



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

Inventario de Emisiones del Estado de México



**SECRETARÍA
DEL MEDIO
AMBIENTE**
ESTADO DE MÉXICO

Inventario de Emisiones del Estado de México.

GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

E

INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

SUBDIRECCIÓN DE ADAPTACIÓN Y CRECIMIENTO VERDE

DEPARTAMENTO DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO



D.R. © INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO
GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO
Edificio 1 Lado Sur, Conjunto Sedagro S/N, Col. ExRancho
San Lorenzo, C.P. 52140, Metepec, Estado de México

Subdirección de Adaptación y Crecimiento Verde
Departamento de Adaptación al Cambio Climático

México, Diciembre 2014

Contenido

LISTADO DE TABLAS	5
LISTADO DE GRÁFICAS	6
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	8
2. ASPECTOS GENERALES DEL ESTADO DE MÉXICO	
2.1 MEDIO FÍSICO Y NATURAL.....	10
2.1.1 <i>Características Geográficas</i>	10
2.1.2 <i>Características Naturales</i>	13
2.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	15
2.2.1 <i>Población</i>	15
2.2.2 <i>Vivienda</i>	16
2.2.3 <i>Educación</i>	16
2.2.4 <i>Actividades económicas</i>	17
3. INVENTARIO DE EMISIONES	
3.1 INVENTARIO DE EMISIONES DEL ESTADO DE MÉXICO	19
3.1.1 <i>Resultados por tipo de fuente</i>	19
3.2 FUENTES FIJAS.....	20
3.1.1 <i>Metodología</i>	21
3.1.2 <i>Datos de actividad</i>	23
3.1.3 <i>Resultados</i>	24
3.2 FUENTES DE ÁREA	29
3.2.1 <i>Metodología</i>	30
3.2.2 <i>Datos de actividad</i>	32
3.2.3 <i>Resultados</i>	34
3.4 FUENTES MÓVILES.....	41
3.4.1 <i>Metodología</i>	41
3.4.2 <i>Datos de actividad</i>	44
3.4.3 <i>Resultados</i>	49
3.5 FUENTES BIÓGENICAS	53
3.5.1 <i>Metodología</i>	54
3.5.2 <i>Datos de actividad</i>	54
3.5.3 <i>Resultados</i>	55
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.1 CONCLUSIONES	57
4.2 RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	
ANEXO FF-1.....	64
ANEXO FA-1	66
ANEXO FM-1	69

Listado de Tablas

TABLA 1. VOLUMEN POBLACIONAL DE 1950 -2010.	15
TABLA 2. TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL DE 1950 -2010.	16
TABLA 3. EMISIONES POR TIPO DE FUENTE Y TIPO DE CONTAMINANTE EN EL ESTADO DE MÉXICO PARA EL 2010.	19
TABLA 4. MUNICIPIOS QUE REPORTAN MENOS DE 10 ESTABLECIMIENTOS	24
TABLA 5. EMISIONES EN TONELADAS AL AÑO DE LAS FUENTES FIJAS POR CATEGORÍA.....	26
TABLA 6. PORCENTAJE DE MISIONES DE LAS FUENTES FIJAS POR CATEGORÍA Y POR TIPO DE CONTAMINANTE.....	27
TABLA 7. EMISIONES POR TIPO DE CONTAMINANTE Y POR ZONA EN TONELADAS ANUALES	28
TABLA 8. CONTAMINANTES EVALUADOS EN FUENTES DE ÁREA.	30
TABLA 9. EMISIONES POR TIPO DE CONTAMINANTE DE LA CATEGORÍA DE COMBUSTIÓN DE FUENTES ESTACIONARIAS.....	35
TABLA 10. EMISIONES DE LA CATEGORÍA USO DE SOLVENTES.	36
TABLA 11. EMISIONES DE LA CATEGORÍA MANEJO Y TRANSPORTE DE COMBUSTIBLES.	37
TABLA 12. EMISIONES DE LA CATEGORÍA FUENTE INDUSTRIALES LIGERAS Y COMERCIALES.	37
TABLA 13. EMISIONES DE LA CATEGORÍA FUENTES AGROPECUARIAS.	38
TABLA 14. EMISIONES DE LA CATEGORÍA MANEJO DE RESIDUOS.....	38
TABLA 15. EMISIONES DE LA CATEGORÍA FUENTES MISCELÁNEAS.	39
TABLA 16. EMISIONES POR TIPO DE CONTAMINANTE Y POR ZONA EN TONELADAS ANUALES	40
TABLA 17. HOMOLOGACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN VEHICULAR.	43
TABLA 18. DATOS DE ACTIVIDAD DE LA FLOTA VEHICULAR POR TIPO DE VEHÍCULO.....	44
TABLA 19. DATOS DE ACTIVIDAD DE LA FLOTA VEHICULAR POR TIPO DE VEHÍCULO Y POR ZONA.	45
TABLA 20. EMISIONES POR TIPO DE CONTAMINANTE EN TONELADAS ANUALES Y POR TIPO DE VEHÍCULO.	50
TABLA 21. EMISIONES POR TIPO DE CONTAMINANTE Y POR COMBUSTIBLE EN TONELADAS ANUALES DE LAS FUENTES VEHICULARES.	51
TABLA 22. EMISIONES POR TIPO DE CONTAMINANTE Y POR ZONA EN TONELADAS ANUALES DE LAS FUENTES VEHICULARES.	52
TABLA 23. CATEGORÍAS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	53
TABLA 24. CATEGORÍAS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL ESTADO DE MÉXICO.	54
TABLA 25. EMISIONES DE FUENTES NATURALES POR TIPO DE ZONA EN TONELADAS AL AÑO.	56
TABLA 26. INVENTARIO DE EMISIONES DE FUENTES FIJAS DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE CUAUTILÁN TEXCOCO PARA EL AÑO 2010.	64
TABLA 27. INVENTARIO DE EMISIONES DE FUENTES FIJAS DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA PARA EL AÑO 2010.	65
TABLA 28. INVENTARIO DE EMISIONES DE FUENTES DE ÁREA DEL ESTADO DE MÉXICO PARA EL AÑO 2010.....	66
TABLA 29. INVENTARIO DE EMISIONES DE FUENTES DE ÁREA DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE CUAUTILÁN TEXCOCO PARA EL AÑO 2010.....	67
TABLA 30. INVENTARIO DE EMISIONES DE FUENTES DE ÁREA DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA PARA EL AÑO 2010.....	68
TABLA 31. INVENTARIO DE EMISIONES DE FUENTES MÓVILES DE LA ZONA DEL VALLE CUAUTILÁN TEXCOCO PARA EL AÑO 2010... ..	69
TABLA 32. INVENTARIO DE EMISIONES DE FUENTES MÓVILES DE LA ZONA DEL VALLE DE TOLUCA PARA EL AÑO 2010.....	69

Listado de Gráficas

GRÁFICA 1. NORMALES CLIMATOLÓGICAS DE TEMPERATURA EN LA ENTIDAD, PERIODO 2010.	14
GRÁFICA 2. PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL EN LA ENTIDAD, PERIODO 2010.	14
GRÁFICA 3. VOLUMEN POBLACIONAL 1950 - 2010.	15
GRÁFICA 4. PORCENTAJE DE EMISIÓN POR TIPO DE CONTAMINANTE.	20
GRÁFICA 5. MUNICIPIOS QUE REPORTAN 10 O MÁS ESTABLECIMIENTOS.....	23
GRÁFICA 6. PORCENTAJE DE EMISIÓN POR TIPO DE CONTAMINANTE	25
GRÁFICA 7. NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS POR CATEGORÍA.	25
GRÁFICA 8. PORCENTAJE DE EMISIÓN POR TIPO DE CONTAMINANTE	34
GRÁFICA 9. PORCENTAJE DE EMISIÓN POR CATEGORÍA DE FUENTE.....	35
GRÁFICA 10. PORCENTAJE DE EMISIÓN POR TIPO DE ZONA Y TIPO DE CONTAMINANTE.	40
GRÁFICA 11. PORCENTAJE DEL PARQUE VEHICULAR POR TIPO CON RESPECTO AL QUE VERIFICA Y AL QUE NO.	46
GRÁFICA 12. NÚMERO DE VEHÍCULOS AÑO MODELO, TIPO DE COMBUSTIBLE Y TIPO DE TECNOLOGÍA.....	48
GRÁFICA 13. PORCENTAJE NÚMERO DE VEHÍCULOS POR AÑO MODELO Y TIPO DE HOLOGRAMA.	48
GRÁFICA 14. PORCENTAJE DE EMISIÓN POR TIPO DE CONTAMINANTE.	49
GRÁFICA 15. PORCENTAJE DE EMISIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO.....	50
GRÁFICA 16. PORCENTAJE DE EMISIÓN POR TIPO DE COMBUSTIBLE	51
GRÁFICA 17. PORCENTAJE DE EMISIÓN POR TIPO DE ZONA Y TIPO DE CONTAMINANTE.....	52
GRÁFICA 18. PORCENTAJE DE EMISIÓN POR TIPO DE CONTAMINANTE DE FUENTES BIOGÉNICAS.....	55
GRÁFICA 19. PORCENTAJE DE EMISIÓN POR TIPO DE CONTAMINANTE DE FUENTES NATURALES Y POR TIPO DE ZONA.	56

Listado de figuras

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN	10
FIGURA 2. TERRITORIO ESTATAL Y REGIONAL	11
FIGURA 3. TIPOS DE CLIMA DEL ESTADO DE MÉXICO.	13

1. Introducción

La Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, por conducto del Departamento de Adaptación al Cambio Climático perteneciente al Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático, ha desarrollado el presente Inventario de Emisiones con la finalidad de contar con una herramienta de gestión ambiental que nos permita tomar decisiones en materia de calidad del aire. Estos inventarios se han desarrollado a lo largo del tiempo para las zonas metropolitanas de los Valles de México y Toluca y para la entidad.

En este inventario de emisiones fueron considerados los contaminantes criterio como: las partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (μm) (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$), el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO_2), y los óxidos de nitrógeno (NO_x), los compuestos orgánicos volátiles (COV) y el amoníaco (NH_3), éstos afectan la calidad del aire y son emitidos a la atmósfera de manera local, o algunos son precursores de contaminantes secundarios y que fueron estimados y emitidos a la atmósfera durante el año 2010.

Para elaborar los inventarios de emisiones se debe de contar con información de diferentes fuentes como las industriales, agrícolas, población, vivienda, transporte, combustibles, usos de suelo, ganado, datos de clima, entre otros; para lo cual se debe establecer vínculos con otras instituciones gubernamentales, industriales, sociales, etc. por ejemplo: SAGARPA, PEMEX, SCT, CAEM, SEDECO, INEGI, IGECM, entre otros. Además de contar con el apoyo de Dependencias Federales como la SEMARNAT quienes aportan a los estados cursos y desarrollo de capacidades para mejorar y disminuir la incertidumbre de los mismos.

1.1 Estructura del documento

El presente documento se encuentra estructurado con los siguientes capítulos:

En el Capítulo 1, se encuentra especificada la Introducción.

En el Capítulo 2, se mencionan los aspectos físicos y naturales como por ejemplo la superficie territorial, tipo de suelo, región hidrológica y de clima y en la parte socioeconómica de la entidad se menciona a la población, la vivienda, industria, servicios, combustibles, etc. del Estado de México.

En el Capítulo 3, se describe el desarrollo del inventario de emisiones, así como las emisiones por tipo de fuente, por contaminante y por tipo de zona metropolitana (Valle de México y Toluca).

En el Capítulo 4, se mencionan las conclusiones y recomendaciones derivadas del presente documento.



En el Capítulo 5, se desglosa el listado de bibliografía utilizada y las fuentes de consulta vía internet.

Y finalmente en el apartado de Anexos se encuentran las tablas de las emisiones por tipo de zona metropolitana que no fueron expuestas en el Capítulo 3.

2. Aspectos generales del Estado de México

México

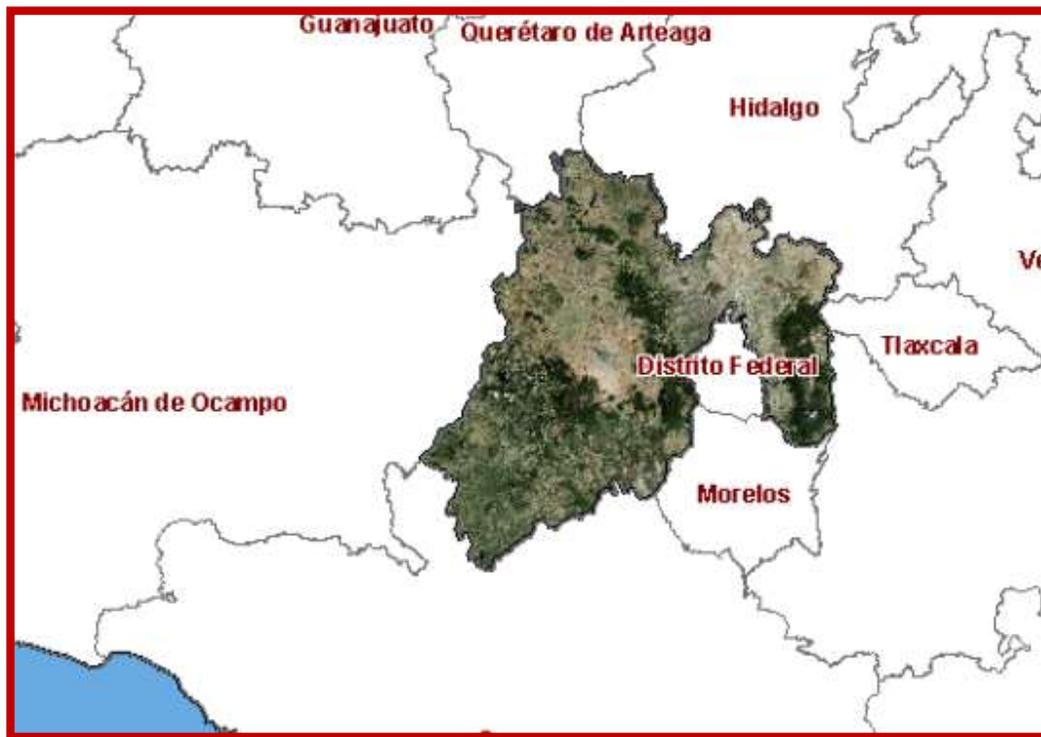
2.1 Medio Físico y Natural

2.1.1 Características Geográficas¹

Localización y superficie territorial

El Estado de México colinda al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo; al sur con Guerrero, Morelos y Distrito Federal; al oriente, con los estados de Puebla y Tlaxcala; y, al poniente con Michoacán y Guerrero. (SEDECO, 2008).

Figura 1. Localización

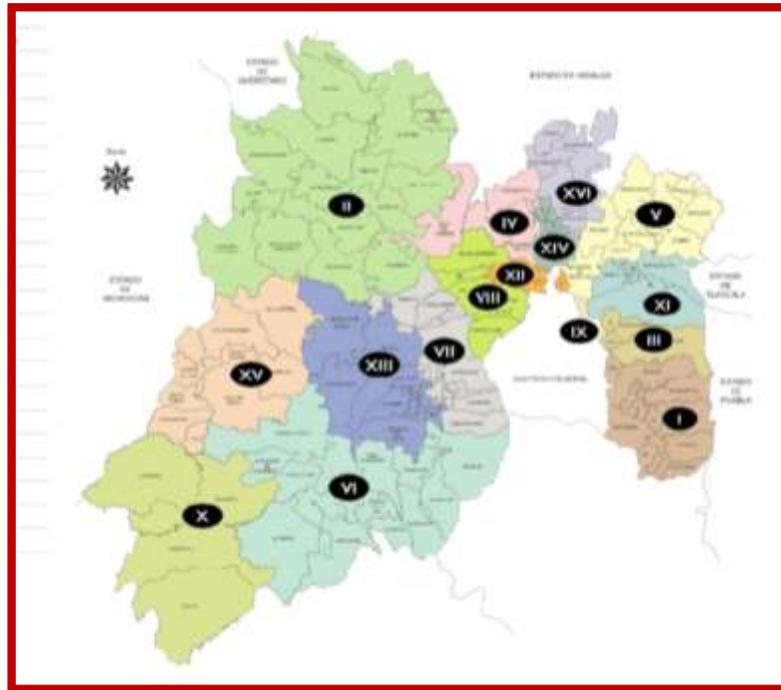


Fuente: www.edomex.gob.mx

¹ Información recopilada del Plan Estatal de Desarrollo Urbano. SEDECO. 2008.

Cuenta con una superficie de 22,499.95 Km² y representa el 1.1% del total nacional. Se localiza entre los paralelos 18° 21' y 20° 17' de latitud norte y los meridianos 98° 35' y 100° 36' de longitud oeste. Está dividido en 125 municipios que por sus características geográficas y demográficas se agrupan en 16 regiones socioeconómicas, siendo Toluca la sede de la Capital de la entidad.

Figura 2. Territorio Estatal y Regional



Fuente: www.edomex.gob.mx

Orografía

La entidad se ubica en la parte sur de la altiplanicie meridional mexicana, la altitud en las cabeceras municipales fluctúa entre 1,330 y 2,800 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) Se caracteriza por la presencia de zonas montañosas, valles, lomeríos y llanuras.

En el Valle Cuautitlán-Texcoco el relieve es plano, con una altura promedio de 2,240 m.s.n.m., la cual se interrumpe por algunas elevaciones como la Sierra de Guadalupe, localizada al norte del Distrito Federal y la de Santa Catarina, al sur poniente de esa entidad.

El Valle de Toluca se caracteriza por tener un relieve de llanuras, lomeríos y cañadas, con algunas elevaciones de origen volcánico como el Nevado de Toluca, con una altura de 4,680 m.s.n.m. y ubicado a 22 kilómetros al sur poniente de la capital del estado.

