de <http://www.cleanairinstitute.org/cops/wp-content/uploads/2013/03/Metodologias-del-transporte-de-carga-Junio-2013.pdf>
- COMETRAVI (1997).** *Definición de políticas de modernización, inspección, sustitución, eliminación definitiva, adaptación de vehículos y combustibles alternos.* México, D.F.
- Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (2009).** *Medición y adaptación de variables de actividad vehicular en ciudades tipo de México.* Reporte final, CCA.
- CONAGUA (2015).** *Plantas tratadoras y caudal de aguas residuales tratado, 2014.* México: Comisión Nacional del Agua, recibido en el oficio No. B00.4.01.00.02.-001.
- CONAPO (2015).** *Proyecciones de Población y vivienda.* Consultado en enero de 2015, de http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos
- CORENA (2014).** *Número de incendios forestales por delegación de la Ciudad de México, (Superficie afectada, tipo de vegetación siniestrada).* Información recibida con oficio SEDEMA/DG CORENA/928/2014 del 6 de noviembre de 2014.
- Davis, N., Lents, J., Nikkila, N. y Osees, M. (2006).** *Mexico City vehicle activity study, Final Report.* California, U.S.: International Sustainable Systems Research.
- DOF (22 de octubre de 1993).** *Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.* Diario Ofi-



- cial de la Federación. México. Consultado en 2015, de <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1193/1/nom-043-semarnat-1993.pdf>
- DOF (30 de enero de 2006).** *Norma Oficial Mexicana NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental.* Diario Oficial de la Federación. México. Consultado en 2015, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2107972&fecha=30/01/2006
- DOF (2 de febrero de 2012).** *Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011, contaminación atmosférica-niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.* Diario Oficial de la Federación. México. Consultado en 2014, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5232012&fecha=02/02/2012
- DOF (14 de agosto de 2015).** *Acuerdo por el que se da a conocer el instructivo y formato de la Cédula de Operación Anual.* Diario Oficial de la Federación. Consultado en enero de 2016, de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5404075&fecha=14/08/2015
- Durbin, T., Norbeck, J., & Huai, T. (septiembre de 2001).** *Investigation of Emission Rates of Ammonia and Other Toxic and Low-Level Compounds Using FTIR.* Consultado en 2009, de Center for Environmental Research and Technology: <http://www.cert.ucr.edu/research/pubs/20903-ammonia.pdf>
- El poder del consumidor (noviembre de 2012).** *Pérdidas millonarias por fallas en la movilidad urbana.* Consultado en marzo de 2013, de http://www.elpoderdelconsumidor.org/wp-content/uploads/Perdidas-millonarias_fallas-movilidad-urbana_ZMVM_2012.pdf
- FERROVALLE, S.A de C.V. (2015).** *Consumo mensual de combustibles de locomotoras foráneas y de patio 2014.* Información recibida a través de correo electrónico con fecha 26 de marzo de 2015 de la Dirección de Operaciones de Ferrovalle.
- Fundación México - Estados Unidos para la Ciencia, A.C. (2006).** *Documento guía de la herramienta para la estimación de gases de efecto invernadero para el sector productivo de celulosa y papel de México.* Versión 1.0. Consultado en 2015, de <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/tools/Guia%20C&P%20Mexico%20V1.0-Spanish.pdf>
- Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos (2016).** *Producción, comercio exterior y consumo de productos pecuarios, 2014.* Consultado el 14 de Enero de 2016, de <http://www.presidencia.gob.mx/segundoinforme/>
- Gobierno del Distrito Federal (2014).** *Segundo Informe de Gobierno 2013-2014, Anexo Estadístico.* México, D. F.: Autor.
- GODF (23 de enero de 2005).** *Declaratoria de la Zona Metropolitana del Valle de México.* Gaceta Oficial del Distrito Federal. México. Consultado en 2016, de <http://www.aldf.gob.mx/archivo-8f5f246453982d05a459b637026df930.pdf>
- GODF (19 de junio de 2014).** *Decreto por el que se expide el Programa Hoy No Circula en el Distrito Federal.* Gaceta Oficial del Distrito Federal. Obtenido de http://acuerdosuspension.sedecodf.gob.mx/AcuerdoSuspension/resources/doctos/GACETA_OFICIAL_19_DE_JUNIO_ACUERDO_SEDUVI.pdf
- GODF (30 de junio de 2014).** *Programa de Verificación Vehicular Obligatoria para el segundo semestre 2014.* Gaceta Oficial del Distrito Federal. Consultado en 2014, de http://www.chargenow.mx/wp-content/uploads/2015/02/engomado_e_DF.pdf
- GODF (30 de abril de 2015).** *Aviso por el que se da a conocer el listado de actividades que por su capacidad no requieren tramitar la Licencia Ambiental Única del DF, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 61 Bis 5 de la LAPDF y conforme a clases del SCIAN 2007.* Gaceta Oficial del Distrito Federal. Consultado en julio de 2015, de http://www.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/c81a85bae30d8e1f009637eda77c459b.pdf



- GODF (26 de enero de 2015).** *Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-011-AMBT-2013, que establece los límites máximos permisibles de emisiones de compuestos orgánicos volátiles en fuentes fijas.* Gaceta Oficial del Distrito Federal. Consultado en enero de 2015, de http://www.consejeria.df.gob.mx/portal_old/uploads/gacetitas/34d8603129c3c5c67fa1beda15c57cd5.pdf
- Guadarrama, J. y Chávez, A. (septiembre de 2000).** *La transformación económica y migratoria de la región Centro de México, en el contexto de la crisis.* Revista EURE, vol. XXXVI, núm. 78. México. Consultado el 19 de mayo de 2016, de <http://upcommons.ac.gda.rdmag.vt.redalyc.org/articulo.oa?id=19607801>
- Heroico cuerpo de bomberos (2015).** *Número de incendios por tipo de estructura y delegación, 2014.* Ciudad de México: Información recibida en el oficio DG/0039/15.
- IBM (8 de septiembre de 2011).** *Frustration Rising: IBM 2011 Commuter Pain Survey.*
- ICF Consulting - Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (agosto de 2001).** *Efectos ambientales y estrategias de mitigación en los corredores de comercio y transporte.* Consultado en 2014, de <http://www3.cec.org/islandora/es/item/1644-north-american-trade-and-transportation-corridors-es.pdf>
- IIE (2008).** *Boletín IIE Tendencias Tecnológicas, nuevos combustibles: coque de petróleo, carbón y emulsiones.* Instituto de Investigaciones Eléctricas. México. Consultado en 2015, de <http://www.iie.org.mx/boletin042008/tenden.pdf>
- IMCO (2012).** *El municipio: una institución diseñada para el fracaso. Propuestas para la gestión profesional de las ciudades.* México, D.F.: Instituto Mexicano para la Competitividad A.C.
- IMCO (enero de 2012).** *Movilidad competitiva en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México: diagnóstico y soluciones factibles.* México, D. F.: Instituto Mexicano para la Competitividad, A. C.
- IMCO (mayo de 2013).** *Hacia ciudades saludables y competitivas. Moviéndose por un aire limpio.* 38. México, D. F.: Instituto Mexicano para la Competitividad A.C.
- IMP (2014).** *Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles que se consumen en México.* Instituto Mexicano de Petróleo. México. Consultado en 2015, de http://www.inecc.gob.mx/descargas/climatico/2014_inf_parc_tipos_comb_fosiles.pdf
- Industria alimenticia (2016).** *Consumo per cápita de productos cárnicos.* Consultado el 13 de enero de 2016, de <http://www.industriaalimenticia.com/articulos/87404-informe-anual-de-mexico>
- INEGI (2011).** *Cuentas Económicas y Ecológicas de México 2005-2009.* Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. Consultado en junio de 2016, de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos//prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/derivada/economicas/medio%20ambiente/2009-09/SCEEM2005-2009.pdf
- INEGI (2013).** *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) 2013.* Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Consultado en 2015, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/SCIAN/presentacion.aspx>
- INEGI (2013a).** *Cartografía de uso de suelo y vegetación Serie V.* Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI (julio de 2015).** *Censos Económicos 2014, Resultados definitivos.* Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Consultado en enero de 2016, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2014/#Mas>
- INEGI (2015).** *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE),* Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado el 6 de marzo de 2016, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/denue/presentacion.aspx>
- INEGI (2015a).** *Estadísticas de vehículos de motor registrados en circulación.* Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado en abril de 2015, de



- <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/resultados.jsp?w=40&Backidhecho=98&Backconstem=96&constembd=028&tm=%27Backidhecho:2,Backconstem:2,constembd:3%27>
- INEGI (2015b).** *Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM, 2014)*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado en 2015, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/establecimientos/secundario/emim/>
- INEGI (2015c).** *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares, 2014*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado en 2015, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/hogares/regulares/enigh/enigh2014/tradicional/default.aspx>
- INEGI (2016).** *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2015*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado en marzo de 2016, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/censosgobierno/cngmd2015/default.aspx>
- INEGI (2016).** *Consumos pecuarios en toneladas periodo 2007-2012*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado el 14 de Enero de 2016, de http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/sociodemografico/SAM/2013/sam2013.pdf
- INEGI (2016a).** *Principales Resultados de Encuesta Intercensal 2015*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado en 2016, de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825078966>
- INEGI, GDF y GEM (2007).** *Encuesta Origen Destino*. México.
- Instituto de Ingeniería de la UNAM (2006).** *Estudio Integral Metropolitano de Transporte de Carga y Medio Ambiente para el Valle de México. Proyecto de realización del estudio matriz origen-destino para el transporte de carga. Informe Final*. México, D.F.: Autor.
- IPCC (2000).** *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Capítulos 1 - 8*. Consultado en 2014, de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html
- IPCC (2006).** *Directrices del IPCC 2006 para los inventarios de gases de efecto invernadero*. Volúmenes 1 - 5. Consultado en 2015, de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>
- ITDP (21 de octubre de 2012).** *La importancia de la reducción del uso del automóvil en México*. Consultado en 2014, de <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Importancia-de-reduccion-de-uso-del-auto.pdf>
- ITDP (marzo de 2012).** *Transformando la movilidad urbana en México. Hacia ciudades accesibles con menor uso del automóvil*. Consultado en 2014, de <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Transformando-la-movilidad-urbana-en-Mexico.pdf>
- Magaña Reyes M., Hernández Flores A.L., González Vargas S. y Cárdenas González B. (2015).** *Evaluación de Compuestos Orgánicos Volátiles en la Zona Metropolitana del Valle de México*. México, D. F.
- Mantell, C.L. (2003).** *Ingeniería electroquímica (1a Reimpresión ed.)*, (D. J. Ferrer, Trad.), New York, USA: Reverte, S.A. de C.V.
- Metrobús (2015).** *Flota de autobuses del Sistema Metrobús 2014*. Recibido con oficio MB/DG/2645/2015 en septiembre de 2015.
- Metrobús (2015a).** *Padrón de unidades del Sistema Metrobús y datos de operación 2014*. Información recibida vía correo electrónico de la J.U.D. de Reducción de Emisiones.
- Mexican Business Web (20 de enero de 2014).** *Iniciativa para impulsar la panadería y repostería en México*. Consultado en 2015, de <http://www.mexicanbusinessweb.mx/sector-de-servicios-en-mexico/comercial/el-negocio-de-la-panaderia-y-reposteria-en-mexico/>
- Molina, L. T. y Molina, M. J. (2002).** *Air Quality in the México Megacity. An Integrated Assessment*. Norwell, MA, USA: Kluwer Academic Publishers.



- Mugica, V., et al. (2002). *Photochemical reactivity and sources of individual VOC's in México City*. Revista Wit Press, paper from Air Pollution X, CA Brebbia & Martin Editors, ISBN 1-85312-916-X. USA. Consultado en 2015, de <http://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/AIR02/AIR02022FU.pdf>
- OECD (2014). *The Cost of Air Pollution. Health Impacts Of Road Transport*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1787/9789264210448-en>
- Oficialía Mayor-GDF (2014). *Padrón vehicular del Gobierno del Distrito Federal 2014*. Información recibida de la Dirección de Servicios Generales en disco compacto.
- PEMEX (1997). *Efecto de los componentes del gas licuado de petróleo en la acumulación de ozono*. Ciudad de México.
- PEMEX (s.f.). *El diésel, Petróleos Mexicanos. México*. Consultado en 2015, de <http://www.ref.pemex.com/octanaje/24DIESEL.htm>
- Planta de Asfalto (2015). *Aplicación de Asfalto para la Ciudad de México, 2014*. Ciudad de México: Información recibida en el Oficio No DGPA/048/2015.
- Pradilla, E., y Márquez, L. (2004). *Estancamiento económico, desindustrialización y terciarización informal en la ciudad de México, 1980-2003, y potencial de cambio*. Consultado el 13 de Junio de 2016, de <http://www.emiliopradillacobos.com/arts2/EstancamEconomicDesindustrializacion2003.pdf>
- PROBOSQUE (2014). *Reporte diario de incendios de los municipios del Estado de México pertenecientes a la ZMVM, (superficie afectada, indicadores de eficiencia, localización geográfica y tipo de vegetación siniestrada)*. Estado de México.
- PROPAEG (septiembre de 2007). *El destino de los municipios ante el cambio climático. Manual práctico de ahorro de energía y disminución de emisiones*. Procuraduría de Protección al Ambiente del estado de Guanajuato. México. Consultado en 2015, de <http://coclima.guanajuato.gob.mx/archivos/file/Libro%20emisiones%20Propaeg.pdf>
- Radian International, LLC. (1997). *Manuales del programa de Inventarios de Emisiones en México (Vol. II-VI)*, elaborado para la Asociación de Gobernadores del Oeste Denver, Colorado. USA. Consultado en 2015, de https://www3.epa.gov/ttn/catc1/cica/other3_s.html
- RTP (2015). *Flota vehicular de la Red de Transporte de Pasajeros 2014*. Recibida con oficio RTP/DDTM/0162/15 de fecha 9 de marzo de 2015.
- RTP (2015a). *Flota vehicular y datos de operación de autobuses RTP, 2014*. Recibida a través de la DPTSyFM.
- SACMEX (2014). *Precipitaciones registradas en las 78 estaciones pluviográficas en la Ciudad de México y el Estado de México*. Información recibida a través de la Dirección de Monitoreo Atmosférico de la SEDEMA.
- SACMEX (2015). *Estadísticas del volumen de aguas residuales vertidas a cuerpos de agua receptores, por tipo de usuario (público y privado, por planta, delegación y municipio) 2014*. Información recibida en 2015.
- SAGARPA (2015). *Inventario Ganadero 2014*. Información proporcionada por el Distrito de Desarrollo Rural 042. México, D. F.
- SAGARPA (s.f.). *Inventario Ganadero del Estado de México, 2004-2013*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Consultado en 2015, de <http://www.siap.gob.mx/poblacion-ganadera/>
- SAGARPA-SIAP (2014). *Superficie sembrada por entidad federativa y cultivo, según uso de fertilizantes químicos*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultado en 2015, de SAGARPA-SIAP: <http://www.siap.gob.mx/tecnificacion/>
- SAGARPA-SIAP (2015). *Servicio de información agroalimentaria y pesquera, superficie sembrada y cultivada por temporada de la ZMVM, 2014*. S Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Información recibida con oficio No. G00.04./001/2015 del 12 de enero de 2015.



