



INVENTARIO DE EMISIONES

DEL ESTADO DE HIDALGO



INVENTARIO DE EMISIONES DEL ESTADO DE HIDALGO

AÑO BASE 2016



DIRECTORIO

Omar Fayad Meneses

Gobernador Constitucional del Estado de Hidalgo

Benjamín Pilar Rico Moreno

Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales
del Estado de Hidalgo

Coordinación Hidalgo

Ricardo Alberto Pérez Hernández

Subdirector de Mantenimiento de la Calidad del Aire
(SEMARNATH)

Yadira García Valderrama

Encargada de departamento de Gestión de Calidad del Aire
(SEMARNATH)

Gobierno Federal

Daniel López Vicuña

Director de Calidad del Aire de la DGGCARETC
(SEMARNAT)

Hugo Landa Fonseca

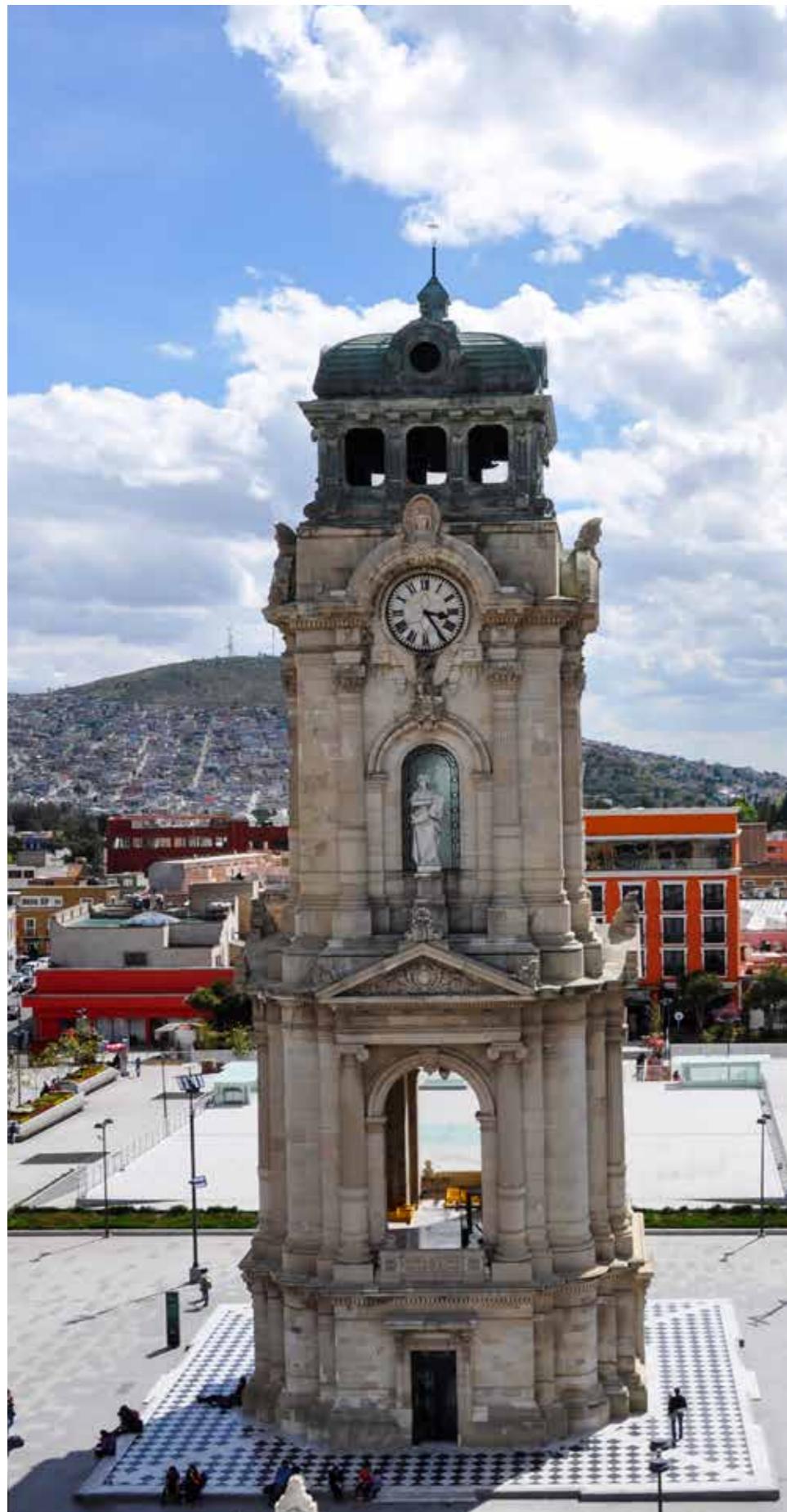
Subdirector de Gestión y Regulación de la DGGCARETC
(SEMARNAT)



AGRADECIMIENTOS

El Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo 2016, integra información de diversas Secretarías del Gobierno del Estado de Hidalgo, de los municipios que conforman la entidad y Secretarías de la Federación, por lo que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH) expresa su reconocimiento y agradecimiento a todas las dependencias que participaron y proporcionaron la información insumo para el desarrollo del presente inventario.

La realización de este proyecto fue posible gracias a la coordinación entre el personal de la Dirección de Calidad del Aire de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno Federal (SEMARNAT), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Dirección General de Gestión de Calidad del Aire de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Hidalgo (SEMARNATH) y LT Consulting, quienes revisaron y validaron los procesos metodológicos y de cálculo.



RESUMEN EJECUTIVO

El inventario de emisiones a la atmósfera es una herramienta útil para el diseño, implementación y evaluación de estrategias de mitigación, su análisis continuo y aplicación permite una reducción de emisiones, resultando en una mejora significativa de la calidad del aire.

Para tal propósito, el Gobierno del Estado de Hidalgo, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATH), elaboró el Inventario de Emisiones a la Atmósfera, año base 2016, con el objetivo de conocer la situación de las fuentes emisoras presentes en la entidad. El inventario de emisiones del Estado de Hidalgo se elaboró con información del año 2016, éste incluye las siguientes fuentes emisoras:

- **Fuentes fijas**
23 categorías.
- **Fuentes de área**
5 categorías con 32 subcategorías.
- **Fuentes móviles carreteras**
10 categorías.
- **Fuentes móviles no carreteras**
3 categorías.
- **Fuentes Naturales**
2 categorías.

Las metodologías utilizadas para la estimación de emisiones son las propuestas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales federal (SEMARNAT), así como el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), e instancias internacionales como la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América (USEPA, por sus siglas en inglés).

Los contaminantes estimados son las PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 , CO, NOx, COV, NH_3 , CH_4 y CN con una resolución a nivel municipal.

Los resultados del inventario de emisiones por contaminante muestran lo siguiente:

➤ Emisiones a nivel estatal.

Las fuentes fijas son las responsables del 99.3% de SO_2 , mientras que las fuentes móviles carreteras generan 30.8% de NOx y 55.1% de CO.

Las fuentes de área aportan 55.7% de PM_{10} , 45.5% de $PM_{2.5}$, 43.2% de CN, 97.9% de NH_3 y 77.7% de CH_4 . Las fuentes naturales emiten 71.2% de COV.

➤ **Emisiones por categoría de las diferentes fuentes.**

Para las fuentes fijas, destacan las emisiones de generación de energía eléctrica, petróleo y petroquímica, así como cemento y cal. Respecto a fuentes móviles, sobresalen los vehículos de uso particular y las pickup. De las fuentes de área, las emisiones se generan principalmente por las subcategorías de labranza, caminos pavimentados y no pavimentados, quemas agrícolas y combustión doméstica. Las fuentes naturales aportan la mayor cantidad de emisiones por la categoría de biogénicas.

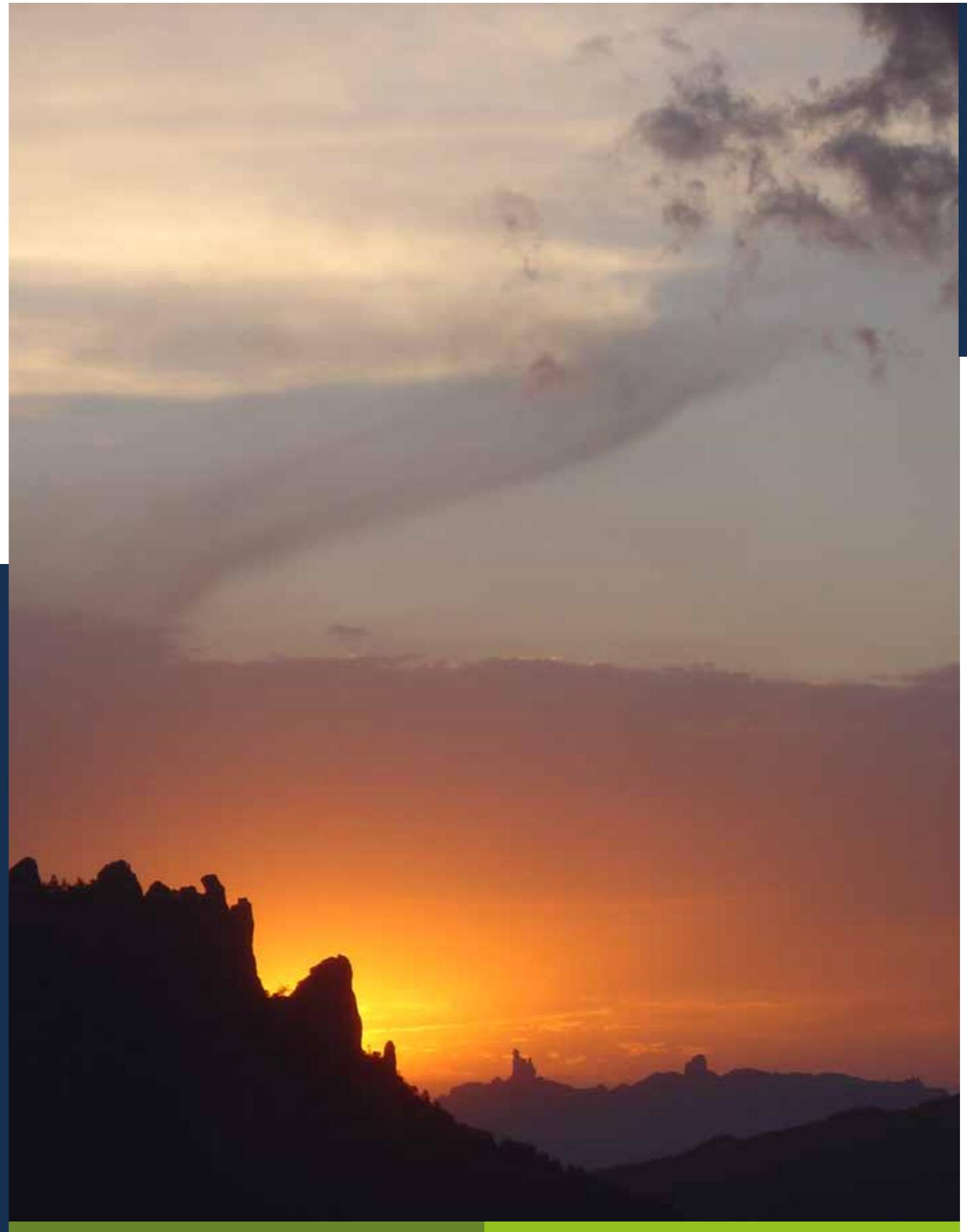
➤ **Principales municipios de generación de emisiones.**

Los municipios que destacan por la mayor cantidad de emisión de contaminantes a la atmósfera, en orden de mayor a menor, son: Tula de Allende, Atitalaquia, Pachuca de Soto, Tulancingo de Bravo, Ixmiquilpan, Atotonilco de Tula, Mineral de la Reforma, Tizayuca, Huejutla de Reyes y Tepeji del Río de Ocampo.

Del balance energético, se tiene que, la energía consumida en el Estado de Hidalgo durante el 2016, fue de 323.23 petajoules (PJ), de la cual 39% es de gas natural, 23% de combustóleo, 14% de gasolina, 12% de coque y 10% de diésel, principalmente.

De esta cantidad de energía, 74% es consumida por el sector industrial, el segundo sector que consume más energía es el de transporte con 23%, seguido de los sectores doméstico, comercial y de servicios, con un consumo del 4%.

Las emisiones obtenidas por fuente en el inventario presentan una correspondencia a la cantidad de energía consumida por sector.



CONTENIDO

Introducción.....	Pág. 20
Objetivos.....	Pág. 24
Caracterización de la zona de estudio.....	Pág. 28
3.1 Localización y superficie territorial.....	Pág.30
3.2 Dinámica poblacional.....	Pág. 36
3.3 Desarrollo económico.....	Pág.38
3.4 Balance de energía.....	Pág.40
3.5 Aspectos legales.....	Pág.42
4. Características generales del inventario de emisiones.....	Pág.46
5. Metodología utilizada para la elaboración del inventario de emisiones.....	Pág.52
5.1 Aseguramiento y control de calidad.....	Pág.55
5.2 Métodos.....	Pág.56
6. Inventario de emisiones.....	Pág.78
6.1 Emisiones totales por contaminante.....	Pág.80
6.2 Emisiones por fuente.....	Pág.84
6.3 Emisiones por categorías para cada contaminante.....	Pág.96
6.4 Emisiones de contaminantes por municipio.....	Pág.100
7. Representación geográfica de emisiones.....	Pág.108
8. Conclusiones.....	Pág.120
9. Recomendaciones.....	Pág.128
9.1 Fuentes fijas.....	Pág.130

CONTENIDO

9.2 Fuentes de área.....	Pág.130
9.3 Fuentes móviles carreteras.....	Pág.130
9.4 Fuentes móviles no carreteras.....	Pág.130
9.5 Fuentes naturales.....	Pág.131
10. Bibliografía.....	Pág.132
ANEXO I. Inventario de emisiones por categoría.....	Pág.136
ANEXO II. Inventario de emisiones por fuentes por municipio.....	Pág.142

CUADROS

1. Consumo por tipo de combustible en el Estado de Hidalgo.....	Pág.41
2. Competencias en materia de emisiones contaminantes, federal, estatal y municipal.....	Pág.44
3. Número de industrias por sector.....	Pág.60
4. Tipos de combustibles utilizados en las industrias en el Estado de Hidalgo.....	Pág.61
5. Método para la estimación de emisiones.....	Pág.64
6. Información obtenida para la estimación de fuentes de área.....	Pág.66
7. Metodologías utilizadas para la estimación de emisiones en las fuentes móviles no carreteras.....	Pág.74
8. Información obtenida para la estimación de las fuentes móviles no carreteras.....	Pág.75

9. Emisiones totales de contaminantes por fuente emisora en el Estado de Hidalgo.....Pág.82
10. Inventario de emisiones de fuentes fijas del Estado de Hidalgo.....Pág.87
11. Inventario de emisiones de fuentes de área para el Estado de Hidalgo.....Pág.92
12. Inventario de emisiones de fuentes móviles carreteras para el Estado de Hidalgo.....Pág.94
13. Emisión de contaminantes por municipio en el Estado de Hidalgo.....Pág.102
14. Emisiones por municipio del Estado de Hidalgo.....Pág.105
15. Emisiones de contaminantes criterio por categoría emisora.....Pág.138
16. Emisiones de contaminantes criterio por categoría emisora.....Pág.144
17. Emisiones de contaminantes criterio generadas por jurisdicción y sector industrial.....Pág.146
18. Emisiones de contaminantes criterio de fuentes móviles carretera por municipio.....Pág.147
19. Emisiones de contaminantes criterio de fuentes móviles no carretera por municipio.....Pág.150
20. Emisiones de contaminantes criterio de fuentes de área por municipio.....Pág.152
21. Emisiones de contaminantes criterio de fuentes naturales por municipio.....Pág.156

FIGURAS

1. Etapas del desarrollo del inventario de emisiones.....Pág.23
2. División municipal del Estado de Hidalgo.....Pág.31
3. Relieve del Estado de Hidalgo.....Pág.32

4. Tipos de climas en el Estado de Hidalgo.....Pág.33
5. Uso de suelo en el Estado de Hidalgo.....Pág.34
6. Distribución del número de habitantes por municipio en el Estado de Hidalgo.....Pág.36
7. Tendencia de crecimiento poblacional en el Estado de Hidalgo.....Pág.37
8. Fuentes y categorías de emisión utilizadas para el inventario de emisiones del Estado de Hidalgo.....Pág.49
9. Métodos de estimación de emisiones contaminantes al aire.....Pág.54
10. Consumo energético por tipo de combustible por las fuentes fijas.....Pág.62
11. Distribución de la flota vehicular por municipio del Estado de Hidalgo.....Pág.71
12. Distribución de la flota vehicular del Estado de Hidalgo por antigüedad.....Pág.72
13. Porcentaje de emisión de contaminante por fuente en el Estado de Hidalgo.....Pág.83
14. Emisión de contaminantes por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.....Pág.85
15. Porcentaje de emisión de PM_{10} por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.....Pág.85
16. Porcentaje de emisión de $PM_{2.5}$ por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.....Pág.86
17. Porcentaje de emisión de SO_2 por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.....Pág.86
18. Porcentaje de emisión de NOx por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.....Pág.86
19. Emisión de contaminantes por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.....Pág.88
20. Porcentaje de emisión de PM_{10} por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.....Pág.90

- 21.** Porcentaje de emisión de PM_{2.5} por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.....Pág. 90
- 22.** Porcentaje de emisión de COV por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.....Pág. 90
- 23.** Porcentaje de emisión de NOx por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.....Pág. 91
- 24.** Emisión de contaminantes por fuentes móviles carreteras en el Estado de Hidalgo.....Pág. 93
- 25.** Porcentaje de emisión de COV por fuentes móviles en el Estado de Hidalgo.....Pág. 94
- 26.** Porcentaje de emisión de NOx por fuentes móviles en el Estado de Hidalgo.....Pág. 94
- 27.** Principales categorías de emisión por tipo de contaminante en el Estado de Hidalgo.....Pág. 96
- 28.** Emisión de contaminantes por municipio en el Estado de Hidalgo.....Pág. 101
- 29.** Distribución espacial de emisiones de PM₁₀ a nivel municipal y su contribución porcental por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.....Pág. 111
- 30.** Distribución espacial de emisiones de PM_{2.5} a nivel municipal y su contribución porcental por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.....Pág. 112
- 31.** Distribución espacial de emisiones de SO₂ a nivel municipal y su contribución porcental por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.....Pág. 113
- 32.** Distribución espacial de emisiones de CO a nivel municipal y su contribución porcental por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.....Pág. 114
- 33.** Distribución espacial de emisiones de NOx a nivel municipal y su contribución porcental por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.....Pág. 115
- 34.** Distribución espacial de emisiones de COV a nivel municipal y su contribución porcental, por fuente para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.....Pág. 116
- 35.** Distribución espacial de emisiones de NH₃ a nivel municipal y su contribución porcental por fuente, para los principales municipios

- emisores en el Estado de Hidalgo.....Pág. 117
- 36.** Distribución espacial de emisiones de CH₄ a nivel municipal y su contribución porcental por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.....Pág. 118
- 37.** Distribución espacial de emisiones de CN a nivel municipal y su contribución porcental por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.....Pág. 119

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CEAA	Comisión Estatal del Agua y Alcantarillado del Estado de Hidalgo.
CH4	Metano.
CMAP	Catálogo de Clasificación Mexicana de Actividades y Productos.
CN	Carbono negro.
COA	Cédula de Operación Anual.
CO	Monóxido de carbono.
CONAPO	Consejo Nacional de Población.
COV	Compuestos orgánicos volátiles.
DENUE	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.
FE	Factor de emisión.
FMNC	Fuentes móviles no carreteras.
GLOBEIS	Global Biosphere Emissions and Interactions System.
GLP	Gas licuado de petróleo.
GN	Gas natural.

INEGI	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.	SENER	Secretaría de Energía.
INEM	INEM Inventario Nacional de Emisiones de México,	SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
KM	Kilometros.	SSH	Secretaría de Salud del Estado de Hidalgo.
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	SO₂	Dióxido de azufre.
MG	Mega gramos	USEPA	United States Environmental Protection Agency: Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos.
MSNM	Metros sobre nivel del mar.		
MOVES	Motor Vehicule Emissions Simulator: Simulador de Emisiones de Vehículos de Motor.		
NH₃	Amoniaco.		
NOX	Óxidos de nitrógeno		
O₃	Ozono		
PEMEX	Petróleos Mexicanos.		
PJ	Petajoules.		
PIB	Producto Interno Bruto.		
PM₁₀	Partículas menores a 10 micrómetros.		
PM_{2.5}	Partículas menores a 2.5 micrómetros.		
PROAIRE	Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire.		
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.		
SCIAN	Sistema de Clasificación Industrial para América del Norte.		
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transporte.		
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.		
SEMARNATH	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo.		