Geología

Comprende dos provincias fisiográficas: el Eje Volcánico que abarca la mayor parte de su territorio y la Sierra Madre del Sur. Por ello, está constituido en su mayor parte por rocas volcánicas, depósitos sedimentarios fluviales y lacustres en las porciones centro, norte y oeste que ocupan el 70% de la superficie estatal.

Desde el punto de vista estructural, destacan los sistemas de fallas geológicas normales en el Valle de Toluca, la zona de Ixtlahuaca - Perales y la falla Tixmadejé - Acambay en el municipio de Acambay.

Edafología

En la mitad del territorio estatal (55.8%), se presentan suelos de los grupos feozem, andosol y regosol. El resto de la superficie corresponde a otros 10 grupos edáficos.

Los suelos de tipo feozem, que se caracterizan por ser aptos para la agricultura, se localizan principalmente en los Valles de Cuautitlán-Texcoco y de Toluca.

Los suelos de tipo andosol, derivados de cenizas volcánicas, son susceptibles a erosionarse y poco aptos para uso agrícola, se localizan en áreas volcánicas como las sierras de Monte Alto, las Cruces, Nevado de Toluca, Valle de Bravo y Carimangacho.

Los suelos tipo regosol, formados por materiales sueltos diferentes del aluvial, son pedregosos, su aptitud para la agricultura es moderada y se encuentran en zonas de montaña y lomeríos, como es el caso de las porciones al sur de las regiones de Texcoco y Tejupilco.

Hidrología

El Estado de México se caracteriza por formar parte de las tres regiones hidrológicas más importantes del país, como son: Pánuco, Lerma-Chapala- Santiago y Balsas.

La región del Pánuco, comprende una sola cuenca, que cubre la porción norte y oriente, presenta abundantes recursos, en la actualidad seriamente afectados, como los lagos de Texcoco y Chalco.

La región del Lerma-Chapala-Santiago, cubre la porción centro occidente con una superficie de 539,545 hectáreas. El Río Lerma nace en el municipio de Almoloya del Río hasta el municipio de Temascalcingo, cuenta con 178 Km. Su cauce sigue por varios estados de la República hasta desembocar, con el nombre de Santiago, en el Océano Pacífico.

La región del Balsas, se localiza en la zona sur del territorio, con una superficie de 957,154 hectáreas. Se ubica sobre las áreas de Valle de Bravo y Coatepec Harinas,

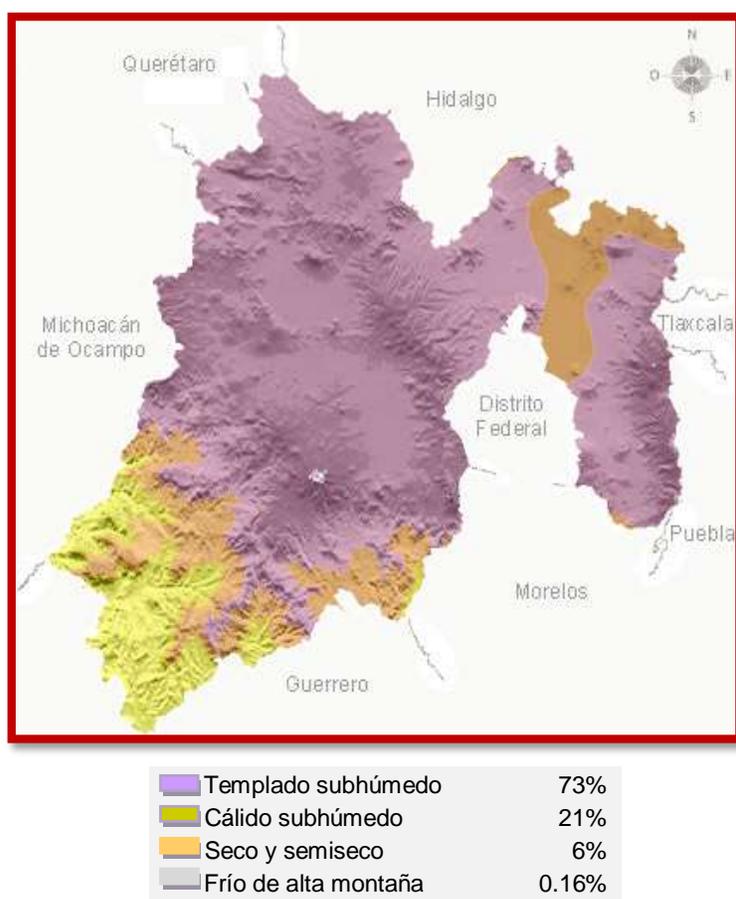
a diferencia de las otras dos cuencas, se distingue porque se sitúa sobre terrenos montañosos y pequeños valles.

2.1.2 Características Naturales

Clima

El 73% del estado presenta clima templado subhúmedo, localizado en los valles altos del norte, centro y este; el 21% es cálido subhúmedo y se encuentra hacia el suroeste, el 6% seco y semiseco, presente en el noreste, y 0.16% clima frío, localizado en las partes altas de los volcanes.

Figura 3. Tipos de clima del Estado de México.



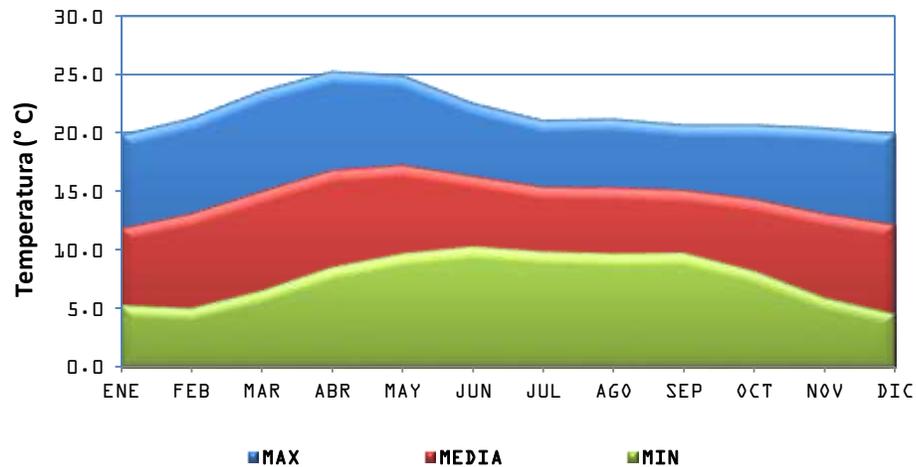
**Referido al total de la superficie estatal.*

FUENTE: Elaborado con base en INEGI. Carta de Climas 1:1 000 000

La temperatura media anual es de 14.7°C, las temperaturas más bajas se presentan en los meses de enero y febrero son alrededor de 3.0°C. La temperatura máxima promedio se presentan en abril y mayo es alrededor de 25°C.

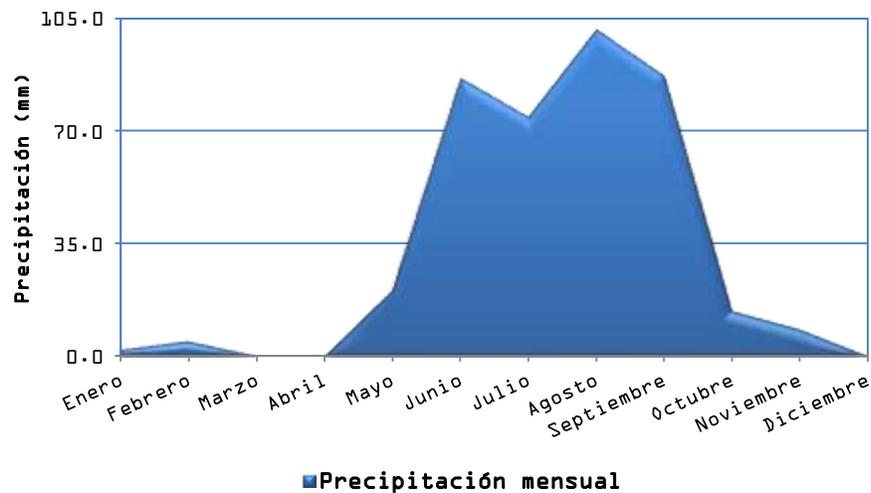
El Nevado de Toluca (Alberge, Estación de Microondas), se registra una temperatura media anual de 3.9°C, que es la más baja de todo el país.

Gráfica 1. Normales climatológicas de temperatura en la entidad, periodo 2010.



Las lluvias se presentan durante el verano en los meses de mayo a septiembre, la precipitación media del estado es de 972.3 mm anuales.

Gráfica 2. Precipitación promedio anual en la entidad, periodo 2010.



2.2 Aspectos socioeconómicos

2.2.1 Población

En 60 años, el volumen de población de los municipios que actualmente componen la ZMVM se sextuplicó al pasar de 356,754 habitantes en 1950 a un estimado 2,174,501 habitantes en 2010. A pesar de que la ZMVC-T es la que concentra la mayor proporción de población y que en los últimos 10 años ha aumentado 2,076,176 habitantes, la ZMVT ha presentado el mayor dinamismo demográfico y aumentado 441,517 habitantes en las últimos 10 años.

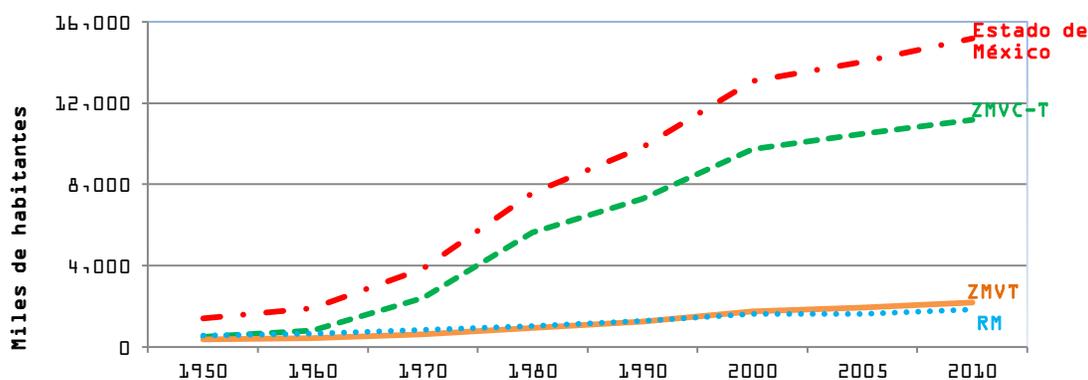
Tabla 1. Volumen poblacional de 1950 -2010.

Entidad/Zonas	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Estado de México	1,392,623	1,897,851	3,833,185	7,564,335	9,815,795	13,096,686	15,175,862
ZMVC-T	472,754	807,389	2,399,038	5,609,725	7,297,758	9,745,094	11,183,710
ZMVT	356,754	437,787	617,482	938,841	1,249,274	1,732,984	2,174,501
RM	563,523	652,675	816,665	1,015,769	1,268,763	1,618,608	1,817,651

Fuente: COESPO con base en INEGI, Censos y Conteos de Población 1950 – 2010.

El volumen poblacional de la ZMVT reporta mayor peso relativo al pasar de 12.4% a 14.3% en los años 1980 y 2010, respectivamente, lo que significa, a su vez, un aumento de 2.3 veces la población total en ese mismo periodo de 30 años, mientras que el propio estado ha aumentado 2 veces su población. Lo que significa un dinamismo demográfico alto en esa zona, (COESPO, 2012).

Gráfica 3. Volumen poblacional 1950 - 2010.



El ritmo de crecimiento de la población del estado ha sido heterogéneo, agrupado estos comportamientos en tres grandes regiones de las cuales la ZMVT ha sido superior, desde 1980, el ritmo de la ZMVC-T, incluso mayor al ritmo del propio estado. Las áreas urbanas son las que siguen concentrando la mayor parte del crecimiento poblacional en la entidad, lo que explica la creciente expansión de las

zonas metropolitanas, incrementando de igual manera el crecimiento natural y social, (COESPO, 2012).

Tabla 2. Tasas de crecimiento poblacional de 1950 -2010.

Entidad/Zonas	1950-1960	1960-1970	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2010
Estado de México	3.1	7.6	6.8	2.7	2.9	1.4
ZMVC-T	5.3	12.0	8.5	2.7	3.0	1.3
ZMVT	2.0	3.6	4.1	3.0	3.3	2.2
RM	1.4	2.4	2.1	2.3	2.5	1.2

Fuente: COESPO con base en INEGI, Censos de Población 1950 – 2010.

2.2.2 Vivienda

En el 2010, en el Estado de México había 3,687,193 viviendas particulares, de las cuales: 3,383,410 disponen de agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero en el mismo terreno, lo que representa el 91.7%, 3 472 355 tienen drenaje, lo que equivale al 94.2% y 3,646,743 cuentan con energía eléctrica, esto es el 98.9%

Hogares

En el 2010, en la entidad hay 3,689,053 hogares, en donde el 23% son dirigidos por una mujer (847,910 hogares) y el 77% son dirigidos por un hombre (2,841,143 hogares).

2.2.3 Educación

Escolaridad

En el Estado de México, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 9.1, lo que equivale a poco más la secundaria concluida.

De cada 100 personas de 15 años y más

- **4.8%** no tienen ningún grado de escolaridad.
- **55.5%** tienen la educación básica terminada.
- **0.6%** cuentan con una carrera técnica o comercial con primaria terminada.
- **22.4%** finalizaron la educación media superior.
- **16.3%** concluyeron la educación superior.
- **0.4%** no especificado.

Analfabetismo

En el Estado de México, 4 de cada 100 personas de 15 años y más, no saben leer ni escribir.

2.2.4 Actividades económicas

Producto Interno Bruto (PIB)

El Producto Interno Bruto (PIB) del Estado de México en 2010 representó 9.40% con respecto al total nacional y en comparación con el año anterior tuvo un incremento del 2.98%.²

Por grupo de actividades económicas:

El sector primario: Agricultura, ganadería, caza y pesca, tiene el 31% de las actividades económicas totales.

En el sector secundario: Tenemos a la minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad con el 58% del total de la actividad económica.

En el sector terciario: Tenemos al comercio, turismo y servicios con el 11%.

Unidades económicas y personal ocupado

Según datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas³, para el 2010 en esta entidad federativa se contaba con 585,292 Unidades Económicas, lo que representa el 12.1% del total en nuestro país.

En la entidad el personal ocupado corresponde a 2,618,331 de personas, el 9.7% del nacional.

Del total del personal ocupado en la entidad, el 57.2% (1,498,780) son hombres y el 42.8% (1,119,111) son mujeres.

En promedio, las remuneraciones que recibe cada trabajador al año en el estado de México son de \$ 98,121, el promedio nacional es de \$99 114.

Parques industriales

El Estado de México cuenta con 13 parques industriales a lo largo de su territorio, estos parques tienen la particularidad de contar con servicios como pueden ser: abastecimiento de energía eléctrica, abastecimiento de agua con diversos tipos de

² Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

³ Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Quinta versión (DENUE interactivo 10/2013).



tratamiento, en función del uso que se le quiera dar, como, por ejemplo, para uso potable, para calderas, o para enfriamiento, etc.

- Parque industrial “Huehuetoca”
- Parque Micro Industrial "Cuautitlán Izcalli"
- Parque industrial “Hermandad del Estado de México” Ixtlahuaca
- Parque industrial “Cerrillo I” Lerma
- Parque industrial “Cerrillo II” Lerma
- Parque Industrial “Santa Bárbara” Atlacomulco
- Parque Industrial “El Coecillo” Toluca
- Parque Industrial “Jilotepec”
- Parque Industrial “San Antonio Buenavista” Toluca
- Parque Industrial “Atlacomulco”
- Parque Industrial “Exportec I” Toluca
- Parque Industrial “Exportec II” Toluca

3. Inventario de Emisiones

3.1 Inventario de Emisiones del Estado de México

El inventario de emisiones se realizó para los 125 municipios del Estado de México y los resultados se reportan por tipo de zona: Zona Metropolitana del Valle de México (59 municipios), Zona Metropolitana del Valle de Toluca (22 municipios) y para el Resto de los Municipios (conformado por el restante que son 44).

El año base que se determinó para este trabajo fue el 2010, ya que el último realizado para la entidad fue con año base 2006 y para las Zonas Metropolitanas de los Valles de México y Toluca fue en el 2004, aunque fueron publicados unos años después.

Como en el resto de los inventarios los contaminantes que son estimados son los llamados criterio y corresponden a partículas menores a 2.5 y 10 micrómetros ($PM_{2.5}$ y PM_{10}), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoníaco (NH_3).

Así mismo se consideraron cuatro fuentes de emisión y sus categorías, estas fuentes son:

- *Fuentes fijas.* Que corresponde a la industria.
- *Fuentes de área.* Correspondiente a los comercios, servicios y algunas actividades industriales no consideradas en fuentes fijas y lo referente a las actividades domésticas básicamente por el uso de solventes.
- *Fuentes móviles.* Las emisiones son evaluadas por la descarga de gases del escape de los vehículos que circulan en la entidad (principalmente se basa en los que se encuentran emplacados dentro del territorio del estado).
- *Fuentes biogénicas.* Corresponden a las fuentes naturales, es decir las emisiones que se genera propiamente por el tipo de uso de suelo existente en la entidad.

3.1.1 Resultados por tipo de fuente

Las emisiones estimadas para las diferentes fuentes en el Estado de México para el año 2010 en toneladas anuales fueron de: 1,764,561.4 (63.7%) de CO, 607,559.4 (21.9%) de COV, 227,936.3 (8.2%) de NO_x , 60,506.2 (2.2%) de PM_{10} , 50,728.5 (1.8%) de NH_3 , 50,644.1 (1.8%) de $PM_{2.5}$ y 10,164.6 (0.4%) de SO_2 .