- SCT (2015). *Aforos vehiculares 2014*. Consultado en febrero de 2016, de <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/>
- SCT (2015a). *Estadísticas Básicas del Autotransporte Federal 2014*. Información proporcionada por la Dirección General de Autotransporte Federal vía correo electrónico en abril de 2015.
- Secretaría de Movilidad-GEM (julio de 2015). *Padrón Estatal de Transporte Público 2014*. Estado de México: Respuesta de solicitud de información, vía SAIMEX 00109/SETRANS/IP/2014, recibida el 19 de enero de 2015 y ratificada por la Dirección de Transporte Público de la Secretaría de Movilidad del Gobierno del Estado de México el 29 de julio de 2015.
- SEDEMA (2014). *Base de datos del PVVO 1er y 2o semestre 2014*. Información proporcionada por la Dirección de Programas de Transporte Sustentable y Fuentes Móviles en medio electrónico.
- SEDEMA (2015). *Base de datos de fuentes puntuales de jurisdicción local DF.- DATGEN* [base de datos], elaborada con información del sector industrial reportada en el Anexo "A" de la Licencia Ambiental Única. Secretaría del Medio Ambiente de la CDMX. México.
- SEDEMA (2015a). *Inventario de residuos sólidos 2014*. Secretaría del Medio Ambiente de la CDMX, Consultado en 2015, de <http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/temas-ambientales/programas-generales/residuos-solidos/inventario-residuos-solidos-2014/IRS-2014.pdf>
- SEDEMA (2015b). *Manifestaciones de impacto ambiental de construcción 2014*. Información proporcionada por la Dirección de Impacto Ambiental de la Secretaría del Medio Ambiente de la CDMX, México.
- SEDEMA (abril de 2016). *Presentación de Medios ante la Asamblea Legislativa*. Ciudad de México.
- SEMARNAT (julio de 2015). *Base de datos de fuentes puntuales de jurisdicción federal - DATGEN* [base de datos], elaborada con información del sector industrial reportada en la Cédula de Operación Anual. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- SEMARNAT-INECC (2010). *Factores de emisión para los recubrimientos arquitectónicos. Taller para el desarrollo del inventario nacional de emisiones, 2008*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México.
- SEMARNAT-INECC (2012). *México, Quinta comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático*. Consultado en 2015, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/685.pdf>
- SEMOVI (2014). *Padrón de transporte público del Distrito Federal, 2014*. Información recibida con oficio SEMOVI/DGT/00884/2014.
- SEMOVI (2015). *Padrón de motocicletas 2014*. Información recibida con oficio de SEMOVI No. SIE/04977-2015 de fecha 10 de abril de 2015.
- SENER (2013). *Prospectivas de gas licuado de petróleo 2012-2016*. Secretaria de Energía. Consultado en 2015, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62956/Prospectiva_del_Mercado_de_Gas_Licuado_de_Petr_leo_2012-2026.pdf
- SENER (2013a). *Prospectivas de gas natural y gas L.P 2014-2028*. Secretaría de energía. Consultado en 2015, de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/352/Prospectiva-GasNaturalGasLP-2014.pdf>
- SENER (2015). *Balance Nacional de Energía 2014*. Secretaría de Energía. México. Consultado en 2015, de http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/89382/Balance_Nacional_de_Energ_a_2014.pdf
- SIE-SENER (2015). *Volumen de ventas de Hidrocarburos 2014*. Sistema de información energética. Consultado en 2015, de <http://sie.energia.gob.mx/>
- SIE-SENER (2016). *Ventas internas de GLP por estado 2014*. Sistema de Información Energética. Consultado en 2016, de <http://sie.energia.gob.mx>
- SINAIS (2015). *Recursos de salud, número de camas censables y no censables 2014*. Sistema Nacional de Información en salud. Consultado en 2015, de www.dgjs.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_index.html



- Sistema de Transporte Masivo y Teleférico del Estado de México (2015). *Datos de operación del Sistema Mexibús 2014*. Información recibida vía correo electrónico por la Subdirección de Control operativo el 15 de abril de 2015.
- SMA-GEM (2015). *Bases de datos del PVVO 1er. y 2o semestre 2014 del Estado de México*. Información recibida por la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica en mayo de 2015.
- Suh Y. Lee (1999). *Emisiones de los aparatos de cocina de los vendedores ambulantes (Asadores al carbón)*. *Reporte Final*. Consultado el Marzo de 2015, de U.S. EPA: <https://www3.epa.gov/ttnecat1/dir1/spanrep3.pdf>
- TÜV Rheinland de México S.A de C.V. (2000). *Programa para la reducción y eliminación de fugas de gas LP en las instalaciones domésticas de la ZMMV*. México.
- U.S. EPA (julio de 2001). *Emission Inventory Improvement Program, Vol. II, Ch. 4. Uncontrolled Emission Factor Listing for Criteria Air Pollutants*. Preparado por Eastern Research Group. Inc. for Point Sources Committee. Environmental Protection Agency. USA. Consultado en 2014, de <http://www.dep.wv.gov/daq/planning/inventory/Documents/EIIP%20V02%20Ch14%20Uncontrolled%20Emission%20Factors%20for%20Criteria%20Air%20Pollutants.pdf>
- U.S. EPA (julio de 2009). *NONROAD2008a Model (Nonroad engines, equipment, and vehicles)*. Environmental Protection Agency. USA. Consultado en Abril de 2009, de <https://www3.epa.gov/otaq/nonrdmdl.htm>
- U.S. EPA (1 de enero de 2012). *WebFIRE online database. Emissions factors for criteria and hazardous air pollutants*. Environmental Protection Agency. USA. Consultado en 2014, de <https://cfpub.epa.gov/webfire/>
- U.S. EPA (febrero de 2014). *SPECIATE V.4.4*. [base de datos], Environmental Protection Agency. USA. Consultado en 2015, de <https://www3.epa.gov/ttn/chief/software/speciate/index.html#speciate>
- U.S. EPA (s.f.). *Procedures for estimating and allocating area source emissions of air toxics*. U.S. Environmental Protection Agency.
- U.S. EPA (2009). *AP-42 Compilation for Air Pollutant Emission Factors, fifth edition. Stationary Point and Area Sources*. Consultado en 2015, de <https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html#toc>
- U.S. EPA y ERG (2016). *Motor Vehicle Emission Simulator 2014*, adaptado a México. U.S. Environmental Protection Agency.
- U.S. EPA, USAID y LMOP (2009). *Modelo Mexicano de Biogás*. Programa Landfill Methane Outreach (LMOP). Obtenido en 2015, de <https://www3.epa.gov/lmop/international/mexicano.html>
- Vijay, S., Molina, L., y Molina, M. (abril de 2004). *Cálculo de Emisiones de Contaminación en el Sector Eléctrico Mexicano*, Comisión para la Cooperación Ambiental de América de Norte. USA. Consultado en 2015, de <http://www3.cec.org/islandora/es/item/2166-estimating-air-pollution-emissions-from-fossil-fuel-use-in-electricity-sector-in-es.pdf>
- WHO (2013). *Health effects of particulate matter*. Consultado en 2014, de http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf
- WHO (diciembre de 2014). *World Health Organization*. Consultado en diciembre de 2014, de http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/en/
- WHO (marzo de 2014a). *World Health Organization*. Consultado en diciembre de 2014, de <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/>



ANEXOS



ANEXO 1. FLOTA VEHICULAR POR ENTIDAD

Tabla 13. Flota vehicular de la Ciudad de México, 2014.

Año Modelo	Número de vehículos en la CDMX												
	AP	TAX	SUV	CO	MIC	PU	V≤ 3.8 t	TRA	AUT	V>3.8 t	MC	MB	Total
1984 y ant.	17 568	7	3489	187	15	2283	7	12 274	1796	4349	N/A	N/A	41 975
1985	2067	1	407	29	1	369	3	964	200	482	N/A	N/A	4523
1986	2242	1	406	37	3	392	7	510	274	284	N/A	N/A	4156
1987	1760	N/A	404	28	4	341	3	447	92	201	N/A	N/A	3280
1988	3002	1	418	36	33	584	10	640	102	301	N/A	N/A	5127
1989	4832	16	727	90	332	787	6	781	171	479	N/A	N/A	8221
1990	7553	29	899	201	2823	981	21	976	357	926	2118	N/A	16 884
1991	10 147	28	1424	339	6228	1196	13	1496	676	1254	240	N/A	23 041
1992	11 926	34	1677	540	6208	1160	20	1440	884	1079	369	N/A	25 337
1993	11 670	17	2656	395	975	1378	5	1623	1054	1394	468	N/A	21 635
1994	13 074	7	2975	217	246	1479	15	1547	784	1446	427	N/A	22 217
1995	8476	8	3776	198	71	1008	14	906	262	761	285	N/A	15 765
1996	5990	1	5973	120	23	1015	43	439	159	483	259	N/A	14 505
1997	12 813	4	6332	182	59	1865	88	1046	525	1037	311	N/A	24 262
1998	26 646	21	9051	199	90	2274	81	1403	586	1386	530	N/A	42 267
1999	26 987	20	6798	203	49	1831	115	1543	689	2086	652	N/A	40 973
2000	38 207	30	8652	276	87	2517	135	1916	1266	2578	1160	N/A	56 824
2001	51 157	51	9755	264	50	2548	114	2312	2573	2219	1488	N/A	72 531
2002	56 223	46	11 422	221	9	2752	257	1162	1982	2023	2023	N/A	78 120
2003	53 186	103	13 418	289	47	2172	405	1306	2190	1442	2640	N/A	77 198
2004	65 837	7711	15 354	264	24	2764	895	1691	1507	1463	2966	N/A	100 476
2005	82 239	8461	25 806	316	19	3198	583	2418	1652	1762	3784	98	130 336
2006	77 073	10 995	27 673	421	58	4254	1591	2294	1968	2375	5670	1	134 373
2007	91 568	12 966	35 646	637	119	5591	1602	2668	1445	2235	6439	19	160 935
2008	92 875	20 398	31 939	533	181	5653	1407	3231	2053	3765	9483	70	171 588
2009	82 784	25 026	26 899	413	88	5955	1249	1883	1483	2335	7626	40	155 781
2010	85 732	11 424	24 783	386	171	4509	1413	698	544	1299	11 100	N/A	142 059
2011	90 435	12 418	27 359	326	45	6077	1451	1601	1465	2311	17 468	54	161 010
2012	108 846	10 778	23 943	329	81	5060	611	2115	1293	2366	24 685	83	180 190
2013	98 191	10 885	22 464	209	28	5838	890	2390	1206	2183	24 731	34	169 049
2014	187 974	18 852	41 500	70	N/A	11 319	1543	3121	2165	2120	38 726	31	307 421
Total	1 429 080	150 339	394 025	7955	18 167	89 150	14 597	58 841	33 403	50 424	165 648	430	2 412 059

AP: Autos particulares, TAX: Taxis, SUV: Camionetas SUV, CO: Combis y vagonetas, MIC: Microbuses, PU: Pick up, V≤ 3.8 t: Vehículos hasta 3.8 t, TRA: Tractocamiones, AUT: Autobuses, V>3.8 t: Vehículos mayores a 3.8 t, MC: Motocicletas, MB: Metrobús, N/A: No Aplica



Tabla 14. Flota vehicular del Estado de México, 2014.

Año Modelo	Número de vehículos												Total
	AP	TAX	SUV	CO	MIC	PU	V≤ 3.8 t	TRA	AUT	V>3.8 t	MC	MXB	
1984 y ant.	58 176	1150	11 856	2030	48	16 844	998	5066	1235	17 580	N/A	N/A	114 983
1985	8525	170	1475	431	11	3541	74	304	58	1765	N/A	N/A	16 354
1986	9779	169	1569	525	38	4530	91	232	64	1467	N/A	N/A	18 464
1987	8226	163	1843	400	65	4576	58	150	32	954	N/A	N/A	16 467
1988	12 671	246	1968	376	122	7078	44	200	48	1523	N/A	N/A	24 276
1989	19 239	355	2881	762	424	8907	106	294	123	2315	N/A	N/A	35 406
1990	25 464	641	4447	1061	862	9581	186	409	227	2935	1197	N/A	47 010
1991	31 493	655	6000	1190	1310	12 074	162	563	385	4574	132	N/A	58 538
1992	37 762	871	8564	1612	1729	11 670	170	541	485	4983	206	N/A	68 593
1993	32 877	683	15 081	1363	220	12 906	216	578	234	4907	257	N/A	69 322
1994	36 836	887	14 010	738	46	13 346	149	583	305	3896	231	N/A	71 027
1995	25 303	394	20 844	728	6	9491	177	332	103	2678	154	N/A	60 210
1996	18 047	178	31 558	237	1	7878	147	92	95	1654	144	N/A	60 031
1997	32 023	677	25 395	354	8	13 839	249	460	205	2835	174	N/A	76 219
1998	55 019	1233	28 524	471	18	12 141	435	489	249	3278	301	N/A	102 158
1999	47 926	1383	20 001	344	27	9617	369	528	297	4288	364	N/A	85 144
2000	63 148	1509	19 654	762	43	11 176	567	586	708	4664	660	N/A	103 477
2001	78 840	3912	18 244	1129	65	10 426	492	814	894	4328	841	N/A	119 985
2002	84 037	5617	17 747	1527	54	9114	542	437	606	3781	1146	N/A	124 608
2003	77 510	5048	18 715	2146	71	7833	1114	654	651	3928	1507	N/A	119 177
2004	84 975	6645	16 946	2022	84	9177	960	539	501	3051	1688	N/A	126 588
2005	98 645	5914	23 467	1935	83	8721	2935	832	491	4104	2129	N/A	149 256
2006	74 499	4177	20 003	2149	104	9774	1878	889	750	4570	3237	N/A	122 030
2007	81 157	4008	21 438	4338	87	11 233	3126	997	927	3938	3681	N/A	134 930
2008	77 591	3756	17 999	3686	100	11 184	2859	893	1037	7064	5545	N/A	131 714
2009	59 302	2247	12 116	2215	58	10 412	2443	807	833	3597	4461	N/A	98 491
2010	53 431	1613	14 745	2709	56	6802	2037	127	254	3213	6484	63	91 534
2011	65 444	1576	10 451	2104	118	11 173	1900	332	620	3997	0 215	N/A	107 930
2012	81 529	1550	26 247	1962	41	8950	1975	318	504	4291	4 472	58	141 897
2013	127 585	1285	3 771	1105	21	11 709	2966	449	323	3223	4 504	N/A	166 941
2014	112 144	1117	23 036	1799	26	15 476	2945	851	489	4017	2 834	N/A	184 734
Total	1 679 203	59 829	460 595	44 210	5946	311 179	32 370	20 346	13 733	123 398	16 564	121	2 847 494

AP: Autos particulares, TAX: Taxis, SUV: Camionetas SUV, CO: Combis y vagonetas, MIC: Microbuses, PU: Pick up, V≤ 3.8 t: Vehículos hasta 3.8 t, TRA: Tractocamiones, AUT: Autobuses, V>3.8 t: Vehículos mayores a 3.8 t, MC: Motocicletas, MXB: Mexibús, N/A: No Aplica



Tabla 15. Flota vehicular de la ZMVM, 2014.