1. INTRODUCCIÓN

Una de las herramientas de mayor utilidad en gestión de la calidad del aire, para identificar las fuentes y su contribución en la emisión de contaminantes atmosféricos, son los inventarios de emisiones, los cuales, además de jerarquizar las fuentes emisoras permiten tener su ubicación y la distribución de las emisiones a lo largo del tiempo, siendo un indicador para detectar las regiones que generan la mayor cantidad de emisiones, estableciendo así, medidas para la regulación de fuentes, con el objetivo principal de mantener una buena calidad del aire.

Los inventarios de emisiones han constituido la base para el diseño, implementación, seguimiento y evaluación de los programas para el mejoramiento de la calidad del aire, siendo fundamental para la evaluación de la eficiencia del programa que actualmente se ejecuta en el Estado de Hidalgo.

El inventario de emisiones está relacionado con identificar y observar las tendencias en las emisiones de contaminantes para una fuente en particular o de una región en general, así como apoyar la toma de decisiones en legislación ambiental, para la implementación de medidas de control de emisiones.

El Estado de Hidalgo, cuenta con la publicación del inventario de emisiones, año base 2011, elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo (SEMARNATH); siendo éste, parte del ProAire que está vigente en el Estado.

El inventario de emisiones 2011 para el Estado de Hidalgo, consideró las categorías de fuentes fijas, de área, móviles y naturales, cuyos principales resultados muestran que las emisiones de monóxido de carbono (CO) fueron 359,469 toneladas anuales, aportado en un 72% por las fuentes móviles.

La emisión de dióxido de azufre (SO₂) fue de 217,228 toneladas, con aporte de 72%, por la generación de energía eléctrica y 26% por la industria del petróleo y petroquímica, mientras que la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV) fue de 268,990 toneladas, generadas en un 52%, por la actividad biogénica y en un 38% por diversas fuentes de área como la combustión doméstica y uso de solventes.

Respecto a los óxidos de nitrógeno (NOx) se emitieron 89,948 toneladas, de las cuales 39% provienen de fuentes móviles y 36% de fuentes fijas. La emisión de amoniaco (NH₃) fue de 24,931 toneladas, siendo las fuentes de área las que más contribuyen con 97%.

Finalmente, se registró una emisión de 34,949 toneladas de partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀), de éstas, las fuentes de área y las fuentes fijas aportaron cada una el 48% del total. Los sectores de mayor generación fueron: la combustión doméstica en fuentes de área y la generación de energía eléctrica en lo que corresponde a fuentes fijas.

El objetivo del presente documento es presentar los resultados del inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, año base 2016. Cabe precisar que este inventario se ha elaborado utilizando nuevas metodologías de estimación de emisiones actualizadas por la SEMARNAT, INECC y USEPA., por lo que los resultados del inventario 2016

no pueden ser comparados con los obtenidos en el inventario 2011. Es de importancia mencionar, que los resultados obtenidos en este inventario 2016 han sido validados por la SEMARNAT. El alcance que tiene el inventario de emisiones del Estado de Hidalgo 2016, permite identificar de

forma precisa a los sectores de mayor contribución por tipo de contaminante y su localización a nivel municipal.

En la siguiente figura se muestran las 9 etapas consideradas en el desarrollo del inventario.

Figura 1. Etapas del desarrollo del inventario de emisiones.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.



2. OBJETIVOS



2. OBJETIVO GENERAL

Elaborar el inventario de emisiones de contaminantes criterio para el Estado de Hidalgo, con año base 2016.

Objetivos específicos

- Estimar las emisiones de contaminantes criterio, así como COV, NH₃, CH₄ y CN para el Estado de Hidalgo y sus municipios.
- Generar una base de datos de emisiones de contaminantes por tipo de fuente para el Estado de Hidalgo compatibles con el INEM.
- Realizar un análisis de las fuentes emisoras de contaminantes en el Estado de Hidalgo.



**3. CARACTERIZACIÓN DE
LA ZONA DE ESTUDIO**



Figura 2. División municipal del Estado de Hidalgo.

El presente capítulo muestra las características del Estado de Hidalgo, para proporcionar un panorama sobre sus condiciones fisiográficas y meteorológicas, así como el impacto que tienen en la distribución de sus actividades económicas.

Se hace una descripción de la población del Estado, analizando diversos indicadores y las implicaciones que tiene dentro de la dinámica estatal. Las características sociodemográficas, económicas, fisiográficas y climatológicas, tienen una importante relevancia en la emisión de contaminantes atmosféricos, ya que determinan en gran medida las actividades que realiza una población.

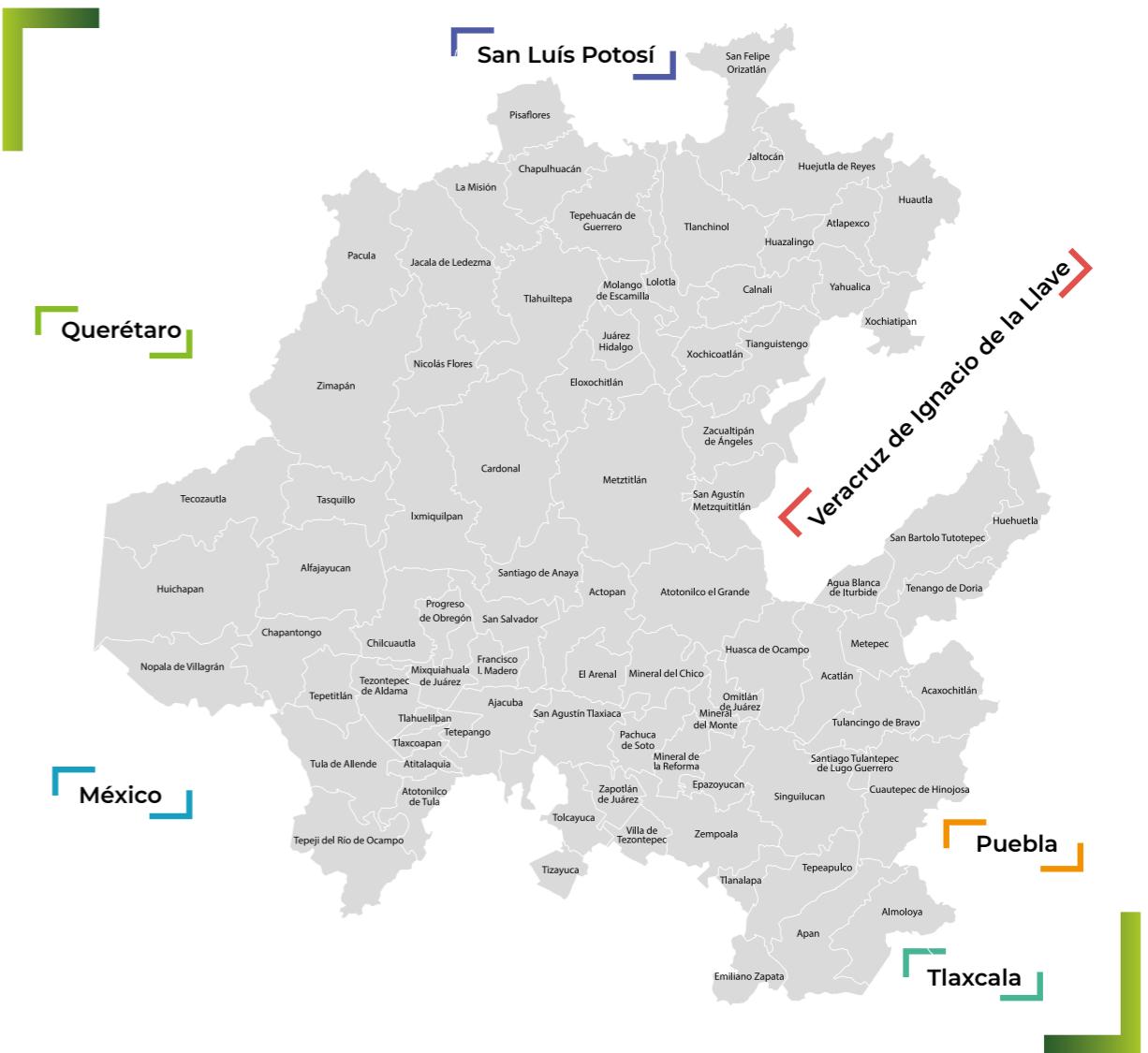
3.1 Localización y superficie territorial

El Estado de Hidalgo colinda al norte con San Luis Potosí; al sur con los

estados de Tlaxcala y el Estado de México; al oriente con los estados de Puebla y Veracruz; y, al poniente con el Estado de Querétaro (figura 2).

En el plano geográfico nacional, el Estado de Hidalgo se ubica entre los 19°36' y 21°24' de latitud norte; y los 97°58' y 99°54' de longitud oeste.

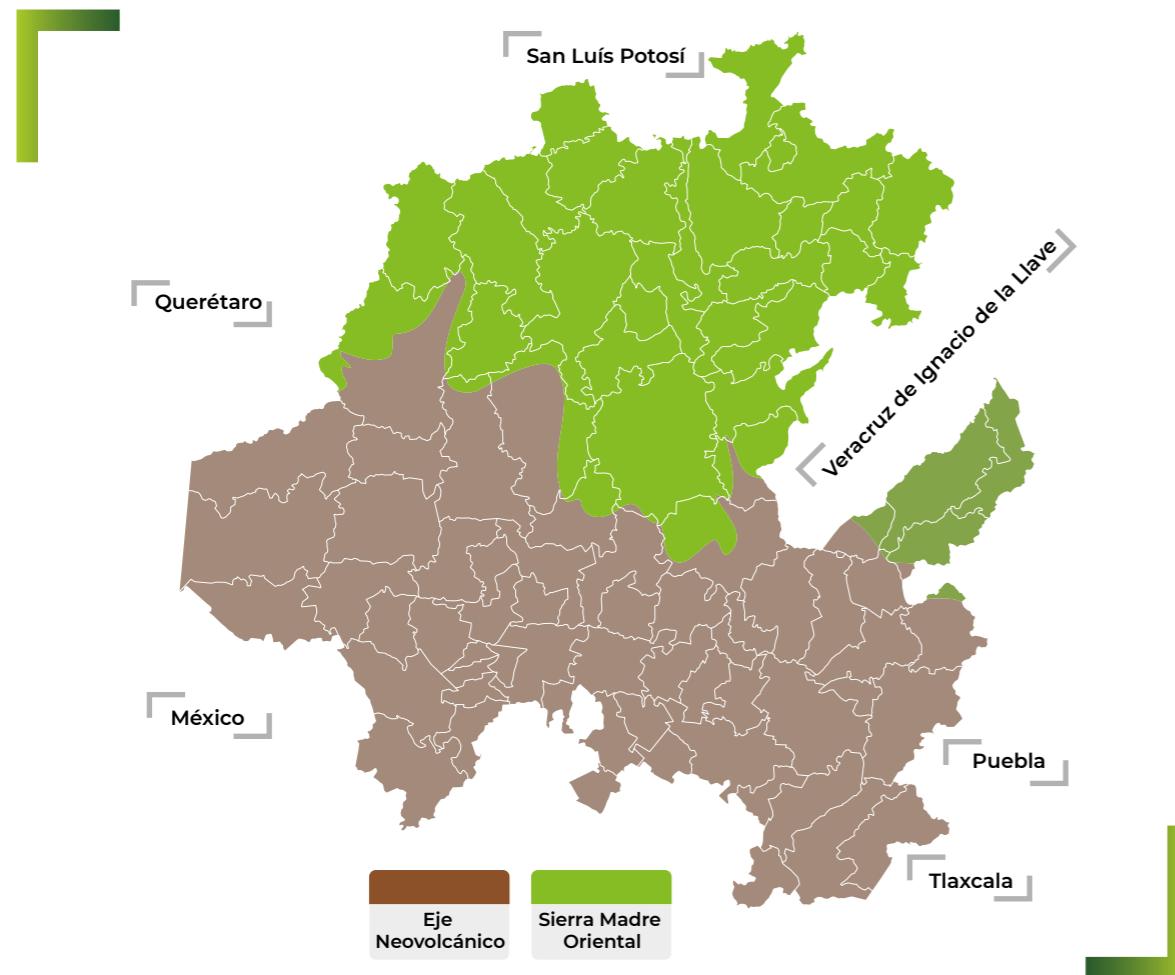
El Estado de Hidalgo está integrado por 84 municipios, posee una extensión territorial de 20 mil 813 km² lo que representa 1.06% del territorio nacional, ver figura 2.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

Aspectos fisiográficos

Figura 3. Relieve del Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

Relieve

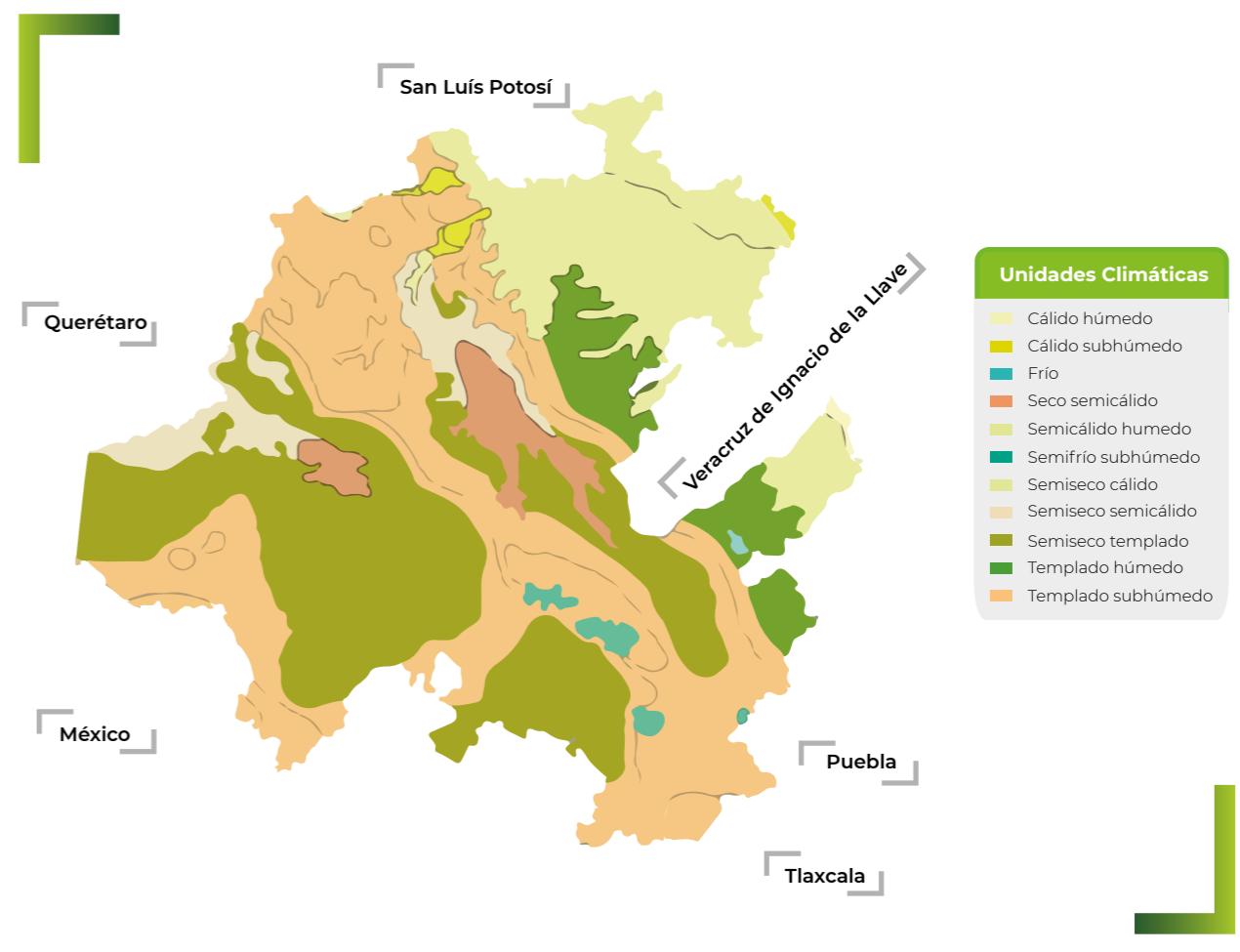
La superficie estatal forma parte de la Sierra Madre Oriental y del Eje Neovolcánico (figura 3). Se tienen dos zonas en la entidad: la norte y nororiental, en donde se encuentra el cerro Ojo de Agua con 2,180 metros sobre el nivel mar (msnm) y el cerro Tepeco con 1,840 msnm; mientras que en la parte central del Estado, de noroeste-sureste se encuentra el cañón Metztitlán con 1,320 msnm. También existen valles en los que se encuentra la altura más baja de 100 msnm. Al centro y occidente se

localizan Mineral del Monte, sierras de origen sedimentario (rocas que se forman en las playas, los ríos y océanos y en donde se acumulen la arena y barro) e ígneo extrusivo o volcánico (se forman cuando el magma o roca derretida sale de las profundidades hacia la superficie de la Tierra).

Hay amplias llanuras en donde se encuentran asentadas las localidades de Mixquiahuala de Juárez, Actopan y Santa Ana Hueytalpan, en toda la zona también se distribuyen lomeríos.

Clima

Figura 4. Tipos de climas en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

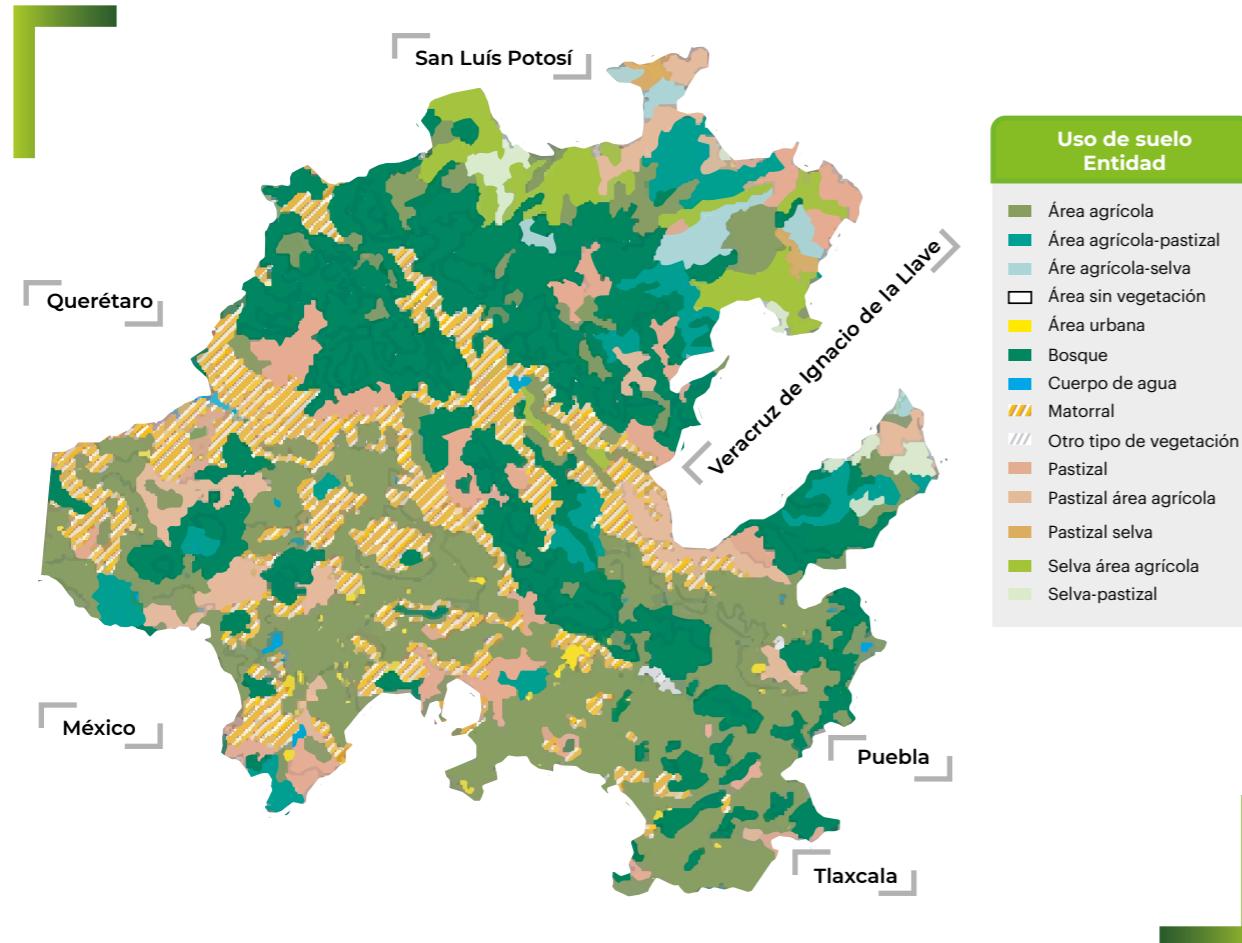
El 39% del Estado de Hidalgo presenta clima seco y semiseco, 33% templado subhúmedo, 16% cálido húmedo, 6% cálido subhúmedo y el restante 6% templado húmedo (figura 4), estos últimos se presentan en la zona de la Huasteca.