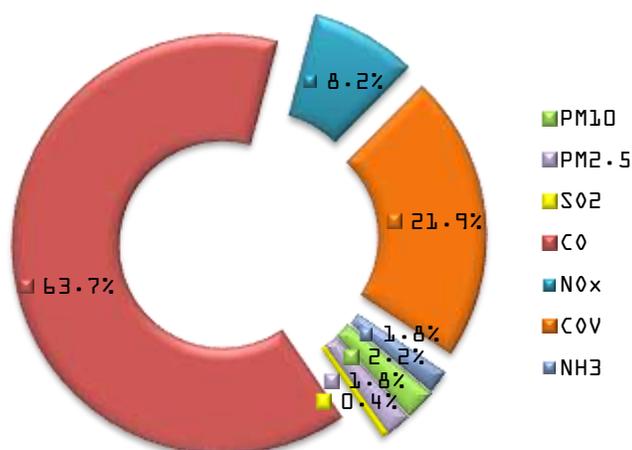
Tabla 3. Emisiones por tipo de fuente y tipo de contaminante en el Estado de México para el 2010.

Estado de	Toneladas /año
-----------	----------------

México	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Fuentes fijas	4,957.8	3,470.6	6,850.0	6,437.5	16,503.7	19,008.3	181.1
Fuentes de área	52,838.9	45,144.8	3,022.4	345,002.4	86,923.2	424,425.2	47,680.8
Fuentes móviles	2,709.5	2,028.7	292.2	1,413,121.5	122,630.7	156,210.9	2,866.5
Fuentes naturales	-	-	-	-	1,878.7	7,915.0	-
Total	60,506.2	50,644.1	10,164.6	1,764,561.4	227,936.3	607,559.4	50,728.5

Fuente: Elaboración propia, usando metodología de la EPA.

Gráfica 4. Porcentaje de emisión por tipo de contaminante.



En los siguientes apartados se reportan las emisiones por tipo de fuente, tipo de contaminante y tipo de zona metropolitana, además de reportar la metodología empleada y los datos de actividad.

3.2 Fuentes fijas

Una fuente fija es toda instalación establecida en un solo lugar, que por sus actividades o en sus procesos generen o puedan generar emisiones a la atmósfera, que se encuentran establecidas en el Estado de México.

Las emisiones generadas en este tipo de fuente son provenientes por la quema de combustibles fósiles, los procesos para la producción o elaboración de productos y en el almacenamiento, así como en el transporte de materiales y productos en el establecimiento.

La información que se requiere para estimar las emisiones de éstas fuentes es la contenida en la COI como son: los datos generales, materias primas, productos,

combustibles, equipos generadores de emisión y las emisiones normadas y medidas directamente en la fuente y que son reportadas en el apartado correspondiente.

Para clasificar a la industria manufacturera estatal se utiliza el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) y para el caso de la industria federal su clasificación se encuentra establecida en el artículo 109 bis de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Para el caso de este inventario la clasificación industrial quedo de la siguiente manera:

Industria de jurisdicción federal

- Industria del petróleo y gas
- Industria química
- Industria de pinturas y tintas
- Industria metalúrgica (incluye la siderúrgica)
- Industria automotriz
- Industria de celulosa y papel
- Industria del cemento y cal
- Fabricación de partes para vehículos automotores
- Industria del vidrio
- Generación de energía eléctrica
- Tratamiento de residuos peligrosos

Industria de jurisdicción estatal

- Industria de alimentos y bebidas
- Industrias textil
- Industria de la madera
- Industria del asfalto
- Otras industrias manufactureras

3.1.1 Metodología

Para el inventario de emisiones de las fuentes puntuales (industrias) la información se recopila mediante el instrumento regulatorio denominado Cédula de Operación Integral para fuentes fijas de jurisdicción estatal (COI), que presentan los establecimientos industriales, comerciales y de servicios que están obligados a reportar de manera anual y que cuentan con Licencia de funcionamiento en emisiones a la atmósfera.

Para el caso de las industrias federales que se encuentran ubicadas en la entidad y debido a que no están obligadas a reportarle a la Secretaria la información correspondiente a emisiones es proporcionada por la SEMARNAT.



Esta información se integra en una base de datos que ha sido homologada por la SEMARNAT llamada DATGEN, en la que se reportan los datos de los establecimientos y las emisiones de los contaminantes criterio establecidos como: las partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}), monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV) y el amoníaco (NH_3).

Para asegurar la calidad de los datos se requiere contar con datos suficientes ya sea de emisiones o para el cálculo de éstas, por lo que se debe contar con las características de operación de los equipos de combustión y de las actividades del proceso, las unidades, parámetros medidos y normados, productos, materias primas combustibles, métodos de cálculo, factores de emisión, entre otros. Posteriormente esta información se analiza buscando la congruencia y la certidumbre de los datos.

Finalmente se verifica y valida los datos de emisión obtenidos comparándolos con los datos de materias primas, productos, consumos de combustibles, datos de otras fuentes similares y de otros inventarios (SEMARNAT, INEM-2005).

La estimación de las emisiones se realizó para las actividades de combustión y de proceso, utilizando principalmente factores de emisión que se obtienen del AP-42 de la EPA, Además si se cuentan con datos suficientes se realizan balances de materiales para estimar emisiones de COV por proceso y aquellas que no tienen combustión.

Los factores de emisión utilizados para los equipos que utilizan combustibles fósiles son estimados específicamente para cada uno y están determinados además por la capacidad del equipo y su sistema de control. Los combustibles que se utilizan en la entidad son: gas lp, gas natural y diesel; sin embargo es importante recalcar que la industria federal aun utiliza combustóleo y carbón en sus procesos de combustión.

Y para el caso de las emisiones derivadas de las actividades realizadas por cada categoría de fuente o durante las etapas del proceso de producción, los factores de emisión están determinados para la cantidad de materia prima utilizada o la cantidad de productos generados, así como de los materiales utilizados para el mantenimiento de equipos.

Una vez que se tienen identificados los datos de actividad y los factores de emisión, el cálculo de las emisiones se realiza usando la siguiente ecuación.

$$E = (DA * FE) \left(\frac{1 - EC}{100} \right)$$

Donde:

E = Emisión del contaminante, en toneladas/año

DA = Dato de actividad (por ejemplo: cantidad de combustible utilizada, materia prima utilizada, cantidad de producto generado, etc.) en unidades de kg, ton, m³ ó litros

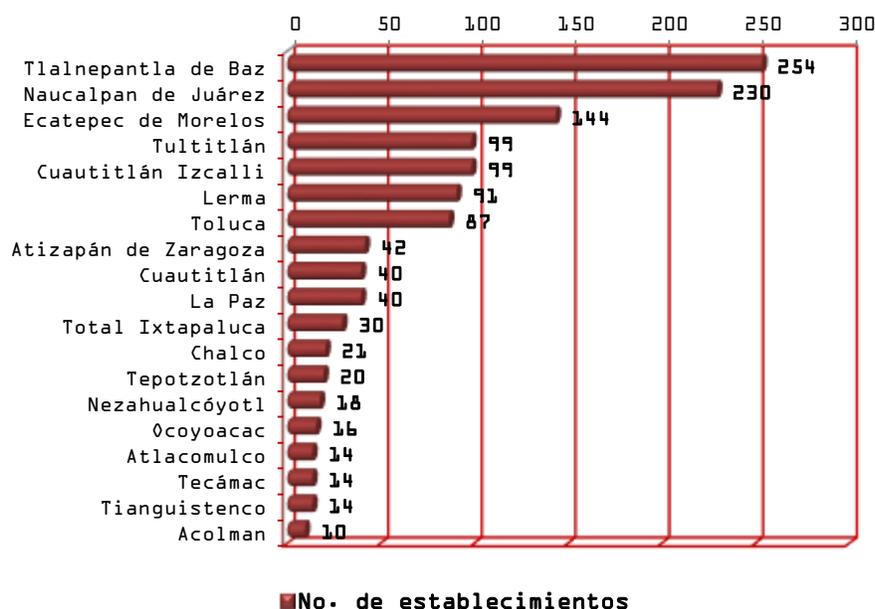
FE = Factor de emisión (este puede ser reportado en unidades de kg de contaminante emitido/m³ de combustible consumido, kg de contaminante emitido/ton de material procesado, etc.)

EC = Eficiencia del sistema de control, expresado en fracción

3.1.2 Datos de actividad

Las emisiones estimadas de las fuentes fijas tanto estatales como federales se desagregaron por zona metropolitana y por sector industrial. El número total de fuentes fijas incluidas en este inventario fue de 1,402, en la gráfica 5 se muestran los municipios que reportan 10 o más industrias que equivale al 91.5% de las industrias y que se encuentran asentadas en 19 municipios de la entidad.

Gráfica 5. Municipios que reportan 10 o más establecimientos



En la tabla 4 se muestra el resto de los establecimientos que están ubicados en 40 municipios y que cuentan con menos de 9 industrias reportadas.

Tabla 4. Municipios que reportan menos de 10 establecimientos

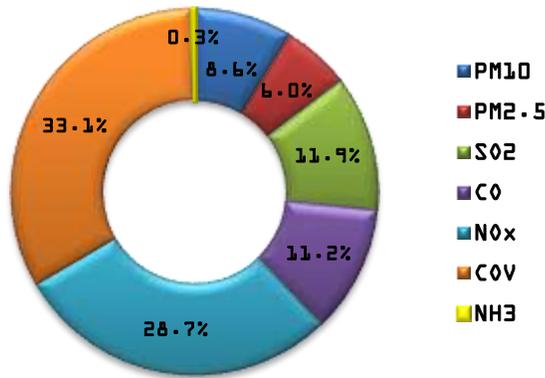
Número de establecimientos	Municipios que los reportan
9	Texcoco
8	Chicoloapan
7	Huixquilucan, Nicolás Romero, Tenango del Valle, Teoloyucán
6	Metepec
5	Apaxco, Coacalco de Berriozábal, Huehuetoca, Zinacantepec
3	Amecameca, Capulhuac, San Antonio la Isla, Valle de Chalco
2	Atizapán, Chimalhuacán, Nextlalpan, Polotitlán, Rayón, San Mateo Atenco, Soyaniquilpan de Juárez, Teotihuacán, Tlalmanalco, Tultepec, Zumpango
1	Acambay, Aculco, Almoloya de Juárez, Chapa de Mota, Chiautla, Jilotepec, Jocotitlán, Melchor Ocampo, Morelos, Tenancingo, Tezoyuca, Villa de Allende, Zacazonapan

Fuente: Elaboración propia, usando datos de la COI.

3.1.3 Resultados

Las emisiones de las fuentes fijas en el Estado de México para el año 2010 contribuyeron con 8.6% de partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀), 6.0% de partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}), 11.9% de óxidos de azufre (SO_x), 28.7% de óxidos de nitrógeno (NO_x), 11.2% de monóxido de carbono (CO), 33.1% de compuestos orgánicos volátiles (COV) y 0.3% de amoníaco (NH₃), Gráfica 6.

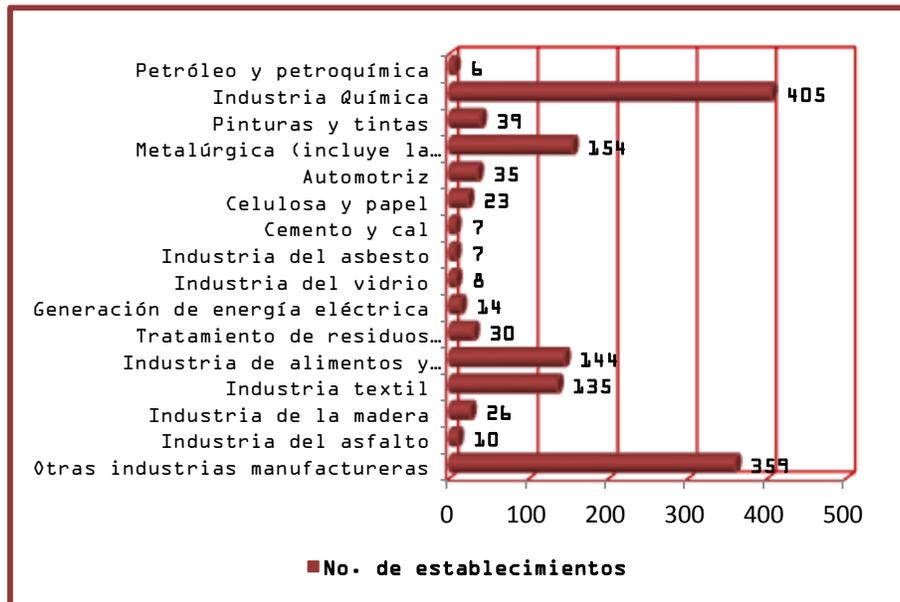
Gráfica 6. Porcentaje de emisión por tipo de contaminante



Resultados por categoría de fuente

En la gráfica 7 se muestra el número de fuentes fijas que existen por categoría y se observa que la industria que reporta mayor número de fuentes es la química con 28.9%, otras industrias manufactureras con 25.6%, la metalúrgica con 11.0%, la industria de alimentos y bebidas con el 10.3% y la industria textil con el 9.6%. El resto de las fuentes son menores al 2.8% y representan 14.6% del total.

Gráfica 7. Número de establecimientos por categoría.



En la tabla 5 se muestran las emisiones generadas en el 2010 por categoría de fuente o sector de las industrias manufactureras y por tipo de contaminante.

Tabla 5. Emisiones en toneladas al año de las fuentes fijas por categoría

Categoría de fuente ó Sector	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Industria del petróleo y petroquímica	18.2	13.1	613.0	11.3	135.6	306.8	0.0
Industria química	442.0	284.8	1,217.7	570.7	2,614.9	5,661.1	23.6
Industria de pinturas y tintas	587.1	305.9	4.9	21.5	111.4	3,026.9	2.2
Industria metalúrgica (incluye la siderúrgica)	794.9	552.6	123.3	1,510.2	634.5	2,201.1	14.6
Industria automotriz	686.3	381.4	6.4	72.4	110.4	2,426.7	3.1
Industria de celulosa y papel	188.5	134.9	3,510.1	308.6	748.1	72.2	17.5
Industria del cemento y cal	339.2	115.1	524.3	69.1	1,529.2	7.3	0.9
Industria del asbesto	4.1	4.1	1.8	4.8	10.2	12.5	0.3
Industria del vidrio	612.4	597.8	1.9	267.8	1,929.2	45.6	10.2
Generación de energía eléctrica	792.4	790.2	667.8	3,032.1	7,837.5	97.9	97.2
Tratamiento de residuos peligrosos	5.5	3.7	16.8	3.4	16.0	39.9	0.2
Industria de alimentos y bebidas	176.4	60.7	24.9	282.3	383.3	1,570.9	4.2
Industria textil	83.7	60.1	107.1	130.0	222.5	221.2	3.5
Industria de la madera	29.7	21.1	0.0	0.1	0.4	262.8	0.2
Industria del asfalto	4.3	2.9	18.0	4.4	17.4	0.2	0.7
Otras industrias manufactureras	193.1	142.1	11.7	148.6	203.2	3,055.3	2.7
Total	4,957.8	3,470.6	6,850.0	6,437.5	16,503.7	19,008.3	181.1

Fuente: Elaboración propia con información contenida en la COI.

Las categorías que contribuyen con más del 10% de las emisiones son la generación de electricidad y la industria metalúrgica que generan cada una el 16% de las emisiones totales de PM₁₀, la industria automotriz el 14%, la industria de pinturas y tintas y la industria del vidrio el 12%.

En la emisión de PM_{2.5} las categorías que más contribuyen son: el 23% corresponde a la generación de electricidad, el 17% a la industria del vidrio, el 16% a la industria metalúrgica y el 11% a la industria automotriz.

Para el caso de los SO_x las fuentes de mayor emisión corresponden a: la industria de celulosa y papel con el 51%, la industria química con el 18% y la generación de electricidad con el 10%

Con la generación de CO el mayor aporte de emisión corresponde a la generación de electricidad con el 47% y la industria metalúrgica con el 23%.

De los NO_x se observa que la categoría que más emite corresponde a la generación de electricidad con el 47%, la industria química con el 16% y la industria del vidrio con el 12% respectivamente.

Las emisiones de COV son generadas principalmente por la Industria química ya que aporta el 30%, seguida de la industria de pinturas y tintas y otras industrias

manufactureras que aportan el 16% cada una, la industria automotriz el 13% y la industria metalúrgica con el 13%.

Finalmente de las emisiones de NH₃ la generación de electricidad contribuye con el 54%, la industria química el 13% y la industria de celulosa y papel el 10%.

Cabe resaltar que la generación de electricidad es de las fuentes que mayor aporte de emisiones tiene en casi todos los contaminantes, ya que estos gases son producto de la combustión, y este tipo de fuente emplea grandes cantidades de combustibles para la generación de electricidad.

Y para el caso de los COV tanto la industria química como otras industrias manufactureras son de las fuentes que más emiten y esto se debe principalmente a que en sus procesos utilizan solventes para la elaboración de productos químicos o para las áreas de mantenimiento.

En la tabla 6 se puede apreciar más a detalle la aportación porcentual de emisiones por categoría y por tipo de contaminante.

Tabla 6. Porcentaje de misiones de las fuentes fijas por categoría y por tipo de contaminante

Categoría de fuente ó Sector	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Industria del petróleo y petroquímica	0.4%	0.4%	8.9%	0.2%	0.8%	1.6%	0.0%
Industria química	8.9%	8.2%	17.8%	8.9%	15.8%	29.8%	13.0%
Industria de pinturas y tintas	11.8%	8.8%	0.1%	0.3%	0.7%	15.9%	1.2%
Industria metalúrgica (incluye la siderúrgica)	16.0%	15.9%	1.8%	23.5%	3.8%	11.6%	8.0%
Industria automotriz	13.8%	11.0%	0.1%	1.1%	0.7%	12.8%	1.7%
Industria de celulosa y papel	3.8%	3.9%	51.2%	4.8%	4.5%	0.4%	9.7%
Industria del cemento y cal	6.8%	3.3%	7.7%	1.1%	9.3%	0.0%	0.5%
Industria del asbesto	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.2%
Industria del vidrio	12.4%	17.2%	0.0%	4.2%	11.7%	0.2%	5.6%
Generación de energía eléctrica	16.0%	22.8%	9.7%	47.1%	47.5%	0.5%	53.7%
Tratamiento de residuos peligrosos	0.1%	0.1%	0.2%	0.1%	0.1%	0.2%	0.1%
Industria de alimentos y bebidas	3.6%	1.8%	0.4%	4.4%	2.3%	8.3%	2.3%
Industria textil	1.7%	1.7%	1.6%	2.0%	1.3%	1.2%	1.9%
Industria de la madera	0.6%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	1.4%	0.1%
Industria del asfalto	0.1%	0.1%	0.3%	0.1%	0.1%	0.0%	0.4%
Otras industrias manufactureras	3.9%	4.1%	0.2%	2.3%	1.2%	16.1%	1.5%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: Elaboración propia con información contenida en la COI.