Año Modelo	Número de vehículos en la ZMVM												Total
	AP	TAX	SUV	CO	MIC	PU	V≤ 3.8 t	TRA	AUT	V>3.8 t	MC	MB/MXB	
1984 y ant.	75 744	1157	15 345	2217	63	19 127	1005	17 340	3031	21 929	N/A	N/A	156 958
1985	10 592	171	1882	460	12	3910	77	1268	258	2247	N/A	N/A	20 877
1986	12 021	170	1975	562	41	4922	98	742	338	1751	N/A	N/A	22 620
1987	9986	163	2247	428	69	4917	61	597	124	1155	N/A	N/A	19 747
1988	15 673	247	2386	412	155	7662	54	840	150	1824	N/A	N/A	29 403
1989	24 071	371	3608	852	756	9694	112	1075	294	2794	N/A	N/A	43 627
1990	33 017	670	5346	1262	3685	10 562	207	1385	584	3861	3315	N/A	63 894
1991	41 640	683	7424	1529	7538	13 270	175	2059	1061	5828	372	N/A	81 579
1992	49 688	905	10 241	2152	7937	12 830	190	1981	1369	6062	575	N/A	93 930
1993	44 547	700	17 737	1758	1195	14 284	221	2201	1288	6301	725	N/A	90 957
1994	49 910	894	16 985	955	292	14 825	164	2130	1089	5342	658	N/A	93 244
1995	33 779	402	24 620	926	77	10 499	191	1238	365	3439	439	N/A	75 975
1996	24 037	179	37 531	357	24	8893	190	531	254	2137	403	N/A	74 536
1997	44 836	681	31 727	536	67	15 704	337	1506	730	3872	485	N/A	100 481
1998	81 665	1254	37 575	670	108	14 415	516	1892	835	4664	831	N/A	144 425
1999	74 913	1403	26 799	547	76	11 448	484	2071	986	6374	1016	N/A	126 117
2000	101 355	1539	28 306	1038	130	13 693	702	2502	1974	7242	1820	N/A	160 301
2001	129 997	3963	27 999	1393	115	12 974	606	3126	3467	6547	2329	N/A	192 516
2002	140 260	5663	29 169	1748	63	11 866	799	1599	2588	5804	3169	N/A	202 728
2003	130 696	5151	32 133	2435	118	10 005	1519	1960	2841	5370	4147	N/A	196 375
2004	150 812	14,356	32 300	2286	108	11 941	1855	2230	2008	4514	4654	N/A	227 064
2005	180 884	14,375	49 273	2251	102	11 919	3518	3250	2143	5866	5913	98	279 592
2006	151 572	15,172	47 676	2570	162	14 028	3469	3183	2718	6945	8907	1	256 403
2007	172 725	16,974	57 084	4975	206	16 824	4728	3665	2372	6173	10 120	19	295 865
2008	170 466	24,154	49 938	4219	281	16 837	4266	4124	3090	10 829	15 028	70	303 302
2009	142 086	27,273	39 015	2628	146	16 367	3692	2690	2316	5932	12 087	40	254 272
2010	139 163	13,037	39 528	3095	227	11 311	3450	825	798	4512	17 584	63	233 593
2011	155 879	13,994	37 810	2430	163	17 250	3351	1933	2085	6308	27 683	54	268 940
2012	190 375	12,328	50 190	2291	122	14 010	2586	2433	1797	6657	39 157	141	322 087
2013	225 776	12,170	26 235	1314	49	17 547	3856	2839	1529	5406	39 235	34	335 990
2014	300 118	19,969	64 536	1869	26	26 795	4488	3972	2654	6137	61 560	31	492 155
Total	3 108 283	210 168	854 620	52 165	24 113	400 329	46 967	79 187	47 136	173 822	262 212	551	5 259 553

AP: Autos particulares, TAX: Taxis, SUV: Camionetas SUV, CO: Combis y vagonetas, MIC: Microbuses, PU: Pick up, V≤ 3.8 t: Vehículos hasta 3.8 t, TRA: Tractocamiones, AUT: Autobuses, V>3.8 t: Vehículos mayores a 3.8 t, MC: Motocicletas, MB/MXB: Metrobús/Mexibús, N/A: No Aplica



ANEXO 2. INVENTARIO DE EMISIONES 2014 POR ENTIDAD

Tabla 16. Inventario de Emisiones de contaminantes criterio de la Ciudad de México, 2014.

Fuente Contaminante	Emisiones [t/año]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	1163	875	80	869	2579	15 595	14 441	119
Industria alimentaria	137.1	48.0	8.9	137.7	188.0	2055.8	2030.3	56.3
Industria de las bebidas y del tabaco	20.4	15.5	0.7	128.1	94.2	210.4	206.2	3.5
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	60.3	59.7	0.6	16.5	23.1	1261.0	890.9	0.5
Fabricación de productos textiles, excepto de vestir	2.3	2.3	0.002	0.3	0.4	0.1	0.1	0.01
Fabricación de prendas de vestir	0.2	0.2	0.7	2.2	4.2	0.3	0.2	0.1
Curtido y acabado de cuero y piel	0.9	0.004	0.0002	0.04	0.1	1.2	1.0	0.001
Industria de la madera	0.5	0.001	0.005	0.01	0.02	16.7	14.4	0.001
Industria del papel	3.2	3.1	0.7	25.4	32.3	937.6	894.2	1.0
Impresión e industrias conexas	8.2	2.7	0.05	10.5	17.0	3134.7	3099.9	29.2
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	1.0	0.6	1.1	12.3	20.9	7.2	4.8	0.2
Industria química	400.7	385.1	17.6	104.3	212.4	2603.0	2384.4	6.1
Industria del plástico y del hule	22.1	19.4	3.5	12.0	24.6	2490.0	2342.4	0.6
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	262.1	151.5	0.1	13.4	17.0	80.1	72.0	0.4
Industrias metálicas básicas	52.4	27.9	2.6	17.7	53.3	6.1	5.6	1.3
Fabricación de productos metálicos	16.2	13.6	2.3	9.4	20.6	669.8	616.6	2.2
Fabricación de maquinaria y equipo	2.5	2.4	0.02	3.6	5.6	49.7	40.8	0.05
Fabricación equipo de computación, comunicación, medición	0.1	0.01	0.0002	0.1	0.1	7.5	7.5	N/S
Accesorios, aparatos eléctricos, equipo generación energía eléctrica	17.6	16.0	0.1	3.0	5.3	117.3	111.9	0.03
Fabricación de equipo de transporte	14.0	12.0	0.2	6.3	13.2	809.9	695.1	0.2
Fabricación de muebles, colchones y persianas	9.0	3.6	0.02	4.6	7.7	337.0	305.0	0.03
Otras industrias manufactureras	12.4	1.5	1.1	2.9	6.2	186.7	175.4	0.2
Generación de energía eléctrica	72.1	72.1	1.2	164.0	1283.6	42.4	20.1	10.9
Comercios y Servicios regulados	47.3	37.4	38.1	194.1	548.6	513.7	465.7	6.0
Almacenamiento de combustibles líquidos	0.1	0.0004	0.1	0.2	0.9	56.6	56.6	0.001
Fuentes de área	5177	2616	224	12 839	10 991	120 819	95 813	13 986
Combustión industrial (industria no regulada)	8.4	8.4	0.6	92.5	112.2	12.1	6.2	0.5
Combustión comercial-institucional	9.4	9.4	0.2	100.0	173.4	13.2	10.5	0.02
Combustión habitacional	274.9	268.3	5.4	1495.7	1727.9	309.1	268.7	1.1
Combustión de equipos agrícolas	0.3	0.3	0.01	2.9	5.1	0.4	0.3	N/A
Operación de aeronaves	44.1	42.6	200.4	7637.3	7356.6	2441.1	2343.5	N/E
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2217.5	2190.9	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2304.2	2315.6	N/A

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

Fuente Contaminante	Emisiones [t/año]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	21 364.5	18 397.3	N/A
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8813.9	5288.4	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	574.4	432.5	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1734.6	1734.6	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2386.4	2348.3	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12 377.8	12 179.8	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11 813.6	11 624.5	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	2.0	N/A	4203.0	106.0	N/A
Vialidades pavimentadas	2714.0	656.6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	199.6	19.9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Productos de cuidado personal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11 164.5	7703.5	N/A
Productos de consumo doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10 576.9	7298.1	N/A
Plaguicidas domésticos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10 458.0	7240.1	N/A
Productos para el cuidado automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7865.8	5452.4	N/A
Adhesivos y selladores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3396.6	2324.0	N/A
Otras fuentes de área	158.9	150.8	7.3	1129.9	1497.4	6771.2	6527.2	13 353.8
Asados al carbón	124.8	99.8	9.5	2379.2	118.5	14.2	14.2	N/A
Construcción	1506.2	1330.3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Agricultura	133.4	29.6	N/A	N/A	N/A	5.9	5.9	271.2
Ganadería	2.7	0.3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	359.5
Fuentes móviles	3124	1753	142	261 009	50 728	33 164	30 845	800
Autos particulares	656.9	217.4	43.7	92 973.5	10 794.6	12 225.8	11 908.9	269.9
Camionetas SUV	205.4	71.4	15.9	34 925.5	4570.0	3516.5	3368.3	79.9
Taxis	284.1	55.5	22.5	24 600.0	1408.0	2577.4	2531.3	127.5
Vagonetas y Combis	24.2	13.2	1.1	2646.4	390.3	228.7	217.5	6.0
Microbuses	59.1	38.4	29.1	21 791.5	5607.1	7568.3	6493.5	116.6
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	77.9	34.4	4.9	11 140.4	1463.7	1115.8	1057.1	24.6
Tractocamiones	799.7	605.6	6.0	3386.3	11 550.6	592.6	447.1	14.3
Autobuses	617.2	480.3	4.2	3887.9	9379.8	702.6	599.4	11.7
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	242.2	155.6	5.1	13 334.6	3546.7	1004.5	871.0	18.6
Motocicletas	115.5	56.4	9.4	52 186.3	1584.5	3599.3	3331.2	130.7
Metrobús	41.5	24.6	0.3	136.7	432.5	32.2	19.3	0.7
Vegetación y suelos	165	37	N/A	N/A	112	8226	8226	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	112.2	8225.5	8225.5	N/A
Erosión eólica del suelo	165.3	37.5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	9628	5281	445	274 717	64 410	177 803	149 324	14 905

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



Tabla 17. Contribución porcentual de contaminantes criterio, Ciudad de México 2014.

Fuente contaminante	Porcentaje de contribución [%]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	12.1	16.6	17.9	0.3	4.0	8.8	9.7	0.8
Industria alimentaria	1.42	0.91	1.99	0.05	0.29	1.16	1.36	0.38
Industria de las bebidas y del tabaco	0.21	0.29	0.17	0.05	0.15	0.12	0.14	0.02
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	0.63	1.13	0.14	0.01	0.04	0.71	0.60	N/S
Fabricación de productos textiles, excepto de vestir	0.02	0.04	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Fabricación de prendas de vestir	N/S	N/S	0.15	N/S	0.01	N/S	N/S	N/S
Curtido y acabado de cuero y piel	0.01	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Industria de la madera	0.01	N/S	N/S	N/S	N/S	0.01	0.01	N/S
Industria del papel	0.03	0.06	0.15	0.01	0.05	0.53	0.60	0.01
Impresión e industrias conexas	0.09	0.05	0.01	N/S	0.03	1.76	2.08	0.20
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	0.01	0.01	0.24	N/S	0.03	N/S	N/S	N/S
Industria química	4.16	7.29	3.96	0.04	0.33	1.46	1.60	0.04
Industria del plástico y del hule	0.23	0.37	0.78	N/S	0.04	1.40	1.57	N/S
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	2.72	2.87	0.03	N/S	0.03	0.05	0.05	N/S
Industrias metálicas básicas	0.54	0.53	0.57	0.01	0.08	N/S	N/S	0.01
Fabricación de productos metálicos	0.17	0.26	0.52	N/S	0.03	0.38	0.41	0.01
Fabricación de maquinaria y equipo	0.03	0.04	N/S	N/S	0.01	0.03	0.03	N/S
Fabricación equipo de computación, comunicación, medición	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	0.01	N/S
Accesorios, aparatos eléctricos, equipo generación energía eléctrica	0.18	0.30	0.03	N/S	0.01	0.07	0.07	N/S
Fabricación de equipo de transporte	0.14	0.23	0.04	N/S	0.02	0.46	0.47	N/S
Fabricación de muebles, colchones y persianas	0.09	0.07	N/S	N/S	0.01	0.19	0.20	N/S
Otras industrias manufactureras	0.13	0.03	0.25	N/S	0.01	0.10	0.12	N/S
Generación de energía eléctrica	0.75	1.37	0.26	0.06	1.99	0.02	0.01	0.07
Comercios y Servicios regulados	0.49	0.71	8.56	0.07	0.85	0.29	0.31	0.04
Almacenamiento de combustibles líquidos	N/S	N/S	0.02	N/S	N/S	0.03	0.04	N/S
Fuentes de área	53.8	49.6	50.2	4.7	17.1	68.0	64.2	93.8
Combustión industrial (industria no regulada)	0.09	0.16	0.14	0.03	0.17	0.01	N/S	N/S
Combustión comercial-institucional	0.10	0.18	0.05	0.04	0.27	0.01	0.01	N/S
Combustión habitacional	2.86	5.08	1.22	0.54	2.68	0.17	0.18	0.01
Combustión de equipos agrícolas	N/S	0.01	N/S	N/S	0.01	N/S	N/S	N/A
Operación de aeronaves	0.46	0.81	44.98	2.78	11.42	1.37	1.57	N/E
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.25	1.47	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.30	1.55	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12.02	12.32	N/A

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

Fuente contaminante	Porcentaje de contribución [%]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.96	3.54	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.32	0.29	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.98	1.16	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.34	1.57	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.96	8.16	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.64	7.78	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	N/S	N/A	2.36	0.07	N/A
Vialidades pavimentadas	28.19	12.43	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	2.07	0.38	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Productos de cuidado personal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.28	5.16	N/A
Productos de consumo doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.95	4.89	N/A
Plaguicidas domésticos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.88	4.85	N/A
Productos para el cuidado automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.42	3.65	N/A
Adhesivos y selladores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.91	1.56	N/A
Otras fuentes de área	1.65	2.85	1.64	0.41	2.32	3.81	4.37	89.59
Asados al carbón	1.30	1.89	2.14	0.87	0.18	0.01	0.01	N/A
Construcción	15.64	25.19	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Agricultura	1.39	0.56	N/A	N/A	N/A	N/S	N/S	1.82
Ganadería	0.03	0.01	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.41
Fuentes móviles	32.4	33.2	32.0	95.0	78.8	18.7	20.7	5.4
Autos particulares	6.82	4.12	9.81	33.84	16.76	6.88	7.98	1.81
Camionetas SUV	2.13	1.35	3.56	12.71	7.10	1.98	2.26	0.54
Taxis	2.95	1.05	5.06	8.95	2.19	1.45	1.70	0.86
Vagonetas y Combis	0.25	0.25	0.26	0.96	0.61	0.13	0.15	0.04
Microbuses	0.61	0.73	6.53	7.93	8.71	4.26	4.35	0.78
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	0.81	0.65	1.11	4.06	2.27	0.63	0.71	0.16
Tractocamiones	8.31	11.47	1.36	1.23	17.93	0.33	0.30	0.10
Autobuses	6.41	9.09	0.94	1.42	14.56	0.40	0.40	0.08
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	2.52	2.95	1.15	4.85	5.51	0.56	0.58	0.12
Motocicletas	1.20	1.07	2.11	19.00	2.46	2.02	2.23	0.88
Metrobús	0.43	0.47	0.07	0.05	0.67	0.02	0.01	N/S
Vegetación y suelos	1.7	0.7	N/A	N/A	N/S	4.6	5.5	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	0.17	4.63	5.51	N/A
Erosión eólica del suelo	1.72	0.71	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

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



Tabla 18. Inventario de Emisiones de contaminantes criterio del Estado de México, 2014.