La temperatura media anual es de 16°C. La temperatura mínima del mes más frío, enero, es alrededor de 4°C y la máxima se presenta en abril y mayo que en promedio es de 27°C.

La lluvia se presenta en verano, en los meses de junio a septiembre, la precipitación media del Estado es de 800 mm anuales.

Usos de suelo

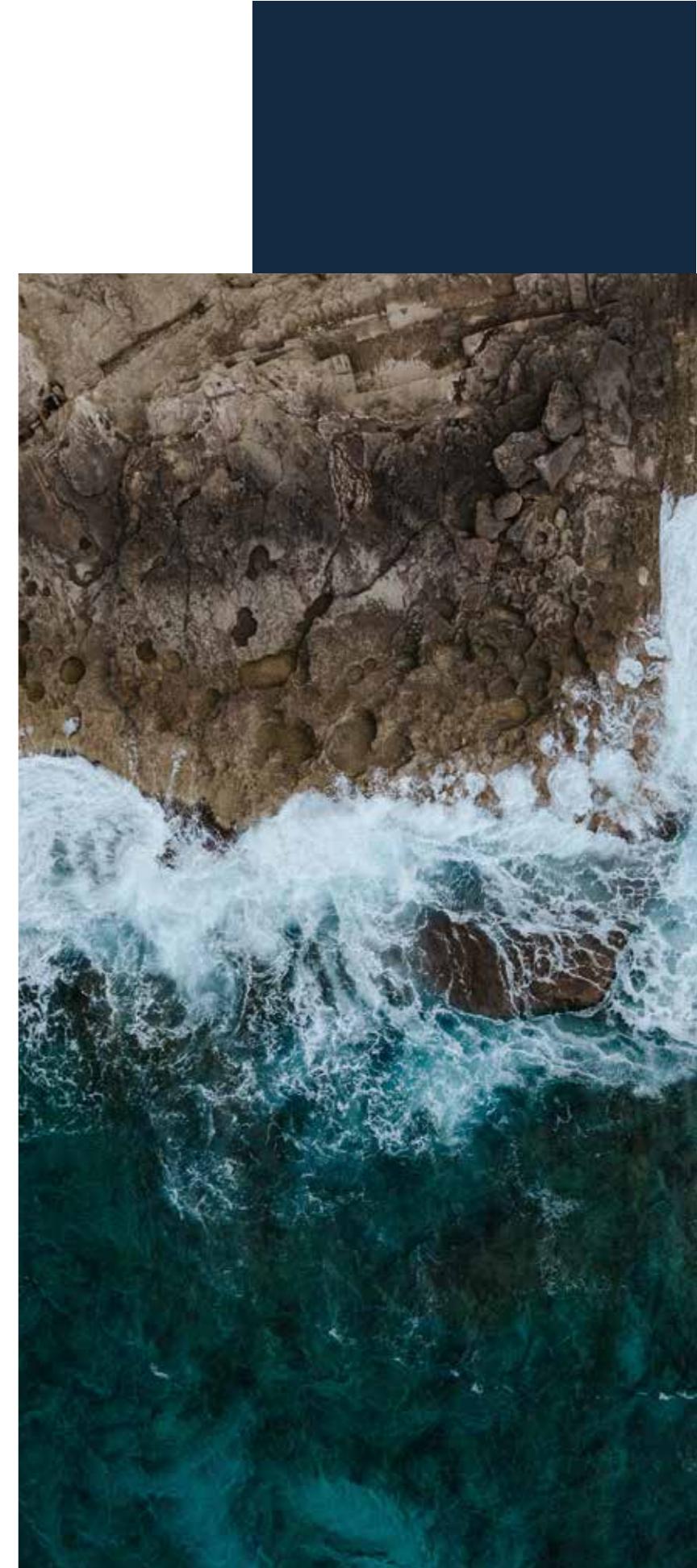
Figura 5. Uso de suelo en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

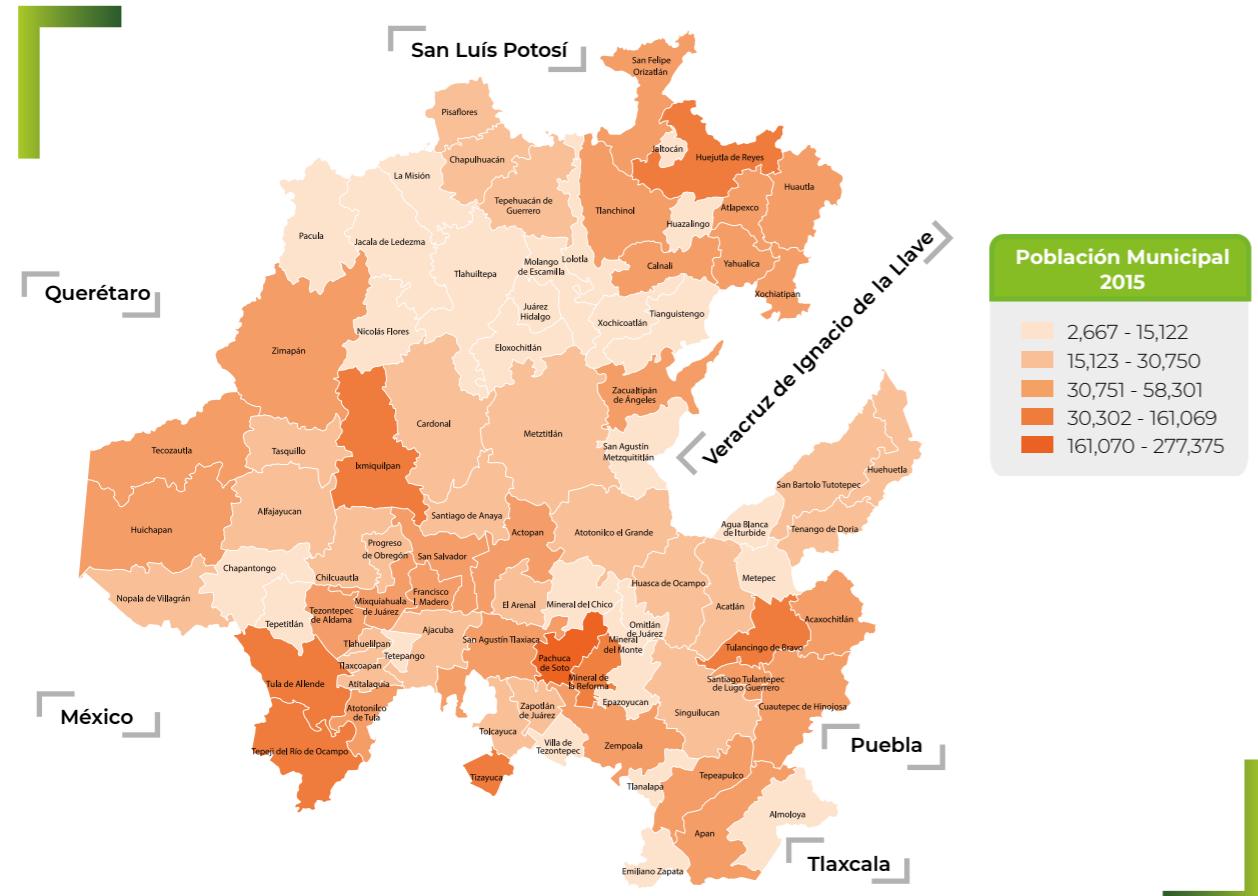
Como se observa en la figura 5 sobre el uso de suelo, en el Estado de Hidalgo predomina la superficie destinada a la agricultura, que corresponde al 45.4%, seguida por el área boscosa con 27%, la superficie de matorral que ocupa 11.2%, los pastizales 10.8% y la selva 5.5% (INEGI, 2017).

Adicionalmente, se han identificado en Hidalgo, 127 tipos de suelo, resaltando el Feozem y el Vertisol, debido a su superficie.



3.2 Dinámica poblacional

Figura 6. Distribución del número de habitantes por municipio en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI para el estado de Hidalgo.

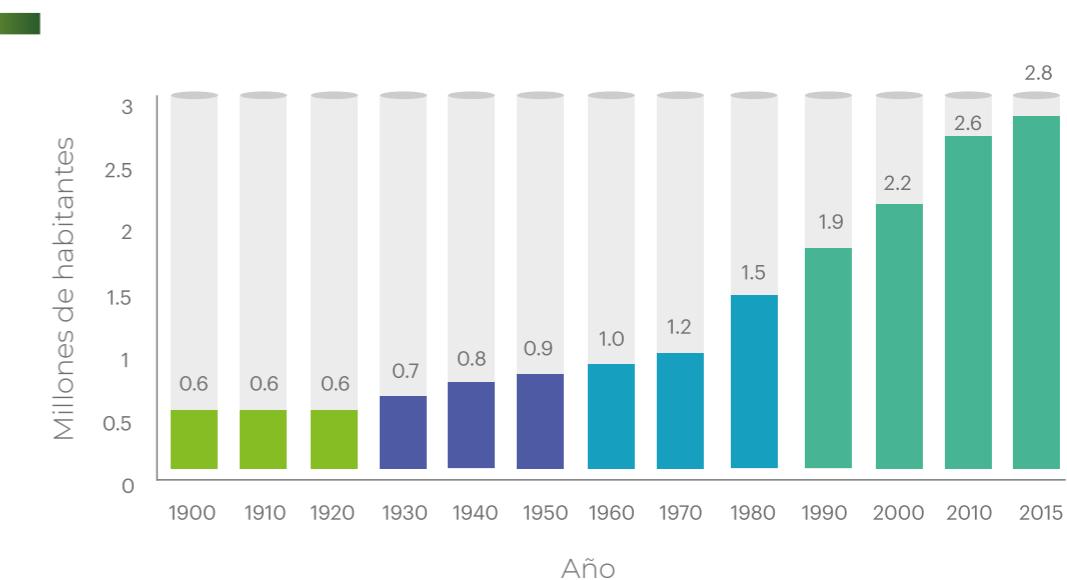
El Estado de Hidalgo contaba en el año 2015 con 2 millones 858 mil 359 habitantes, ocupando el lugar 17 a nivel nacional, de los cuales, 52% son mujeres y 48% hombres. De la población total para el 2015, 52% habita en las zonas urbanas y 48% se encuentra en zonas rurales.²

Los municipios del Estado con mayor cantidad de habitantes son: Pachuca

Los censos de población realizados de 1990 a 2010, así como las encuestas intercensales, muestran el constante crecimiento del número de habitantes en el Estado, alcanzando una densidad poblacional de 137 personas por kilómetro cuadrado, mientras que el promedio nacional se ubica en 61,

lo que posiciona a esta entidad en el noveno lugar a nivel país. La figura 7 muestra la tendencia del crecimiento de la población desde el año 1990 al 2015.

Figura 7. Tendencia de crecimiento poblacional en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI para el Estado de Hidalgo.



² Número de habitantes en el Estado de Hidalgo, consultado en: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/hgo/poblacion/default.aspx?tema=me&e=13>

3.3 Desarrollo económico

Las actividades económicas más importantes del Estado de Hidalgo son: el comercio y servicios, la industria manufacturera, la construcción, la agricultura y la ganadería. Son estratégicos los sectores económicos agroindustrial y metal mecánico, el turismo, la explotación de minerales no metálicos empleados en la

construcción y energías renovables, la industria textil y de la confección, la logística y los servicios profesionales, la investigación e innovación y las tecnologías de la información (SE, 2015). A continuación se muestra un resumen de las principales actividades económicas:



Comercio

Se concentra en siete centrales de abasto, 60 mercados y más de 200 "tianguis" o "mercadillos" no fijos. Los principales productos de exportación son: vehículos y acabados metalmecánicos, algodón y prendas de vestir, el caucho y sus derivados, y maquinaria y artefactos mecánicos.



Agricultura y ganadería

Es importante la producción agrícola como el maíz, cebada, alfalfa, frijol y avena forrajera. Hidalgo es el segundo productor nacional de carne ovina, con una producción de más de 7,000 toneladas de carne en canal.

Construcción

La industria de la construcción se apoya en la explotación de minerales no metálicos, como piedra caliza, para la producción de cemento, grava y arena. Existen aproximadamente 150 empresas constructoras, entre pequeñas, medianas y grandes, dedicadas a la ejecución de obras públicas y privadas.

A nivel nacional, el Estado de Hidalgo contribuye con 1.6% del Producto Interno Bruto (PIB), ubicándose en el lugar 21. Por sector de actividad, sus actividades más relevantes son las terciarias con 62.6% del PIB, las secundarias con 33.3% y las primarias con 4.1%. En esta entidad se ubican 98,567 unidades económicas, lo que representa 2.3% del país y emplea a 353,978 personas.



Industria manufacturera

Es considerado el sector más importante de la economía hidalguense por su aporte al PIB estatal. Las áreas textil y de confección están entre las más destacadas, ubicándose en Tizayuca, Tepeji del Río de Ocampo, Tepeapulco, Tlaxcoapan, Pachuca de Soto, Tlalanapa, Zapotlán, Mineral de la Reforma, Progreso de Obregón, Tulancingo de Bravo, Actopan y Cuautepéc de Hinojosa.



Agroindustria

3,518 establecimientos industriales dedicados al procesamiento y transformación de productos agrícolas y ganaderos en los municipios de Pachuca, Actopan, Ixmiquilpan y Tula.



3.4 Balance de energía

El consumo de energía es uno de los aspectos más importantes de análisis, permite explicar la emisión de contaminantes atmosféricos en una zona de interés.

En el Estado de Hidalgo, durante 2016, se consumieron 323.23 petajoules (PJ), de los cuales 74% se utilizaron por el sector industrial y 23% por el sector transporte.

Por tipo de combustible, el gas natural aportó 126 PJ (39%), el combustóleo 73 PJ (23%), la gasolina 45 PJ (14%), el coque 39 PJ (12%), y el diésel 31 PJ (10%), entre los más importantes.

El cuadro 1 contiene un análisis de la energía consumida en el Estado de Hidalgo durante el 2016, por tipo de fuente y combustible.

Como se observa, 74% de la energía es consumida por el sector industrial, 23% por el transporte, 2.5% por la actividad doméstica y menos del 1% por el sector comercial y de servicios.

Cuadro 1. Consumo por tipo de combustible en el Estado de Hidalgo

Fuente	Combustible	PJ	%
Industria	Combustible	126.38	74
	Combustóleo	73.25	
	Coque de petróleo	38.87	
	Diésel	0.22	
	Gas L.P.	0.15	
	Combustibles formulados	0.01	
Transporte	Gasolina	44.54	23
	Diésel	30.98	
Doméstico	Gas L.P.	4.12	2.5
	Leña	4.11	
Comercial	Gas L.P.	0.56	Menos de 1%
	Total	323.23	100

* La sumatoria del total puede dar más del 100% debido al redondeo en los porcentajes por tipo de combustible.

Fuente: Elaboración propia con información del Balance Nacional de Energía, 2016.

3.5 Aspectos legales

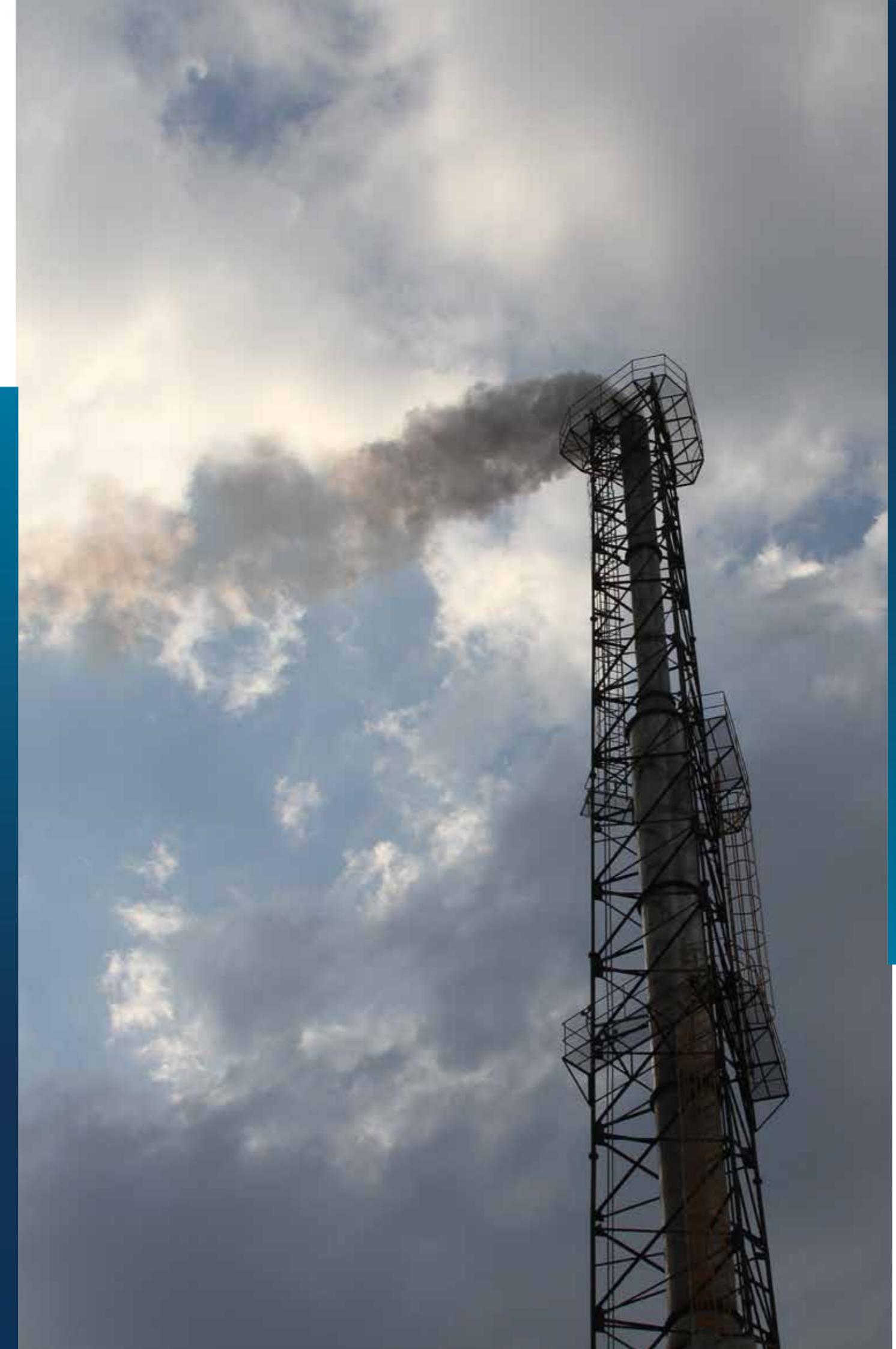
Las fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera están legisladas a través de leyes, reglamentos y normas, instituidos por los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal).

Dentro de este marco regulatorio se establecen las reglas y sanciones que deben obedecer las fuentes generadoras de contaminantes al aire, de acuerdo con el giro y su jurisdicción.

Por ejemplo: las industrias de los sectores de petróleo y petroquímica, química, pinturas y tintas, metalúrgica, automotriz, pulpa y papel, cemento y cal, asbesto, vidrio, generación de energía eléctrica, y tratamiento de residuos peligrosos, se rigen por la Federación.