Resultados por tipo de Zona

En la tabla 7 se observan las emisiones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ generadas por las fuentes fijas, en donde el 80.3% y 79.9% de éstas se concentran en los municipios que integran el Valle de México; el 18.8% y 19.5% en el Valle de Toluca y el 0.9% y 0.5% en el resto de los municipios.

Para el caso de los SO_x el 52.5% se emite en Valle de Toluca, el 43.8% en el Valle de México y el 3.7% en el resto de los municipios.

En el Valle de México se emite el 92.3% del CO generado en el estado, mientras que el 7.0% y 0.6% son emitidos en el Valle de México y resto de los municipios.

Las emisiones de NO_x el 88.7% los genera el Valle de México, el 10.9% el Valle de Toluca y el 0.5% lo generan el resto de los municipios.

El 78.0% de las emisiones de COV las emite el Valle de México, el 20.9% el Valle de Toluca y el 1.1% el resto de los municipios.

Finalmente para el NH_3 el 89.9% se emite en el Valle de México, el 9.0% en el Valle de Toluca y el 1.1% lo emite el resto de los municipios.

Como se puede observar el mayor porcentaje de emisión se encuentra en el Valle de México. Esto se debe principalmente a que la mayoría de las fuentes (el 81%) se ubican en esa zona.

Tabla 7. Emisiones por tipo de contaminante y por zona en toneladas anuales

Estado de México	Número de industrias	Megagramos /año						
		PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_x	CO	NO_x	COV	NH_3
ZMVM ⁴	1,136	3,981.8	2,774.3	2,999.8	5,944.5	14,633.0	14,833.7	162.8
ZMVT ⁵	239	932.9	678.2	3,596.0	452.0	1,796.3	3,973.4	16.4
RM ⁶	27	43.1	18.2	254.2	41.0	74.3	201.1	2.0
Total	1,402	4,957.8	3,470.6	6,850.0	6,437.5	16,503.7	19,008.3	181.1

Fuente: Elaboración propia con información contenida en la COI.

En la parte de los anexos (anexo FF-1) se podrán observar las emisiones generadas en toneladas anuales correspondientes a las Zonas Metropolitanas del Valle de México y Toluca, por categoría de fuente y su contribución por tipo de contaminante.

⁴ ZMVM. Zona Metropolitana del Valle de México

⁵ ZMVT. Zona Metropolitana del Valle de Toluca

⁶ RM. Resto de los municipios

3.2 Fuentes de área

Las fuentes de área son todos aquéllos pequeños establecimientos demasiado numerosos y dispersos para ser incluidas en un inventario de fuentes puntuales, sin embargo, aunque emiten cantidades muy pequeñas de contaminantes al aire, en conjunto sus emisiones son muy significativas.

Este tipo de emisiones incluye a los establecimientos comerciales y de servicios, casas habitación, hoteles, tintorerías, panaderías, distribución de combustibles, uso de solventes en la industria, incendios forestales, combustión de combustibles fósiles, entre otros.

Para el presente inventario las fuentes de área se clasificaron en 5 categorías considerando el tipo de actividad de cada una de ellas y se describen a continuación.

- a) *Consumo de combustibles fósiles en fuentes estacionarias.* La combustión considerada en esta categoría incluye el uso de combustibles derivados del petróleo como el diesel, gas lp, gas natural, entre otros. Dentro de esta categoría se incluye a:
Los establecimientos industriales que utilizan combustibles que pueden ser quemados en diferentes tipos de equipos, incluyendo calderas, motores de combustión interna (CI), hornos, calentadores y otras unidades de calentamiento que son demasiado pequeñas para ser incluidas en un inventario de fuentes puntuales.
Los establecimientos comerciales e institucionales son aquellos relacionados con el comercio minorista y mayorista, hoteles, restaurantes, escuelas, hospitales, edificios gubernamentales, etc.
La categoría de combustión doméstica (combustibles comerciales) se refiere a la combustión de leña, gas natural y gas LP, para la calefacción de viviendas individuales y unidades habitacionales, así como para la cocción de alimentos.
- b) *Uso de solventes.* Se integran las categorías que integran el uso de solventes en sus actividades. Las categorías son: recubrimiento de superficies industriales, pintado de carrocerías, artes gráficas, lavado en seco, aplicación de asfalto, limpieza de superficies (desengrasado), entre otros.
- c) *Almacenamiento y transporte de combustibles.* Se consideran las emisiones evaporativas asociados con el almacenamiento y transporte de combustibles como la gasolina y el gas lp.

- d) *Fuentes industriales y ligeras y comerciales.* En esta categoría se encuentran las actividades de la industria de la panificación, de construcción y los servicios comerciales como los asados al carbón y vendedores ambulantes.
- e) *Agropecuarias.* Aquí se incluye a las actividades como la aplicación de fertilizantes y plaguicidas, así como las labores de labranza de los terrenos agrícolas, las emisiones generadas por el movimiento de ganado en los corrales de engorda y las emisiones de amoníaco provenientes del estiércol.
- f) *Manejo de residuos.* Aquí se considera el tratamiento de las aguas residuales.
- g) *Fuentes de área misceláneas.* Esta categoría considera a las emisiones de incendios forestales y construcciones, el uso doméstico de amoníaco y esterilización de material hospitalario.

El resto de las categorías que no fue considerada en este inventario, se debió principalmente a que la información no fue recolectada o no fue suficiente para generar la estimación de emisiones con la calidad que se requiere.

3.2.1 Metodología

Las emisiones contaminantes del aire provenientes de fuentes de área pueden ser calculadas a través de diferentes técnicas de estimación de emisiones. Las técnicas utilizadas varían de acuerdo con la categoría de fuente y requiere de la evaluación de la disponibilidad de los datos.

Las emisiones se estiman a partir de datos que describen la intensidad de la actividad y están asociados a factores de emisión; éstos últimos relacionan la cantidad de contaminantes emitidos con la intensidad de la actividad.

Como referencia se utilizaron los Manuales del Programa de Inventarios de emisiones de México-Volumen V (Radian, 1997), las actualizaciones de los métodos desarrollados por la Agencia de Protección al ambiente de Estados Unidos (EPA, 2010) y por SEMARNAT (2010).

En la siguiente tabla se muestran las categorías de fuentes de área, así como los contaminantes que se estimaron para cada una.

Tabla 8. Contaminantes evaluados en fuentes de área.

Categoría de fuente ó Sector	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
<i>Quemado de combustibles en fuentes estacionarias</i>							

Combustión industrial						
Gas lp – Combustión industrial	X	X	X	X	X	X
Gas natural – Combustión industrial	X	X	X	X	X	X
Diesel – Combustión industrial	X	X	X	X	X	X
Combustión comercial						
Gas lp – Combustión comercial	X	X	X	X	X	X
Gas natural – Combustión comercial	X	X	X	X	X	X
Combustión doméstica						
Gas lp – Combustión doméstica	X	X	X	X	X	X
Gas natural – Combustión doméstica	X	X	X	X	X	X
Leña – Combustión doméstica	X	X	X	X	X	X
Uso de solventes						
Artes gráficas						X
Asfaltado						X
Lavado en seco						X
Pintura automotriz						X
Limpieza de superficies industriales (desengrasado)						X
Pintura para señalización vial						X
Recubrimiento de superficies						X
Recubrimiento de superficies en la industria						X
Recubrimiento de superficies arquitectónicas						X
Uso doméstico de solventes						
Productos en aerosol						X
Productos domésticos						X
Productos de cuidado de personal						X
Productos de cuidado automotriz						X
Adhesivos y selladores						X
Pesticidas comerciales y domésticos						X
Almacenamiento y transporte de combustibles						
Manejo y distribución de gas licuado de petróleo						X
Manejo y distribución de gasolina						X
Fuentes industriales ligeras y comerciales						
Actividades de construcción	X	X				
Asados al carbón	X	X		X	X	X
Panificación						X

Continuación Tabla 8...

Categoría de fuente ó Sector	Toneladas /año
------------------------------	----------------

	PM ₁₀						
Panificación industrial						X	
Panificación tradicional						X	
Agropecuario							
Aplicación de fertilizantes							X
Aplicación de plaguicidas						X	
Corrales de engorda	X	X					
Ganaderas de amoníaco							X
Labranza	X	X					
Manejo de residuos							
Tratamiento de aguas residuales						X	
Fuentes misceláneas							
Incendios de construcciones	X	X	X	X	X	X	
Incendios forestales	X	X	X	X	X	X	
Esterilización de material hospitalario						X	
Emisiones domésticas de amoníaco							X
Transpiración y respiración humana							X
Uso doméstico de amoníaco							X
Cigarrillos							X
Otros desechables							X
Pañales desechables							X
Pañales de tela							X
Desechos de mascotas (perros y gatos)							X
Otros desechos humanos							X

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

3.2.2 Datos de actividad

Para el cálculo de las emisiones de fuentes de área es necesario consultar una gran cantidad de fuentes de información siendo las principales para el presente inventario las siguientes:

Datos de población y vivienda. La información de población y vivienda que está asentada en el estado y los municipios se obtuvo de los Censos de población y vivienda que realizó el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 2010.



Datos del censo económico. Para recopilar la información de las unidades económicas que están establecidas en la entidad y en los municipios, se consultó la publicación de los Censos Económicos 2008 editados por el INEGI y que fue publicada en el 2009. Además se consideró el número de empleados que labora por tipo de actividad y por el número de establecimientos existentes.

Otra información. Para determinar el número de cabezas de ganado y el número de animales sacrificados se utilizó la información de los censos de SAGARPA tanto para el estado como para los municipios.

Para determinar las emisiones por el tratamiento de aguas fue necesario contar con el caudal de agua tratada.

Para el caso de los incendios en estructuras fue necesario contar con el número de viviendas siniestradas a nivel estatal y municipal.

Para determinar las emisiones por las actividades de construcción fueron las licencias de construcción expedidas, además también se utilizó el número de viviendas vendidas y la superficie de las casas vendidas a nivel estatal.

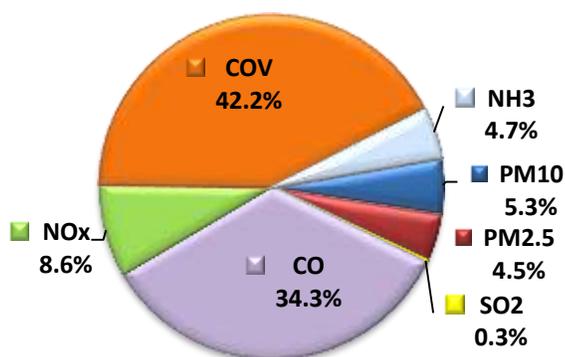
Para las emisiones domésticas de amoníaco se requirió recopilar información de la proporción de mascotas por el número de habitantes, cantidad de pañales utilizados, producción de cigarrillos y la población. Alguna de la información requerida fue obtenida de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares.

Finalmente para determinar las emisiones por la esterilización de material hospitalario se utilizó el número de camas existentes por hospital, obtenido del Anuario Estadístico del Sistema Nacional de Salud.

3.2.3 Resultados

En el Estado de México en el año 2010 las fuentes de área emitieron 52,838.9 ton/año (5.3%) de PM₁₀, 45,144.8 ton año (4.5%) de PM_{2.5}, 3,022.4 ton/año (0.3%) de SO₂, 345,002.4 ton/año (34.3%) de CO, 86,923.2 ton/año (8.6%) de NO_x, 424,425.2 ton/año (42.2%) de COV y 47,680.8 ton/año (4.7%) de NH₃.

Gráfica 8. Porcentaje de emisión por tipo de contaminante

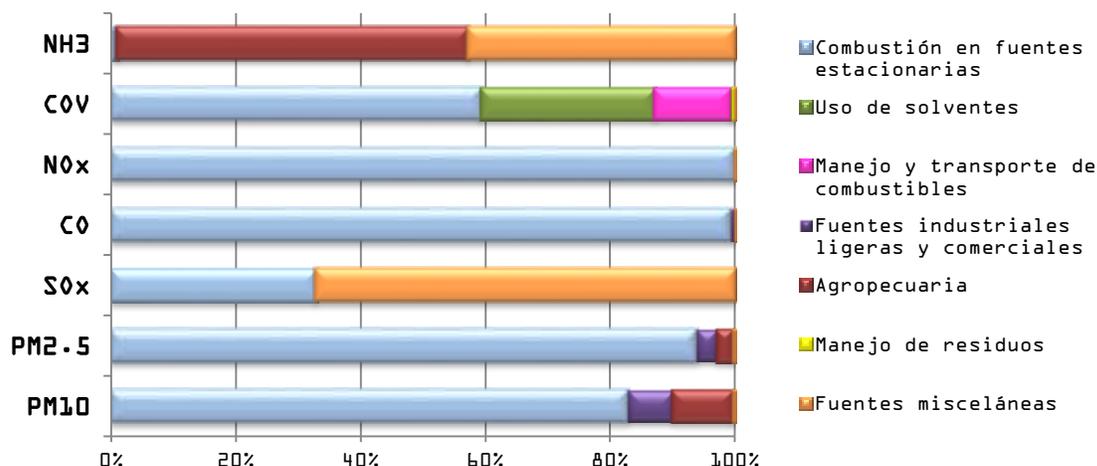


Resultados por categoría de fuente

De acuerdo con la gráfica 9, la categoría que más contribuye con las emisiones totales por tipo de contaminante es la *Combustión en fuentes estacionarias* con el 99.7% de NO_x, el 99.3% de CO, el 93.8% de PM_{2.5}, el 82.8% de PM₁₀, el 66.1% de COV, 32.8% de SO_x y 0.8% de NH₃. La categoría de *Uso de solventes* emite el 31.1% de COV. Para el *Manejo y transporte de combustibles* solo contribuye con el 2.1% de los COV. Las *Fuentes industriales ligeras y comerciales* contribuye con el 7.2% de PM₁₀, el 3.3% de PM_{2.5}, el 0.7% de CO, el 0.2% y 0.1% de COV y NO_x respectivamente. Mientras que las fuentes *Agropecuarias* emiten el 56.4% de NH₃, 9.6% de PM₁₀ y el 2.4% de PM_{2.5}. Con respecto al *Manejo de residuos* esta categoría únicamente contribuye con el 0.5% de COV. Y finalmente las *Fuentes misceláneas*, emiten el 67% de SO_x, el 42.3% de NH₃, el 0.4% de PM₁₀ y PM_{2.5} respectivamente y 0.2% de NO_x.

En el anexo FA-1 se presentan las emisiones por Zona Metropolitana (Valle de México y Toluca) y por categoría.

Gráfica 9. Porcentaje de emisión por categoría de fuente



Combustión de fuentes estacionarias

En la categoría de quemado de combustibles, las emisiones de NO_x, CO, PM_{2.5}, PM₁₀, COV, SO₂ y NH₃ con respecto al total de las fuentes de área contribuyen con el 99.7%, 99.3%, 93.8%, 82.8%, 59.%, 32.8% y 0.8% y de esta categoría, la actividad que mayor porcentaje de emisiones tiene es la combustión doméstica de leña, que se usa principalmente para la cocción de alimentos, calentamiento de agua y calefacción emite el 79.6% de PM_{2.5}, 79.0% de CO, 70.6% de PM₁₀ y el 58.2% de COV.

Tabla 9. Emisiones por tipo de contaminante de la categoría de combustión de fuentes estacionarias.

Combustión de fuentes estacionarias	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO _x	CO	NO _x	COV	NH ₃
Gas LP - Combustión industrial	23.7	23.7	1.3	132.6	781.1	13.8	0.0
Gas natural - Combustión industrial	379.1	379.1	29.9	4,190.0	517.5	274.3	24.3
Diesel - Combustión industrial	1.1	0.3	63.4	5.6	22.3	0.2	0.9
Combustión industrial	403.9	403.0	94.6	4,328.2	1,321.0	288.4	25.2
Leña - Combustión doméstica	37,315.5	35,923.6	431.3	272,424.3	2,804.0	246,972.3	0.0
Gas Natural - Combustión doméstica	5,856.9	5,856.9	462.4	64,734.6	77,065.0	4,238.6	377.6
Gas LP - Combustión doméstica	135.2	135.2	0.1	757.2	4,462.2	76.6	0.0
Combustión doméstica	43,307.6	41,915.7	893.8	337,916.1	84,331.1	251,287.5	377.6
GLP - Combustión comercial	29.0	29.0	1.6	162.4	956.9	16.9	0.0
Gas Natural - Combustión comercial	7.0	7.0	0.6	77.3	92.0	5.1	0.5
Combustión comercial	36.0	36.0	2.1	239.7	1,049.0	22.0	0.5
Total	43,747.5	42,354.8	990.5	342,483.9	86,701.1	251,597.9	403.3

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

Uso de solventes

Para el caso del uso de solventes, esta categoría emite el 27.9% del total de emisiones, mientras que de las actividades de esta categoría la que mayor aporte de emisiones tiene es la de uso doméstico de solventes ya que genera el 11.3% con respecto al total, 4.5% de limpieza de superficies industriales y la misma cantidad para recubrimiento de superficies industriales y 4.2% de recubrimiento de superficies arquitectónicas. Esta categoría contribuye con la tercera parte de las emisiones totales de compuestos orgánicos volátiles de las fuentes de área.