Fuente Contaminante	Emisiones [t/año]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	2412	1651	1071	5409	9336	17 535	17 316	157
Industria alimentaria	244.8	98.9	16.6	552.4	580.0	2082.4	2056.7	13.7
Industria de las bebidas y del tabaco	0.8	0.5	1.5	9.5	19.8	309.8	309.7	0.2
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	77.3	55.1	110.3	71.9	135.9	326.6	298.4	3.0
Fabricación de productos textiles, excepto de vestir	1.4	1.0	0.009	0.022	0.1	7.7	7.7	0.001
Fabricación de prendas de vestir	0.7	0.6	0.9	5.4	16.6	27.5	27.4	0.1
Curtido y acabado de cuero y piel	0.1	0.04	N/S	0.045	0.1	3.1	3.1	0.002
Industria de la madera	32.7	23.2	0.003	0.1	0.4	317.3	316.5	0.2
Industria del papel	65.5	56.6	7.9	290.1	305.5	1087.6	1069.4	10.8
Impresión e industrias conexas	7.4	5.0	0.4	0.9	3.9	630.5	617.2	0.03
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	7.2	4.8	22.3	7.6	24.3	11.8	11.8	0.9
Industria química	358.9	234.0	35.9	290.3	2143.2	3430.0	3360.3	11.8
Industria del plástico y del hule	64.6	44.1	5.2	25.1	154.6	3843.0	3833.3	1.1
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	500.8	310.9	659.0	272.8	1396.3	779.1	762.5	9.4
Industrias metálicas básicas	517.4	376.5	165.0	1481.8	187.1	196.8	184.5	4.2
Fabricación de productos metálicos	52.1	38.1	3.5	27.8	54.5	733.7	730.1	1.0
Fabricación de maquinaria y equipo	1.3	1.1	1.7	5.5	13.9	8.0	8.0	0.04
Fabricación equipo de computación, comunicación, medición	0.012	0.008	N/S	0.1	0.04	729.0	729.0	N/S
Accesorios, aparatos eléctricos, equipo generación energía eléctrica	12.2	9.0	0.047	34.3	20.5	495.4	495.1	0.1
Fabricación de equipo de transporte	88.2	65.0	6.7	354.2	458.8	1849.0	1791.9	12.1
Fabricación de muebles, colchones y persianas	0.1	0.1	N/S	4.3	0.7	457.1	455.6	N/S
Otras industrias manufactureras	1.2	0.7	2.3	10.7	5.7	35.8	32.2	0.1
Generación de energía eléctrica	322.6	322.6	13.7	1923.4	3756.6	153.2	153.2	87.1
Comercios y Servicios regulados	54.3	3.6	18.0	41.0	57.3	9.1	50.9	0.5
Almacenamiento de combustibles líquidos	0.003	N/S	0.003	0.009	0.04	11.8	11.8	N/S
Fuentes de área	15 391	3799	43	8289	5236	417 542	133 406	30 456
Combustión industrial (industria no regulada)	31.3	31.3	2.4	345.4	414.4	45.2	22.8	2.0
Combustión comercial-institucional	25.8	25.8	0.7	275.3	467.9	36.4	28.3	0.2
Combustión habitacional	621.3	603.0	9.9	2838.0	2379.5	657.1	599.6	0.7
Combustión de equipos agrícolas	1.4	1.4	0.03	14.9	26.1	2.0	1.6	N/A
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2382.2	2353.6	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2753.7	2720.7	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	29 325.0	25 252.2	N/A
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	16 644.2	9986.5	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	379.4	285.6	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1873.6	1873.6	N/A

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

Fuente Contaminante	Emisiones [t/año]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Distribución y almacenamiento gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2063.5	2030.5	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15 714.7	15 463.2	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	17 774.1	17 489.7	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	96.4	N/A	260 025.3	6189.1	N/A
Vialidades pavimentadas	3583.1	866.9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	7931.1	792.6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Productos de cuidado personal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15 324.4	10 573.9	N/A
Productos de consumo doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	14 517.9	10 017.3	N/A
Plaguicidas domésticos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	14 354.7	9937.8	N/A
Productos para el cuidado automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10 796.7	7484.1	N/A
Adhesivos y selladores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4662.2	3189.9	N/A
Otras fuentes de área	215.8	204.6	16.9	1453.3	1785.8	8017.0	7713.2	18 346.1
Asados al carbón	171.3	137.0	13.1	3265.6	162.6	19.6	19.6	N/A
Construcción	799.3	705.6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Agricultura	1861.3	413.6	N/A	N/A	N/A	173.2	173.2	5085.6
Ganadería	149.3	17.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7021.7
Fuentes móviles	3381	1907	137	407 873	57 957	43 173	41 197	807
Autos particulares	929.2	418.3	49.0	146 833.6	16 622.1	19 549.3	19 020.5	329.1
Camionetas SUV	295.8	143.3	17.5	59 154.6	8105.5	6764.0	6491.5	101.8
Taxis	142.5	50.0	9.1	20 523.3	1646.4	1536.2	1497.1	73.8
Vagonetas y Combis	153.3	72.6	9.1	19 231.9	2272.3	1498.7	1427.5	45.7
Microbuses	133.5	86.4	3.4	13 723.7	1652.2	1149.7	1065.5	10.6
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	362.1	203.9	17.2	60 124.5	7384.4	6000.3	5732.6	90.4
Tractocamiones	306.6	235.5	2.2	1306.7	4462.2	229.8	180.1	5.2
Autobuses	425.0	316.5	4.6	8653.5	6154.2	785.1	690.0	12.1
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	549.0	338.2	19.2	47 917.9	8606.2	3540.8	3136.3	61.6
Motocicletas	67.2	32.8	5.5	30 367.3	920.6	2105.3	1949.2	76.2
Mexibús	16.3	9.3	0.1	35.8	130.5	13.5	6.4	0.3
Vegetación y suelos	620	135	N/A	N/A	1515	18 881	18 881	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	1515	18 880.5	18 880.5	N/A
Erosión eólica del suelo	619.9	134.6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	21 803	7492	1251	421 571	74 044	497 131	210 799	31 419

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



Tabla 19. Contribución porcentual de contaminantes criterio, Estado de México 2014.

Fuente contaminante	Porcentaje de contribución [%]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	11.1	22.1	85.6	1.3	12.6	3.5	8.2	0.5
Industria alimentaria	1.12	1.32	1.33	0.13	0.78	0.42	0.98	0.04
Industria de las bebidas y del tabaco	N/S	0.01	0.12	N/S	0.03	0.06	0.15	N/S
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	0.35	0.74	8.82	0.02	0.18	0.07	0.14	0.01
Fabricación de productos textiles, excepto de vestir	0.01	0.01	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Fabricación de prendas de vestir	N/S	0.01	0.07	N/S	0.02	0.01	0.01	N/S
Curtido y acabado de cuero y piel	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Industria de la madera	0.15	0.31	N/S	N/S	N/S	0.06	0.15	N/S
Industria del papel	0.30	0.76	0.63	0.07	0.41	0.22	0.51	0.03
Impresión e industrias conexas	0.03	0.07	0.04	N/S	0.01	0.13	0.29	N/S
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	0.03	0.06	1.78	N/S	0.03	N/S	0.01	N/S
Industria química	1.65	3.12	2.87	0.07	2.89	0.69	1.59	0.04
Industria del plástico y del hule	0.30	0.59	0.42	0.01	0.21	0.77	1.82	N/S
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	2.30	4.15	52.67	0.06	1.89	0.16	0.36	0.03
Industrias metálicas básicas	2.37	5.03	13.19	0.35	0.25	0.04	0.09	0.01
Fabricación de productos metálicos	0.24	0.51	0.28	0.01	0.07	0.15	0.35	N/S
Fabricación de maquinaria y equipo	0.01	0.01	0.14	N/S	0.02	N/S	N/S	N/S
Fabricación equipo de computación, comunicación, medición	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	0.15	0.35	N/S
Accesorios, aparatos eléctricos, equipo generación energía eléctrica	0.06	0.12	N/S	0.01	0.03	0.10	0.23	N/S
Fabricación de equipo de transporte	0.40	0.87	0.54	0.08	0.62	0.37	0.85	0.04
Fabricación de muebles, colchones y persianas	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	0.09	0.22	N/S
Otras industrias manufactureras	0.01	0.01	0.18	N/S	0.01	0.01	0.02	N/S
Generación de energía eléctrica	1.48	4.31	1.10	0.46	5.07	0.03	0.07	0.28
Comercios y Servicios regulados	0.25	0.05	1.44	0.01	0.08	N/S	0.02	N/S
Almacenamiento de combustibles líquidos	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	0.01	N/S
Fuentes de área	70.6	50.7	3.5	2.0	7.1	84.0	63.3	96.9
Combustión industrial (industria no regulada)	0.14	0.42	0.20	0.08	0.56	0.01	0.01	0.01
Combustión comercial-institucional	0.12	0.34	0.06	0.07	0.63	0.01	0.01	N/S
Combustión habitacional	2.85	8.05	0.79	0.67	3.21	0.13	0.28	N/S
Combustión de equipos agrícolas	0.01	0.02	N/S	N/S	0.04	N/S	N/S	N/A
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.48	1.12	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.55	1.29	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.90	11.98	N/A
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.35	4.74	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.08	0.14	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.38	0.89	N/A

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

Fuente contaminante	Porcentaje de contribución [%]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Distribución y almacenamiento gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.42	0.96	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.16	7.34	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.58	8.30	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	0.02	N/A	52.31	2.94	N/A
Vialidades pavimentadas	16.43	11.57	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	36.38	10.58	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Productos de cuidado personal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.08	5.02	N/A
Productos de consumo doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.92	4.75	N/A
Plaguicidas domésticos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.89	4.71	N/A
Productos para el cuidado automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.17	3.55	N/A
Adhesivos y selladores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.94	1.51	N/A
Otras fuentes de área	0.99	2.73	1.35	0.34	2.41	1.61	3.66	58.39
Asados al carbón	0.79	1.83	1.05	0.77	0.22	N/S	0.01	N/A
Construcción	3.67	9.42	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Agricultura	8.54	5.52	N/A	N/A	N/A	0.03	0.08	16.19
Ganadería	0.68	0.23	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	22.35
Fuentes móviles	15.5	25.4	11.0	96.8	78.3	8.7	19.6	2.6
Autos particulares	4.26	5.58	3.92	34.83	22.45	3.93	9.02	1.05
Camionetas SUV	1.36	1.91	1.40	14.03	10.95	1.36	3.08	0.32
Taxis	0.65	0.67	0.73	4.87	2.22	0.31	0.71	0.23
Vagonetas y Combis	0.70	0.97	0.73	4.56	3.07	0.30	0.68	0.15
Microbuses	0.61	1.15	0.27	3.26	2.23	0.23	0.51	0.03
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	1.66	2.72	1.37	14.26	9.97	1.21	2.72	0.29
Tractocamiones	1.41	3.14	0.18	0.31	6.03	0.05	0.09	0.02
Autobuses	1.95	4.22	0.37	2.05	8.31	0.16	0.33	0.04
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	2.52	4.51	1.53	11.37	11.62	0.71	1.49	0.20
Motocicletas	0.31	0.44	0.44	7.20	1.24	0.42	0.92	0.24
Mexibús	0.07	0.12	0.01	0.01	0.18	N/S	N/S	N/S
Vegetación y suelos	2.8	1.8	N/A	N/A	2.1	3.8	9.0	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	2.05	3.80	8.96	N/A
Erosión eólica del suelo	2.84	1.80	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

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



Tabla 20. Emisiones de contaminantes criterio de las fuentes de área en la Ciudad de México, 2014.

Sector	Emisiones [t/año]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Desechos urbanos	N/A	N/A	N/A	2.0	N/A	5605.8	1396.6	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	2.0	N/A	4203.0	106.0	N/A
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1402.8	1290.6	N/A
Combustión	293.0	286.4	6.3	1691.1	2018.6	12 148.4	11 910.3	1.6
Combustión comercial-institucional	9.4	9.4	0.2	100.0	173.4	13.2	10.5	0.02
Combustión de equipos agrícolas	0.3	0.3	0.01	2.9	5.1	0.4	0.3	N/A
Combustión habitacional	274.9	268.3	5.4	1495.7	1727.9	309.1	268.7	1.1
Combustión industria no regulada	8.4	8.4	0.6	92.5	112.2	12.1	6.2	0.5
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11 813.6	11 624.5	N/A
Limpieza de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8814	5288.4	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2304.2	2315.6	N/A
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2217.5	2190.9	N/A
Uso comercial y doméstico de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	68 127.3	51 477.6	N/A
Adhesivos y selladores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3396.6	2324.0	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1734.6	1734.6	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	574.4	432.5	N/A
Pinturas en aerosol	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	634.5	626.9	N/A
Plaguicidas domésticos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10 458.0	7240.1	N/A
Productos de consumo doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10 576.9	7298.1	N/A
Productos de cuidado personal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11 164.5	7703.5	N/A
Productos misceláneos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	357.5	268.2	N/A
Productos para el cuidado automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7865.8	5452.4	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	21 364.5	18 397.3	N/A
Móviles no carreteros	134.8	130.3	202.1	8082.3	8823.0	2562.5	2461.1	0.2
Locomotoras (foráneas/patio)	4.6	4.5	0.1	27.0	129.5	7.4	7.2	N/E
Maquinaria agrícola y de construcción	81.4	78.8	1.6	394.4	1237.7	103.1	100.8	N/E
Operación de aeronaves	44.1	42.6	200.4	7637.3	7356.6	2441.1	2343.5	N/E
Terminales de autobuses de pasajeros	4.7	4.3	0.02	23.5	99.2	10.9	9.6	0.2
Distribución, fugas y almacenamiento de combustibles	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	16 428.3	16 192.1	N/A
Carga de combustibles en aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.4	7.4	N/A
Distribución de gasolinas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1656.7	1656.7	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2386.4	2348.3	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12 377.8	12 179.8	N/A
Construcción	1506.2	1330.3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Demolición	10.0	9.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Edificación	1493.4	1318.9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades	2.7	2.4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Agricultura	166.6	62.0	3.4	277.9	19.8	50.2	34.4	272.5
Aplicación de fertilizantes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	271.2
Aplicación de plaguicidas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.9	5.9	N/A
Labranza y cosecha	133.4	29.6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

Sector	Emisiones [t/año]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Quemas agrícolas	33.2	32.4	3.4	277.9	19.8	44.3	28.5	1.3
Ganadería	2.7	0.30	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	359.5
Corrales de engorda	2.7	0.3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Emisiones ganaderas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	359.5
Otras fuentes de área	3073.3	807.1	11.7	2786.2	129.6	2560.8	2545.7	13 352.3
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	91.6	91.6	N/A
Asados al carbón	124.8	99.8	9.5	2379.2	118.5	14.2	14.2	N/A
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	13 349.9
Esterilización de hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15.4	15.4	N/A
Incendios en estructuras	10.8	10.2	N/A	169.0	4.0	14.0	9.4	N/E
Incendios forestales	24.1	20.5	2.2	238.1	7.1	25.5	15.8	2.3
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2342.9	2342.9	N/A
Pintura de tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	57.0	56.4	N/A
Vialidades pavimentadas	2714.0	656.6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	199.6	19.9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	5177	2616	224	12 839	10 991	120 819	95 813	13 986

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



Tabla 21. Emisiones de contaminantes criterio de las fuentes de área en el Estado de México, 2014.

Sector	Emisiones [t/año]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Desechos urbanos	N/A	N/A	N/A	96	N/A	261 578.8	7618.3	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	96.4	N/A	260 025.3	6189.1	N/A
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1553.5	1429.2	N/A
Combustión	680	661	13	3474	3288	18 515	18 142	3
Combustión comercial-institucional	25.8	25.8	0.7	275.3	467.9	36.4	28.3	0.2
Combustión de equipos agrícolas	1.4	1.4	0.03	14.9	26.1	2.0	1.6	N/A
Combustión habitacional	621.3	603.0	9.9	2838.0	2379.5	657.1	599.6	0.7
Combustión industria no regulada	31.3	31.3	2.4	345.4	414.4	45.2	22.8	2.0
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	17 774.1	17 489.7	N/A
Limpieza de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	16 644.2	9986.5	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2753.7	2720.7	N/A
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2382.2	2353.6	N/A
Uso comercial y doméstico de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	92 410.9	69 660.6	N/A
Adhesivos y selladores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4662.2	3189.9	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1873.6	1873.6	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	379.4	285.6	N/A
Pinturas en aerosol	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	686.2	678.0	N/A
Plaguicidas domésticos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	14 354.7	9937.8	N/A
Productos de consumo doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	14 517.9	10 017.3	N/A
Productos de cuidado personal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15 324.4	10 573.9	N/A
Productos misceláneos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	490.8	368.1	N/A
Productos para el cuidado automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10 796.7	7484.1	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	29 325.0	25 252.2	N/A
Móviles no carreteros	125.2	120.5	7.1	741.7	1712.2	175.6	169.3	N/A
Locomotoras (foráneas/patío)	18.4	18.0	0.2	107.4	515.3	29.3	28.5	N/E
Maquinaria agrícola y de construcción	106.7	102.5	6.9	634.2	1196.9	146.2	140.8	N/E
Distribución, fugas y almacenamiento de combustibles	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18 846.0	18 561.5	N/A
Distribución de gasolinas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1067.8	1067.8	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2063.5	2030.5	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15 714.7	15 463.2	N/A
Construcción	799.3	705.6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Demolición	5.3	4.8	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Edificación	791.0	698.5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades	3.0	2.3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Agricultura	1932.5	481.3	8.0	527.8	68.1	267.1	240.3	5085.8
Aplicación de fertilizantes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5085.6
Aplicación de plaguicidas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	173.2	173.2	N/A
Labranza y cosecha	1861.3	413.6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Quemas agrícolas	71.2	67.7	8.0	527.8	68.1	93.9	67.1	0.3



(Continúa de la tabla anterior)

Sector	Emisiones [t/año]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Ganadería	149.3	17.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7021.7
Corrales de engorda	149.3	17.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Emisiones ganaderas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7021.7
Otras fuentes de área	11 704.9	1812.9	14.8	3449.5	168.0	3968.7	3953.2	18 345.8
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	116.2	116.2	N/A
Asados al carbón	171.3	137.0	13.1	3265.6	162.6	19.6	19.6	N/A
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18 344.3
Esterilización de hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.0	6.0	N/A
Incendios en estructuras	0.029	0.03	N/A	0.4	0.01	0.02	0.04	N/E
Incendios forestales	19.4	16.4	1.7	183.4	5.4	16.0	7.6	1.5
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3215.9	3215.9	N/A
Pintura de tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	595.0	587.9	N/A
Vialidades pavimentadas	3583.1	866.9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	7931.1	792.6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	15 391	3799	43	8289	5236	417 542	133 406	30 456

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



Tabla 22. Emisiones de contaminantes criterio de las fuentes de área en la ZMVM, 2014.