Para las fuentes contaminantes de jurisdicción estatal y municipal, compete a la autoridad estatal ambiental el vigilar y regular los establecimientos industriales (sectores definidos en sus propios reglamentos), mientras que a las autoridades ambientales municipales les compete regular a establecimientos comerciales y de servicios.

En la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) se establece la obligatoriedad de la elaboración del inventario de emisiones por parte de la federación, estados y municipios, así como de la SEMARNAT, de coordinarse con los gobiernos estatales y municipales para integrar el inventario de emisiones, nacional y regionales.



En el cuadro 2 se resumen las competencias de la autoridad federal, estatal y municipal en materia de emisiones de contaminantes al aire, para las fuentes que operan en la entidad, así como el articulado que refiere al desarrollo del inventario de emisiones a la atmósfera.

Cuadro 2. Competencias en materia de emisiones contaminantes, federal, estatal y municipal.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

El inventario de emisiones a la atmósfera, está regulado en la federación con la LGEEPA a través de la SEMARNAT. Los siguientes artículos de la LGEEPA refieren a inventarios de emisiones a la atmósfera.

Art. 111. Para controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera, la Secretaría tendrá la facultad de acuerdo a la sección II de este artículo, el integrar y mantener actualizado el inventario de las fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera de jurisdicción federal, y coordinarse con los gobiernos locales para la integración del inventario nacional y los regionales correspondientes.

Art. 111 Bis. Le compete a la Federación regular la industria química del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera y tratamiento de residuos peligrosos.

Art. 112. De la fracción IV, en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, los gobiernos de los Estados y de los Municipios integrarán y mantendrán actualizado el inventario de fuentes de contaminación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo (SEMARNAT)

Competencia estatal

A través de la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo, se establecen las obligaciones de la autoridad estatal en materia de la elaboración de inventarios de emisiones a la atmósfera, siendo la autoridad estatal encargada de este tema la SEMARNATH, lo cual se establece en el Artículo 6, destacando de este artículo las siguientes fracciones en materia de inventario a la atmósfera:

XII. Establece los requisitos y procedimientos para la prevención y control de la contaminación ambiental en aire, agua y suelo, generada en la Entidad por diversas actividades en el ámbito de su competencia, tanto de fuentes fijas, comerciales, de servicios y fuentes móviles que circulen en su territorio.

XIV. Establece el integrar, actualizar y, preferentemente hacer público el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos de su competencia.

En el Capítulo II De la Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera de la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo se describen las obligaciones de la autoridad para regular a las fuentes emisoras y desarrollar el inventario de emisiones, destacando los siguiente:

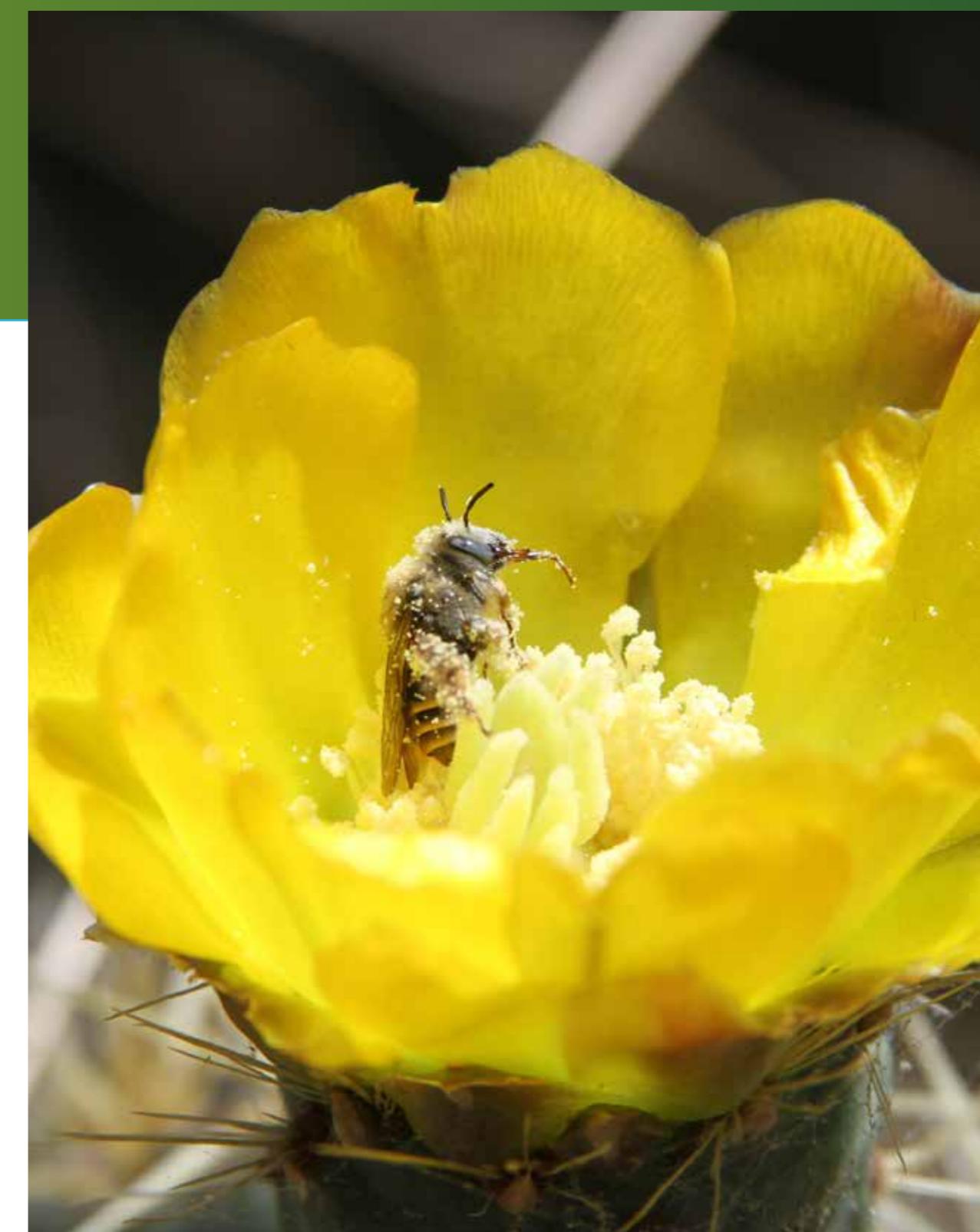
Art. 131. Referente a la prevención y control de la contaminación ambiental, en el cual se establece que las emisiones de contaminantes a la atmósfera de fuentes fijas, naturales o móviles deben ser reducidas y controladas.

Art. 132. De la Sección Primera Emisión de Contaminantes Generados por Fuentes Fijas, en su apartado III en el que se manifiesta el integrar el inventario anual de emisiones de fuentes fijas.

Art. 135. De la Sección Segunda Emisión de Contaminantes Generados por Fuentes Móviles, manifiesta que las emisiones de contaminantes generados por fuentes móviles que circulen en el territorio estatal, deben de cumplir con la normas oficiales y técnicas ecológicas estatales. Aunque no mencionan la integración del inventario, este artículo señala la importancia de contar con las emisiones de fuentes móviles reguladas.

Competencia municipal

En la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo en su Artículo 8, describe las atribuciones que les corresponden a los municipios, siendo la fracción VII en la que se establece que le compete a los municipios la aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que provengan de establecimientos de servicios y de desarrollo de obra e infraestructura, así como de las fuentes móviles que no sean consideradas de jurisdicción federal.





4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL INVENTARIO DE EMISIÓNES

El inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, se realizó para el año base 2016, es decir, el año en el que se recopila la información para realizar la estimación de emisiones.

Se incluyen en el inventario, tanto las emisiones contaminantes de fuentes antropogénicas (provenientes de las actividades humanas), como las naturales, producto de la actividad biológica o por erosión eólica.

La clasificación de las fuentes a inventariar es la siguiente:

➤ Fuentes fijas o puntuales

Establecimientos industriales de jurisdicción federal y estatal.

➤ Fuentes móviles carreteras y no carreteras

Vehículos que circulan por carretera y aquellos utilizados en las actividades de la construcción y agrícola, además de la actividad aeroportuaria y ferroviaria.

➤ Fuentes de área

Actividad habitacional, comercial y de servicios, actividades agropecuarias.

➤ Fuentes naturales

Emisiones biogénicas y erosivas.

La resolución del inventario será a nivel municipal para los siguientes contaminantes:

➤ Material particulado menor a 10 micrómetros (PM_{10}).

➤ Material particulado menor a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$).

➤ Dióxido de azufre (SO_2).

➤ Óxidos de nitrógeno (NOx)

➤ Monóxido de carbono (CO).

➤ Compuestos orgánicos volátiles (COV).

➤ Amoniaco (NH_3).

➤ Metano (CH_4).

➤ Carbono negro (CN).

Figura 8. Fuentes y categorías de emisión utilizadas para el inventario de emisiones del Estado de Hidalgo.

Fuentes fijas		
	Federales	Estatales
➤ Automotriz	➤ Celulosa y papel	➤ Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica
➤ Cemento y cal	➤ Generación de energía eléctrica	➤ Alimentos y bebidas
➤ Generación de energía eléctrica	➤ Metalúrgica	➤ Cuero, piel y materiales sucedáneos
➤ Metalúrgica	➤ Petróleo y petroquímica	➤ Derivados del petróleo y carbón
➤ Petróleo y petroquímica	➤ Pinturas y tintas	➤ Extracción /beneficio ,minerales no metálicos
➤ Pinturas y tintas	➤ Química	➤ Industria de la madera
➤ Química	➤ Tratamientos de residuos peligrosos	➤ Industria textil
➤ Tratamientos de residuos peligrosos		➤ Manejo de desechos y remediación
Fuentes móviles		
	Fuentes móviles carreteras	Fuentes móviles no carreteras
➤ Motocicleta	➤ Maquinaria de construcción	
➤ Auto particular	➤ Terminales de autobuses	
➤ Taxi	➤ Aviación y servicios auxiliares	
➤ Camioneta particular		
➤ Combi		
➤ Pickup		
➤ Veh<3.8 T		
➤ Veh>3.8 T		
➤ Autobús		
➤ Tractocamión		
Fuentes de área		
	Miseláneos	Evaporativas
➤ Actividades de la construcción	➤ Artes gráficas	
➤ Aguas residuales	➤ Asfaltado	
➤ Caminos pavimentados y no pavimentados	➤ Esterilización de material hospitalario	
➤ Corrales de engorda	➤ Lavado en seco	
➤ Emisiones ganaderas	➤ Limpieza de superficies industriales	
➤ Emisiones domésticas de amoniaco	➤ Manejo y distribución de gas LP	
➤ Ladrilleras	➤ Manejo y distribución de combustibles	
➤ Panificación	➤ Pintado automotriz	
➤ Rellenos sanitarios	➤ Pintura para señalización vial	
	➤ Recubrimiento de superficies arquitectónicas	
	➤ Recubrimiento de superficies industriales	
	➤ Uso doméstico de solventes	



Agrícola	Combustión
➤ Aplicación de fertilizantes ➤ Aplicación de plaguicidas ➤ Labranza	➤ Asado al carbón ➤ Combustión agrícola ➤ Combustión comercial ➤ Combustión doméstica ➤ Combustión industrial
Incendios	
➤ Incendios en construcciones ➤ Incendios forestales	➤ Quemas agrícolas
Fuentes naturales	
 	➤ Biogénicas ➤ Erosivas

Fuente: Elaboración propia para el *Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016*.





5. METODOLOGÍA UTILIZADA
PARA LA ELABORACIÓN DEL
INVENTARIO DE EMISIONES

Las metodologías utilizadas para la elaboración del inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, están basadas en los manuales del Programa de Inventarios de Emisiones de México (Radian, INE-SEMARNAT, USEPA, & Western, 1997), la Guía de Elaboración y Uso de Inventarios de Emisiones (INE, SEMARNAT & Western, G. A. 2005), el Manual para la Elaboración de Inventarios de Emisiones de Fuentes de Área (INE & SEMARNAT, 2008); y los procedimientos utilizados para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Emisiones para México utilizados por la SEMARNAT.

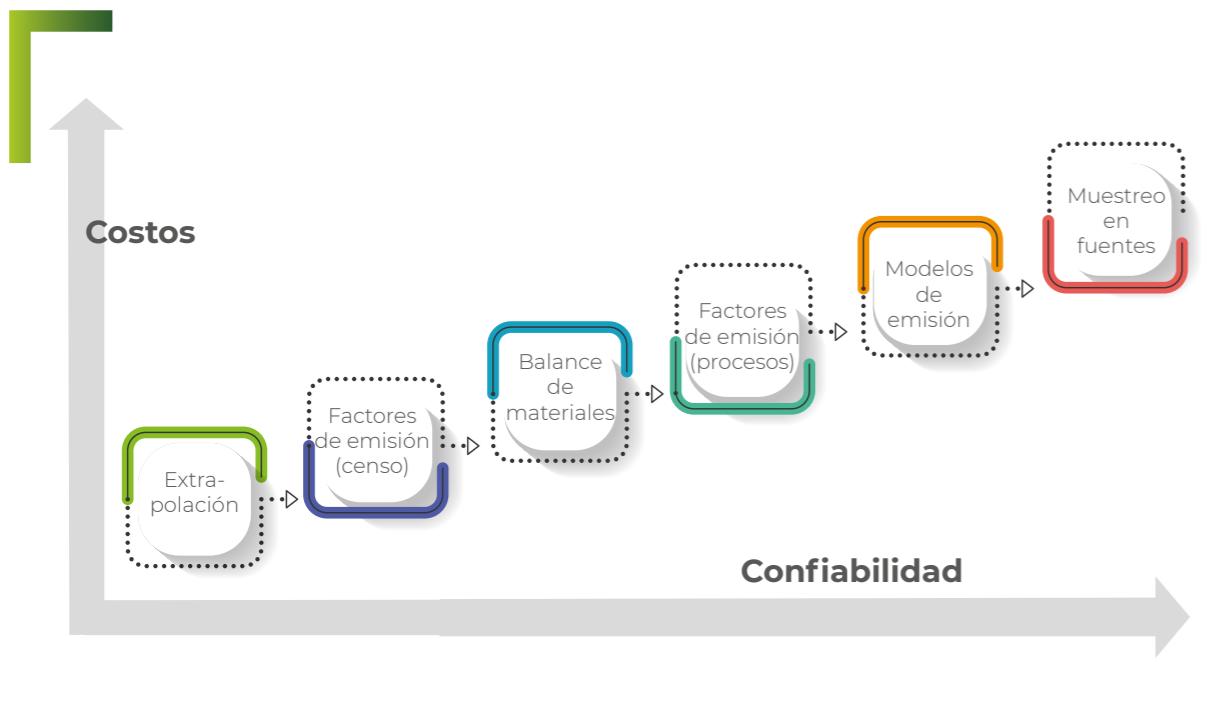
También se consideraron métodos e información actualizada por la

Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América (USEPA), y procedimientos propios desarrollados por LT Consulting, para la recopilación de información y la estimación de emisiones.

En la figura 9 se observan los diferentes métodos de estimación de emisiones contaminantes a la atmósfera.

Las metodologías pueden ser aplicadas para las diferentes categorías de emisión, de acuerdo con sus características y la información disponible. Para el caso del inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, año base 2016, se utilizaron diferentes métodos y en algunos casos la combinación de éstos.

Figura 9. Métodos de estimación de emisiones contaminantes al aire.



Fuente: Elaboración propia con información de los Manuales del Programa de Inventarios de Emisiones en México.

A continuación se presenta una breve descripción de las características de cada uno de los métodos de medición:

Método	Descripción
Muestreo en fuente	Medición directa de la concentración de contaminantes en un volumen conocido de gas y de la tasa de flujo de gas en la chimenea o escape (a la salida de los contaminantes), así como en los procesos.
Modelos de emisión	Modelos matemáticos desarrollados con base a ecuaciones que relacionan varios parámetros del proceso que generan las emisiones de contaminantes. Ej. GloBEIS (emisiones biogénicas), MOVES (emisiones móviles).
Factores de emisión	Relación entre la cantidad de un contaminante emitido y una sola unidad de actividad. La actividad puede consistir en datos basados en procesos (ej. producción, horas de operación, combustible consumido, otros) o en datos basados en censos (ej. población, número de empleados, estadísticas de combustibles, áreas cubiertas de vegetación, entre otros).
Balance de materiales	Emisiones de contaminantes relacionadas con la diferencia entre la cantidad de materiales que entran y salen de un proceso.
Extrapolación	Escalamiento de las emisiones de una fuente dada a otra con base en un parámetro de escalamiento conocido para ambas fuentes, (ej. cantidad de producción, área del terreno, número de empleados).

5.1 Aseguramiento y control de calidad

Para el aseguramiento y control de calidad se aplicaron los lineamientos de la norma ISO 9000:2000 con base en el ciclo de mejora continua PHVA (planear, hacer, verificar y actuar).

El procedimiento de verificación y validación de la información del inventario de emisiones sigue cuatro pasos, cuya finalidad es identificar errores, omisiones y faltantes de información:

Control de calidad

Verificar que los datos de entrada estén debidamente requisitados para su posterior uso (eficiencia del formato).

La información que se incluye son datos de identificación de la fuente (ubicación y datos administrativos) y datos técnicos (tipo de operación, características del proceso, consumos de combustibles, cumplimiento normativo, entre otros).

En el caso en donde se obtuvo información a partir de la aplicación de encuestas, se verificó que las encuestas

tuvieran la información solicitada, y posteriormente se validó la información de consumos de combustibles y datos de actividad.

Aseguramiento

Analizar y garantizar la consistencia y congruencia de los datos con fines de reproducir las estimaciones.

Verificación

Confirmación mediante el aporte de evidencia objetiva (datos que respaldan la existencia o veracidad) de que las cantidades de contaminantes reportados son reproducibles con los datos que se presentan en los mismos (UNE-EN, Sistemas de Gestión de Calidad, fundamentos y vocabulario (ISO: 9000:2000), 2000), (UNE-EN, 2000).

Validación

Confirmación de que el dato de emisión obtenido en la etapa anterior es coherente con los datos de actividad y tipo de fuente, así como datos provenientes de otras instituciones oficiales.

5.2 Métodos

5.2.1 Fuentes fijas

Introducción

En la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, las fuentes fijas se definen como “cualquier instalación emplazada en un solo sitio con el propósito de ejecutar operaciones o procesos industriales, comerciales o de servicios, o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera”; y éstas pueden ser de jurisdicción federal, estatal o municipal (INE, SEMARNAT, & Western, 2005).

Los sectores industriales de jurisdicción federal son 11: petróleo y petroquímica, química, pinturas y tintas, metalúrgica, automotriz, pulpa y papel, cemento y cal, asbesto, vidrio, generación de energía eléctrica y tratamiento de residuos peligrosos. El resto de sectores que no están incluidos en la LGEEPA, son los de jurisdicción estatal y municipal.

El principal instrumento de seguimiento, reporte y recopilación de información de la actividad industrial es la Cédula de Operación Anual (COA), la cual se entrega anualmente por los industriales a la autoridad competente, ya sea federal, estatal o municipal.

La COA contiene datos que permiten conocer la cantidad de contaminantes emitidos por una industria en particular.

La información contenida en la COA contiene (entre otros elementos) los resultados de medición de emisiones realizadas directamente en chimenea, consumo por tipo de combustible, parámetros de los gases de salida, características de los equipos de combustión, cantidad y tipo de materia prima utilizada, y cantidad de producto generado, entre otra información.

En caso de que no se tenga esta información se deberá generar a partir de los métodos establecidos en la metodología de inventario de emisiones, descritos anteriormente.

Clasificación de las fuentes de emisión

Para la clasificación de las fuentes fijas se definieron las categorías a inventariar, en función del artículo 111 bis de la LGEEPA y el catálogo de clasificación mexicana de actividades y productos (CMAP), así como del sistema de clasificación industrial para América del Norte (SCIAN).

Método de estimación

En la estimación del inventario de emisiones de fuentes fijas se utilizan diferentes métodos, los cuales se complementan entre sí. Para el caso del inventario del Estado de Hidalgo, se uso principalmente el método de factores de emisión en combinación con el método de muestreo en fuente y el balance de materiales y energía.