Tabla 10. Emisiones de la categoría Uso de solventes.

Uso de solventes	Toneladas /año
	COV
Recubrimiento de superficies en la industria	19,192.0
Pintado automotriz	2,099.1
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	17,956.1
Pintura para señalización vial	599.8
Limpieza de superficies industriales	19,094.3
Lavado en seco	5,281.2
Artes gráficas	6,070.3
Asfaltado	110.8
Uso doméstico de solventes	47,927.3
• Productos en aerosol	701.6
• Productos para el hogar	5,445.1
• Productos para el cuidado personal	15,916.4
• Productos para el cuidado automotriz	9,214.8
• Uso de adhesivos y selladores	3,979.1
• Uso de pesticidas en el hogar	12,251.5
• Productos varios	418.9
Total	118,330.9

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

Manejo y transporte de combustibles

En la categoría de manejo y transporte de combustibles se emite el 12.1% de las emisiones totales de fuentes de área, de las dos actividades que se representan en

ésta, en el almacenamiento y manejo de gas LP se emite el 10.8% del total de emisiones, mientras que la distribución de gasolina solo representa el 1.3%.

Tabla 11. Emisiones de la categoría Manejo y transporte de combustibles.

Manejo y transporte de combustibles	Toneladas /año
	COV
Distribución y venta de Gasolina	5,712.5
Almacenamiento y distribución de Gas LP	45,836.6
Almacenamiento	622.9
Distribución	1,568.3
Fugas	18,556.6
• Domésticas	18,338.3
• Comercial	171.6
• Industrial	46.7
HCNQ	25,088.8
• Domésticas	15,849.6
• Comercial	6,693.5
• Industrial	2,545.7
Total	51,549.1

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

Fuentes industriales ligeras y comerciales

Las emisiones más representativas de las fuentes industriales ligeras y comerciales fueron de las PM₁₀ que emitieron el 7.2% de esta categoría respecto del total de las fuentes de área, mientras que las PM_{2.5} emiten el 3.3% y del resto de los contaminantes, solo se emitió el 0.7%, 0.2% y 0.1%, de CO, COV y NO_x respectivamente. Y de esta categoría, las actividades de construcción generan el 4.9% y 1.2% de PM₁₀ y PM_{2.5}, los asados al carbón generan el 2.3% y 2.1% de los mismos contaminantes y la actividad de panificación emite el 0.2% de los COV.

Tabla 12. Emisiones de la categoría Fuente industriales ligeras y comerciales.

Fuentes industriales ligeras y comerciales	Toneladas /año				
	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	NO _x	COV
Actividades de construcción	2,615.4	543.6	-	-	-
Asados al carbón	1,213.3	968.4	2,415.5	44.5	155.9
Panificación	-	-	-	-	724.5
• Panificación industrial	-	-	-	-	563.5
• Panificación tradicional	-	-	-	-	161.0
Total	3,828.7	1,512.0	2,415.5	44.5	880.4

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

Fuentes agropecuarias

La categoría de fuentes agropecuarias emitió el 56.4% de NH₃, 9.6% de PM₁₀ y 2.4% de PM_{2.5} del total de las emisiones. Las actividades de esta categoría generan 29.7%

y 26.6% de amoníaco para la aplicación de fertilizantes y ganaderas de amoníaco y para la actividad de labranza se emitió el 9.2% y 2.4% de PM₁₀ y PM_{2.5}.

Tabla 13. Emisiones de la categoría fuentes agropecuarias.

Fuentes agropecuarias	Toneladas /año		
	PM ₁₀	PM _{2.5}	NH ₃
Aplicación de fertilizantes	-	-	12,698.0
Corrales de engorda	187.1	21.4	-
Ganaderas de amoníaco	-	-	14,172.1
Labranza	4,865.8	1,078.8	-
Total	5,053.0	1,100.1	26,870.1

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

Manejo de residuos

Para esta categoría de fuentes de área únicamente se tiene la actividad de tratamiento de aguas residuales, la cual genera el 0.5% del total de las emisiones.

Tabla 14. Emisiones de la categoría manejo de residuos.

Manejo de residuos	Toneladas /año
	COV
Aguas residuales	1,962.6
• Público	1,578.9
• Privado	383.8
Total	1,962.6

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

Fuentes misceláneas

Y finalmente, la categoría de fuentes misceláneas el 67.2% corresponde al SO₂, el 42.8% al NH₃, el 0.4% a las PM₁₀ y PM_{2.5} y 0.2% al CO. Las emisiones de SO₂ son provenientes de los incendios forestales, el amoníaco de las actividades domésticas que lo utilizan y las partículas son generadas por los incendios forestales y de construcción así como el CO.

Tabla 15. Emisiones de la categoría fuentes misceláneas.

Fuentes misceláneas	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SOx	CO	NOx	COV	NH ₃
Incendio de construcciones	1.5	1.4		23.3	0.6	1.4	-
Incendios forestales	208.3	176.5	2,031.8	79.7	177.1	99.8	-
Esterilización de material hospitalario	-	-	-	-	-	3.0	-
Emisiones domésticas de amoniaco	-	-	-	-	-	-	20,407.5
• Perros	-	-	-	-	-	-	6,456.9
• Gatos	-	-	-	-	-	-	1,367.5
• Ratas	-	-	-	-	-	-	0.0
• Respiración humana	-	-	-	-	-	-	24.3
• Transpiración humana	-	-	-	-	-	-	3,794.0
• Desechos humanos	-	-	-	-	-	-	349.0
• Uso doméstico de amoniaco	-	-	-	-	-	-	349.0
• Pañales desechables	-	-	-	-	-	-	6,824.0
• Cigarrillos	-	-	-	-	-	-	22.6
• Alcantarillas	-	-	-	-	-	-	1,220.1
Total	209.8	177.9	2,031.8	103.0	177.7	104.2	20,407.5

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

Resultados por tipo de zona

Las emisiones de fuentes de área por tipo de zona se muestran en la tabla 16. En la Zona Conurbada al Valle de México todos los contaminantes son los principales emisores comparados con el Valle de Toluca y el Resto de los Municipios ya que en esa zona se emite el 73.7% de CO, 73.7% de NOx 71.8 de PM_{2.5}, 71.0 de COV, 66.8% de PM₁₀, 59.4% de NH₃ y 44.3% de SOx.

Para la Zona Metropolitana del Valle de Toluca los principales contaminantes emitidos son: 14.9% de COV, 14.7% de PM₁₀, 14.5% de PM_{2.5} 14.5% de NOx y 14.4% de CO.

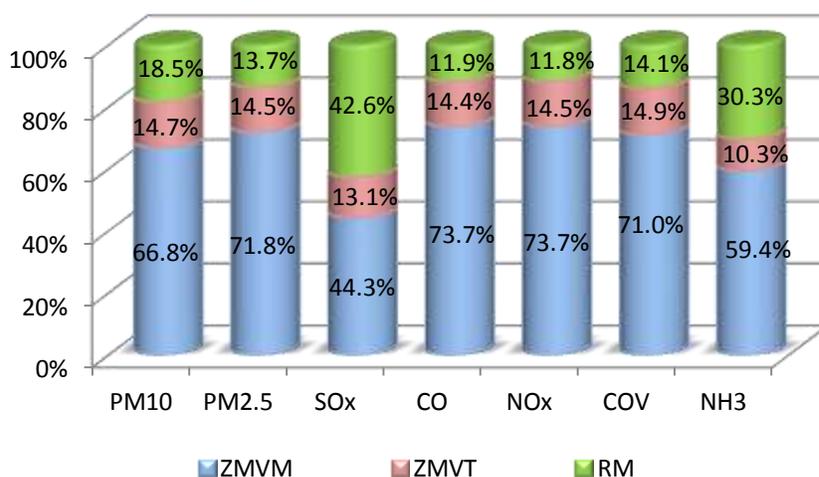
Y para el Resto de los municipios los contaminantes de mayor emisión son: 42.6% de SOx, 30.3 de NH₃ y 18.5% de PM_{2.5}.

Tabla 16. Emisiones por tipo de contaminante y por zona en toneladas anuales.

Estado de México	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SOx	CO	NOx	COV	NH ₃
ZMVM ⁷	35,303.94	32,418.91	1,338.98	254,207.92	64,066.28	301,351.31	28,330.46
ZMVT ⁸	7,777.17	6,535.71	395.72	49,791.30	12,578.19	63,431.20	4,911.12
RM ⁹	9,757.80	6,190.16	1,287.68	41,003.22	10,278.74	59,642.71	14,439.26
Total	52,838.90	45,144.78	3,022.37	345,002.44	86,923.22	424,425.22	47,680.84

Fuente: Elaboración propia con información de diferentes fuentes (INEGI, SAGARPA, PEMEX, CONAPO, entre otros), usando metodología EPA.

Gráfica 10. Porcentaje de emisión por tipo de Zona y tipo de contaminante.



⁷ ZMVM. Zona Metropolitana del Valle de México

⁸ ZMVT. Zona Metropolitana del Valle de Toluca

⁹ RM. Resto de los municipios

3.4 Fuentes móviles

Esta parte del Inventario de Emisiones, define las bases teóricas, metodologías, cálculos, análisis de datos y control de calidad de los mismos, para las emisiones de vehículos automotores en circulación, como son autos, camiones, microbuses, combis, motocicletas, entre otros. Los vehículos automotores aportan en gran manera emisiones contaminantes como son: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx), compuestos orgánicos volátiles (COVs), material particulado menor a 2.5 y 10 micrómetros (PM_{2.5} y PM₁₀), entre otros, siendo ésta la principal fuente de contaminación del aire.

Los programas para el control de emisiones de automóviles, como el programa de verificación vehicular y el uso de convertidores catalíticos, han reducido considerablemente la cantidad de contaminantes del aire. Además, las normas que especifican la calidad del combustible de los automóviles y límites de emisiones de vehículos nuevos y en circulación, también han contribuido a una mayor eficiencia y menores emisiones.

3.4.1 Metodología

Este apartado muestra el método que se utilizó para inventariar las fuentes móviles, enfocando las actividades de recolección de datos para la aplicación del modelo Mobile 6.2, el cual es una herramienta para lograr factores de emisión de este tipo de fuentes.

Para el cálculo de las emisiones se consideraron dos elementos fundamentales que se refleja en la actividad del parque vehicular emplacado en la entidad como son; los kilómetros recorridos por tipo de vehículo y la tasa promedio que emite durante el desplazamiento de la unidad. Los pasos siguientes fueron considerados para determinar las emisiones:

- a) Recopilación y selección de información
- b) Base de datos
- c) Control y aseguramiento de la calidad
- d) Determinación del factor de emisión
- e) Estimación de las emisiones

- a) *Recopilación y selección de información.* Se obtuvo a partir de las bases de datos del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria del 1^{er} y 2^o semestre del 2010, de las bases de datos de los vehículos emplacados en la entidad de la Secretaría de Finanzas y de las bases de datos del transporte público de la Secretaría de Transporte. En este proceso se selecciona la información por año modelo, tipo de vehículo, uso, holograma (para los que verifican) y tipo de combustible utilizado.
- b) *Bases de datos.* Una vez que se depuro y seleccionó la información recopilada, se genera una base de datos que permita el manejo fácil para el cálculo de emisiones.
- c) *Control y aseguramiento de la calidad.* Las estimaciones incluyen un gran número de datos y procedimientos, por esta razón, luego del desarrollo de las estimaciones del inventario, los resultados se someten a un proceso de aseguramiento y control de calidad (AC/CC) adecuado, con el fin de medir la precisión y sesgo de las estimaciones. Sin embargo, dado que no existe un parámetro de AC/CC individual para realizar estos procesos, se recurre a evaluar todas las mediciones independientes posibles que permitan comparar los resultados de la aplicación del modelo con dichas mediciones.
- d) *Determinación del factor de emisión.* El cálculo de los factores de emisión específicos para México se estimaron utilizando el modelo Mobile6-México, desarrollado a partir del modelo MOBILE 6.2 de la EPA (2002a). Los datos mínimos necesarios para la determinación de los factores de emisión mediante dicho modelo son:

- Distribución vehicular por año-modelo
- Kilometraje promedio anual recorrido por tipo de vehículo
- Tipo de vialidad (primarias, secundarias y terciarias)
- Año base, 2010
- Información de programas de I/M (Inspección y mantenimiento)
- Mes de evaluación
- Temperatura máxima (°C)
- Temperatura mínima (°C)
- Humedad
- Velocidad de circulación promedio
- Características del combustible (Presión de Vapor Reid, contenido de azufre, porcentaje de oxígeno, etc.)
- Altitud (2,600 msnm)
- Tamaño de partícula (PM_{2.5} o PM₁₀)
- Selección del formato de salida

El proceso de adecuación de los factores de emisión involucra una homologación entre la clasificación vehicular del MOBILE6 y la clasificación vehicular para el Estado de México (ver tabla 17). Dicha homologación trata de apegarse a las especificaciones relacionadas con el peso vehicular bruto y el tipo de servicio que presta cada tipo de vehículo.

Tabla 17. Homologación de la clasificación vehicular .

Categorías utilizadas	Mobile6	Correspondencia con el inventario de emisiones
Vehículos ligeros a gasolina y diesel	LDGV y LDDV	Autos particulares y taxis
Vehículos ligeros con peso hasta 1.7 toneladas y con peso de 1.7 a 2.3 toneladas a gasolina y diesel	LDGT1, LDGT2 y LDDT12	Camionetas particulares SUV y Pick up
Vehículos ligeros con peso entre 2.4 a 2.6 toneladas y con peso entre 2.7 y 3.8 toneladas a gasolina y diesel	LDGT3, LDGT4 y LDDT34	Combis, Vagonetas, Vehículos ligeros ≤3.8 toneladas y Pick up
Vehículos pesados a gasolina con peso entre 4.6 a 6.3 toneladas	HDGV3 y HDDV 3	Microbuses y Vehículos pesados
Vehículos pesados con peso entre 6.4 a 11.7 toneladas a gasolina y diesel	HDGV4 y HDDV4	Vehículos pesados
Vehículos pesados con peso entre 11.8 a 14.9 toneladas a gasolina y diesel	HDGV7 y HDDV7	
Vehículos pesados con peso entre 15 a 27.2 toneladas a gasolina y diesel	HDGV8a y HDDV8a	
Vehículos pesados mayor a 27.2 toneladas	HDDV8b	
Autobuses a gasolina y diesel	HDGB y HDDBT	Autobuses
Autobús escolares a diesel	HDDBS	
Motocicletas	MC	Motocicletas

Fuente: Elaboración propia con información de la Guía de uso del Mobile6. Modelo de Factores de Emisión para Fuentes Móviles.

e) *Estimación de las emisiones.* En cuanto a las emisiones vehiculares de los contaminantes PM_{2.5}, PM₁₀, CO, SO₂, NO_x, COV y NH₃ éstas se calcularon basándose en los datos de actividad y factores de emisión generados por el modelo MOBILE6 para México. Para la estimación de emisiones para cada uno de los contaminantes provenientes de las fuentes móviles, parte de la siguiente ecuación:

$$E_i = FE_i * DA$$

Donde:

E_i = Emisión total del contaminante i , gramos/año. Se divide entre un millón para obtener toneladas/año

FE_i = Factor de emisión del contaminante i , gramos/kilómetro

DA = Dato de actividad [kilómetros recorridos anuales (KRV)] por tipo de vehículo, km/año

i = Tipo de contaminante

La flota vehicular fue agrupada por año modelo y por tipo de vehículo que fueron: autos particulares, taxis, combi, pick up, microbuses, autobuses, tractocamiones, vehículos menores y mayores a tres toneladas y motocicletas.

3.4.2 Datos de actividad

El dato de actividad considerado fue el kilometraje recorrido por día, el cual refleja la intensidad con la cual es utilizado cada tipo de vehículo. En la tabla 18 se presenta el recorrido diario por tipo de vehículo.

Tabla 18. Datos de actividad de la flota vehicular por tipo de vehículo.

Tipo de Vehículo	Km/día	Días que circulan los vehículos al año	
		Hologramas 2	Hologramas 0, 00 y vehículos sin verificar ²
Autos particulares	33		
Taxis	200		
Combis	200		
Pick up	65		
Microbús	200		
Vehículos ≤ 3 toneladas	63	301	365
Tractocamiones	65		
Vehículos > 3 toneladas	65		
SUV	33		
Autobuses	223		
Motocicletas	79		

Fuente: Elaboración propia, con información de la SMADF.

Para calcular el dato de actividad es necesario efectuar el producto entre los kilómetros recorridos anuales (KRV) por tipo de vehículo y el número de vehículos para cada tipo, mediante la siguiente ecuación:

$$DA = KRV_i = \text{km/día}_i * NV_i$$

Donde:

DA = KRV = Kilómetros recorridos por día de i, donde i es el tipo de vehículo

NV_i = Número de vehículos, donde i es el tipo de vehículo

Ejemplo de cálculo, para el caso de vehículos particulares que verifican con holograma dos:

$$KRV = (33)(462,938)(301) = \mathbf{4,598 \text{ millones de kilómetros/año}}$$

El parque vehicular en el Estado de México para el año 2010 fue de 3.0 millones de unidades¹⁰. La cantidad de vehículos emplacados por tipo de zona, así como para el resto del Estado se aprecia en la siguiente tabla, es importante mencionar que de esta cantidad sólo el 54.6% (1,638,673) verifica y el resto no lo hace.

Tabla 19. Datos de actividad de la flota vehicular por tipo de vehículo y por zona.