Sector	Emisiones [t/año]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Desechos urbanos	N/A	N/A	N/A	98	N/A	267 184.6	9014.9	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	98.4	N/A	264 228.3	6295.1	N/A
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2956.3	2719.8	N/A
Combustión	972.7	947.8	19.3	5164.7	5306.4	30 663.2	30 052.3	4.4
Combustión comercial-institucional	35.2	35.2	0.9	375.3	641.3	49.6	38.8	0.2
Combustión de equipos agrícolas	1.7	1.7	0.04	17.8	31.2	2.4	1.9	N/A
Combustión habitacional	896.2	871.3	15.3	4333.7	4107.4	966.2	868.3	1.7
Combustión industria no regulada	39.7	39.7	3.1	437.9	526.6	57.4	29.1	2.5
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	29 587.6	29 114.2	N/A
Limpieza de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	25 458.2	15 274.9	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5057.9	5036.3	N/A
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4599.7	4544.5	N/A
Uso comercial y doméstico de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	160 538.2	121 138.1	N/A
Adhesivos y selladores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8058.8	5513.9	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3608.3	3608.3	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	953.8	718.1	N/A
Pinturas en aerosol	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1320.7	1304.9	N/A
Plaguicidas domésticos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	24 812.6	17 178.0	N/A
Productos de consumo doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	25 094.8	17 315.4	N/A
Productos de cuidado personal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	26 488.9	18 277.4	N/A
Productos misceláneos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	848.3	636.2	N/A
Productos para el cuidado automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18 662.5	12 936.5	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	50 689.5	43 649.5	N/A
Móviles no carreteros	260.0	250.8	209.2	8823.9	10 535.2	2738.0	2630.4	0.2
Locomotoras (foráneas/patio)	23.1	22.5	0.3	134.4	644.8	36.7	35.7	N/E
Maquinaria agrícola y de construcción	188.2	181.3	8.5	1028.6	2434.7	249.3	241.6	N/E
Operación de aeronaves	44.1	42.6	200.4	7637.3	7356.6	2441.1	2343.5	N/A
Terminales de autobuses de pasajeros	4.7	4.3	0.02	23.5	99.2	10.9	9.6	0.2
Distribución, fugas y almacenamiento de combustibles	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	35 274.3	34 753.6	N/A
Carga de combustibles en aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.4	7.4	N/E
Distribución de gasolinas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2724.5	2724.5	N/E
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4449.9	4378.7	N/E
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	28 092.5	27 643.0	N/A
Construcción	2305.5	2036	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Demolición	15.3	13.8	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Edificación	2284.4	2017.4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades	5.8	4.7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Agricultura	2099.1	543.3	11.5	805.7	87.9	317.4	274.7	5358.3
Aplicación de fertilizantes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5356.8
Aplicación de plaguicidas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	179.1	179.1	N/A
Labranza y cosecha	1994.7	443.3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Quemas agrícolas	104.4	100.0	11.5	805.7	87.9	138.3	95.6	1.5

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

Sector	Emisiones [t/año]							
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	COV	NH ₃
Ganadería	151.9	17.3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7381.1
Corrales de engorda	151.9	17.3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Emisiones ganaderas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7381.1
Otras fuentes de área	14 778.2	2620.0	26.6	6235.7	297.6	6529.5	6498.9	31 698.1
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	207.8	207.8	N/A
Asados al carbón	296.0	236.8	22.6	5644.8	281.1	33.8	33.8	N/A
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	31 694.2
Esterilización de hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	21.4	21.4	N/A
Incendios en estructuras	10.8	10.3	N/A	169.5	4.0	14.1	9.4	N/E
Incendios forestales	43.5	36.9	3.9	421.4	12.6	41.5	23.4	3.9
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5558.8	5558.8	N/A
Pintura de tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	652.1	644.3	N/A
Vialidades pavimentadas	6297.1	1523.5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	8130.7	812.5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	20 567	6415	267	21 128	16 227	538 361	229 219	44 442

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



Tabla 23. Emisiones de compuestos de efecto invernadero de la Ciudad de México, 2014.

Fuente Contaminante	Emisiones [t/año]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Fuentes puntuales	1 534 106	30	4	1	1 537 906	35
Industria alimentaria	163 740.6	3.0	0.3	0.29	165 041.9	5
Industria de las bebidas y del tabaco	158 295.0	2.7	0.3	0.001	158 444.3	3.0
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	28 080.3	0.5	0.1	N/E	28 110.3	1.2
Fabricación de productos textiles, excepto de vestir	458.2	0.008	0.001	N/E	458.7	0.1
Fabricación de prendas de vestir	5103.6	0.1	0.02	N/E	5113.0	0.1
Curtido y acabado de cuero y piel	61.9	0.001	N/S	N/E	61.9	0.002
Industria de la madera	19.6	0.001	N/S	N/E	19.7	N/S
Industria del papel	42 114.0	0.8	0.08	N/E	42 158.1	0.2
Impresión e industrias conexas	18 230.7	0.3	0.03	N/E	18 246.8	0.7
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	10 379.0	0.2	0.02	N/E	10 389.5	0.05
Industria química	276 325.6	5.7	0.8	0.004	276 709.4	3.8
Industria del plástico y del hule	28 119.8	0.7	0.1	N/E	28 170.1	0.6
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	22 629.7	0.4	0.04	N/E	22 650.8	5.6
Industrias metálicas básicas	51 580.9	1.0	0.1	0.002	51 648.1	0.6
Fabricación de productos metálicos	20 832.2	0.5	0.1	0.004	20 875.1	0.3
Fabricación de maquinaria y equipo	6051.5	0.1	0.01	0.3	6528.0	0.1
Fabricación equipo de computación, comunicación, medición	110.5	0.002	N/S	N/E	110.6	0.003
Accesorios, aparatos eléctricos, equipo generación energía eléctrica	5451.3	0.1	0.01	N/E	5456.9	0.1
Fabricación de equipo de transporte	15 026.0	0.3	0.03	N/E	15 040.8	0.3
Fabricación de muebles, colchones y persianas	7948.5	0.1	0.01	N/E	7955.5	0.2
Otras industrias manufactureras	7141.0	0.2	0.03	N/E	7155.7	0.1
Generación de energía eléctrica	264 034.1	4.7	0.5	N/E	264 290.6	4.8
Comercios y Servicios regulados	402 301.0	8.9	1.3	0.2	403 199.5	8.0
Almacenamiento de combustibles líquidos	70.3	0.003	0.001	N/S	71.0	N/S
Fuentes de área	3 971 439	57 529	174	1	5 630 166	95
Combustión industrial (industria no regulada)	165 774.2	3.1	0.3	N/A	165 950.6	0.6
Combustión comercial-institucional	174 128.2	13.9	0.3	N/A	174 589.8	0.7
Combustión habitacional	1 819 101	197.5	3.6	N/A	1 825 591	7.1
Combustión de equipos agrícolas	5031.4	0.4	0.01	N/A	5044.7	0.02
Operación de aeronaves	1 612 124.6	112.7	45.1	N/A	1 627 231.2	6.4
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	1.8	N/A	N/A	50.1	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	8.9	N/A	N/A	248.8	N/A

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

Fuente Contaminante	Emisiones [t/año]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	8.4	N/A	N/A	234.2	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	14 709.8	N/A	N/A	411 873.8	N/A
Vialidades pavimentadas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.0
Vialidades sin pavimentar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.02
Otras fuentes de área	195 277.9	41 563.7	94.9	N/A	1 384 204.7	61.3
Asados al carbón	1.7	N/S	N/S	N/A	1.7	6.0
Construcción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8.2
Agricultura	N/A	N/A	27.3	N/A	7241.7	0.1
Ganadería	N/A	909.1	2.8	N/A	26 185.9	0.02
Mantenimiento de aire acondicionado doméstico	N/A	N/A	N/A	1.0	1718.2	N/A
Fuentes móviles	13 297 919	850	310	77	13 504 009	820
Autos particulares	4 412 700.4	174	152	50	4 523 003.3	40
Camionetas (SUV)	1 613 378.8	98.2	72.5	13.8	1 653 230.6	16.4
Taxis	2 262 821.5	31.8	17.8	6.0	2 276 168.3	3.7
Vagonetas y Combis	121 147.1	7.7	4.5	0.2	122 823.2	4.7
Microbuses	1 000 573.6	66.6	8.6	0.04	1 004 781.0	11.5
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	508 928.9	42.2	25.0	3.4	521 092.1	11.2
Tractocamiones	1 071 410.6	135.9	2.1	1.2	1 077 347.9	387.0
Autobuses	720 285.2	90.1	2.6	1.0	724 764.3	272.3
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	557 479.6	106.8	16.4	1.3	566 485.4	52.1
Motocicletas	976 690.4	83.8	8.9	N/A	981 406.1	7.1
Metrobús	52 503.0	12.4	0.1	0.02	52 906.8	13.8
Vegetación y suelos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.04
Erosión eólica del suelo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.04
Total	18 803 464	58 409	488	79	20 672 082	950

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



Tabla 24. Contribución porcentual de los compuestos efecto invernadero en la Ciudad de México, 2014.

Fuente Contaminante	Porcentaje de contribución [%]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Fuentes puntuales	8.2	0.1	0.8	1.0	7.4	3.7
Industria alimentaria	0.87	0.01	0.07	0.37	0.80	0.57
Industria de las bebidas y del tabaco	0.84	N/S	0.06	N/S	0.77	0.32
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	0.15	N/S	0.01	N/E	0.14	0.12
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	N/S	N/S	N/S	N/E	N/S	0.01
Fabricación de prendas de vestir	0.03	N/S	N/S	N/E	0.02	0.01
Curtido y acabado de cuero y piel	N/S	N/S	N/S	N/E	N/S	N/S
Industria de la madera	N/S	N/S	N/S	N/E	N/S	N/S
Industria del papel	0.22	N/S	0.02	N/E	0.20	0.03
Impresión e industrias conexas	0.10	N/S	0.01	N/E	0.09	0.07
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	0.06	N/S	N/S	N/E	0.05	N/S
Industria química	1.47	0.01	0.17	0.01	1.34	0.40
Industria del plástico y del hule	0.15	N/S	0.02	N/E	0.14	0.07
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	0.12	N/S	0.01	N/E	0.11	0.59
Industrias metálicas básicas	0.27	N/S	0.03	N/S	0.25	0.06
Fabricación de productos metálicos	0.11	N/S	0.02	0.01	0.10	0.03
Fabricación de maquinaria y equipo	0.03	N/S	N/S	0.34	0.03	0.01
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición.	N/S	N/S	N/S	N/E	N/S	N/S
Accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	0.03	N/S	N/S	N/E	0.03	0.01
Fabricación de equipo de transporte	0.08	N/S	0.01	N/E	0.07	0.03
Fabricación de muebles, colchones y persianas	0.04	N/S	N/S	N/E	0.04	0.02
Otras industrias manufactureras	0.04	N/S	0.01	N/E	0.03	0.01
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	1.40	0.01	0.10	N/E	1.28	0.51
Comercios y Servicios regulados	2.14	0.02	0.26	0.22	1.95	0.84
Almacenamiento de combustibles líquidos	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Fuentes de área	21.1	98.5	35.7	1.2	27.2	10.0
Combustión industrial (industria no regulada)	0.88	0.01	0.07	N/A	0.80	0.06
Combustión comercial-institucional	0.93	0.02	0.06	N/A	0.84	0.07
Combustión habitacional	9.67	0.34	0.74	N/A	8.83	0.75
Combustión de equipos agrícolas	0.03	N/S	N/S	N/A	0.02	N/S
Operación de aeronaves	8.57	0.19	9.23	N/A	7.87	0.67

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

Fuente Contaminante	Porcentaje de contribución [%]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	0.02	N/A	N/A	N/S	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	0.01	N/A	N/A	N/S	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	25.18	N/A	N/A	1.99	N/A
Vialidades pavimentadas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.53
Vialidades sin pavimentar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/S
Otras fuentes de área	1.04	71.16	19.43	N/A	6.70	6.45
Asados al carbón	N/S	N/S	N/S	N/A	N/S	0.63
Construcción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.87
Agricultura	N/A	N/A	5.59	N/A	0.04	0.01
Ganadería	N/A	1.55	0.56	N/A	0.13	N/S
Mantenimiento de aire acondicionado doméstico	N/A	N/A	N/A	1.24	0.01	N/A
Fuentes móviles	70.7	1.4	63.5	97.8	65.3	86.3
Autos particulares	23.47	0.30	31.08	63.73	21.88	4.20
Camionetas SUV	8.58	0.17	14.84	17.49	8.00	1.72
Taxis	12.03	0.05	3.63	7.58	11.01	0.38
Vagonetas y Combis	0.64	0.01	0.93	0.25	0.59	0.50
Microbuses	5.32	0.11	1.77	0.05	4.86	1.21
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	2.71	0.07	5.12	4.26	2.52	1.18
Tractocamiones	5.70	0.23	0.42	1.55	5.21	40.72
Autobuses	3.83	0.15	0.52	1.25	3.51	28.65
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	2.96	0.18	3.35	1.64	2.74	5.48
Motocicletas	5.19	0.14	1.83	N/A	4.75	0.75
Metrobús	0.28	0.02	0.03	0.02	0.26	1.46
Vegetación y suelos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/S
Erosión eólica del suelo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/S
Total	100	100	100	100	100	100

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



Tabla 25. Emisiones de compuestos de efecto invernadero del Estado de México, 2014.

Fuente Contaminante	Emisiones[t/año]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Fuentes puntuales	7 685 670	121	101	0.4	7 716 295	71
Industria alimentaria	315 034.9	7.0	1.0	N/E	315 485.9	3.8
Industria de las bebidas y del tabaco	11 771	0.3	0.1	N/E	11 796.1	0.2
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	154 200.2	3.7	0.5	N/E	154 446.1	1.6
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	93.0	0.002	N/S	N/E	93.2	0.02
Fabricación de prendas de vestir	17 276.2	0.4	0.1	N/E	17 300.2	0.1
Curtido y acabado de cuero y piel	91.6	0.002	N/S	N/E	91.7	0.001
Industria de la madera	10 353.6	0.2	0.02	N/E	10 363.6	0.2
Industria del papel	459 005.4	8.7	1.0	N/E	459 506.4	2.6
Impresión e industrias conexas	4952.7	0.1	0.01	N/E	4959.1	0.1
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	26 287.5	1.0	0.2	N/E	26 364.8	0.2
Industria química	521 076.9	9.4	1.1	N/E	521 625.8	4.3
Industria del plástico y del hule	81 435	2.0	0.3	N/E	81 569.2	1.0
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	1 996 221.5	16.8	89.3	N/E	2 020 361.8	30.1
Industrias metálicas básicas	297 563.5	3.5	0.4	N/E	297 772.5	1.4
Fabricación de productos metálicos	89 958	1.6	0.2	N/E	90 045	0.4
Fabricación de maquinaria y equipo	4976.7	0.1	0.01	N/E	4982.4	0.1
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición	162.0	0.003	N/S	N/E	162.2	0.004
Accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	14 962.7	0.3	0.03	N/E	14 977.6	0.1
Fabricación de equipo de transporte	503 685.6	9.0	0.9	0.4	504 723.9	3.0
Fabricación de muebles, colchones y persianas	1409.6	0.02	0.002	N/E	1410.7	0.01
Otras industrias manufactureras	6873.6	0.2	0.03	N/E	6887.8	0.04
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	3 096 009.0	55.2	5.5	N/E	3 099 016.7	21.6
Comercios y Servicios regulados	72 268.6	1.3	0.2	N/E	72 351.3	0.1
Almacenamiento de combustibles líquidos	1.5	N/S	N/S	N/E	1.5	N/S
Fuentes de área	3 734 577	351 603	758	1	13 781 974	91
Combustión industrial (industria no regulada)	608 746.4	11.2	1.2	N/A	609 373.0	2.1
Combustión comercial-institucional	478 827.8	38.4	0.8	N/A	480 106.5	1.9
Combustión habitacional	2 410 925.2	332.5	5.7	N/A	2 421 751.5	9.5
Combustión de equipos agrícolas	25 916.5	2.1	0.04	N/A	25 984.9	0.1

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

Fuente Contaminante	Emisiones[t/año]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	1.4	N/A	N/A	38.1	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	11.1	N/A	N/A	311.6	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	12.6	N/A	N/A	352.4	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	263 496.3	N/A	N/A	7 377 896.8	N/A
Vialidades pavimentadas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.0
Vialidades sin pavimentar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.9
Otras fuentes de área	210 158.5	69 806.5	224.4	N/A	2 224 198.7	54.1
Asados al carbón	2.4	N/S	N/S	N/A	2.4	8.2
Construcción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.4
Agricultura	N/A	N/A	499.4	N/A	132 335.5	1.5
Ganadería	N/A	17 890.5	27.0	N/A	508 080.7	0.9
Mantenimiento de aire acondicionado doméstico	N/E	N/A	N/A	0.9	1541.6	N/A
Fuentes móviles	13 685 336	1209	727	73	14 006 202	681
Autos particulares	4 949 049.1	271.2	256.3	48.4	5 087 496.7	92.8
Camionetas (SUV)	1 769 729.5	166.2	176.5	10.5	1 834 794.4	34.7
Taxis	892 942.2	21.6	13.1	2.0	899 600.9	6.5
Vagonetas y Combis	915 097.3	47.9	25.9	1.3	924 931.8	20.5
Microbuses	273 271.2	46.6	7.5	0.04	276 624.7	20.2
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	1 757 403.4	172.5	163.2	7.2	1 814 881.9	59.9
Tractocamiones	386 535.2	46.0	0.7	0.4	388 509.4	148.4
Autobuses	588 500.4	70.6	6.1	0.4	592 599.2	174.9
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	1 561 811.0	310.5	72.1	2.4	1 592 805.4	113.7
Motocicletas	569 029.5	48.8	5.2	N/A	571 776.6	4.1
Mexibús	21 966.6	6.9	0.1	0.005	22 180.7	5.6
Vegetación y suelos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.1
Erosión eólica del suelo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.1
Total	25 105 583	352 932	1586	74	35 504 471	843

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



Tabla 26. Contribución porcentual de los compuestos efecto invernadero en el Estado de México, 2014.