Si la COA cuenta con información reportada de mediciones en chimenea, se realiza la verificación de la información, y si ésta fue congruente,

La ecuación general para la estimación de emisiones provenientes de fuentes puntuales, mediante el uso de factores de emisión es la siguiente:

$$E = A \times EF \times (1-ER/100)$$

Eq. 1

Donde:

E = Emisiones, (ton/año).

A = Actividad tasa, (kg/h o ton/h).

EF = Factor de la emisión, (kg de contaminante/tasa de actividad) y,

ER = Eficiencia de la reducción de la emisión global (%).



se utiliza el valor como emisión; en caso contrario, se calcula a través de los factores de emisión. Los factores de emisión utilizados son los del AP-42 (compilación de factores de emisión de contaminantes atmosféricos de la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos), con base a tipo de combustible, tipo y capacidad del equipo de combustión.

Para este inventario, la estimación de emisiones para fuentes fijas se realizó para equipos de combustión y de proceso.

Para estos últimos, se utilizó la metodología de balance de materiales y factores de emisión. Asimismo, se llevó a cabo una reconciliación de emisiones con las fuentes de área para verificar que no se duplique el reporte de emisiones.

Para el caso de fuentes fijas, sólo se han considerado las de jurisdicción federal y estatal, las municipales se estiman en la categoría de combustión comercial dentro de las fuentes de área.

Contaminantes evaluados

NO_x, SO₂, COV, CO, PM_{2.5}, PM₁₀, NH₃, CH₄ y CN.

Datos de actividad

Para la estimación de emisiones provenientes de fuentes fijas se conformó un padrón industrial de 244 industrias, 88 de jurisdicción federal y 156 de jurisdicción estatal.

El padrón industrial federal se integró por la Cédula de Operación Anual (COA), mientras que el padrón industrial estatal se conformó con información de las COA estatales y

el padrón del Inventario Nacional de Emisiones de México (INEM, 2008 y 2011). De las 156 industrias reguladas que integran el padrón estatal, 134 industrias entregaron COA con actividad 2016, de las cuales 7 no contaban con información completa que permitiera estimar sus emisiones, por lo tanto, el inventario de emisiones de fuentes fijas estatales 2016, integra las emisiones de 124 industrias de esta jurisdicción.

Respecto a las industrias federales, se contó con la información completa para estimar los 88 establecimientos regulados por la federación, conformando un inventario de 212 industrias de ambas jurisdicciones (federal y estatal).

Los datos de actividad utilizados para estimar las emisiones tanto de combustión como de proceso, fueron obtenidos de las COA con año de actividad 2016 para las industrias estatales y federales. En total, al cierre de este informe, se logró estimar emisiones de 212 industrias, 88 de jurisdicción federal y 124 estatales.

El padrón industrial que integra el inventario de emisiones, está constituido por 212 industrias agrupadas en 23 sectores industriales, tal como se muestra en el siguiente cuadro.



Cuadro 3. Número de industrias por sector.

	Sector	Cantidad
Federales	Asbesto	2
	Automotriz	4
	Celulosa y papel	4
	Cemento y cal	12
	Generación de energía eléctrica	5
	Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	25
	Petróleo y petroquímica	6
	Pinturas y tintas	3
	Química	23
	Tratamiento de residuos peligrosos	4
	Subtotal	88
	Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	2
Estatales	Alimentos y bebidas	18
	Cuero, piel y materiales sucedáneos	1
	Derivados del petróleo y carbón	2
	Extracción/Beneficio minerales no metálicos	17
	Industria de la madera	2
	Industria textil	31
	Manejo de desechos y remediación	4
	Metálico	15
	Mezclas químicas	6
	Minerales no metálicos	15
	Papel y cartón	3
	Plástico y hule	8
Subtotal		124
Total		212

Fuente: Elaboración propia con información de las COA federal y estatal.

La mayor parte de la industria referida, se encuentra principalmente en la región de los municipios de Tizayuca, Tepeji del Río de Ocampo, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tulancingo y Tula de Allende.

También se cuenta con zonas industriales en la región de los municipios que comprende Pachuca de Soto y Mineral de la Reforma.

Los tipos de combustibles utilizados por la industria considerados en este inventario, son los presentados en el cuadro 4, de los que destacan el gas natural utilizado por el sector industrial con un aporte energético del 39%, seguido del combustóleo pesado con

37%, el coque de petróleo con 22%, y el resto de combustibles suman el 2%. Tanto el combustóleo como el coque de petróleo, son combustibles pesados, los cuales originan grandes cantidades de material particulado y dióxido de azufre, debido a su composición química.

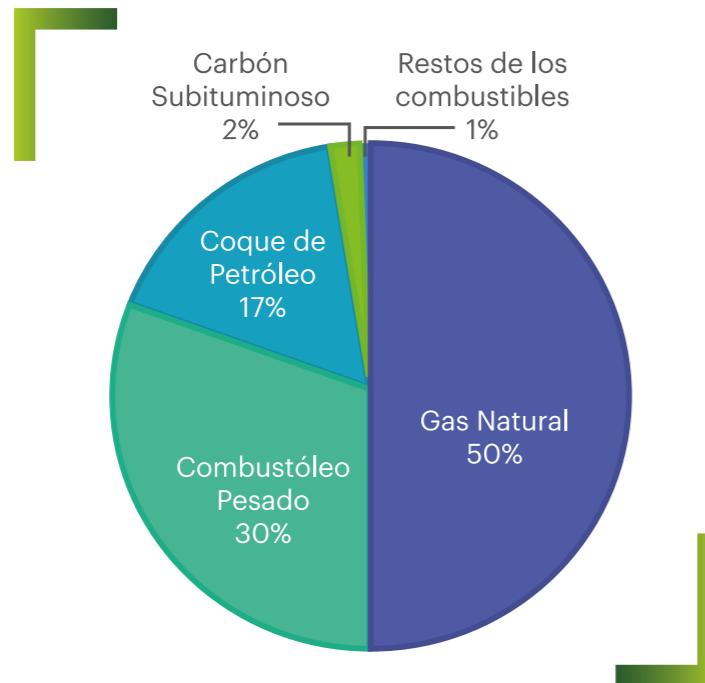
Cuadro 4. Tipos de combustibles utilizados en las industrias en el Estado de Hidalgo.

Tipo de combustible	Cantidad de combustible	Tera Joule
Gas licuado de petróleo	5,438 m ³	151.4
Gas natural	3,306,021,790 m ³	127,731.5
Diésel	10,739 m ³	416.2
Combustóleo ligero	3,334 m ³	138.5
Combustóleo pesado	1,823,914 m ³	76,604.4
Combustibles alternos	11,876 m ³	0
Combustibles formulados	6,325 m ³	0
Carbón siderúrgico	12 Ton	0.3
Carbón sub bituminoso	175,797 Ton	4,711.3
Coque de carbón	485 Ton	12.9
Coque de petróleo	1,405,378 Ton	43,566.7
Llantas	23,082 Ton	579.7

Fuente: Elaboración propia con información de las COA federal y estatal.

La figura 10 representa el aporte energético entre los combustibles presentes en la industria que opera en el Estado de Hidalgo.

Figura 10. Consumo energético por tipo de combustible por las fuentes fijas.



Fuente: Elaboración propia con información de las COA federal y estatal.

5.2.2 Fuentes de área

Introducción

Las fuentes de área representan a todas aquellas fuentes de emisión que son pequeñas, numerosas y dispersas, lo cual dificulta que puedan ser incluidas como fuentes puntuales en un inventario de emisiones, debido a que resulta impráctico recopilar información y estimar las emisiones de cada establecimiento en forma individual. Sin embargo, las fuentes de área son emisoras significativas de contaminantes al aire, éstas se agrupan en:

Agrícolas

Aplicación de fertilizantes, de plaguicidas y labranza.

Combustión

Asados al carbón, combustión agrícola, comercial, industrial y doméstica.

Evaporativas

Artes gráficas, asfaltado, esterilización de material hospitalario, lavado en seco, limpieza de superficies industriales, manejo y distribución de combustibles, manejo y distribución de GLP, pintura automotriz, pintura para señalización vial, recubrimiento de superficies arquitectónicas y de superficies industriales y uso doméstico de solventes.

Misceláneos

Actividades de construcción, aguas residuales, caminos pavimentados y no pavimentados, corrales de engorda, emisiones ganaderas, emisiones domésticas de amoniaco, ladrilleras, rellenos sanitarios y panificación)

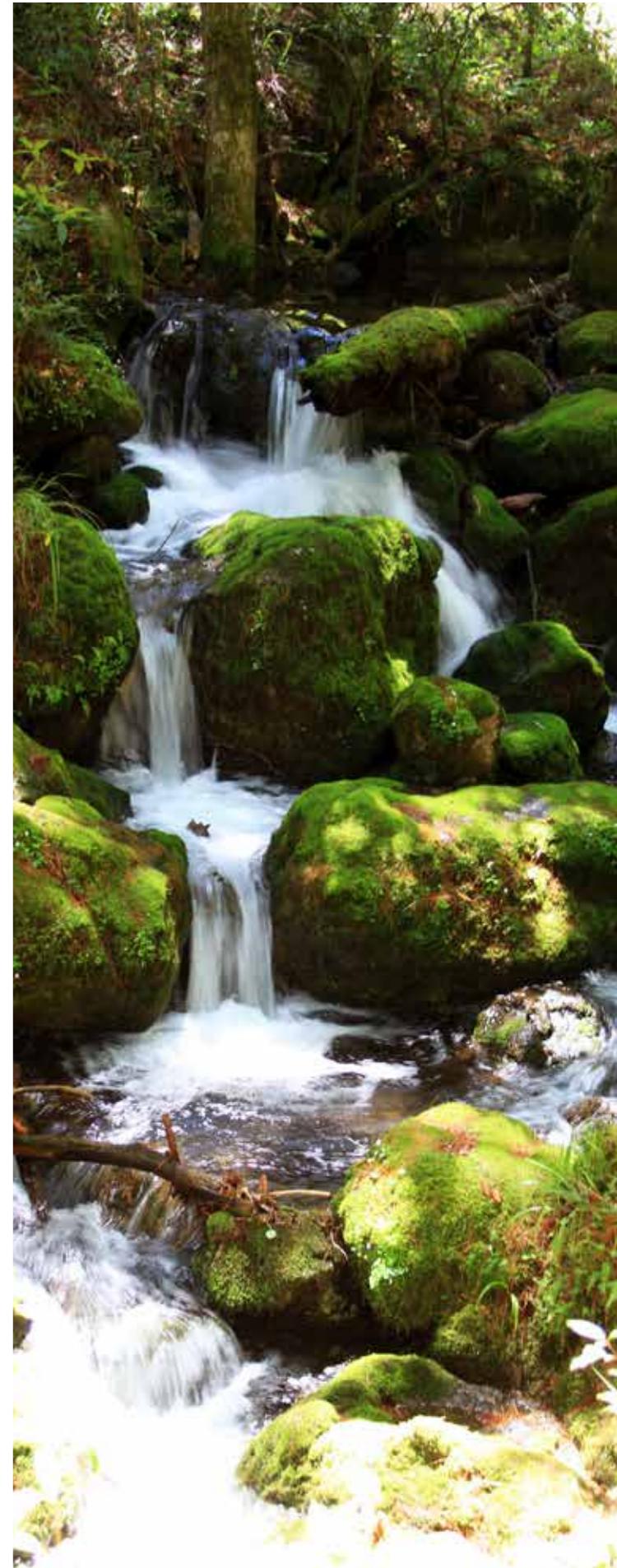
Incendios

En construcción, forestales y quemas agrícolas.

Método de estimación

Ya que las categorías que integran las fuentes de área, cuentan con características muy particulares, existen diversas metodologías para su estimación de emisiones, las más importantes son: el uso de factores de emisión, modelos mecanísticos y el balance de materiales.

El cuadro 5 resume el método utilizado para la estimación de emisiones para las diferentes categorías de fuentes de área.



Cuadro 5. Método para la estimación de emisiones.

Categorías	Subcategorías	Metodologías
Agropecuarias	1 Aplicación de plaguicidas	EIPMM, vol. V 9 12-14, EIIP TABLA 9.4-3
	2 Aplicación de fertilizantes	EIPMM, vol. V 9 2-8
	3 Labranza	EIPMM, vol. V 9.6 19-22
Combustión	4 Asados al carbón	EIPMM, vol. V 8. 16-17
	5 Combustión agrícola	EIPMM, vol. V49-14, EIPMM, VdV428
	6 Combustión comercial	EIPMM, vol. V49-14, EIPMM, VdV428
	7 Combustión doméstica	EIPMM, vol. V49-14, EIPMM, VdV428
Evaporativas	8 Combustión industrial	EIPMM, vol. V49-14, EIPMM, VdV428
	9 Artes gráficas	EIPMM, vol. V 6. 25-27
	10 Asfaltado	EIPMM, vol. V 6.28-31
	11 Esterilización de material hospitalario	Inventario de emisiones ZMVM 1998
	12 Lavado en seco	EIPMM, vol. V 6. 20-24
	13 Limpieza de superficies industriales	EIPMM, vol. V 6. 20-24
	14 Manejo y distribución de gas LP	EIPMM, vol. V 7. 20-22
	15 Manejo y distribución de combustibles	EIPMM, vol. V 7. 20-22
	16 Pintado automotriz	EIIP, vol. V 6 7
	17 Pintura para señalización vial	EIPMM, vol. V 6. 12-13
Incendios	18 Recubrimiento de superficies arquitectónicas	EIIP, TABLA 5-2 1995
	19 Recubrimiento de superficies industriales	EIPMM, vol. V 6. 4-7
	20 Uso doméstico de solventes	EIPMM, vol. V 32-34, EIIP 1996
Misceláneos	21 Incendios en construcciones	EIPMM, vol. V 11.2 8-10
	22 Incendios forestales	EIPMM, vol. V 11.1 2-7
	23 Quemas agrícolas	EIPMM, vol. V 9.3 9-11
Misceláneos	24 Actividades de la construcción	EIPMM, vol. V 8. 10-11
	25 Aguas residuales	EIPMM, vol. V 10. 7-11
	26 Caminos pavimentados y no pavimentados	EIPMM, vol. V 11.3 y 11.4 11-16
	27 Corrales de engorda	EIPMM, vol. V 9.5 16
	28 Emisiones ganaderas	EIPMM, vol. V 9.5 15-18
	29 Emisiones domésticas de amoníaco	EIPMM, vol. V 11.6 27-31
	30 Ladrilleras	EIPMM, vol. V 8. 2-4
	31 Panificación	EIIP, 1999 EPA Factor de emisión
	32 Rellenos sanitarios	EIPMM, vol. V 10.2 7-11

Contaminantes evaluados.

NO_x, SO₂, COV, CO, PM_{2.5}, PM₁₀, NH₃, CH₄ y CN.

Datos de actividad

Cabe resaltar los esfuerzos realizados por SEMARNATH en la recolección y recopilación de información para fuentes de área, lo que resultó en contar con información más detallada y de primera mano, como es el caso de información correspondiente a los municipios que conforman el Estado.

Parte fundamental en la recopilación de información de comercios, servicios y casas habitación fueron las autoridades municipales, debido a que aplicaron encuestas, con la finalidad de obtener datos relacionados con

la cantidad de unidades, así como sus actividades relacionadas con el consumo y tipo de combustible.

Lo anterior, permitió obtener resultados precisos y confiables a nivel municipal, así como reducir la incertidumbre en la estimación de emisiones.

El cuadro 6 muestra la información que se obtuvo para estimar cada una de las categorías de área, además, resume si esta información fue obtenida a través de gestión de información con diversas dependencias, si la información provino de entrevistas con autoridades municipales (donde ellos contaban con información o la generaron a través de encuestas), o de una revisión bibliográfica.



Cuadro 6. Información obtenida para la estimación de fuentes de área.

Sector	Categoría de emisión	Información requerida
Agrícola	Aplicación de fertilizantes	Se recopiló información del SIAP acerca de la superficie sembrada por entidad federativa y cultivo, según uso de fertilizante químico. Ciclo agrícola 2016.
	Aplicación de plaguicidas	Se recopiló información de SIAP acerca de la superficie sembrada por entidad federativa y cultivo, según uso de plaguicidas químico. Ciclo agrícola 2016.
	Emisiones ganaderas	SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2016. INEGI, Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, 2007.
	Corrales de engorda	SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2016. INEGI, Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, 2007.
	Labranza	Se obtuvo información del SIAP de siembra y cosecha agrícola por tipo de cultivo para la estimación de emisiones.
Combustión	Asado al carbón	SEMARNATH, información recopilada de los municipios.
	Combustión agrícola	La información base para obtener el consumo de combustible para estos sectores fue SENER, 2016, a partir de datos del Balance Nacional de Energía, consumo energético por sector. Para realizar la distribución del consumo a nivel municipal, se utilizó información de las unidades de producción agrícola y forestal, comerciales y número de viviendas.
	Combustión comercial	
	Combustión doméstica	
	Combustión industrial	
Evaporativas	Artes gráficas	INEGI-DENUE, 2016. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. 32,311 Impresión. SEMARNATH, información recopilada de municipios.
	Esterilización de material hospitalario	Cubos dinámicos SINERHIAS 2016. Secretaría de Salud del Estado de Hidalgo (SSH). SEMARNATH, información recopilada de municipios.
	Lavado en seco	INEGI-DENUE, 2016. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. 8,122 Lavanderías y tintorerías. SEMARNATH, información recopilada de municipios.
	Limpieza de superficies industriales	INEGI, Censo Económico 2016. Calculadora Censal. Personal ocupado en el sector manufactura (31-33) por municipio y entidad.
	Manejo y distribución de gas LP	Información de consumo de combustible obtenido del Balance Nacional de Energía 2016.
	Manejo y distribución de combustibles	Consumo de combustible en Hidalgo, proporcionado por PEMEX a nivel municipal.
	Pintado automotriz	INEGI-DENUE, 2016. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. 81,112 Hojalatería, tapicería y otras reparaciones a la carrocería de automóviles y camiones. SEMARNATH, información recopilada de municipios.
	Pintura para señalización vial	INEGI, 2016. Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo 2016. Longitud de la red carretera por municipio según tipo de camino. SEMARNATH, información recopilada de municipios.
	Recubrimiento de superficies arquitectónicas	INEGI. Tabulados de hogares y viviendas 2016.

Sector	Categoría de emisión	Información requerida
Incendios	Incendios en construcciones	INEGI, 2016. Anuario Estadístico por Estado. Incendios registrados, muertos, heridos y valor de los daños materiales por principales lugares donde ocurrió el incendio 2016. Incendios en Casa habitación. SEMARNATH, información recopilada de municipios.
	Incendios forestales	SEMARNATH, información del 2016.
	Quemas agrícolas	Información de producción agrícola, cílicos y perennes 2016, obtenida del SIAP. Modalidad de riego y temporal. El porcentaje de material quemado por municipio se obtuvo de INECC.
Misceláneos	Actividades de la construcción	INEGI, 2010-2014. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Licencias de construcción expedidas por municipio. Proyección a 2016 realizada por Semarnat. SEMARNATH, información recopilada de municipios.
	Aguas residuales	Comisión Estatal del Agua y Alcantarillado del Estado de Hidalgo, 2016.
	Caminos pavimentados y no pavimentados	La distancia recorrida por tipo de vehículo y municipio se obtuvo del inventario de emisiones de fuentes móviles carreteras para Hidalgo, 2016, y el tipo y longitud de vialidades a partir de información de INEGI, 2016. Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo 2016. Longitud de la red carretera por municipio según tipo de camino.
	Emissions domésticas de amoniaco	INEGI. Anuario estadístico, 2017. CONAPO, 2010. Ocupantes en viviendas sin drenaje ni sanitario. Encuesta Nacional de Consumo de drogas, alcohol y tabaco, 2016-2017. CONAPO, Indicadores demográficos, 2010-2050.
	Ladrilleras	SEMARNATH, 2018. Padrón de establecimientos ladrilleros por municipio, año 2016.
	Aplicación de asfalto	INEGI, 2016. Anuario Estadístico. 22 Transportes y comunicaciones, cuadro 22.1 Longitud de la red carretera por municipio según tipo de camino. SEMARNATH, información recopilada de municipios.
	Panificación	Información de cantidad de establecimientos que elaboran pan y otros productos consultada en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). SEMARNATH, información recopilada de municipios.
	Rellenos sanitarios	SEMARNATH, 2018. Volumen de residuos sólidos urbanos recolectados, vehículos de motor recolectores y superficies de los rellenos sanitarios, de los sitios de disposición final controlados, de los sitios no controlados, y capacidad disponible de los rellenos sanitarios por municipio. Serie anual de 2015.

Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.



5.2.3 Fuentes móviles carreteras

Introducción

Los vehículos automotores que circulan por vías públicas, son las denominadas fuentes móviles carreteras.

La estimación de emisiones a la atmósfera provenientes de los vehículos automotores considera tres elementos:

1



Actividad vehicular

Es la distancia recorrida por los vehículos (generalmente en los kilómetros) y la forma en la cual ésta fue recorrida.

2



Factor de emisión

Es la tasa promedio de contaminantes emitidos durante el curso del viaje (expresada en gramos por kilómetro). El factor de emisión depende de diversas variables: tipo de vehículo, año modelo, velocidad, temperatura, humedad, tipo de combustibles, entre otros.

3



Flota vehicular

Refiere a cuántos vehículos circulan en el área de estudio y sus características tecnológicas. Estos elementos reflejan un patrón complejo que se da bajo circunstancias particulares del uso del automóvil.

Método de estimación

En la estimación de las emisiones generadas por fuentes móviles se hace uso del modelo MOVES-México. MOVES es el Simulador de Emisiones de Vehículos de Motor de la Agencia de

Protección al Ambiente de los Estados Unidos (USEPA por sus siglas en inglés). El acrónimo MOVES proviene del inglés Motor Vehicle Emissions Simulator (USEPA, 2014).

Los cálculos de emisiones se realizan dentro del modelo MOVES. Para ello, es necesario ingresar una serie de archivos de MySQL que definen las características de la flota vehicular en circulación, así como su actividad, tipo de combustible y las condiciones climatológicas.

MOVES-Méjico procesa la información proporcionada y da como resultado una serie de tablas con las emisiones en unidades de masa, por contaminante y tipo de vehículo.

Internamente MOVES maneja una serie de algoritmos donde pondera una gran cantidad de factores de emisión, dadas las condiciones ingresadas, para finalmente presentar las emisiones totales. Para la estimación de emisiones totales, MOVES-Méjico utiliza la siguiente formulación general:

$$E_{total,i} = \sum_j^n E_j \quad eq.1$$

Donde:

E= Emisiones de cada contaminante.
i= Tipo de vehículo.
j= Cada uno de los tipo de vehículos definidos.

El cálculo de emisiones parciales lo realiza MOVES-Méjico utilizando información de la cantidad de vehículos registrados y su actividad vehicular, de acuerdo a la siguiente formulación:

$$E_{ijk} = \sum FV_{ij} * DA_{il} * FE_{ijkl} \quad eq2$$

Donde:

Eijk= Emisión del tipo de vehículo

FVij= Flota vehicular del tipo de vehículo i, año modelo j.

DAil= Dato de actividad de kilómetros recorridos por tipo de vehículo i, a las velocidades l.

FEijkl= Factor de emisión definido dentro de MOVES-Méjico para cada tipo de vehículo i, año modelo j, contaminante k, velocidad l.

Las emisiones totales se obtienen sumando las emisiones parciales de cada contaminante para cada tipo de vehículo. Los tipos de vehículos definidos para el presente estudio son las siguientes:

- **Motocicleta**
- **Automóviles particulares**
- **Taxis**
- **Camionetas particulares**
- **Camionetas de transporte público**
- **Pickup**
- **Autobús**
- **Vehículos de carga ≤ 3.8 toneladas**
- **Vehículos de carga > 3.8 toneladas**
- **Tractocamiones**

Contaminantes evaluados

NOx, SO₂, COV, CO, NH₃, PM_{2.5}, PM₁₀, CH₄ y CN.

Datos de actividad

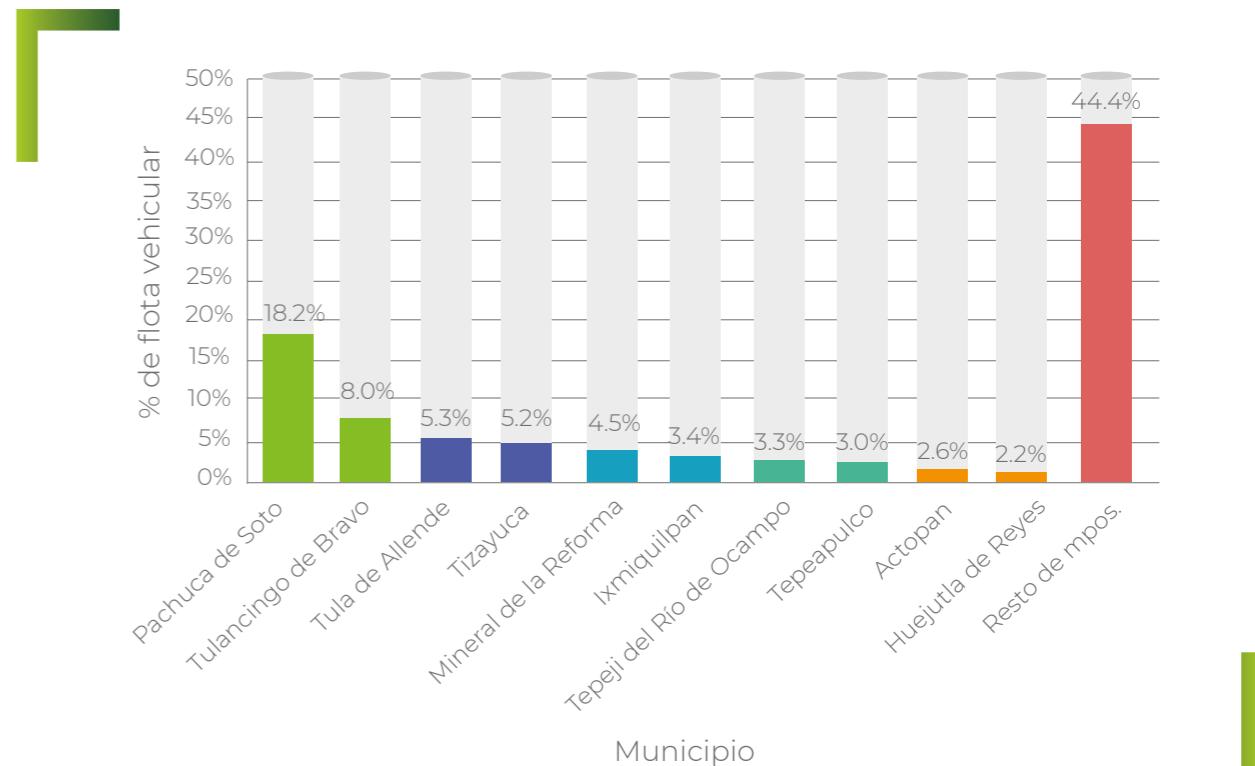
Se realiza la estimación a través del modelo MOVES, preparando los archivos referentes a los siguientes parámetros.

➤ a) Flota vehicular

A partir del padrón vehicular de la Secretaría de Finanzas del Estado de Hidalgo, se analiza la información del padrón para adecuarlo a las categorías vehiculares utilizadas en el modelo MOVES, las reportadas en el inventario de emisiones de Méjico desarrollados por la

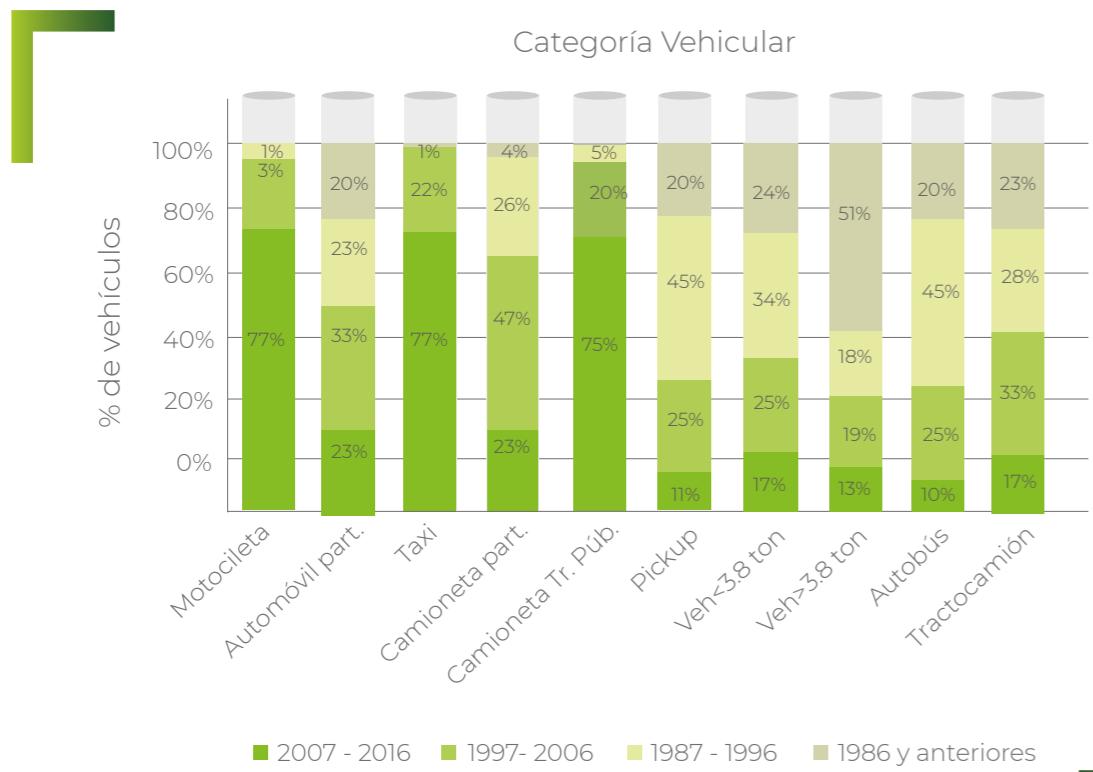
SEMARNAT, así como el tipo de flota en circulación en la entidad. El padrón vehicular reportado para el año 2016 fue de 937,530 unidades, y a partir de esta información se caracterizó la flota vehicular para generar el archivo de la fracción de vehículos por tipo de vialidad (ver figura 11).

Figura 11. Distribución de la flota vehicular por municipio del Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

Figura 12. Distribución de la flota vehicular del Estado de Hidalgo por antigüedad.



Fuente: Elaboración propia para el *Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016*.

b) Actividad vehicular

Definida por los siguientes parámetros:

Kilómetros recorridos por tipo de vehículo

Se generaron los archivos de entrada al modelo MOVES-Méjico que contienen la distancia (kilómetros) recorrida por categoría vehicular y el porcentaje de distancia que los vehículos circulan en las diferentes vialidades.

Velocidad de circulación

A partir de estudios de movilidad y transporte recopilados por INECC y SEMARNAT, la información se analizó estadísticamente para establecer perfiles de velocidades

de circulación por tipo de vialidad e ingresarla al MOVES-Méjico.

Flujos vehiculares

Se refiere a la distribución horaria de circulación vehicular. Esta información se utiliza conjuntamente con el archivo de distancia recorrida para ingresarla al modelo de emisiones vehiculares MOVES-Méjico.

Los promedios de los perfiles horarios de circulación se obtuvieron de estudios realizados por la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA, 2009), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), así como la información reportada en el *Inventario Nacional de Emisiones para México* (SEMARNAT, 2010).

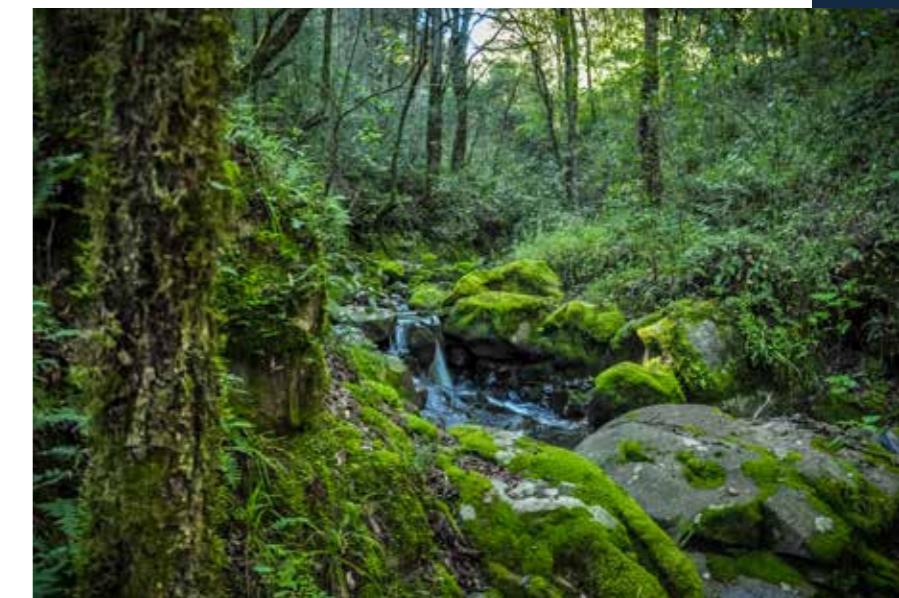
c) Características del combustible

Se analizan las características del combustible suministrado por Petróleos Mexicanos (PEMEX) en la zona de estudio, para generar la base de datos con la información requerida por MOVES-Méjico.

Con la información de la cantidad por tipo de combustible vendida en la zona de estudio, se realiza el balance de materia y energía para verificar y validar los resultados del inventario de emisiones de fuentes móviles.

d) Meteorología

Se integran las bases de datos con la información meteorológica relacionada con la temperatura ambiente, humedad relativa y presión atmosférica requerida por MOVES-Méjico para la zona de estudio a modelar. Se utiliza información del Sistema Meteorológico Nacional.



5.2.4 Fuentes móviles no carreteras

Introducción

Las fuentes móviles que no circulan por carreteras como: locomotoras, embarcaciones marítimas, aeronaves, equipo agrícola y para la construcción, incluso los vehículos que hacen maniobras en las terminales de autobuses, generalmente son incluidas en un inventario independiente a los vehículos que tienen permitido circular en carretera.

Método de estimación

Debido a la diversidad de la maquinaria y equipo que integra a las fuentes

móviles que circulan fuera de carretera, a las actividades que realizan, sus características técnicas, combustible y modo de operación, se han desarrollado diversas metodologías para la estimación de sus emisiones a la atmósfera.

Estas metodologías van desde el uso de factores de emisión hasta modelos mecanísticos. Las metodologías específicas utilizadas para la estimación de las fuentes móviles no carreteras para el presente inventario fueron las siguientes:

Cuadro 7. Metodologías utilizadas para la estimación de emisiones en las fuentes móviles no carreteras.

Categorías	Método
1 Maquinaria de la construcción	EIPMM, vol. V 5 6 70-73
2 Terminal de autobuses	EIPMM, vol. V 5 6 70-73
3 Aviación y servicios auxiliares	Modelo EDMS (Emissions & Dispersion Modeling System). Versión 5.1.1.

Contaminantes evaluados

NO_x, SO₂, COV, CO, PM_{2.5}, PM₁₀, NH₃, CH₄, y CN.

Datos de actividad

La información que se obtuvo para estimar las emisiones de las categorías de fuentes móviles no carreteras se resume a continuación:

Cuadro 8. Información obtenida para la estimación de las fuentes móviles no carreteras.

Categoría de emisión	Información requerida
Maquinaria de la construcción	INEGI, 2010-2014. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. SEMARNATH, información recopilada de municipios.
Terminal de autobuses	SCT, Centro SCT Hidalgo, Dirección General, Subdirección de Transporte. Oficio Circular No.-6.13.304.289/2018 del 29 de mayo de 2018.
Aviación y servicios auxiliares	Dirección General AEDG/80/2018. Pachuca, Hidalgo. Aeropuerto "ING. JUAN GUILLERMO VILLASANA".

5.2.5 Fuentes naturales

Introducción

Las fuentes naturales de emisiones a la atmósfera están constituidas por las categorías de biogénicas y erosivas. Las biogénicas (pastos, cultivos, arbustos, bosques, etcétera), emiten al aire una cantidad significativa de hidrocarburos, en específico monoterpeno, isopreno y otros compuestos orgánicos volátiles (COV), los cuales se generan debido a la naturaleza del proceso de fotosíntesis. También por esta fuente se generan óxidos de nitrógeno (NOx) debido a la desnitrificación del suelo. Ambos



contaminantes son de importancia, ya que son precursores de ozono (O_3).

Las erosivas, específicamente partículas, se generan por la acción del viento sobre superficies desprovistas de cubierta vegetal o áreas modificadas por el hombre para actividades económicas como la agricultura.

Método de estimación

Emisiones biogénicas

El modelo de cálculo global biosphere emissions and interactions system (GLOBEIS por sus siglas en inglés) es el modelo que se utiliza para estimar las emisiones biogénicas. El modelo requiere como mínimo tres archivos de entrada definidos por el usuario y se describen a continuación:

1. Meteorología con variables horarias (temperatura y nubosidad, o radiación fotosintética activa o PAR)³.

2. Uso de suelo.

3. Definición y ubicación geográfica del dominio o zona de estudio.

Los factores de emisión se encuentran definidos en el interior del modelo. Las ecuaciones básicas del modelo son:

➤ a) Ecuaciones para áreas forestadas

$$ER_i = \sum_{j=1}^n [A_j * FF_j * EF_{ij} * F(S,T)] \quad eq3$$

Donde:

ER_i = Tasa de emisión de cada especie química (i), (μg) (h^{-1})

A_j = Área de cada tipo de vegetación (j), m^2

FF_j = Factor de densidad foliar de cada tipo de vegetación (j), (g biomasa de hoja) (m^{-2})

EF_{ij} = Factor de emisión para cada especie química (i) y tipo de vegetación (j), (μg) (g biomasa de hoja-1) (h^{-1})

F(S, T) = Factor ambiental para la radiación solar (S) y temperatura de la hoja (T), sin unidades.

➤ b) Ecuaciones para áreas no forestadas

$$ER_i = \sum_{j=1} \{ A_j * EF_{ij} * F_{ij}(S,T) \} \quad eq4$$

Donde:

ER_i = Tasa de emisión de cada especie química (i), (μg) (h^{-1})

A_j = Área de cada tipo de vegetación (j), m^2

EF_{ij} = Factor de emisión de flujo para cada especie química (i), y cada tipo de uso de suelo (j), (μg) (m^{-2}) (h^{-1})

F_{ij} (S, T) = Factor ambiental para la radiación solar (S) y temperatura de la hoja (T), sin unidades.

➤ c) Ecuación para la estimación de emisiones de NOx.

➤ ³ PAR por sus siglas en inglés: Photosynthetically Active Radiation

$$F_{NO} = A^* \exp(0.071 Ts) \quad eq5$$

Donde:

F_{NO} = Flujo de NO, (ng nitrógeno) (m^{-2}) (s^{-1})

T_s = Temperatura del suelo, grados Celsius.

A = Constante derivada experimentalmente para los diferentes tipos de uso de suelo.

Emisiones erosivas

El método de estimación de emisiones para esta categoría, se basa en una versión modificada de la ecuación de erosión del suelo, desarrollada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) (Radian, INE-SEMARNAT, USEPA, & Western, 1997):

$$E_s = (FS) I C K L' V'$$

Donde:

E_s = Factor de emisión de partículas suspendidas (ton/acre/año)

FS = Fracción de las pérdidas totales por erosión del viento medidas como partículas suspendidas

I = Factor de pérdida de materia del suelo (ton/acre/año)

C = Factor climático (adimensional)

K = Factor de rugosidad de la superficie (adimensional)

L' = Factor de amplitud del campo sin

protección (adimensional)

V' = Factor de cobertura vegetal (adimensional)

Contaminantes evaluados

➤ Biogénicas: COV (monoterpeno, isopreno y otros COV) y NOx.

➤ Erosivas: PM₁₀ y PM_{2.5}.

Datos de actividad

En ambas categorías (biogénicas y erosivas), se requiere la información referente a la meteorología (temperatura, radiación solar o PAR) y uso de suelo.

Para el caso de información meteorológica, se contó con información proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional para el año 2016. En relación a la cobertura de uso de suelo se utilizó la cartografía disponible en el INEGI.