Tipo de Vehículo	VM		VT		RM		TOTAL	
	Total	Verifica	Total	Verifica	Total	Verifica	Total	Verifica
Automóviles ¹	1,558,120	1,071,852	429,201	104,506	145,690	43,247	2,133,011	1,219,605
Taxi	69,040	27,929	21,851	3,416	1,308	1,213	92,199	32,558
Combi	39,981	10,677	7,120	19	6,903	2,233	54,004	12,929
Pick up	282,908	218,948	48,364	20,094	39,747	10,768	371,019	249,810
Microbuses	12,115	2,704	5,701	213	3,691	323	21,507	3,240
Autobuses	14,039	2,557	6,596	1,783	2,738	717	23,373	5,057
Tracto camión	18,862	2,138	884	282	151	148	19,897	2,568
Vehículos ≤ a 3 toneladas	18,375	15,060	6,136	1,746	10,061	777	34,572	17,583
Vehículos > a 3 toneladas	105,366	85,184	61,383	6,803	11,924	3,426	178,673	95,413
Motocicletas	60,909	-	11,072	-	2,546	-	74,527	-
Total	2,179,715	1,437,049	598,308	138,862	224,759	62,852	3,002,782	1,638,673

¹⁰ Bases de datos del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio del Departamento de Fuentes Móviles de la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, 1er y 2° semestre del 2010.

Bases de datos del transporte particular y de carga de la Dirección General de Recaudación de la Subsecretaría de Ingresos de la Secretaría de Finanzas del año 2010.

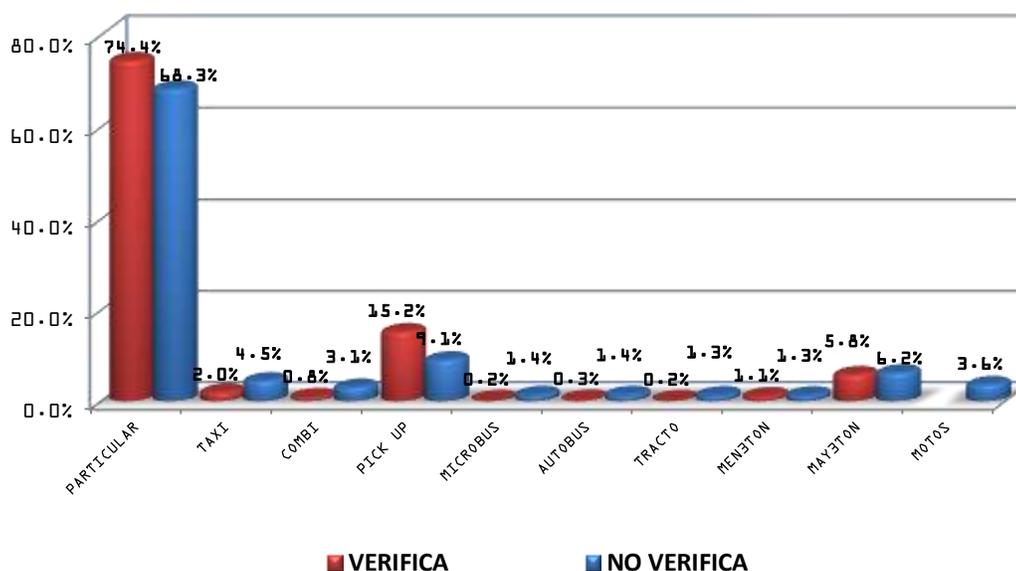
Bases de datos del transporte público y de carga de la Dirección General del Registro Estatal de Transporte Público de la Secretaría de Transporte del año 2010. INEGI (2011). Anuario Estadístico del Estado de México.

Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria, Secretaría de Finanzas, Secretaría de Transporte e INEGI.

(1) Incluye: SUV,

Del total del parque vehicular el 71.0% corresponde a los autos particulares, 12.4% a las pick up, 6.0% a los vehículos mayores a 3 toneladas, 3.1% a los taxis, 2.5% a las motocicletas, 1.8% a las combis, 1.2% a los vehículos menores a 3 toneladas, 0.8% a los autobuses, 0.7% a los microbuses y 0.7% a los tractocamiones. Con respecto al parque vehicular que verifica, el 89.7% corresponde a los autos particulares, el 7.1% a los vehículos de carga, el 3.3% a vehículos de pasajeros (incluye taxis y combis) y en cuanto a las motocicletas no se tiene registro de verificación ya que no están obligadas a hacerlo.

Gráfica 11. Porcentaje del parque vehicular por tipo con respecto al que verifica y al que no.



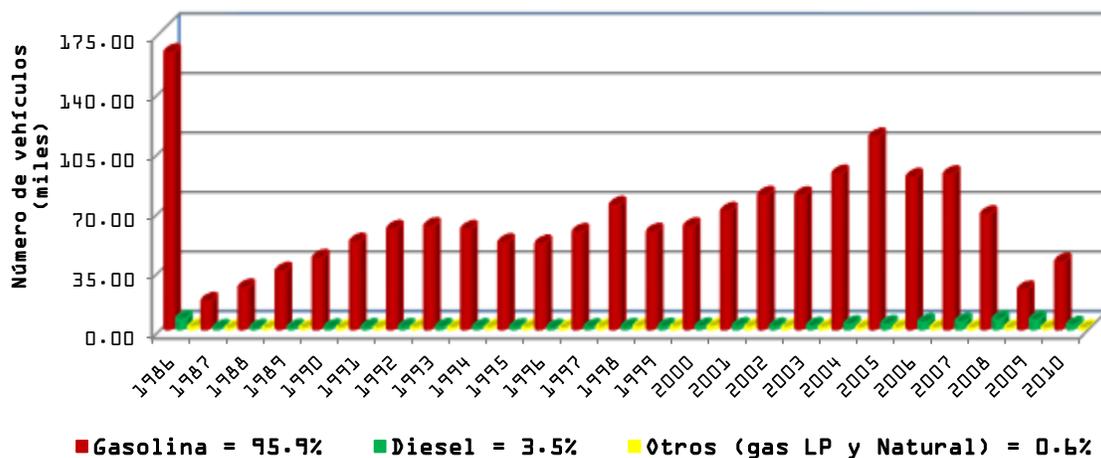
En cuanto al parque vehicular se tiene que de los 3.0 millones de vehículos existentes en el 2010, el 96.9% utilizan gasolina el 3.5% diesel y el resto 0.6% corresponde a los que consumen gas LP y gas natural.



De ese mismo parque el 17.4% son sin control, el 6.8% son los que cuentan con catalizador de dos vías, el 21.6% con catalizador de tres vías y el 54.2% corresponden a los que se rigen por la NOM-042.

Por otro lado con respecto a tecnologías EPA se tiene que el 27.9% son vehículos sin control, el 17.9% a vehículos con tecnología EPA 94 y el resto 54.2 a EPA 98.

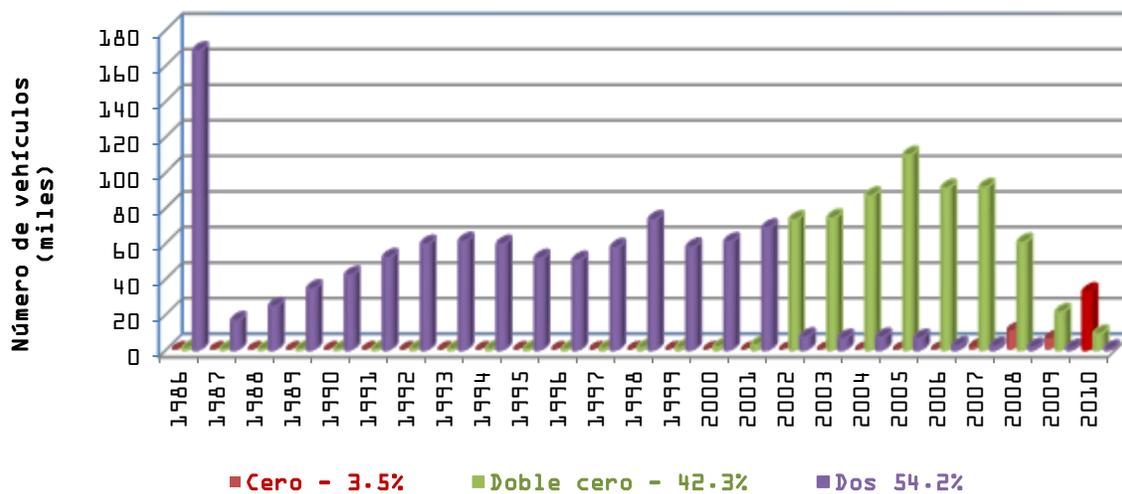
Gráfica 12. Número de vehículos año modelo, tipo de combustible y tipo de tecnología.



Con respecto al parque vehicular que verifica se tiene que:

Del 1.6 millones (54.6% del total matriculado en la entidad), el 3.5% corresponde a la calcomanía cero, el 42.3% a la doble cero y el 54.2% a la dos.

Gráfica 13. Porcentaje Número de vehículos por año modelo y tipo de holograma.

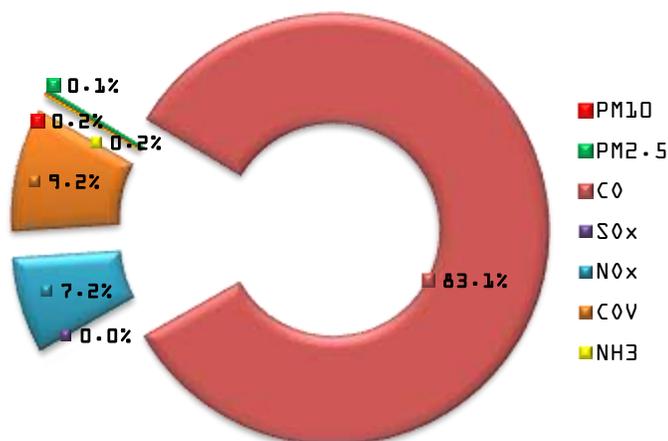


3.4.3 Resultados

Las emisiones anuales de las fuentes vehiculares en el Estado de México para el 2010 fueron de: 1,413,121.5 ton de CO, 156,210.9 ton de COV, 122,630.7 ton de NOx, 2,866.5 ton de NH₃, 2,709.5 ton de PM₁₀ y 2,028.7 ton de PM_{2.5}.

En la siguiente gráfica se representan los porcentajes de emisión de las fuentes vehiculares.

Gráfica 14. Porcentaje de emisión por tipo de contaminante.



Resultados de las emisiones por tipo de vehículo

Las emisiones de las fuentes vehiculares se encuentran en la tabla 20 y los porcentajes de emisión se encuentran representados en la gráfica 15, en las que se observa lo siguiente:

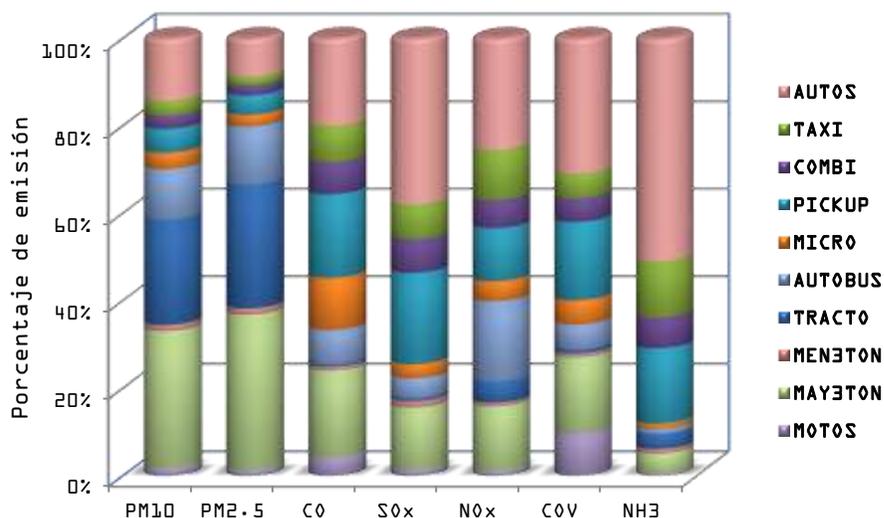
Las principales generadores de emisiones de PM₁₀ y de PM_{2.5} son los vehículos mayores a 3 toneladas, los tractocamiones, los autos particulares y los autobuses, ya que en conjunto emiten el 86.7% y 90.2% del total de emisiones de estos contaminantes, el 78.3% de SOx, el 77.4% de NH₃, el 75.5% de NOx y el 72.8% de COV.

Tabla 20. Emisiones por tipo de contaminante en toneladas anuales y por tipo de vehículo.

Estado de México	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	SO _x	NO _x	COV	NH ₃
Autos particulares	385.7	175.8	281,656.7	111.1	31,265.2	48,306.7	1,461.5
Taxi	94.9	42.5	118,719.0	23.2	14,063.2	8,955.9	369.1
Combi	79.3	45.9	103,546.1	22.5	7,930.2	8,341.1	199.7
Pick up	148	90	270,139	61	14,854	27,953	494
Micro	101.2	54.4	168,707.0	9.3	5,586.6	8,675.0	34.8
Autobuses	315.1	269.8	109,506.2	13.1	22,504.4	8,815.0	34.8
Tractocamiones	652.7	575.3	9,243.8	2.3	5,954.7	1,531.5	96.9
Menores a 3 toneladas	35.6	27.6	12,231.8	4.1	999.1	1,318.1	29.2
Mayores a 3 toneladas	847.5	719.4	278,398.2	41.4	17,969.1	27,067.6	131.6
Motocicletas	49.4	27.9	60,973.4	4.3	1,504.3	15,246.8	15.0
Total	2,709.5	2,028.7	1,413,121.5	292.2	122,630.7	156,210.9	2,866.5

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

Gráfica 15. Porcentaje de emisión por tipo de vehículo



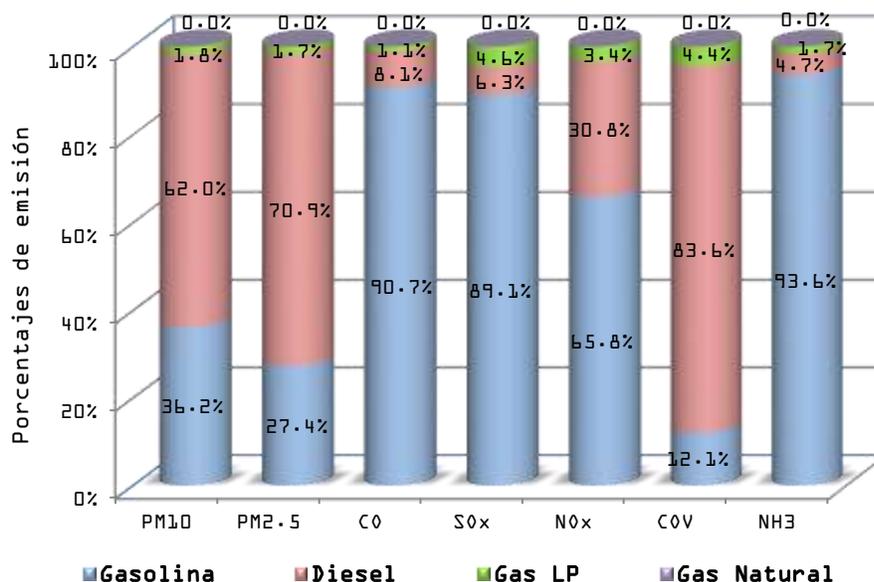
En la siguiente tabla se puede observar las emisiones de las fuentes vehiculares por tipo de combustible. Aunque los vehículos a diesel únicamente representan el 3.5% del total de la flota emplacada en la entidad, la contribución de contaminantes como las de PM₁₀, PM_{2.5}, y COV resulta importante ya que aportan el 62.0%, el 70.9% y el 83.6% con respecto al total de emisiones de los contaminantes en mención.

Tabla 21. Emisiones por tipo de contaminante y por combustible en toneladas anuales de las fuentes vehiculares.

Estado de México	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	SO _x	NO _x	COV	NH ₃
Gasolina	980.7	556.0	1,282,238.4	260.2	80,732.0	18,843.9	2,682.8
Diesel	1,681.2	1,438.0	114,807.8	18.5	37,751.2	130,516.7	135.9
Gas LP	47.6	34.7	16,069.0	13.5	4,129.7	6,841.8	47.8
Gas natural	0.1	0.0	6.2	0.0	17.8	8.5	0.0
Total	2,709.5	2,028.7	1,413,121.5	292.2	122,630.7	156,210.9	2,866.5

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

Gráfica 16. Porcentaje de emisión por tipo de combustible



Resultados por tipo de zona

Del total de las emisiones por tipo de contaminante, en la Zona Conurbada al Valle de México todos éstos son los principales emisores comparados con el Valle de Toluca y el Resto de los Municipios ya que en esa zona se emite el 75.6% de COV, el 73.6% de CO, el 72.5% de NH₃, 72.1% de SO_x, el 70.8% de PM₁₀, 70.7% de NO_x y 70.6% de PM₁₀.

Para la Zona Metropolitana del Valle de Toluca los principales contaminantes emitidos son: 23.3% de PM_{2.5}, 22.7% de PM₁₀, 20.6% de NO_x, 19.1% de NH₃, 19.0% de SO_x, 17.7% de CO y 16.9% de COV.

Y para el Resto de los municipios los contaminantes de mayor emisión son: 8.9% de SOx, 8.8% de NOx, 8.7% de CO, 8.5% de NH₃ y 7.6% de COV.