Fuente Contaminante	Porcentaje de contribución [%]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Fuentes puntuales	30.6	0.0	6.3	0.6	21.7	8.4
Industria alimentaria	1.25	N/S	0.06	N/E	0.89	0.46
Industria de las bebidas y del tabaco	0.05	N/S	N/S	N/E	0.03	0.02
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	0.61	N/S	0.03	N/E	0.44	0.19
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	N/S	N/S	N/S	N/E	N/S	N/S
Fabricación de prendas de vestir	0.07	N/S	N/S	N/E	0.05	0.02
Curtido y acabado de cuero y piel	N/S	N/S	N/S	N/E	N/S	N/S
Industria de la madera	0.04	N/S	N/S	N/E	0.03	0.03
Industria del papel	1.83	N/S	0.06	N/E	1.29	0.31
Impresión e industrias conexas	0.02	N/S	N/S	N/E	0.01	0.02
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	0.10	N/S	0.01	N/E	0.07	0.02
Industria química	2.08	N/S	0.07	N/E	1.47	0.51
Industria del plástico y del hule	0.32	N/S	0.02	N/E	0.23	0.12
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	7.95	N/S	5.63	N/E	5.69	3.57
Industrias metálicas básicas	1.19	N/S	0.03	N/E	0.84	0.17
Fabricación de productos metálicos	0.36	N/S	0.01	N/E	0.25	0.05
Fabricación de maquinaria y equipo	0.02	N/S	N/S	N/E	0.01	0.01
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición	N/S	N/S	N/S	N/E	N/S	N/S
Accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	0.06	N/S	N/S	N/E	0.04	0.01
Fabricación de equipo de transporte	2.01	N/S	0.06	0.57	1.42	0.36
Fabricación de muebles, colchones y persianas	0.01	N/S	N/S	N/E	N/S	N/S
Otras industrias manufactureras	0.03	N/S	N/S	N/E	0.02	N/S
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	12.33	0.02	0.35	N/E	8.73	2.56
Comercios y Servicios regulados	0.29	N/S	0.01	N/E	0.20	0.01
Almacenamiento de combustibles líquidos	N/S	N/S	N/S	N/E	N/S	N/S
Fuentes de área	14.9	99.6	47.8	1.2	38.8	10.7
Combustión industrial (industria no regulada)	2.42	N/S	0.07	N/A	1.72	0.25
Combustión comercial-institucional	1.91	0.01	0.05	N/A	1.35	0.22
Combustión habitacional	9.60	0.09	0.36	N/A	6.82	1.13
Combustión de equipos agrícolas	0.10	N/S	N/S	N/A	0.07	0.01

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

Fuente Contaminante	Porcentaje de contribución [%]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/S	N/A	N/A	N/S	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	74.66	N/A	N/A	20.78	N/A
Vialidades pavimentadas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.83
Vialidades sin pavimentar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.11
Otras fuentes de área	0.84	19.78	14.15	N/A	6.26	6.41
Asados al carbón	N/S	N/S	N/S	N/A	N/S	0.98
Construcción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.52
Agricultura	N/A	N/A	31.49	N/A	0.37	0.17
Ganadería	N/A	5.07	1.70	N/A	1.43	0.10
Mantenimiento de aire acondicionado doméstico	N/A	N/A	N/A	1.19	N/S	N/A
Fuentes móviles	54.5	0.3	45.8	98.2	39.5	80.8
Autos particulares	19.71	0.08	16.16	65.50	14.33	11.00
Camionetas SUV	7.05	0.05	11.13	14.20	5.17	4.11
Taxis	3.56	0.01	0.83	2.68	2.53	0.77
Vagonetas y Combis	3.64	0.01	1.63	1.69	2.61	2.44
Microbuses	1.09	0.01	0.48	0.05	0.78	2.39
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	7.00	0.05	10.29	9.77	5.11	7.11
Tractocamiones	1.54	0.01	0.05	0.51	1.09	17.60
Autobuses	2.34	0.02	0.39	0.51	1.67	20.74
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	6.22	0.09	4.55	3.31	4.49	13.49
Motocicletas	2.27	0.01	0.33	N/A	1.61	0.49
Mexibús	0.09	N/S	N/S	0.01	0.06	0.66
Vegetación y suelos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.02
Erosión eólica del suelo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.02
Total	100	100	100	100	100	100

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

(Continúa de la tabla anterior)



Tabla 27. Compuestos de efecto invernadero de las fuentes de área en la Ciudad de México, 2014

Sector	Emisiones [t/año]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Desechos urbanos	N/A	56 235.8	87.0	N/A	1 597 668.5	N/A
Aguas residuales no tratadas	N/A	39 186.5	84.3	N/A	1 119 559.1	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	4097.0	N/A	N/A	114 716.0	N/A
Residuos sólidos no gestionados	N/A	10 612.8	N/A	N/A	297 157.8	N/A
Tratamiento biológico de residuos	N/A	36.6	2.7	N/A	1750.3	N/A
Tratamiento de aguas residuales	N/A	2303.0	N/A	N/A	64 485.3	N/A
Combustión	2 164 035.0	223.3	4.2	N/A	2 171 409.9	8.4
Combustión comercial-institucional	174 128.2	13.9	0.3	N/A	174 589.8	0.7
Combustión de equipos agrícolas	5031.4	0.4	0.008	N/A	5044.7	0.02
Combustión habitacional	1 819 101.2	197.5	3.6	N/A	1 825 590.6	7.1
Combustión industria no regulada	165 774.2	3.1	0.3	N/A	165 950.6	0.6
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	8.4	N/A	N/A	234.2	N/A
Móviles no carreteros	1 803 824.1	125.3	52.5	N/A	1 821 243.6	62
Locomotoras (foráneas/patío)	10 276.4	0.6	4.0	N/A	11 343.6	1.9
Maquinaria agrícola y de construcción	177 049.8	10.8	3.4	N/A	178 264.1	52.8
Operación de aeronaves	1 612 124.6	112.7	45.1	N/A	1 627 231.2	6.4
Terminales de autobuses de pasajeros	4373.3	1.1	N/E	N/A	4404.6	0.8
Distribución, fugas y almacenamiento de combustibles	N/A	10.7	N/A	N/A	299	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	1.8	N/A	N/A	50.1	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	8.9	N/A	N/A	248.8	N/A
Construcción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8.2
Demolición	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.1
Edificación	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8.1
Vialidades	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.01
Agricultura	N/A	15.3	27.3	N/A	7671.4	1.3
Aplicación de fertilizantes	N/A	N/A	27.3	N/A	7241.7	N/A
Labranza y cosecha	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.1
Quemas agrícolas	N/A	15.3	N/E	N/A	429.7	1.2
Ganadería	N/A	909.1	2.8	N/A	26 185.9	0.02
Corrales de engorda	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.02
Fermentación entérica	N/A	877.5	N/A	N/A	24 569.2	N/A
Manejo de estiércol	N/A	31.7	2.8	N/A	1616.7	N/A
Otras fuentes de área	3580.2	9.7	0.4	1.0	5688.0	15.6
Asados al carbón	1.7	N/S	N/S	N/A	1.7	6.0
Incendios en estructuras	N/E	N/A	N/A	N/A	N/A	3.1
Incendios forestales	3578.5	9.7	0.4	N/A	3968.0	1.5
Mantenimiento de aire acondicionado doméstico	N/A	N/A	N/A	1.0	1718.2	N/A
Vialidades pavimentadas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.0
Vialidades sin pavimentar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.02
TOTAL	3 971 439	57 529	174	1	5 630 166	95



Tabla 28. Compuestos de efecto invernadero de las fuentes de área en el Estado de México, 2014.

Sector	Emisiones [t/año]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Desechos urbanos	N/A	333 250	208	N/A	9 386 116	N/A
Aguas residuales no tratadas	N/A	51 386.5	115.7	N/A	1 469 482.2	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	253 458.0	N/A	N/A	7 096 824.4	N/A
Residuos sólidos no gestionados	N/A	10 038.3	N/A	N/A	281 072.4	N/A
Tratamiento biológico de residuos	N/A	1230.3	92.3	N/A	58 899.8	N/A
Tratamiento de aguas residuales	N/A	17 137.0	N/A	N/A	479 837.4	N/A
Combustión	3 524 416	397	8	N/A	3 537 568	14
Combustión comercial-institucional	478 827.8	38.4	0.8	N/A	480 106.5	1.9
Combustión de equipos agrícolas	25 916.5	2.1	0.04	N/A	25 984.9	0.1
Combustión habitacional	2 410 925.2	332.5	5.7	N/A	2 421 751.5	9.5
Combustión industria no regulada	608 746.4	11.2	1.2	N/A	609 373.0	2.1
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	12.6	N/A	N/A	352.4	N/A
Móviles no carreteros	207 050	8	16	N/A	211 509	53
Locomotoras (foráneas/patío)	40 878.2	2.3	15.8	N/A	45 123.4	7.7
Maquinaria agrícola y de construcción	166 171.5	5.7	0.2	N/A	166 385.5	44.9
Operación de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Terminales de autobuses de pasajeros	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Distribución, fugas y almacenamiento de combustibles	N/A	12	N/A	N/A	350	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	1.4	N/A	N/A	38.1	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	11.1	N/A	N/A	311.6	N/A
Construcción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4
Demolición	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.03
Edificación	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.3
Vialidades	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.01

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

Sector	Emisiones [t/año]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Agricultura	N/A	36	499	N/A	133 352	2
Aplicación de fertilizantes	N/A	N/A	499.4	N/A	132 335.5	N/A
Labranza y cosecha	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.5
Quemas agrícolas	N/A	36.3	N/E	N/A	1016.9	0.2
Ganadería	N/A	17 891	27	N/A	508 081	1
Corrales de engorda	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.9
Fermentación entérica	N/A	17 282.5	N/A	N/A	483 909.9	N/A
Manejo de estiércol	N/A	608.0	27.0	N/A	24 170.9	N/A
Otras fuentes de área	3111	8	0.4	1	4997	17
Asados al carbón	2.4	N/S	N/S	N/A	2.4	8.2
Incendios en estructuras	N/E	N/A	N/A	N/A	N/A	0.01
Incendios forestales	3108.8	8.4	0.4	N/A	3453.4	1.2
Mantenimiento de aire acondicionado doméstico	N/A	N/A	N/A	0.9	1541.6	N/A
Vialidades pavimentadas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.0
Vialidades sin pavimentar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.9
Total	3 734 577	351 603	758	1	13 781 974	91

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



Tabla 29. Emisiones de compuestos de efecto invernadero de las fuentes de área en la ZMVM, 2014.

Sector	Emisiones [t/año]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Desechos urbanos	N/A	389 486	295	N/A	10 983 785	N/A
Aguas residuales no tratadas	N/A	90 572.9	200.0	N/A	2 589 041.3	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	257 555.0	N/A	N/A	7 211 540.4	N/A
Residuos sólidos no gestionados	N/A	20 651.1	N/A	N/A	578 230.2	N/A
Tratamiento biológico de residuos	N/A	1266.8	95.0	N/A	60 650.2	N/A
Tratamiento de aguas residuales	N/A	19 440.1	N/A	N/A	544 322.6	N/A
Combustión	5 688 451	620	12	N/A	5 708 978	22
Combustión comercial-institucional	652 956.0	52.3	1.0	N/A	654 696.3	2.6
Combustión de equipos agrícolas	30 947.9	2.5	0.05	N/A	31 029.6	0.12
Combustión habitacional	4 230 026.4	530.1	9.3	N/A	4 247 342.0	16.7
Combustión industria no regulada	774 520.6	14.3	1.5	N/A	775 323.6	2.7
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	21.0	N/A	N/A	586.6	N/A
Móviles no carreteros	2 010 874	133	68	N/A	2 032 753	115
Locomotoras (foráneas/patío)	51 154.7	2.9	19.7	N/A	56 467.0	9.7
Maquinaria agrícola y de construcción	343 221.3	16.5	3.6	N/A	344 649.7	97.7
Operación de aeronaves	1 612 124.6	112.7	45.1	N/A	1 627 231.2	6.4
Terminales de autobuses de pasajeros	4373.3	1.1	N/E	N/A	4404.6	0.8
Distribución, fugas y almacenamiento de combustibles	N/A	23	N/E	N/A	649	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	3.2	N/A	N/A	88.2	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	20.0	N/A	N/A	560.4	N/A
Construcción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	13
Demolición	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.1
Edificación	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12.5
Vialidades	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.03
Agricultura	N/A	52	527	N/A	141 024	3
Aplicación de fertilizantes	N/A	N/A	526.7	N/A	139 577.2	N/A

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

Sector	Emisiones [t/año]					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	CO ₂ eq.	Carbono Negro
Labranza y cosecha	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.6
Quemas agrícolas	N/A	51.7	N/E	N/A	1446.6	1.4
Ganadería	N/A	18 800	30	N/A	534 267	1
Corrales de engorda	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.9
Fermentación entérica	N/A	18 160.0	N/A	N/A	508 479.1	N/A
Manejo de estiércol	N/A	639.7	29.7	N/A	25 787.5	N/A
Otras fuentes de área	6691	18	1	2	10 685	33
Asados al carbón	4.1	N/A	N/A	N/A	4.1	14.3
Incendios en estructuras	N/E	N/A	N/A	N/A	N/A	3.1
Incendios forestales	6687.2	18.2	0.9	N/A	7421.4	2.7
Mantenimiento de aire acondicionado doméstico	N/A	N/A	N/A	1.9	3259.9	N/A
Vialidades pavimentadas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12.0
Vialidades sin pavimentar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.9
Total	7 706 016	409 132	933	1.9	19 412 140	186

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



ANEXO 3. COMPUESTOS TÓXICOS Y PRINCIPALES EMISIONES POR CATEGORÍA

Tabla 30. Listado de contaminantes tóxicos estimados en la ZMVM, 2014.