6. INVENTARIO DE EMISIONES

Es este capítulo se presentan los resultados del inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, año base 2016, así como el análisis e interpretación, bajo las siguientes secciones:

- Análisis por contaminante
- Análisis por fuente de emisión
- Análisis por categoría para cada contaminante
- Análisis por municipio

En primer lugar se presentan las emisiones totales por contaminante, destacando las principales fuentes de emisión, posteriormente se realiza un análisis para cada tipo de fuente, puntuizando aquellos contaminantes con mayor aporte en cada una.

En seguida, y llevando el análisis a un mayor detalle, se abordan las emisiones por tipo de contaminante provenientes de todas las categorías del inventario, en donde se resaltan las categorías que contribuyen con una mayor emisión, sin importar la fuente de origen.

Posteriormente, se presentan los resultados por contaminante para cada uno de los 84 municipios que integran el Estado de Hidalgo.

En términos generales, para el inventario de emisiones se identificaron las siguientes categorías por fuente de emisión:

- Fuentes fijas: 23
- Fuentes de área: 5 categorías que incluyen 32 subcategorías
- Fuentes móviles: 10
- Fuentes móviles no carreteras: 3
- Fuentes naturales: 2

Es importante mencionar que para cada una de estas categorías, se realiza una estimación detallada, por ejemplo, en el caso de fuentes fijas se estimaron las emisiones por combustión (quema de algún tipo de combustible), proceso (generadas por el uso o transformación de materias primas), y fugitivas (por fugas en instalaciones dañadas y mezcla o manejo de materias primas), con lo que obtenemos una mayor precisión en los resultados en cada categoría.

6.1 Emisiones totales por contaminante

La primera sección muestra los resultados generales de emisión de contaminantes para el Estado de Hidalgo en el año 2016, considerando las emisiones en cada uno de los 84 municipios que integran la entidad, incluyendo tanto las emisiones antropogénicas como las naturales.



Cuadro 9. Emisiones totales de contaminantes por fuente emisora en el Estado de Hidalgo.

Fuente	Mg/año									
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN	
Fijas	12,062.0	8,497.9	148,339.3	9,838.0	31,605.1	4,038.7	257.8	9,110.4	412.5	
Área	24,859.0	9,807.3	248.2	67,341.1	11,304.8	34,379.4	18,886.5	33,580.7	776.8	
Móviles carreteras	2,546.3	2,335.0	761.9	95,886.6	30,770.3	10,820.1	151.5	496.3	535.9	
Móviles no carreteras	195.4	189.3	79.8	1,025.4	1,976.1	194.3	2.0	27.9	73.4	
Naturales	4,993.8	749.1	NA	NA	24,178.0	122,044.2	NA	NA	NA	
Total	44,656.5	21,578.6	149,429.2	174,091.0	99,834.1	171,476.6	19,297.8	43,215.4	1,798.6	

Fuente	Porcentaje									
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN	
Fijas	27.0	39.4	99.3	5.7	31.7	2.4	1.3	21.1	22.9	
Área	55.7	45.5	0.2	38.7	11.3	20.0	97.9	77.7	43.2	
Móviles carreteras	5.7	10.8	0.5	55.1	30.8	6.3	0.8	1.1	29.8	
Móviles no carreteras	0.4	0.9	0.1	0.6	2.0	0.1	0.0	0.1	4.1	
Naturales	11.2	3.5	NA	NA	24.2	71.2	NA	NA	NA	
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

NA_No aplica; NS_No significativo

Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

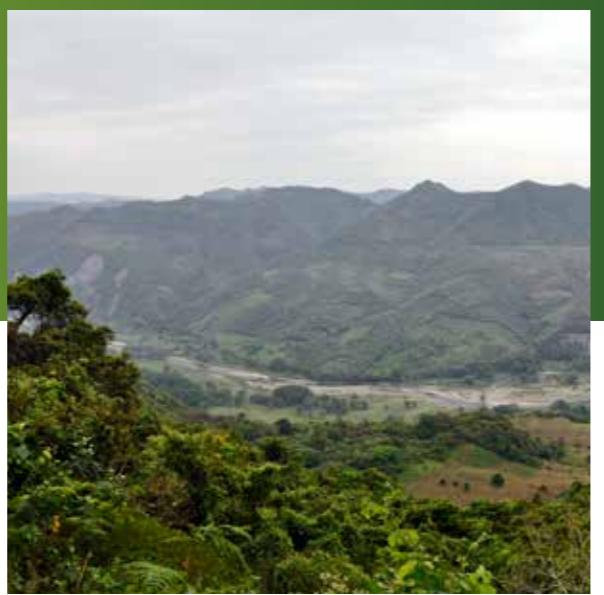
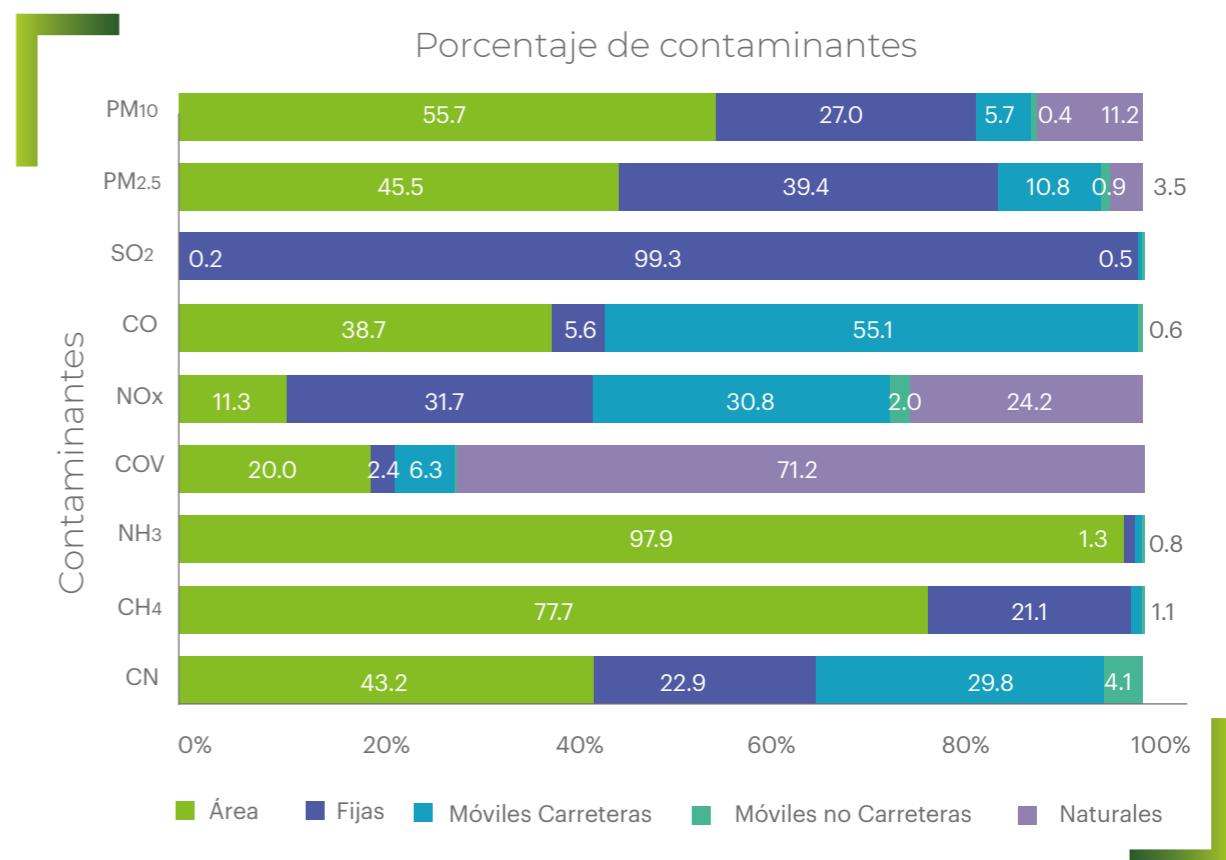


Figura 13. Porcentaje de emisión de contaminante por fuente en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

Como se observa en el cuadro 9 y figura 13, las fuentes de área contribuyen en forma importante en la emisión de partículas PM₁₀ y PM_{2.5}, en un 55.7% y 45.5%, respectivamente. También es importante su aporte en la emisión de amoniaco (NH₃) con 97.9%, así como 77.7% de metano (CH₄) y 43.2% de carbono negro (CN).

En relación a las fuentes fijas, el contaminante que más se emite es el dióxido de azufre (SO₂), contribuyendo con 99.3%.

Adicionalmente, éstas también tienen emisiones importantes, entre 21.1% y 39.4% de PM₁₀, PM_{2.5}, óxidos de nitrógeno (NO_x), CH₄ y CN.

Las fuentes móviles que circulan por carreteras emiten principalmente monóxido de carbono (CO) en 55.1%, 30.8% de NO_x y 29.8% de CN.

Respecto a la contribución de las fuentes móviles no carreteras su mayor aporte es la emisión del 4.1% de CN.

Finalmente las fuentes naturales contribuyen con 71.2% de los compuestos orgánicos volátiles (COV) que se generan en el Estado, los cuales provienen de las emisiones biogénicas.



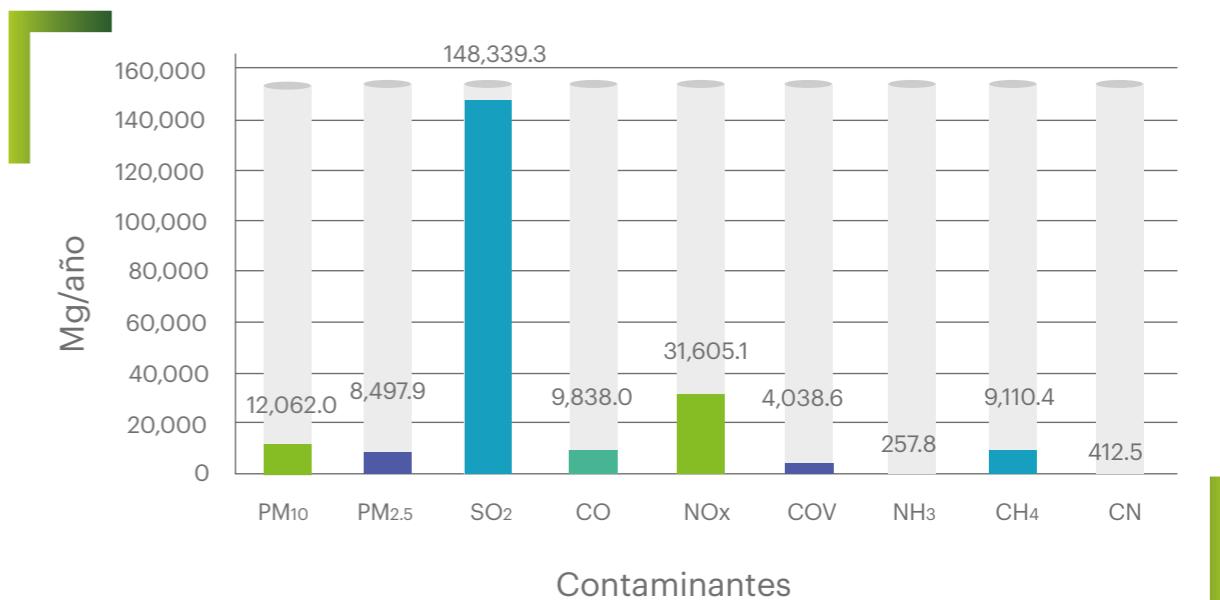
6.2 Emisiones por fuente

En este apartado se presenta un análisis individual de cada fuente de emisión, puntuando aquellos contaminantes con mayor aporte en cada una de ellas.

6.2.1 Fuentes fijas

La estimación de emisiones de fuentes fijas, está integrada para 23 categorías o sectores industriales, de los que sobresalen la generación de la energía eléctrica, petróleo y petroquímica, cemento y cal, textil, alimentos y bebidas, entre otros. Estos sectores contribuyen principalmente con la emisión de dióxido de azufre (SO_2), partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), óxidos de nitrógeno (NOx), metano (CH_4) y carbono negro (CN).

Figura 14. Emisión de contaminantes por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

Como se observa en la figura 14, el SO_2 y los NOx son los contaminantes con mayor presencia, provenientes de las fuentes fijas. Sin embargo, la emisión de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$, así como de CN, también son importantes debido a sus efectos adversos a la salud de la población y los ecosistemas. En este sentido, el siguiente análisis está enfocado en profundizar en estos contaminantes.

El análisis por categoría de emisión, o en este caso por sector industrial, revela que las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ son emitidas principalmente por la generación de energía eléctrica 54% y 58%, respectivamente; seguida por la industria Cemento y cal (28% de PM_{10} y 27% de $PM_{2.5}$). En cuanto a la emisión de SO_2 , 74% proviene de la generación de energía eléctrica y 20% de la industria del petróleo y petroquímica; mientras que los NOx son generados en 49% por la generación de energía

eléctrica, y en 37% por la industria de cemento y cal. Ver figuras 15 a la 18 para mayor detalle en la contribución de emisiones por categoría de fuentes fijas.

Figura 15. Porcentaje de emisión de PM_{10} por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.

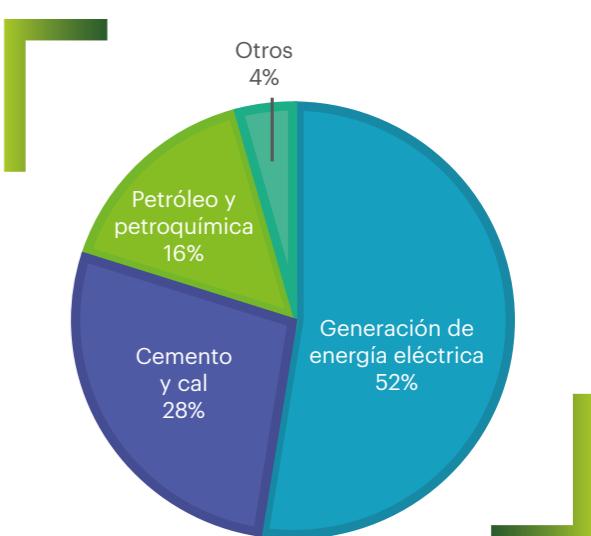
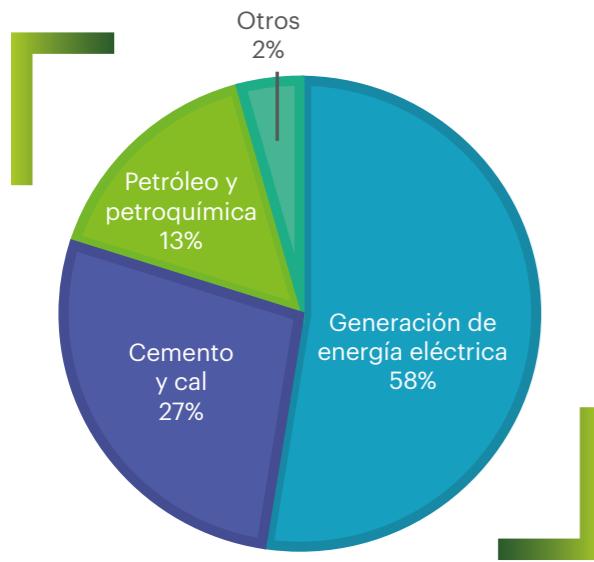
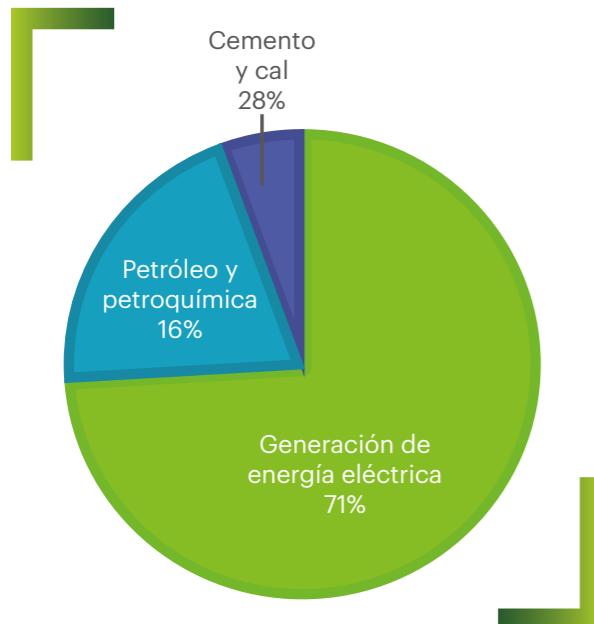


Figura 16. Porcentaje de emisión de PM_{2.5} por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo



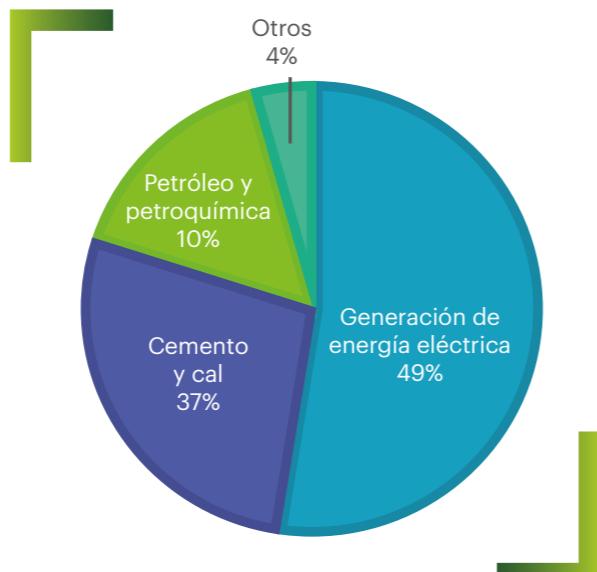
Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

Figura 17. Porcentaje de emisión de SO₂ por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

Figura 18. Porcentaje de emisión de NOx por fuentes fijas en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

De acuerdo a los resultados, las industrias de generación de energía eléctrica, cemento y cal, así como petróleo y petroquímica, son las que contribuyen con una mayor cantidad de emisiones a la atmósfera por parte de las fuentes fijas, principalmente de partículas (PM₁₀ y PM_{2.5}), SO₂ y NOx.

En el cuadro 10 se muestra un resumen de la emisión de contaminantes y su contribución para cada uno de los sectores de fuentes fijas.

Cuadro 10. Inventario de emisiones de fuentes fijas del Estado de Hidalgo.

Fuente	Emisiones (Mg/año)								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃	CH ₄	CN
FUENTES FIJAS	12,062.0	8,497.9	148,339.3	9,838.0	31,605.1	4,038.7	257.8	9,110.4	412.5
Asbesto	NS	NS	NA	NS	NS	NA	NA	NA	NA
Automotriz	1.4	1.3	7.3	29.7	204.5	8.5	NS	NS	0.1
Celulosa y papel	36.1	31.3	1.4	135.2	369.7	379.2	5.2	3.7	0.8
Cemento	3,189.7	2,154.0	4,304.6	5,005.3	11,352.8	194.5	5.4	8.9	NA
Cal	135.7	128.4	4,075.2	47.4	362.4	3.6	1.7	1.4	NA
Generación de energía eléctrica	6,301.9	4,901.2	109,237.3	3,236.1	15,625.2	246.7	173.5	266.8	353.9
Metalúrgica y siderúrgica	75.4	58.0	178.3	162.5	327.3	253.6	6.4	4.7	1.2
Petróleo y petroquímica	1,906.9	1,100.7	29,929.3	1,090.9	3,102.7	2,703.0	61.0	8,819.2	53.9
Pinturas y tintas	19.3	10.8	NS	1.4	4.0	57.0	0.1	NS	NS
Química	23.4	19.7	25.7	63.5	121.3	2.6	1.4	2.8	1.0
Tratamiento de residuos peligrosos	NS	NS	0.1	0.1	0.2	NS	NS	NS	NA
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	0.1	0.1	NE	NS	0.0	1.7	NE	NE	NE
Alimentos y bebidas	6.7	4.9	72.6	26.9	41.9	33.4	1.2	1.1	0.4
Cuero, piel y materiales sucedáneos	NA	NA	NA	NA	NA	2.8	NA	NA	NA
Derivados del petróleo y carbón	1.0	0.6	NS	0.1	0.3	NS	NS	NS	NS
Extracción/Beneficio minerales no metálicos	306.4	47.3	NS	NS	NS	NS	NS	NA	NA
Industria de la madera	0.3	0.3	NA	NA	NA	0.7	NA	NS	NA
Industria textil	24.9	16.9	506.8	27.5	75.2	3.3	1.5	1.4	1.2
Manejo de desechos y remediación	NS	NS	NS	NS	0.2	NS	NE	NS	NA
Metálico	7.8	7.4	0.3	0.9	2.1	116.5	NS	NS	NS
Mezclas químicas	NS	NS	NS	NS	NS	1.0	NS	NA	NA
Minerales no metálicos	24.8	15.0	0.1	10.0	13.8	9.3	0.4	0.3	0.1
Papel y cartón	0.3	0.2	0.4	0.5	1.3	12.4	0.1	NA	NA
Plástico y hule	NS	NS	NS	0.1	0.2	9.2	NS	NS	NS

NA_No aplica; NS_No significativo; NE_No estimado por falta de factores de emisión.