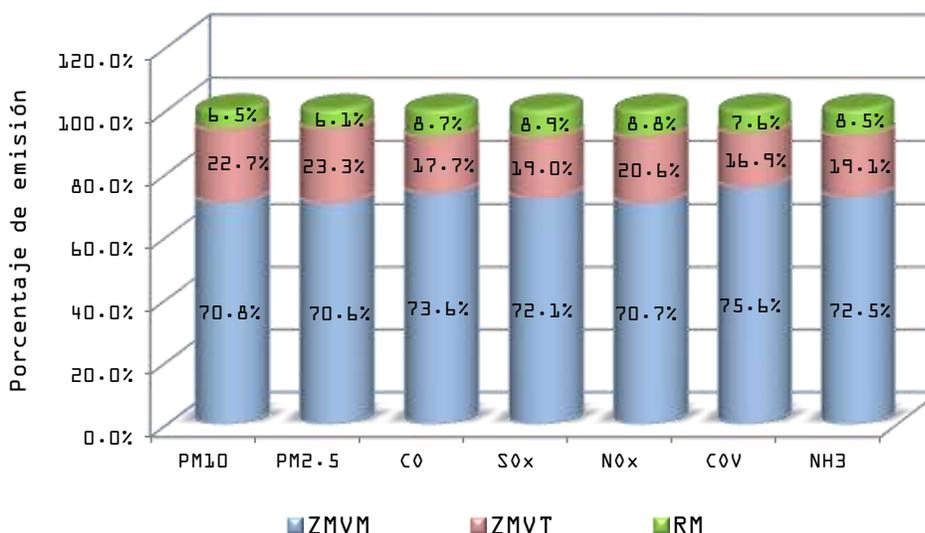
Las emisiones de fuentes vehiculares por tipo de zona se muestran en la tabla 22.

Tabla 22. Emisiones por tipo de contaminante y por zona en toneladas anuales de las fuentes vehiculares.

Estado de México	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	SOx	NOx	COV	NH ₃
ZMVM	1,918.1	1,432.1	1,039,755.3	210.8	86,666.9	118,058.1	2,077.6
ZMVT	614.6	472.2	250,494.9	55.5	25,207.3	26,334.3	546.1
RM	176.8	124.4	122,871.2	26.0	10,756.6	11,818.4	242.8
Total	2,709.5	2,028.7	1,413,121.5	292.2	122,630.7	156,210.9	2,866.5

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

Gráfica 17. Porcentaje de emisión por tipo de Zona y tipo de contaminante.



En el apartado de anexos se podrán observar las emisiones por tipo de zona y por categoría vehicular.

3.5 Fuentes biogénicas

A diferencia de las emisiones industriales y vehiculares, las emisiones biogénicas empiezan a ser consideradas como una fuente significativa de emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV). Estas emisiones procedentes de la vegetación juegan un papel importante en la química troposférica debido a que, según diversos inventarios, contribuyen con las dos terceras partes de las emisiones globales (Guenther, 1994), excediendo incluso a las emisiones antropogénicas.

Es importante mencionar que las emisiones generadas por las fuentes naturales forman parte de los ciclos naturales del planeta y por lo tanto, no deben considerarse como contaminantes, además de que sus emisiones no se pueden controlar, no así las generadas por actividades humanas, Sin embargo, debido a la alta actividad de los compuestos emitidos naturalmente, contribuyen, juntos con los contaminantes derivados de las actividades antropogénicas a la formación de ozono y otros contaminantes tóxicos. Por ello, la importancia de cuantificarlos, a través de los inventarios de emisiones (SEMARNAT, 2012).

La caracterización de las emisiones biogénicas es compleja por la gran variedad de especies vegetales. La composición y las cantidades de los más de 40000 COV encontrados dentro de las células de las plantas varían de cientos a miles en cada especie. Investigaciones han llevado a encontrar que las emisiones de la masa foliar están centradas en compuestos hidrocarbonados como el hemiterpeno (C5) isopreno y varios monoterpenos (C10) y sobre árboles dominantes como el pino y las encinas en bosque templado. Estos compuestos (isopreno y monoterpenos) son especialmente interesantes dada su alta reactividad fotoquímica.

El modelo global realizado por Guenther et al. (1995) muestra las especies químicas agrupadas en cuatro categorías: isopreno, monoterpenos, otros COV reactivos y otros COV no reactivos (tabla 20). Las emisiones de la masa foliar son estimadas a partir de la biomasa específica de cada ecosistema, factores de emisión y de los algoritmos que describen la dependencia de las emisiones de la temperatura y de la luz solar.

Tabla 23. Categorías de compuestos orgánicos volátiles

Nombre del contaminante	Tiempo de vida	Fórmula	Ejemplo
Isopreno	1 – 2 horas	C ₅ H ₈	Isopreno
Monoterpenos	0.5 – 3 horas	C ₁₀ H _x	α-pireno
Otros COV reactivos	>1 día	C _x H _y O _z	2-metil-3-buten-2-ol
Otros COV no reactivos	< 1 día	C _x H _y O _z	Metanol

Como parte de la actualización del inventario de emisiones, en este apartado se presentan las emisiones de fuentes biogénicas para el Estado de México; así como la metodología y los resultados obtenidos.

3.5.1 Metodología

Para el cálculo de las emisiones de fuentes biogénicas se utiliza el modelo Globeis, 2010 versión 3.2 (por sus siglas en inglés) (Global Biosphere Emissions and Interaction System).

3.5.2 Datos de actividad

El principal dato de actividad además de los factores de emisión para esta categoría de fuente es el uso de suelo de la entidad, por lo que se requiere contar con la distribución geográfica de los usos del suelo la cual se realiza a partir de mapas de usos del suelo de INEGI, datos de PROBOSQUE. SAGARPA, CONAFOR, entre otros. El porcentaje y el área ocupada de cada uso se presentan en la tabla 24.

De la siguiente tabla se puede observar que el 46.3% el uso de suelo es agrícola, el 27.6% es bosque, el 14.7% es pastizal, el 5.2% es Selva, el 3.9% a áreas urbanas, 0.8% a matorral y 0.8% a cuerpos de agua, el 0.5% a las áreas sin vegetación y el 0.2% a otros tipos de vegetación.

Tabla 24. Categorías de uso de suelo y vegetación del Estado de México.

Tipo de uso de suelo	Nombre local	Cantidad (Km ²)	Porcentaje
Agricultura (Temporal y Riego)	Maíz, avena, cebada, frijol, trigo	10,352.2	46.3%
Pastizal	Navajita, grama, zacate chino, zacatón	3,284.3	14.7%
Bosque	Oyamel, pino lacio, pino, encino quebracho, encino tesmillo	6,174.8	27.6%
Selva	Huizache, cazahuate, copal, tepehuaje, palo de Brasil	1,171.8	5.2%
Matorral	Nopal, gatuno, palo loco, vara dulce, huizache	182.6	0.8%
Otros tipos de vegetación	Palma, huizache, tulillo, tule	41.9	0.2%
Áreas sin vegetación	-	102.1	0.5%
Cuerpos de agua	-	176.3	0.8%
Áreas urbanas	-	870.8	3.9%
Total		22,356.8	100.0%

Fuente: Elaboración propia, con información de INEGI.

Otro dato de actividad no menos importante e indispensable para determinar las emisiones de las fuentes naturales son los datos meteorológicos, esta información es proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM), Los datos que se obtienen de estas fuentes o se complementan son: la radiación visible o radiación fotosintéticamente activa (PAR por sus siglas en inglés), porcentaje de cielo cubierto por nubes y la temperatura.

Para el caso de los factores de emisión el modelo Globeis los incluye de las especies más comunes y son seleccionados de acuerdo al tipo de suelo que resida en la entidad por el mismo modelo.

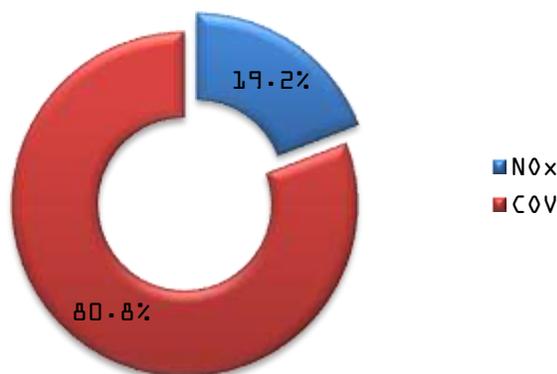
Para el cálculo de las emisiones de COV se realiza considerando la cobertura del tipo de vegetación o uso de suelo, la superficie total en km² y la densidad de la vegetación.

Para asegurar la calidad de los datos, se estandarizan y validan la información de las diferentes fuentes de información, se revisa la congruencia y suficiencia de datos, se sacan promedios o se toman datos horarios anteriores (para el caso de la meteorología).

3.5.3 Resultados

Las emisiones anuales de las fuentes naturales fueron de 1,878.7 toneladas anuales de óxidos de nitrógeno y 7,915.0 toneladas de compuestos orgánicos volátiles, lo que corresponde al 19.2% y 80.8% del total de las emisiones.¹¹

Gráfica 18. Porcentaje de emisión por tipo de contaminante de fuentes biogénicas.



Resultados por tipo de zona

Las emisiones de fuentes naturales por tipo de zona se muestran en la tabla 25. Como se puede observar y a diferencia de las demás fuentes de emisión el mayor aporte de emisiones se da en el Resto de los Municipios, emitiéndose el 77.1% de COV y 55.2% de NOx.

¹¹ Datos obtenidos del Inventario Nacional de Emisiones (INEM, 2008). SEMARNAT.

En la Zona Metropolitana del Valle de México se emiten 34.4% de NOx y 18.9% de COV.

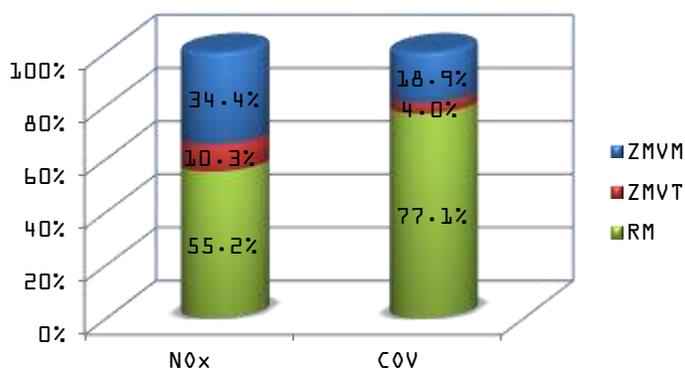
Y para la Zona del Valle de Toluca las emisiones son de 10.3% para NOx y 4.0% para COV.

Tabla 25. Emisiones de fuentes naturales por tipo de zona en toneladas al año.

Estado de México	Toneladas /año	
	NOx	COV
ZMVM	646.9	1,496.6
ZMVT	194.3	316.8
RM	1,037.5	6,101.6
Total	1,878.7	7,915.0

Fuente: Elaboración propia, con datos del INEM, 2008. SEMARNAT.

Gráfica 19. Porcentaje de emisión por tipo de contaminante de fuentes naturales y por tipo de zona.



4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

Dada la importancia que tienen los inventarios de emisiones para la toma de decisiones en materia ambiental y para el mejoramiento y actualización del marco regulatorio nacional, estatal y municipal; se establece que las regiones del país deben asumir su responsabilidad y se considera que las acciones lideradas regionalmente pueden ser más eficientes y costo efectivas que las dirigidas por entes nacionales.

Por ello, el Estado de México desarrolló el inventario de emisiones de contaminantes criterio desagregado por categorías de fuente, como herramienta orientadora de planes de gestión ambiental, así como para identificar metodologías apropiadas al contexto mexicano para la regionalización de inventarios de emisiones a nivel local.

En cuanto a los resultados del inventario:

- Se estimó que en el 2010 en la entidad el total de emisiones fue de 1,764,561.4 (63.7%) de CO, 607,559.4 (21.9%) de COV, 227,936.3 (8.2%) de NO_x, 60,506.2 (2.2%) de PM₁₀, 50,728.5 (1.8%) de NH₃, 50,644.1 (1.8%) de PM_{2.5} y 10,164.6 (0.4%) de SO₂.
- Del total de emisiones generadas el 94.0% de NH₃, el 89.1% de PM_{2.5}, el 87.3% de PM₁₀ y 69.9% de COV lo generan las fuentes de área; el 80.1% de CO y el 53.8% de NO_x lo emiten las fuentes móviles y finalmente el 67.4% de SO₂ lo emiten las fuentes fijas.

Las emisiones por tipo de fuente fueron:

- *Las fuentes fijas:* contribuyeron con 8.6% de PM₁₀, 6.0% de PM_{2.5}, 11.9% de SO_x, 28.7% de NO_x, 11.2% de CO, 33.1% de COV y 0.3% de NH₃,
- De las fuentes fijas, el sector de generación de electricidad es la que mayor aporte de emisiones tiene en casi todos los contaminantes, ya que estos gases son producto de la combustión, y este tipo de fuente emplea grandes cantidades de combustibles para la generación de electricidad. Y para el caso de los COV tanto la industria química como otras industrias manufactureras son de las fuentes que más emiten y esto se debe principalmente a que en sus procesos utilizan solventes para la elaboración de productos químicos o para las áreas de mantenimiento.

- Con respecto a las emisiones por zona, la que corresponde al Valle de México, es la que mayor aporte de emisiones tiene en todos los contaminantes, esto debido a que la mayoría de la industria que presenta la Cédula de Operación Integral (COI) – herramienta de gestión ambiental estatal que se utiliza para obtener información relativa a esta fuente de emisión – se encuentra asentada y regulada en esa región.
- *Las fuentes de área:* emitieron 5.3% de PM₁₀, 4.5% de PM_{2.5}, 0.3% de SO₂, 34.3% de CO, 8.6% de NO_x, 42.2% de COV y 4.7% de NH₃.
- La categoría que más contribuye con las emisiones totales por tipo de contaminante es la combustión en fuentes estacionarias con los NO_x, CO, PM_{2.5}, y PM₁₀, para los COV quienes más aportan es la combustión de fuentes estacionarias y el uso de solventes, el NH₃ es emitido principalmente por la actividad de ganaderas de amoniaco (que pertenece a la categoría agropecuaria)) y las emisiones domésticas de amoniaco (que están consideradas en la categoría de fuentes misceláneas) y finalmente los SO_x lo emiten en mayor proporción los incendios forestales que corresponde a la categoría de fuentes misceláneas.
- Al igual que en las fuentes fijas, las fuentes de área concentran su mayor aporte de emisiones en la zona que corresponde al Valle de México, esto debido a que las actividades y la movilización, así como el mayor concentrado de población se ubica en esa región de la entidad.
- *Las fuentes móviles:* aportaron el 83.1% de CO, 9.2% de COV, 7.2% de NO_x, 0.2% de NH₃, 0.2% de PM₁₀ y 0.1% de PM_{2.5}.
- El tipo de vehículo que más aporta emisiones son los considerados mayores a tres toneladas, seguido de los tractocamiones, los autos particulares y los autobuses. Cabe mencionar que a pesar de que los vehículos mayores y los autobuses se encuentran en menor cantidad la generación de emisiones se debe al tipo de combustible que utilizan como es el caso del diesel; mientras que los autos particulares su emisión es debido al gran volumen que estos representan dentro de la entidad.
- Con respecto a las emisiones por tipo de zona de esta categoría, al igual que las otras dos fuentes de emisión la zona correspondiente al Valle de México es la que mayor aporte de emisiones tiene, debido a la gran cantidad de vehículos que se encuentran emplacados en la misma y por su cercanía al Distrito Federal.
- Las fuentes naturales: emiten el 19.2% de NO_x y 80.8% de COV.
- La zona que más aporte de emisiones tiene a diferencia de las demás fuentes de emisión es para el Resto de los Municipios, esto debido a que la mayor zona agrícola, vegetal y forestal se encuentra asentada ahí, además de los datos meteorológicos con los que cuenta esa zona.

En cuanto a la metodología:

Para la mayoría de las fuentes es necesario emplear metodología de la EPA como: el AP42 para fuentes fijas y de área, dada la inexistencia de factores de emisión propios para el país y para la región. Sin embargo y a pesar de los esfuerzos realizados por la SEMARNAT para generar manuales y factores de emisión específicos para el país, esto aún no es posible dada la diversidad de fuentes y sus categorías que se encuentran en las diferentes entidades.

Además para las fuentes fijas o industriales se puede utilizar las emisiones reportadas en la Cédula de Operación Integral (COI), ya que éstas emisiones o la mayoría de ellas son realizadas basadas en normas y metodologías propias del país y directamente en la fuente y únicamente se emplean los factores de emisión para corroborar los datos que son inconsistentes o erróneos basados en consumos de materias primas y combustibles, así como por la generación de productos.

Para el caso de las fuentes móviles y naturales y debido a que en sus metodologías para el cálculo de los factores de emisión son necesarios datos meteorológicos, se emplean los reportados por el Sistema Meteorológico Nacional ó de la CAEM propios de la entidad o zona de estudio, reduciendo en lo posible la incertidumbre de cálculo de emisiones. Y para fuentes móviles también se consideran los datos de actividad (kilómetros recorridos por tipo de vehículo) y datos de propiedades de los combustibles utilizados en la zona de inventario.

4.2 Recomendaciones

- Actualizar y realizar un análisis de industrias que se encuentran asentadas en la entidad para verificar cuantas están activas y ampliar el número de empresas reportadas en el inventario de emisiones.
- Completar metodología para “calcular faltantes” de información en inventarios de emisiones para fuentes fijas desarrollados por medio de recopilación de datos en campo, de manera tal que se complete la información para las fuentes para las cuales no se reporta dato o deban ser descartadas por falta de coherencia.
- Para el caso de fuentes de área, ampliar las actividades de las categorías de fuentes evaluadas.
- Emplear métodos alternos para el cálculo de emisiones de fuentes de área y no basarse únicamente en factores de emisión.
- Proponer que se realicen estudios de aforos vehiculares en la Zona Metropolitana de Toluca, para tener datos de kilómetros recorridos por tipo de vehículo.

- 
- Establecer guías de cálculo de emisiones de fuentes móviles y de la determinación de los factores de emisión más a detalle.
 - Elaborar el inventario actualizado de fuentes naturales a detalle para la entidad.