CAS	Contaminante	CAS	Contaminante	CAS	Contaminante
71-43-2	1,1,1-Tricloroetano	50-32-8	Benzo (a) pireno	85-01-8	Fenantreno
1717-00-6	1,1-dicloro- 1-fluoroetano [HCFC- 141B]	205-99-2	Benzo (b) Fluoranteno	108-95-2	Fenol
75-34-3	1,1-Dicloroetano	207-08-9	Benzo(k)fluoranteno	7782-41-4	Flúor
106-88-7	1,2 Epoxibutano	56-55-3	Benzoantraceno	206-44-0	Fluoranteno
39001-02-0	1,2,3,4,6,7,8,9- Octaclorodibenzofurano	191-24-2	Benzoperileno	50-00-0	Formaldehído
3268-87-9	1,2,3,4,6,7,8,9- Octaclorodibenzo- p- dioxina	7440-41-7	Berilio	7723-14-0	Fósforo
67562-39-4	1,2,3,4,6,7,8- Heptaclorodibenzofurano	92-52-4	Bifenil	67-72-1	Hexacloroetano
35822-46-9	1,2,3,4,6,7,8- Heptaclorodibenzo- p- dioxina	80-05-7	Bisfenol A	110-54-3	Hexano
39227-28-6	1,2,3,4,7,8- hexaclorodibenzo- p- dioxina	7726-95-6	Bromo	193-39-5	Indeno(1,2,3- cd)Pireno
68-12-2	1,2,3,4,7,8- hexacloruro- benzofurano	75-27-4	Bromodiclorometano	78-59-1	Isoforona
57117-44-9	1,2,3,6,7,8- hexaclorodibenzo furano	74-95-3	Bromuro de metileno	78-79-5	Isopreno (2- metil- 1,3- butadieno)
57117-44-9	1,2,3,6,7,8- hexaclorodibenzo- p- dioxina	74-83-9	Bromuro de Metilo	98-82-8	Isopropilbenceno (cumeno)
57117-41-6	1,2,3,7,8- Pentaclorodibenzofurano	123-72-8	Butiraldehído	556-61-6	Isotiocianato de metilo
72918-21-9	1,2,3,7,8,9- hexaclorodibenzofurano	7440-43-9	Cadmio	108-38-3	m- Xileno
19408-74-3	1,2,3,7,8,9- hexaclorodibenzo- p- dioxina	63-25-2	Carbaril [1- naftalenol, metilcarbamato]	121-75-5	Malation
40321-76-4	1,2,3,7,8- Pentaclorodibenzo- p- dioxina	110-80-5	Cellosolve (2- etoxi- etanol) (etilenglicol monoetil éter)	7439-96-5	Manganeso
95-63-6	1,2,4- Trimetilbenceno	74-90-8	Cianuro de hidrógeno	7439-97-6	Mercurio
106-93-4	1,2- Dibromoetano (dibromuro de etileno)	110-82-7	Ciclohexano	80-62-6	Metacrilato de metilo
107-06-2	1,2- Dicloroetano (dicloruro de etileno)	108-93-0	Ciclohexanol	109-86-4	Metilcellosolve (Etilenglicol monometil éter)
106-99-0	1,3- Butadieno	7782-50-5	Cloro	78-93-3	MetilEtil Cetona
541-73-1	1,3- Diclorobenceno	108-90-7	Clorobenceno	108-10-1	Metilsobutil Cetona (MIBK)
106-46-7	1,4- Diclorobenceno	75-45-6	Clorodifluorometano	1634-04-4	MetilTer- ButilÉter (MTBE)
123-91-1	1,4- Dioxano	67-66-3	Cloroformo	91-20-3	Naftaleno
822-06-0	1,6 HexametilenoDiisocianato	76-15-3	Cloropentafluoroetano	122-39-4	n- Fenilaniina
540-84-1	2,2,4- Trimetilpentano	76-06-2	Cloropicrina	7440-02-0	Níquel (compuestos)
60851-34-5	2,3,4,6,7,8- hexaclorodibenzo furano	126-99-8	Cloropreno	75-52-5	Nitrometano

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

CAS	Contaminante	CAS	Contaminante	CAS	Contaminante
57117-31-4	2,3,4,7,8- Pentaclorodibenzofurano	75-72-9	Clorotrifluorometano	95-47-6	o- Xileno
51207-31-9	2,3,7,8-tetraclorodibenzofurano	74-87-3	Cloruro de metilo (Clorometano)	95-50-1	o- Diclorobenceno
1746-01-6	2,3,7,8-tetraclorodibenzo- p- dioxina	75-00-3	Cloruro de vinil	75-21-8	Óxido de etileno
90-43-7	2- Bifenilol	75-35-4	Cloruro de vinilideno	75-56-9	Óxido de propileno
78-92-2	2- butanol	75-00-3	Cloruro etílico	106-42-3	p- Xileno
75-07-0	Acetaldehído	7440-48-4	Cobalto	82-68-8	Pentacloronitrobenzeno
108-05-4	Acetato de vinil	7440-50-8	Cobre	127-18-4	Percloroetileno (1,1,2,2- Tetracloroetileno)
98-86-2	Acetofenona	8001-58-9	Creosota	7440-22-4	Plata
75-05-8	Acetonitrilo	218-01-9	Criseno	7439-92-1	Plomo
7647-01-0	Ácido clorhídrico	7440-47-3	Cromo (compuestos)	115-07-1	Propileno
64-18-6	Ácido fórmico	4170-30-3	Crotonaldehído	123-38-6	Propionaldehído
79-21-0	Ácido peracético	117-81-7	Di (2- etilhexil) ftalato (DEHP)	7782-49-2	Selenio
79-06-1	Acrilamida	333-41-5	Diazinón	463-58-1	Sulfuro de carbonilo
141-32-2	Acrilato de butilo	53-70-3	Dibenzoantraceno	75-15-0	Sulfuro de carbono
140-88-5	Acrilato de etilo	132-64-9	Dibenzofurano	7440-28-0	Talio
107-13-1	Acrilonitrilo	84-74-2	Dibutilftalato	56-23-5	Tetracloruro de carbono
107-02-8	Acroleína (2- Propenal)	77-73-6	Diciclopentadieno	108-88-3	Tolueno
67-63-0	Alcohol Isopropílico	25321-22-6	Diclorobenceno	26471-62-5	Tolueno diisocianato
67-56-1	Alcohol metílico (metanol)	75-71-8	Diclorodifluorometano	584-84-9	Tolueno-2,4- diisocianato
71-36-3	Alcohol n- butílico	75-09-2	Diclorometano (Cloruro de metileno)	10061-02-6	Trans- 1,3- dicloropropeno
75-65-0	Alcohol ter- butílico	76-14-2	Diclorotetrafluoretano	79-01-6	Tricloroetileno
7429-90-5	Aluminio	111-42-2	Dietanolamina	75-69-4	Triclorofluorometano
85-44-9	Anhídrido Ftálico	68-12-2	Dimetilformamida	76-13-1	Triclorotrifluoroetano
108-31-6	Anhídrido maléico	131-11-3	Dimetilftalato	121-44-8	Trietilamina
62-53-3	Anilina	124-40-3	Dimetilamina	7440-62-2	Vanadio
7440-36-0	Antimonio	128-03-0	Dimetilditiocarbamato de potasio	1330-20-7	Xileno
120-12-7	Antraceno	100-42-5	Estireno	74-88-4	Yoduro de metilo
7440-36-0	Arsénico	100-41-4	Etilbenceno	7440-66-6	Zinc
7440-39-3	Bario	107-21-1	Etilenglicol		
71-43-2	Benceno	74-85-1	Etileno		



Tabla 31. Emisiones de contaminantes tóxicos por entidad, 2014.

Fuente contaminante	Emisiones [t/año]		
	CDMX	EDOMEX	ZMVM
Fuentes puntuales	5827	8426	14 253
Industria alimentaria	161.1	7.6	168.7
Industria de las bebidas y del tabaco	2.1	0.1	2.1
Fabricación de insumos textiles	69.1	38.4	107.5
Fabricación de productos textiles, excepto de vestir	0.1	1.1	1.2
Fabricación de prendas de vestir	0.04	2.7	2.8
Curtido y acabado de cuero y piel	0.8	0.4	1.3
Industria de la madera	13.6	111.7	125.3
Industria del papel	767.6	5.0	772.5
Impresión e industrias conexas	1189.6	146.6	1336.2
Productos derivados del petróleo y del carbón	2.5	6.2	8.8
Industria química	398.9	604.4	1003.3
Industria del plástico y del hule	1443.6	3829.9	5273.5
Productos a base de minerales no metálicos	52.5	319.3	371.8
Industrias metálicas básicas	15.6	254.7	270.3
Fabricación de productos metálicos	252.9	695.1	948.1
Fabricación de maquinaria y equipo	30.9	7.5	38.5
Fabricación de equipo de computación, comunicación y medición	7.5	697.1	704.6
Accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	77.2	475.9	553.1
Fabricación de equipo de transporte	737.5	935.5	1673.0
Fabricación de muebles, colchones y persianas	156.2	240.2	396.4
Otras industrias manufactureras	158.8	20.2	179.0
Generación de energía eléctrica	5.7	20.6	26.3
Comercios y Servicios regulados	269.0	2.8	271.8
Almacenamiento de combustibles líquidos	14.3	3.0	17.3
Fuentes de área	37 750	54 013	91 762
Combustión industrial (industria no regulada)	4.1	15.3	19.4
Combustión comercial/institucional	1.5	4.7	6.2
Combustión habitacional	96.1	195.1	291.3
Combustión de equipos agrícolas	0.2	0.8	1.0
Operación de aeronaves	1066.3	N/A	1066.3
Recubrimiento de superficies industriales	1245.3	1337.8	2583.2
Pintura automotriz	1600.3	1912.6	3512.9
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	11 654.4	15 996.9	27 651.4
Limpieza de superficie industrial	5341.2	10 086.4	15 427.7
Lavado en seco	237.1	156.6	393.7

N/A: No Aplica

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

Fuente contaminante	Emisiones [t/año]		
	CDMX	EDOMEX	ZMVM
Artes gráficas	255.0	275.4	530.4
Distribución y almacenamiento de gas LP	0.2	0.2	0.4
Fugas en instalaciones de GLP	1.0	1.3	2.3
HCNQ en la combustión de gas LP	3558.1	5353.3	8911.4
Rellenos sanitarios	28.2	1742.3	1770.5
Vialidades pavimentadas	59.5	78.6	138.1
Vialidades sin pavimentar	4.6	184.6	189.2
Productos de cuidado personal	903.2	1239.7	2143.0
Productos de consumo doméstico	864.1	1186.1	2050.2
Plaguicidas domésticos	4414.3	6059.1	10 473.4
Productos para el cuidado automotriz	3313.9	4548.6	7862.5
Adhesivos y selladores	1307.7	1794.9	3102.6
Otras fuentes de área	1773.1	1731.9	3505.0
Asados al carbón	0.5	0.7	1.3
Construcción	15.0	8.0	23.0
Agricultura	4.3	98.6	103.0
Ganadería	0.05	2.7	2.8
Fuentes móviles	7558	12 614	20 171
Autos particulares	3761.4	5983.5	9744.9
Camionetas SUV	1055.6	2030.6	3086.2
Taxis	827.1	476.7	1303.8
Vagonetas y Combis	65.4	440.7	506.1
Microbuses	48.6	253.5	302.1
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	330.0	1780.2	2110.2
Tractocamiones	105.3	40.3	145.6
Autobuses	117.7	163.1	280.8
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	234.2	852.9	1087.1
Motocicletas	1006.4	589.2	1595.6
Metrobús/Mexibús	6.1	2.7	8.8
Vegetación y suelos	2033	4350	6383
Vegetación	2032.2	4347.0	6379.3
Erosión eólica del suelo	0.7	2.8	3.5
Total	53 168	79 402	132 569



Tabla 32. Contribución porcentual de los contaminantes tóxicos por entidad, 2014.

Fuente contaminante	Porcentaje de Contribución [%]		
	CDMX	EDOMEX	ZMVM
Fuentes puntuales	11.0	10.6	10.8
Industria alimentaria	0.30	0.01	0.13
Industria de las bebidas y del tabaco	N/S	N/S	N/S
Fabricación de insumos textiles	0.13	0.05	0.08
Fabricación de productos textiles, excepto de vestir	N/S	N/S	N/S
Fabricación de prendas de vestir	N/S	N/S	N/S
Curtido y acabado de cuero y piel	N/S	N/S	N/S
Industria de la madera	0.03	0.14	0.09
Industria del papel	1.44	0.01	0.58
Impresión e industrias conexas	2.24	0.18	1.01
Productos derivados del petróleo y del carbón	N/A	0.01	0.01
Industria química	0.75	0.76	0.76
Industria del plástico y del hule	2.72	4.82	3.98
Productos a base de minerales no metálicos	0.10	0.40	0.28
Industrias metálicas básicas	0.03	0.32	0.20
Fabricación de productos metálicos	0.48	0.88	0.72
Fabricación de maquinaria y equipo	0.06	0.01	0.03
Fabricación de equipo de computación, comunicación y medición	0.01	0.88	0.53
Accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	0.15	0.60	0.42
Fabricación de equipo de transporte	1.39	1.18	1.26
Fabricación de muebles, colchones y persianas	0.29	0.30	0.30
Otras industrias manufactureras	0.30	0.03	0.14
Generación de energía eléctrica	0.01	0.03	0.02
Comercios y Servicios regulados	0.51	N/A	0.21
Almacenamiento de combustibles líquidos	0.03	N/A	0.01
Fuentes de área	71.0	68.0	69.2
Combustión industrial (industria no regulada)	0.01	0.02	0.01
Combustión comercial/institucional	N/S	0.01	N/S
Combustión habitacional	0.18	0.25	0.22
Combustión de equipos agrícolas	N/S	N/S	N/S
Operación de aeronaves	2.01	N/A	0.80
Recubrimiento de superficies industriales	2.34	1.68	1.95
Pintura automotriz	3.01	2.41	2.65
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	21.92	20.15	20.86
Limpieza de superficie industrial	10.05	12.70	11.64
Lavado en seco	0.45	0.20	0.30

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

(Continúa en la siguiente página)



(Continúa de la tabla anterior)

Fuente contaminante	Porcentaje de Contribución [%]		
	CDMX	EDOMEX	ZMVM
Artes gráficas	0.48	0.35	0.40
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/S	N/S	N/S
Fugas en instalaciones de GLP	N/S	N/S	N/S
HCNQ en la combustión de gas LP	6.69	6.74	6.72
Rellenos sanitarios	0.05	2.19	1.34
Vialidades pavimentadas	0.11	0.10	0.10
Vialidades sin pavimentar	0.01	0.23	0.14
Productos de cuidado personal	1.70	1.56	1.62
Productos de consumo doméstico	1.63	1.49	1.55
Plaguicidas	8.30	7.63	7.90
Productos para el cuidado automotriz	6.23	5.73	5.93
Adhesivos y selladores	2.46	2.26	2.34
Otras fuentes de área	3.35	2.18	2.65
Asados al carbón	N/S	N/S	N/S
Construcción	0.03	0.01	0.02
Agricultura	N/A	0.12	0.08
Ganadería	N/S	N/S	N/S
Fuentes móviles	14.2	15.9	15.2
Autos particulares	7.07	7.54	7.35
Camionetas SUV	1.99	2.56	2.33
Taxis	1.56	0.60	0.98
Vagonetas y Combis	0.12	0.56	0.38
Microbuses	0.09	0.32	0.23
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	0.62	2.24	1.59
Tractocamiones	0.20	0.05	0.11
Autobuses	0.22	0.21	0.21
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	0.44	1.07	0.82
Motocicletas	1.89	0.74	1.20
Metrobús/Mexibús	0.01	N/A	0.01
Vegetación y suelos	3.82	5.47	4.81
Vegetación	3.82	5.47	4.81
Erosión eólica del suelo	N/S	N/S	N/S
Total	100	100	100

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



Tabla 33. Principales compuestos tóxicos emitidos por las fuentes puntuales, 2014.

Contaminante	Subsector SCIAN	Descripción	Emisiones [t/año]		
			CDMX	EDOMEX	ZMVM
Estireno	326	Industria del plástico y del hule	327.9	1688.7	2016.7
	336	Fabricación de equipo de transporte	136.5	0.001	136.5
	327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	1.1	87.9	89.0
		Otras actividades	57.2	30.1	87.3
		Subtotal	523	1807	2329
Tolueno	336	Fabricación de equipo de transporte	136.1	501.5	637.6
	322	Industria del papel	270.8	0.7	271.5
	323	Impresión e industrias conexas	178.8	15.4	194.2
		Otras actividades	488.7	226.5	715.1
		Subtotal	1074	744	1818
Alcohol Isopropílico	323	Impresión e industrias conexas	527.1	4.7	531.8
	326	Industria del plástico y del hule	367.7	N/S	367.7
	325	Industria química	137.0	180.7	317.6
		Otras actividades	205.8	38.7	244.6
		Subtotal	1238	224	1462
M-Xileno y P-Xileno	334	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	N/S	430.4	430.4
	332	Fabricación de productos metálicos	3.3	417.4	420.8
	335	Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	N/S	292.0	292.0
		Otras actividades	3.1	143.1	146.2
		Subtotal	6	1283	1289
Otros (incluye metales)	326	Industria del plástico y del hule	601.6	2123.4	2724.9
	336	Fabricación de equipo de transporte	464.7	307.0	771.7
	325	Industria química	256.8	396.0	652.8
		Otras actividades	1663.2	1542.0	3205.1
		Subtotal	2986	4368	7355
Total			5827	8426	14 253

N/S: No Significativo



Tabla 34. Principales compuestos tóxicos emitidos por las fuentes de área, 2014.

Contaminante	Actividad	Emisiones [t/año]		
		CDMX	EDOMEX	ZMVM
Tolueno	Recubrimiento de superficies arquitectónicas	6547.8	8987.5	15 535.3
	Pintura automotriz	1138.6	1360.8	2499.4
	Uso comercial y doméstico de adhesivos y selladores	475.9	653.2	1129.0
	Recubrimientos de superficies industriales	436.4	468.8	905.2
	Otras categorías	559.9	1540.2	2100.2
	Subtotal	9159	13 011	22 169
Isómeros de Xileno	Recubrimientos de superficies arquitectónicas	1291.3	1772.5	3063.8
	Plaguicidas domésticos	730.0	1002.0	1731.9
	Recubrimientos de superficies industriales	559.9	601.5	1161.4
	Pintura automotriz	325.0	388.4	713.4
	Otras categorías	623.8	793.0	1416.8
	Subtotal	3530	4557	8087
Etilbenceno	HCNQ en la combustión de GLP	2468.4	3713.8	6182.2
	Recubrimiento de superficies arquitectónicas	251.8	345.6	597.4
	Pintura automotriz	67.2	80.3	147.5
	Otras categorías	85.4	119.7	205.1
	Subtotal	2873	4259	7132
Metanol	Productos para el cuidado Automotriz	2666.5	3660.1	6326.6
	Productos misceláneos	35.0	48.0	83.0
	Otras categorías	24.2	37.1	61.3
	Subtotal	2726	3745	6471
1,1,1-tricloroetano	Limpieza de superficies industriales	2086.3	3939.7	6026.0
	Tratamiento de aguas residuales	127.1	140.7	267.8
	Subtotal	2213.4	4080	6294
Tricloroetileno	Recubrimiento de superficies arquitectónicas	1423.6	1954.0	3377.7
	Limpieza de superficies industriales	729.8	1378.1	2107.9
	Otras categorías	38.5	70.5	109.1
	Subtotal	2192	3403	5595
Otros contaminantes (incluye metales)		15 057.1	20 957.0	36 014.1
Total		37 750	54 013	91 762



Tabla 35. Principales compuestos tóxicos emitidos por las fuentes móviles, 2014.

Contaminante	Tipo de vehículo	Emisiones [t/año]		
		CDMX	EDOMEX	ZMVM
Tolueno	Autos particulares	1126.5	1817.7	2944.2
	Camionetas SUV	315.0	621.4	936.4
	Pick ups	87.1	514.5	601.6
	Motocicletas	290.1	169.8	459.9
	Otras categorías	347.5	637.8	985.3
	Subtotal	2166	3761	5927
Xilenos (isómeros y mezclas)	Autos particulares	864.1	1398.0	2262.2
	Camionetas SUV	242.1	481.0	723.1
	Pick ups	67.3	400.8	468.2
	Motocicletas	232.8	136.2	369.0
	Otras categorías	282.9	512.1	795.0
	Subtotal	1689	2928	4618
Metil terbutil éter	Autos particulares	643.2	887.6	1530.8
	Camionetas SUV	165.8	245.6	411.4
	Taxis	199.6	88.0	287.6
	Motocicletas	161.7	95.1	256.9
	Otras categorías	81.0	385.4	466.4
	Subtotal	1251	1702	2953
Benceno	Autos particulares	241.1	428.8	669.9
	Camionetas SUV	76.3	171.5	247.8
	Pick ups	21.2	137.3	158.5
	Motocicletas	79.5	46.3	125.8
	Otras categorías	61.3	176.0	237.3
	Subtotal	479	960	1439
2,2,4-Trimetilpentano	Autos particulares	263.5	403.9	667.3
	Camionetas SUV	75.2	134.0	209.3
	Motocicletas	85.6	50.1	135.7
	Pick ups	19.7	108.6	128.3
	Otras categorías	81.2	142.2	223.4
	Subtotal	525	839	1364
Otros contaminantes (incluye metales)		1446.4	2423.5	3869.9
Total		7558	12 614	20 171



ANEXO 4. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES 2012

Preparado para: Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SEDEMA).
Preparado por: Colegio de Ingenieros Ambientales de México A.C. (CINAM) y el *Eastern Research Group, Inc. (ERG)*.

OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES

Objetivo general: Identificar y documentar las incertidumbres en el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2012, así como recomendar mejoras específicas para resolverlas.

El grupo realizó los siguientes pasos como parte de la evaluación del inventario de emisiones:

- Establecer un método para evaluar el inventario en términos de exhaustividad, precisión, representatividad, comparabilidad y transparencia e implementarlo para cada categoría de fuente.
- Documentar las incertidumbres y recomendar mejoras al inventario para cada categoría de fuente. La SEDEMA proporcionó archivos que documentan los métodos, los datos utilizados y los resultados obtenidos para el Inventario de Emisiones de la ZMVM del año 2012. La evaluación de ERG se basó en la información contenida en dichos archivos, además de las conversaciones, intercambio de información y visita al personal de la SEDEMA durante el proceso de evaluación.

Se evaluaron tres elementos generales del inventario: métodos, datos y transparencia. Como una medida cualitativa, ERG utilizó una escala de calificación académica: A = excelente, B = bien, C = media, D = por debajo del promedio y F = Falla; Además, también se utilizaron calificadores grado de "+" y "-"

Se evaluó la incertidumbre para los tres elementos generales del Inventario de Emisiones de la ZMVM 2012, obteniendo una métrica cualitativa general de **B+**. Además, ERG observó que el desarrollo del Inventario evaluado presentó una mejora respecto de los realizados en años anteriores y recomendó que para el desarrollo de inventarios futuros se tome como base la experiencia del Inventario Emisiones de la ZMVM 2012 y se atiendan las recomendaciones resultado de la evaluación para tener un reporte de mayor calidad.

MÉTODO PARA EVALUAR EL INVENTARIO Y DETERMINAR LA INCERTIDUMBRE

El método general usado para evaluar las emisiones de cada una de las fuentes y contaminantes fue el siguiente:

- Resumir el método de estimación de emisiones utilizado por la SEDEMA para cada fuente.
- Abordar los siguientes objetivos (usando los métodos de evaluación y los criterios para determinación):
 - Identificar cualquier categoría de fuente faltante.



- Identificar métodos y factores de emisión incorrectos, inapropiados o antiguos.
 - Verificar los datos de actividad.
 - Verificar si los resultados son razonables (esto es, a nivel general y por contaminante).
 - Verificar la precisión de los resultados (por categoría de fuente).
 - Recomendar cambios y ajustes para proporcionar un nivel adecuado de resolución temporal para fines de modelación.
 - Recomendar cambios y ajustes para proporcionar un nivel adecuado de resolución espacial para fines de modelación.
 - Recomendar cambios y ajustes para brindar una especiación adecuada para las emisiones de COT y PM.
- Evaluar y resumir los hallazgos.
 - Recomendar las mejoras para abordar las deficiencias con base en los hallazgos (esto es, áreas con la incertidumbre cualitativa más grande).

Además, se revisó la determinación de incertidumbre cuantitativa realizada por la SEDEMA sobre el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2008, que se calculó conforme a las Directrices de Mejores Prácticas para Determinar la Incertidumbre, enfoque de Nivel 1 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

ÁREAS DE INCERTIDUMBRE

Como resultado de la evaluación al Inventario de Emisiones de la ZMVM se identificaron las siguientes áreas de incertidumbre:

- Combustión industrial – Existe una incertidumbre significativa en el Inventario de Emisiones de la ZMVM 2012, debido a que la base de datos de industria utilizada, tiene un número desconocido de fuentes puntuales históricas.
- Ubicaciones de fuentes puntuales – Más del 30% de las fuentes puntuales no cuentan con coordenadas geográficas o son incorrectas. Así mismo, cerca del 60% de los registros de la base de datos de industria son históricos, es decir, son establecimientos inactivos.
- Uso de datos no específicos para México – El uso de datos (tales como factores de emisión, perfiles de especiación y parámetros) que no son específicos para México introduce incertidumbre en el inventario de emisiones.
- Asignaciones espaciales – Muchas de las emisiones de categoría de fuentes de área se han asignado espacialmente de acuerdo a la población, pero para algunas de las categorías de fuente de área esto es demasiado general e introducirá incertidumbre en la modelación, ya que la distribución de población no toma en cuenta algunas distribuciones geográficas específicas

RECOMENDACIONES

Con base en los hallazgos de la revisión del Inventario de Emisiones de la ZMVM, ERG realizó las siguientes recomendaciones:



RECOMENDACIONES GENERALES

Se recomienda que la SEDEMA continúe incrementando la cooperación con el Estado de México y las agencias federales. Esta cooperación debe ocurrir en el proceso de desarrollo del inventario de emisiones, preferentemente durante la etapa de planeación.

RECOMENDACIONES DE FUENTES PUNTUALES

- Eliminar instalaciones históricas y garantizar que únicamente las industrias que estén operando se incluyan en el inventario de emisiones – Se recomienda una revisión profunda y “limpieza” de las instalaciones de fuente puntual.
- Confirmar la ubicación correcta de las instalaciones de fuente puntual, se deben hacer esfuerzos por asegurar que se reporten correctamente las ubicaciones de las instalaciones dentro de los archivos del inventario.

RECOMENDACIONES DE FUENTES DE ÁREA

- Usar datos de actividad local y factores de emisión – Siempre que sea posible, se deben usar datos y factores de emisiones específicos para la ZMVM. Si no están disponibles, entonces se deberían usar los datos y factores de emisión específicos para México (de ser adecuado), ya que los desarrollados para Estados Unidos únicamente se deben usar como último recurso. De ser necesario, *se deben realizar estudios para obtener datos de actividad locales y derivar los factores de emisión locales.*
- Muestrear la carga de sedimentos, el contenido de sedimentos y el contenido de humedad en la ZMVM – El muestreo del contenido de sedimentos en el suelo, para la categoría de vialidades pavimentadas y no pavimentadas se debe llevar a cabo en varias ubicaciones en la ZMVM. Los protocolos de muestreo son claros y los costos de laboratorio son razonables en los laboratorios de México. La parte más desafiante del muestreo de sedimentos es identificar las vialidades que son más representativas por la actividad vehicular en la ZMVM.
- Mejorar los sustitutos de asignación espacial – Se deben desarrollar actividades para realizar una correcta asignación espacial. A pesar de que los datos de población a nivel del Área Geoestadística Básica (AGEB) son apropiados para algunas categorías de fuentes de área, los datos de vivienda o empleo a nivel AGEB serán más apropiados para otras categorías de fuente de área. Adicionalmente, también pueden estar disponibles datos apropiados no basados en AGEB para el desarrollo de la asignación espacial de fuentes de área.
- Estandarizar las hojas de cálculo de fuentes de área – Se recomienda que las emisiones de fuentes de área se desarrollen con un formato de hoja de cálculo más estandarizado.

RECOMENDACIONES DE FUENTES MÓVILES

El estimado de emisiones de fuentes móviles debe hacer la transición de MOBILE6-México a MOVES-México. Se espera que MOVES-México esté disponible en febrero de 2016. Por diseño, una parte importante de los datos de parque vehicular y actividad recopilados ac-



tualmente por la SEDEMA se pueden convertir al formato de MOVES y se pueden seguir usando directamente para inventarios futuros.

Las recomendaciones específicas para la transición a MOVES-México y las prioridades asociadas con la recopilación de datos incluyen lo siguiente:

- Plan para desarrollar entradas para MOVES-México usando la función de escala *county* (condado / municipio), el cual permite usar los datos del administrador de datos del municipio (*county data manager* - CDM) para importar los datos.
- Determinar el nivel de detalle geográfico deseado para el inventario futuro (esto es, una división entre Distrito Federal y el Estado de México).
- Convertir las entradas de MOBILE a MOVES usando los convertidores de datos de la EPA cuando estén disponibles. Usar el CDM para importar los datos restantes al formato de MOVES.
- Debido a la participación importante de taxis en la Ciudad de México, se pueden considerar corridas separadas del modelo para autos de pasajeros y taxis, usando índices de emisión diferentes a los obtenidos con sensor remoto (RSD).

Las recomendaciones adicionales asociadas con los esfuerzos de recopilación de datos se deben enfocar en:

- Estimados de *KTV basados en la red de vialidades por tipo de vialidad* y hora del día, derivado del modelo de demanda de viajes o de los conteos de tráfico.
- *Distribución de las velocidades vehiculares promedio por hora del día y vialidad*, en particular para capturar el grado de congestión en la Ciudad de México.
- Horarios de conducción por tipo de vehículo, tipo de vialidad y velocidad promedio.
- Entradas del programa de Inspección/Mantenimiento, en especial el factor de cumplimiento. Las evaluaciones del programa se pueden llevar a cabo utilizando la medición de dispositivos de detección remota (RSD).
- Los datos de emisiones evaporativas, en particular la frecuencia de fugas de combustible y vapor que pueden llevar a emisiones COV muy altas, en especial a temperaturas y altitud altas como las de la Ciudad de México.

RECOMENDACIONES PARA FUTURAS DETERMINACIONES DE INCERTIDUMBRE

Se recomienda que las futuras determinaciones de incertidumbre se lleven a cabo siguiendo los métodos detallados en el Volumen 1 (Orientación General e Informes), Capítulo 3 (Incertidumbres) de las *Directrices del IPCC para 2006* (IPCC, 2006). A pesar de que los métodos se desarrollan específicamente para calcular las incertidumbres asociadas con los inventarios de emisiones de GEI, los métodos aplican en general también a otros inventarios de emisiones. Se recomienda que el desarrollador del inventario compile las incertidumbres asociadas con todas las variables de entrada como punto de inicio y después se sigan las directrices del IPCC para estimar la incertidumbre.

INVENTARIO DE EMISIONES DE LA CDMX 2014

CONTAMINANTES CRITERIO, TÓXICOS Y DE EFECTO INVERNADERO

La buena calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) se considera un reto importante en materia ambiental, que deben resolver en conjunto, el Gobierno de la Ciudad de México (CDMX), el Gobierno del Estado de México y el Gobierno Federal, con apoyo de la población. En este contexto, con la finalidad de conocer el origen, la cantidad y el tipo de emisiones al aire que se generan, la Secretaría del Medio Ambiente, a través de la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire, elaboró el presente inventario de emisiones de contaminantes criterio, tóxicos y compuestos de efecto invernadero.

Este documento pretende dar una perspectiva en materia de contaminación del aire, a partir de información generada por diversas instancias, y de información propia, derivada de cálculos y análisis realizados por la SEDEMA. Se presenta un panorama de los factores que afectan la calidad del aire y la cuantificación de contaminantes que se liberan a la atmósfera por tipo de fuente, que en conjunto suman 90 categorías emisoras. Integra nuevas estimaciones como son: comercios y servicios regulados, cambio de uso de suelo, residuos biológicos y tiraderos a cielo abierto, así como uso de hidrofluorocarbonos. Además, describe brevemente, la aplicación de modelos fotoquímicos en la evaluación de medidas de reducción de emisiones y en la determinación del potencial de generación de ozono.