Bibliografía

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Actividades de construcción. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Almacenamiento y distribución de Gas LP. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Asfaltado. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área México 2005. Artes gráficas. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Combustión comercial, habitacional, industrial y agropecuaria. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área México 2005. Emisiones de amoniaco ganadero, PM₁₀ y PM_{2.5} por corrales de engorda de ganado bovino. R. Rosaliano E., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Emisiones domésticas de amoniaco. R. Rosaliano E., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Esterilización de material hospitalario. R. M. Bernabé.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Incendios en estructuras. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Labranza agrícola. Itzcóatl R. Rosaliano E., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área México 2005. Lavado en seco. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Limpieza y desengrase en la industria. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área México 2005. Panificación industrial y tradicional. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Pintura de señalización vial. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área México 2005. Recubrimiento de superficies arquitectónicas. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Recubrimiento de superficies en la industria. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Uso de solventes. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Uso doméstico de solventes. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área México 2005. Tratamiento de aguas residuales. D. Soraya Sánchez G., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Uso doméstico de solventes. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes de Área. México, 2005. Uso doméstico de solventes. Itzcóatl R. Garduño M., et al.

CCA, 2009. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte Inventario de Emisiones de Fuentes Biogénicas. México, 2005. Uso doméstico de solventes. R.M. Bernabé.

Centro de Transporte Sustentable de México, A.C., 2011. Estudio de emisiones y características vehiculares en ciudades mexicanas. Reporte final. H. Salgado.

CNA, 2010. Inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación.

EPA, 2010. MOBILE6 Vehicle Emission Modeling Software. <http://www.epa.gov/otaq/m6.htm>. Consulta de internet, 2010.

EPA, 2010. Table of Contents, AP 42, Volume I, Fifth Edition. <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html>. Consulta por internet, 2010.

EPA, 2001. User's Guide to MOBILE6, Mobile Source Emissions Factor Model.

IGCEM, 2011. Estadística Básica Municipal del Sector Salud, 2011.

INEGI, 2012. Anuario estadístico y geográfico de México 2011.

INEGI, 2011. Censo de población y vivienda, 2010.

INEGI, 2009. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, 2008.

ISEM, 2010. Instituto de Salud del Estado de México. Camas censables por municipio según tipo de unidad médica, 2010.

Radian, 1997. Programa de inventario de emisiones para México. Manuales y reportes.

SAGARPA, 2011. Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP). <http://www.siap.gob.mx/agricultura-produccion-anual/>. Consulta por internet, 2011.

SENER, 2011. Balance Nacional de Energía, 2010.

SENER, 2010. Prospectiva del mercado del gas licuado del petróleo 2010-2025.

SENER, 2010. Prospectiva del mercado del gas natural 2010-2025.

SENER, 2010. Prospectiva de petrolíferos 2010-2025.

SENER, 2011. Sistema de información energética. <http://sie.energia.gob.mx/>. Consulta por internet, 2011

SIAP, 2010. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Población ganadera avícola y apícola del Estado de México, 2002-2011.

Anexo FF-1

Tabla 26. Inventario de emisiones de fuentes fijas de la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán Texcoco para el año 2010.

Fuentes fijas Sector	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	SO _x	NO _x	COV	NH ₃
Petróleo y petroquímica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	77.5	0.0
Química	250.2	166.0	34.4	505.3	2265.5	4736.2	20.4
Pinturas y tintas	556.2	289.0	4.9	5.6	17.5	2710.1	0.6
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	697.0	488.7	118.2	1453.6	573.9	1009.3	12.7
Automotriz	408.0	211.6	5.2	22.8	36.9	1102.2	1.2
Celulosa y papel	113.3	85.9	2141.3	297.1	622.0	71.5	15.7
Cemento y cal	339.2	115.1	524.3	69.1	1529.2	7.3	0.9
Industria del asbesto	4.1	4.1	1.8	4.8	10.2	12.5	0.3
Industria del vidrio	390.0	380.1	1.2	169.8	1383.2	39.2	6.5
Generación de energía eléctrica	767.7	765.9	17.8	2976.5	7631.6	96.5	95.2
Tratamiento de residuos peligrosos	1.3	0.8	6.0	2.1	9.5	35.7	0.1
Industria de alimentos y bebidas	165.5	56.2	12.2	220.8	221.5	1568.6	2.8
Industria textil	74.3	53.0	104.0	71.6	140.7	194.0	3.0
Industria de la madera	29.7	21.1	0.0	0.1	0.3	262.8	0.2
Industria del asfalto	4.2	2.9	17.8	4.2	16.6	0.2	0.7
Otros	181.1	133.9	10.7	140.9	174.2	2,910.3	2.5
Total	3,981.8	2,774.3	2,999.8	5,944.5	14,633.0	14,833.7	162.8

Fuente: Elaboración propia, con información contenida en la COI.

Tabla 27. Inventario de emisiones de fuentes fijas de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca para el año 2010.

Fuentes fijas Sector	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	SO _x	NO _x	COV	NH ₃
Petróleo y petroquímica	18.2	13.1	613.0	11.3	135.5	229.4	0.0
Química	185.4	114.8	930.9	61.5	322.9	778.0	2.8
Pinturas y tintas	30.9	17.0	0.0	15.9	93.9	316.8	1.6
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	63.8	51.3	4.9	23.9	20.8	1189.6	0.6
Automotriz	278.2	169.7	1.2	48.0	71.6	1324.5	1.8
Celulosa y papel	75.3	49.0	1368.9	11.5	126.1	0.6	1.8
Cemento y cal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Industria del asbesto	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Industria del vidrio	222.5	217.6	0.7	98.0	546.0	6.4	3.7
Generación de energía eléctrica	24.7	24.3	650.0	55.6	205.9	1.3	2.0
Tratamiento de residuos peligrosos	4.2	2.9	10.9	1.3	6.4	4.2	0.0
Industria de alimentos y bebidas	10.8	4.5	12.4	61.3	160.6	2.3	1.4
Industria textil	7.2	5.6	2.2	56.2	78.3	27.2	0.4
Industria de la madera	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
Industria del asfalto	0.0	0.0	0.2	0.2	0.8	0.0	0.0
Otros	11.9	8.2	0.7	7.3	27.5	93.1	0.1
Total	932.9	678.2	3,596.0	452.0	1,796.3	3,973.4	16.4

Fuente: Elaboración propia, con información contenida en la COI.

Anexo FA-1

Tabla 28. Inventario de emisiones de fuentes de área del Estado de México para el año 2010.

Fuentes fijas Sector	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	SO _x	NO _x	COV	NH ₃
Combustión en fuentes estacionarias	43,747.5	42,354.8	990.5	342,483.9	86,701.1	251,597.9	403.3
Gas LP - Combustión industrial	23.7	23.7	1.3	132.6	781.1	13.8	0.0
Gas natural - Combustión industrial	379.1	379.1	29.9	4,190.0	517.5	274.3	24.3
Diesel - Combustión industrial	1.1	0.3	63.4	5.6	22.3	0.2	0.9
Leña - Combustión doméstica	37,315.5	35,923.6	431.3	272,424.3	2,804.0	246,972.3	0.0
Gas Natural - Combustión doméstica	5,856.9	5,856.9	462.4	64,734.6	77,065.0	4,238.6	377.6
Gas LP - Combustión doméstica	135.2	135.2	0.1	757.2	4,462.2	76.6	0.0
GLP - Combustión comercial	29.0	29.0	1.6	162.4	956.9	16.9	0.0
Gas Natural - Combustión comercial	7.0	7.0	0.6	77.3	92.0	5.1	0.5
Uso de solventes						118,330.9	
Recubrimiento de superficies en la industria						19,192.0	
Pintado automotriz						2,099.1	
Recubrimiento de superficies arquitectónicas						17,956.1	
Pintura para señalización vial						599.8	
Limpieza de superficies industriales						19,094.3	
Lavado en seco						5,281.2	
Artes gráficas						6,070.3	
Asfaltado						110.8	
Uso doméstico de solventes						47,927.3	
Manejo y transporte de combustibles						51,549.2	
Manejo y distribución de Gasolina						5,712.5	
Manejo y distribución de gas LP						45,836.7	
Fuentes industriales ligeras y comerciales	3,828.7	1,512.0		2,415.5	44.5	880.4	
Actividades de construcción	2,615.4	543.6					
Asados al carbón	1,213.3	968.4		2,415.5	44.5	155.9	
Panificación						724.5	
Agropecuaria	5,053.0	1,100.1					26,870.1
Aplicación de fertilizantes							12,698.0
Corrales de engorda	187.1	21.4					
Ganaderas de amoníaco							14,172.1
Labranza	4,865.8	1,078.8					
Manejo de residuos						1,962.6	
Aguas residuales						1,962.6	
Fuentes misceláneas	209.8	177.9	2,031.8	103.0	177.7	104.2	20,407.5
Incendio de construcciones	1.5	1.4		23.3	0.6	1.4	
Incendios forestales	208.3	176.5	2,031.8	79.7	177.1	99.8	
Emisiones domésticas de amoníaco							20,407.5
Esterilización de material hospitalario						3.0	
Total	52,838.9	45,144.8	3,022.4	345,002.4	86,923.2	424,425.2	47,680.8

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

Tabla 29. Inventario de emisiones de fuentes de área de la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán Texcoco para el año 2010.

Fuentes fijas Sector	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	SO _x	NO _x	COV	NH ₃
Combustión en fuentes estacionarias	32,237.5	31,211.2	727.5	252,387.4	63,979.8	185,411.8	297.2
Gas LP - Combustión industrial	16.5	16.5	0.9	92.6	545.9	9.6	0.0
Gas natural - Combustión industrial	264.9	264.9	20.9	2,928.1	361.7	191.7	17.0
Diesel - Combustión industrial	0.8	0.2	44.3	3.9	15.6	0.2	0.6
Leña - Combustión doméstica	27,499.3	26,473.6	317.8	200,760.5	2,066.3	182,003.9	0.0
Gas Natural - Combustión doméstica	4,332.6	4,332.6	342.0	47,886.3	57,007.4	3,135.4	279.3
Gas LP - Combustión doméstica	100.1	100.1	0.1	560.3	3,301.8	56.7	0.0
GLP - Combustión comercial	18.8	18.8	1.0	105.4	621.4	11.0	0.0
Gas Natural - Combustión comercial	4.5	4.5	0.4	50.2	59.8	3.3	0.3
Uso de solventes						87,082.7	
Recubrimiento de superficies en la industria						14,123.9	
Pintado automotriz						1,544.8	
Recubrimiento de superficies arquitectónicas						13,214.3	
Pintura para señalización vial						441.4	
Limpieza de superficies industriales						14,052.0	
Lavado en seco						3,886.6	
Artes gráficas						4,467.3	
Asfaltado						81.5	
Uso doméstico de solventes						35,270.9	
Manejo y transporte de combustibles						27,501.1	
Manejo y distribución de Gasolina						2,369.2	
Manejo y distribución de gas LP						25,131.9	
Fuentes industriales ligeras y comerciales	2,552.8	1,058.4		1,780.1	32.8	360.6	
Actividades de construcción	1,658.6	344.7					
Asados al carbón	894.1	713.6		1,780.1	32.8	114.9	
Panificación						245.7	
Agropecuaria	449.8	95.1					13,315.3
Aplicación de fertilizantes							4,450.2
Corrales de engorda	42.8	4.9					
Ganaderas de amoniaco							8,865.0
Labranza	407.0	90.2					
Manejo de residuos						961.8	
Aguas residuales						961.8	
Fuentes misceláneas	63.9	54.2	611.5	40.4	53.7	33.2	14,717.9
Incendio de construcciones	1.0	1.0		16.4	0.4	1.0	
Incendios forestales	62.8	53.2	611.5	24.0	53.3	30.0	
Emisiones domésticas de amoniaco							14,717.9
Esterilización de material hospitalario						2.2	
Total	35,303.9	32,418.9	1,339.0	254,207.9	64,066.3	301,351.3	28,330.5

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

Tabla 30. Inventario de emisiones de fuentes de área de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca para el año 2010.

Fuentes fijas Sector	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	SO _x	NO _x	COV	NH ₃
Combustión en fuentes estacionarias	6,301.6	6,102.0	149.3	49,432.0	12,550.3	36,074.4	59.9
Gas LP - Combustión industrial	5.2	5.2	0.3	29.0	170.8	3.0	0.0
Gas natural - Combustión industrial	82.9	82.9	6.5	916.3	113.2	60.0	5.3
Diesel - Combustión industrial	0.2	0.1	13.9	1.2	4.9	0.0	0.2
Leña - Combustión doméstica	5,346.8	5,147.4	61.8	39,034.8	401.8	35,387.9	0.0
Gas Natural - Combustión doméstica	842.4	842.4	66.5	9,310.7	11,084.2	609.6	54.3
Gas LP - Combustión doméstica	19.2	19.2	0.0	107.6	634.1	10.9	0.0
GLP - Combustión comercial	3.9	3.9	0.2	21.9	128.9	2.3	0.0
Gas Natural - Combustión comercial	0.9	0.9	0.1	10.4	12.4	0.7	0.1
Uso de solventes						16,936.0	
Recubrimiento de superficies en la industria						2,746.8	
Pintado automotriz						300.4	
Recubrimiento de superficies arquitectónicas						2,570.0	
Pintura para señalización vial						85.8	
Limpieza de superficies industriales						2,732.9	
Lavado en seco						755.9	
Artes gráficas						868.8	
Asfaltado						15.9	
Uso doméstico de solventes						6,859.6	
Manejo y transporte de combustibles						9,352.7	
Manejo y distribución de Gasolina						1,940.7	
Manejo y distribución de gas LP						7,412.0	
Fuentes industriales ligeras y comerciales	760.8	260.7		346.1	6.4	483.6	
Actividades de construcción	586.9	122.0					
Asados al carbón	173.9	138.8		346.1	6.4	22.3	
Panificación						461.3	
Agropecuaria	689.2	150.5					1,889.3
Aplicación de fertilizantes							1,088.7
Corrales de engorda	21.4	2.4					
Ganaderas de amoníaco							800.6
Labranza	667.8	148.0					
Manejo de residuos						570.9	
Aguas residuales						570.9	
Fuentes misceláneas	25.6	22.5	246.4	13.2	21.5	13.5	2,961.9
Incendio de construcciones	0.2	1.0		3.6	0.1	1.0	
Incendios forestales	25.4	21.5	246.4	9.7	21.4	12.1	
Emisiones domésticas de amoníaco							2,961.9

Esterilización de material hospitalario

0.4

Total	7,777.2	6,535.7	395.7	49,791.3	12,578.2	63,431.2	4,911.1
--------------	----------------	----------------	--------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------------

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

Anexo FM-1

Tabla 31. Inventario de emisiones de fuentes móviles de la Zona del Valle Cuautitlán Texcoco para el año 2010.

Fuentes fijas Sector	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	SO _x	NO _x	COV	NH ₃
Autos particulares	284.6	129.6	215,886.1	82.9	23,318.5	38,962.0	1,056.5
Taxis	71.6	32.2	93,511.1	17.5	10,983.3	7,099.1	275.1
Combis	50.7	26.5	79,186.0	17.2	5,950.7	6,287.1	154.6
Pick up	110.1	66.2	215,303.1	45.4	10,822.0	22,436.9	344.4
Microbús	50.2	22.4	104,995.8	5.7	3,137.6	5,370.0	20.6
Autobús	203.1	175.4	68,145.5	7.5	14,700.9	5,502.6	20.5
Tracto	634.4	557.3	16,324.0	4.4	6,159.6	2,260.7	111.0
Menores a 3 toneladas	3.0	2.5	232.7	0.1	40.3	30.5	0.8
Mayores a 3 toneladas	469.9	397.2	196,339.2	26.6	10,324.6	17,648.4	81.7
Motocicletas	40.4	22.8	49,832.0	3.5	1,229.4	12,460.8	12.3
Total	1,918.1	1,432.1	1,039,755.3	210.8	86,666.9	118,058.1	2,077.6

Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

Tabla 32. Inventario de emisiones de fuentes móviles de la Zona del Valle de Toluca para el año 2010.

Fuentes fijas Sector	Toneladas /año						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	SO _x	NO _x	COV	NH ₃
Autos particulares	74.9	34.0	4,8864.8	20.7	5,855.9	6,589.8	303.1
Taxis	22.0	9.7	23,670.2	5.4	2,894.3	1,742.5	88.6
Combis	20.3	15.3	7,417.7	2.2	858.5	735.3	18.7
Pick up	20.2	12.8	24,874.4	7.3	1,887.6	2,528.6	68.8
Microbús	36.3	26.8	37,828.2	1.9	1,477.6	1,875.2	8.0
Autobús	75.5	63.1	31,442.9	4.1	5,168.1	2,400.6	10.2
Tracto	33.9	29.5	1,305.6	0.5	369.7	180.4	3.2
Menores a 3 toneladas	3.5	2.9	225.9	0.1	48.0	31.1	1.0
Mayores a 3 toneladas	320.7	274.0	65,806.9	12.6	6,424.0	7,985.4	42.3
Motocicletas	7.3	4.2	9,058.4	0.6	223.5	2,265.1	2.2
Total	614.6	472.2	250,494.9	55.5	25,207.3	26,334.3	546.1



Fuente: Elaboración propia, usando metodología EPA.

GOBERNADOR COSTITUCIONAL DEL ESTADO DE MÉXICO

Dr. ERUVIEL ÁVILA VILLEGAS

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

M. EN D. CRUZ JUVENAL ROA

**DIRECCIÓN GENERAL DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
ATMOSFÉRICA**

M. EN A. SUSANA LIBIÉN DÍAZ GONZÁLEZ

INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

LIC. EN C.P. Y A.P. OMAR SALVADOR OLVERA HERREROS

SUBDIRECCIÓN DE ADAPTACIÓN Y CRECIMIENTO VERDE

LIC. MARGARITA DÍAZ SÁNCHEZ

DEPARTAMENTO DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

M. EN C. LUIS F. BAUTISTA GOROSTIETA

ELABORACIÓN

BIBIANA VALDEZ AVENDAÑO

COLABORACIÓN

JESÚS HUMBERTO SALAZAR MONROY

**AGRADECIMIENTOS ESPECIALES PARA EL PERSONAL DE SEMARNAT, DEL ÁREA DE
INVENTARIO DE EMISIONES POR SU APOYO Y ASESORÍA.**