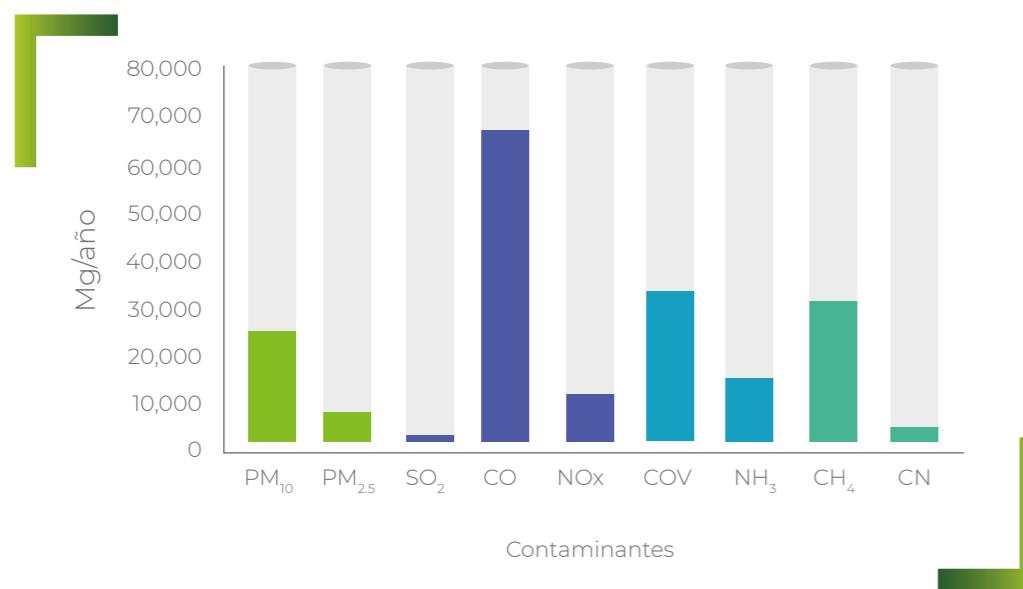
Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

6.2.2 Fuentes de área

En el inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, año base 2016, se recopiló información de 32 subcategorías de emisión. Los resultados muestran que las fuentes de área contribuyen principalmente con la generación de amoníaco (NH_3), metano (CH_4), partículas (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$) y Carbono negro (CN). Ver figura 19. Como se mencionó anteriormente,

la emisión de partículas (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$), así como de compuestos orgánicos volátiles (COV) y los óxidos de nitrógeno (NOx) (estos dos últimos por ser precursores de la formación de ozono), son de particular interés por sus efectos adversos a la salud humana. En este sentido, el análisis de las emisiones se centrará en estos contaminantes, sin dejar de mencionar la aportación de los otros contaminantes estimados

Figura 19. Emisión de contaminantes por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el *Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016*.



Las emisiones de material particulado (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$) en fuentes de área provienen en 47% de caminos pavimentados y no pavimentados, y en 35% por la combustión doméstica (principalmente por el uso de leña), respectivamente.



La emisión de PM_{10} también es importante por la contribución de labranza agrícola con 19%, mientras que el segundo lugar de emisión de $PM_{2.5}$ es debido a las quemas agrícolas en 28% (ver figuras 20 y 21).

Figura 20. Porcentaje de emisión de PM_{10} por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.

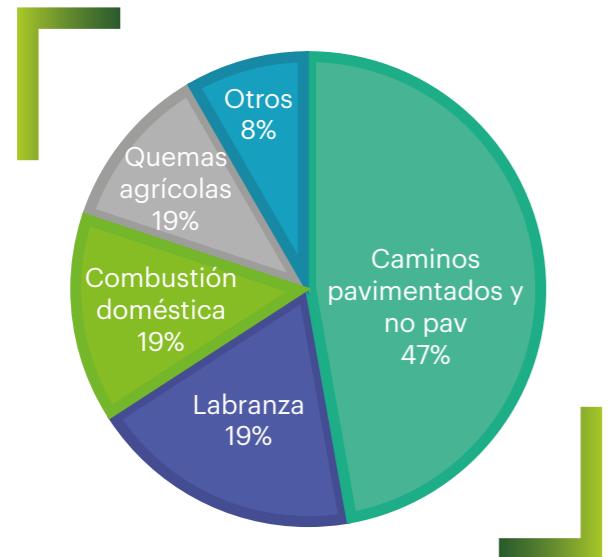


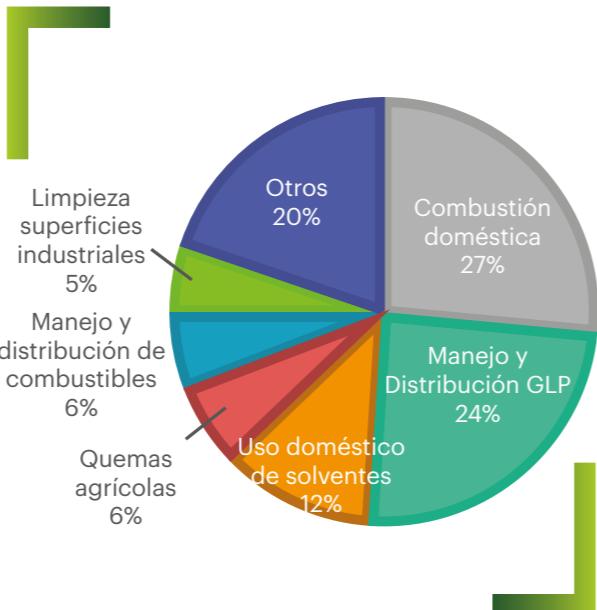
Figura 21. Porcentaje de emisión de $PM_{2.5}$ por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el *Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016*.

Respecto a la emisión de COV, las categorías más importantes son la combustión doméstica, ya que contribuye con 27%, seguido por el manejo y distribución de gas LP con 24% y el uso doméstico de solventes con 12%. Ver figura 22.

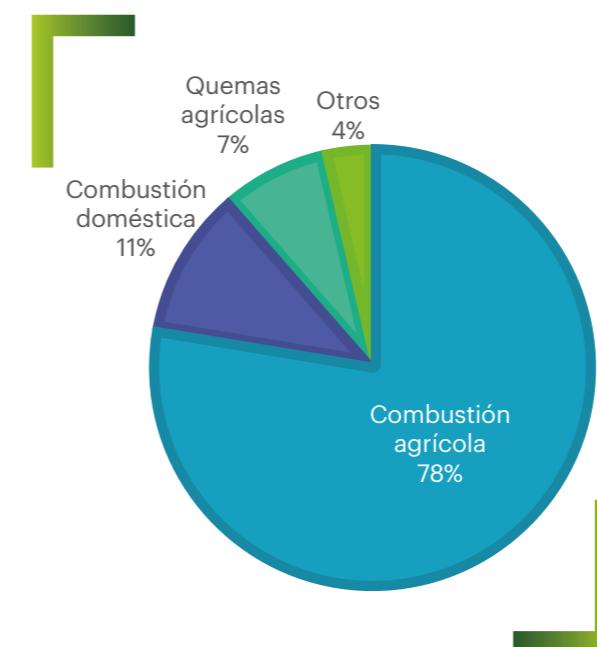
Figura 22. Porcentaje de emisión de COV por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.



Por otra parte, los NOx se emiten a la atmósfera principalmente por la combustión agrícola (78%), es decir, por el uso de combustibles fósiles en actividades del campo como el bombeo de agua o el uso de equipo agrícola.

Otra fuente de área importante en la emisión de NOx es la combustión doméstica por el uso de leña y gas LP. Esta categoría contribuye con 11% de la emisión. Ver figura 23.

Figura 23. Porcentaje de emisión de NOx por fuentes de área en el Estado de Hidalgo.

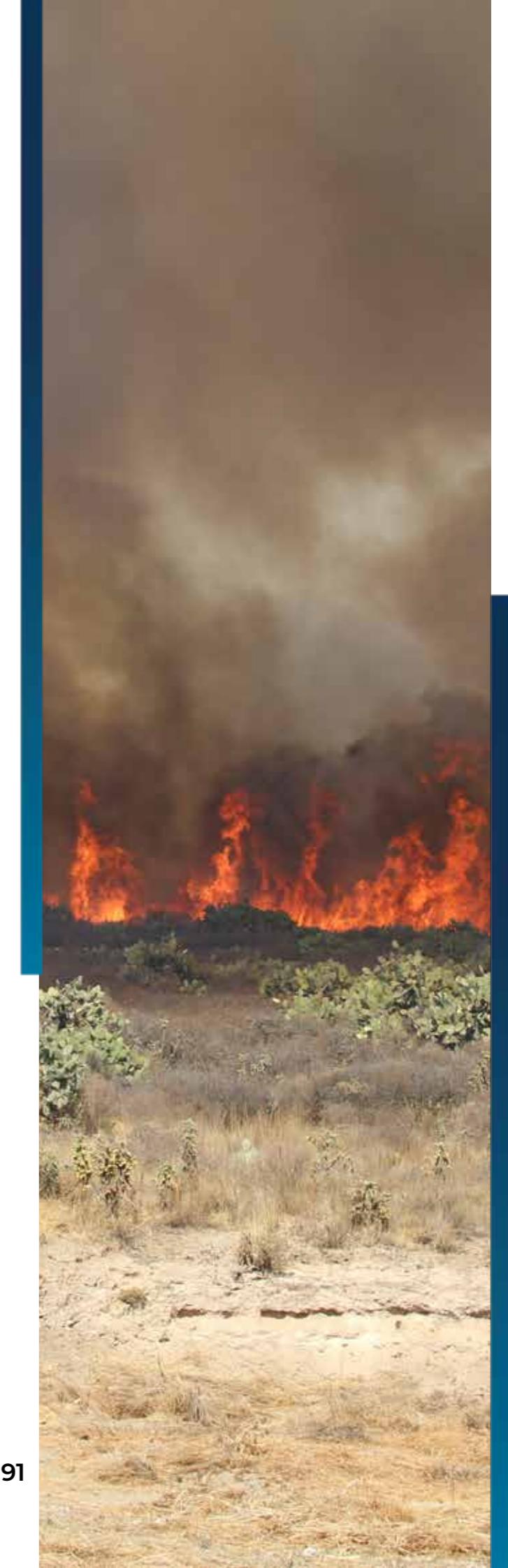


Fuente: Elaboración propia para el *Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016*.

En relación al CO, éste es emitido principalmente por la combustión doméstica (24%), quemas agrícolas (11%) e incendios forestales (2%). La emisión de metano se origina en 58% por la descomposición de materia orgánica depositada en los rellenos sanitarios.

Finalmente, el amoniaco (NH_3) es generado en su mayoría por las emisiones ganaderas (61%).

Un resumen de la emisión de fuentes de área por subcategoría de actividad en el Estado de Hidalgo se muestra en el cuadro 11.



Cuadro 11. Inventario de emisiones de fuentes de área para el Estado de Hidalgo.

Fuente	Emisiones (Mg/año)								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN
FUENTES DE ÁREA									
Combustión agrícola	25,164.1	9,853.9	248.2	67,341.1	11,304.8	34,379.4	18,886.5	33,580.7	776.8
Combustión comercial	447.18	124.6	22.9	2,308.4	8,815.9	96.3	339.6	26.8	22.3
Combustión doméstica	4.17	4.2	0.0	44.3	77.8	1.9	NE	1.1	0.3
Combustión industrial	3,560.47	3,428.0	101.9	41,600.4	1,224.4	9,168.6	NE	3,260.0	244.5
Artes gráficas	10.65	2.7	0.6	53.8	212.0	2.2	8.4	0.6	0.4
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	1,157.4	NA	NA	NA
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	296.9	NA	NA
Limpieza de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	1,877.0	NA	NA	NA
Pintura automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	664.1	NA	NA	NA
Pintura para señalización vial	NA	NA	NA	NA	NA	92.5	NA	NA	NA
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	1,156.8	NA	NA	NA
Recubrimiento de superficies en la industria	NA	NA	NA	NA	NA	668.7	NA	NA	NA
Uso doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	4,148.7	NA	NA	NA
Manejo y distribución de GLP	NA	NA	NA	NA	NA	8,348.4	NA	NA	NA
Manejo y distribución de combustibles	NA	NA	NA	NA	NA	1,933.9	NA	NA	NA
Actividades de construcción	814.44	81.4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Asados al carbón	232.91	185.9	NA	463.7	8.5	29.9	NA	NA	6.9
Panificación	NA	NA	NA	NA	NA	134.1	NA	NA	NA
Aplicación de fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	2,048.3	NA	NA	NA
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	143.3	NA	NA	NA
Emisiones ganaderas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	11,460.3	NA	NA
Corrales de engorda	132.65	15.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Labranza	4,619.99	1,024.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Quemas agrícolas	2,857.45	2,743.2	88.3	18,913.8	853.6	2,092.5	378.0	937.2	477.3
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	475.9	NA	4,057.9	NA
Caminos pavimentados y no pavimentados	11,770.48	1,846.8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Emisiones domésticas de amoniaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4,615.1	NA	NA
Esterilización de material hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	1.4	NA	NA	NA
Incendios en construcción	0.26	0.2	NA	4.1	0.1	0.3	NA	NA	0.0
Incendios forestales	370.74	314.6	34.1	3,678.0	109.7	256.8	36.9	147.6	22.7
Ladrilleras	37.62	36.2	0.4	274.6	2.8	249.0	NE	0.6	2.4
Rellenos sanitarios	NA	NA	NA	NA	NA	1,194.9	NA	25,148.9	NA

NA_No aplica; NS_No significativo; NE_No estimado por falta de factores de emisión.

Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

6.2.3 Fuentes móviles

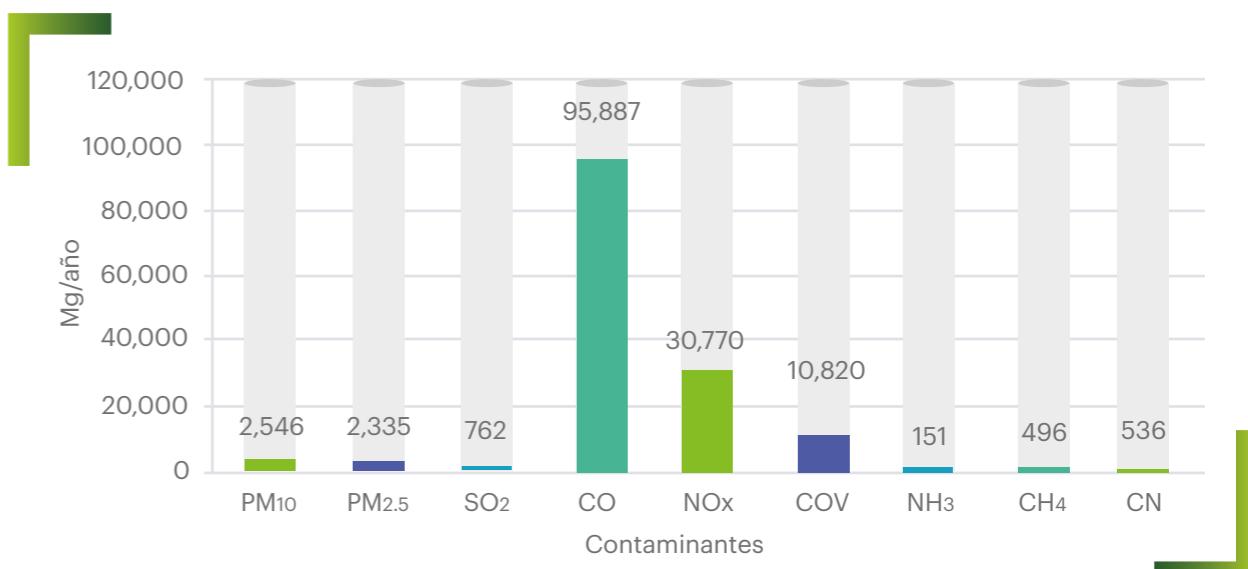
Fuentes móviles carreteras

El inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, 2016 considera 10 categorías de fuentes móviles carreteras para las que se estimaron sus emisiones por tipo de contaminantes y a nivel municipal. Los resultados indican que los principales contaminantes emitidos por esta fuente son el monóxido de carbono (CO), los óxidos

de nitrógeno (NO_x) y los compuestos orgánicos volátiles (COV), todos ellos productos característicos de un proceso de combustión.

La figura 24 muestra los resultados de la contribución de emisiones para cada uno de los contaminantes analizados.

Figura 24. Emisión de contaminantes por fuentes móviles carreteras en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

La emisión de NO_x, CO y de COV son de especial interés por ser precursores de la formación de ozono (O₃), las fuentes móviles contribuyen de manera importante a su generación en zonas urbanas, en donde se concentra la mayor cantidad de vehículos. Aún cuando la mayor emisión de gases por vehículos automotores es de CO, en la realidad este contaminante, por lo regular, siempre se encuentra dentro de los límites de concentración

establecidos por las normas de calidad del aire en ciudades mexicanas.

La emisión de COV es emitida en 41% por los autos particulares, seguida por las pickup en 24% y las camionetas particulares en 10% (ver figura 25). Los NO_x son generados principalmente por los autobuses (24%), seguido por autos particulares (20%) y los vehículos con peso mayor a 3.8 toneladas (16%), ver figura 26.

Figura 25. Porcentaje de emisión de COV por fuentes móviles en el Estado de Hidalgo.

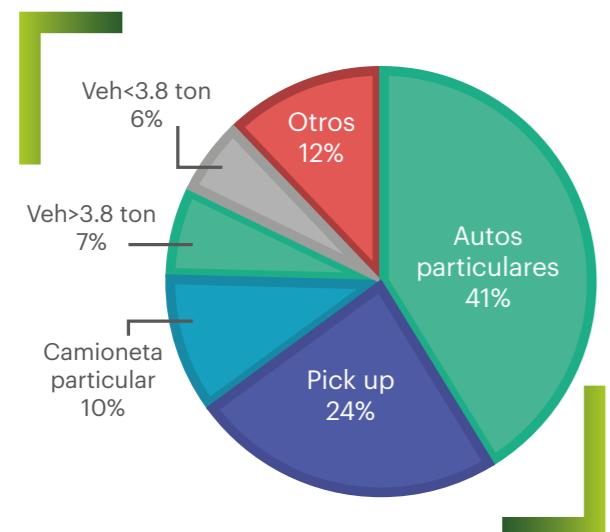
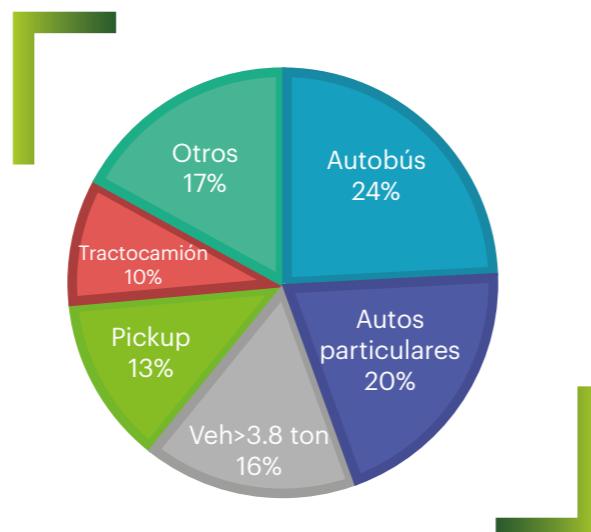


Figura 26. Porcentaje de emisión de NOx por fuentes móviles en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el *Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016*.

El cuadro 12 muestra un resumen de la emisión de contaminantes por tipo de vehículo.

Cuadro 12. Inventario de emisiones de fuentes móviles carreteras para el Estado de Hidalgo.

Fuente	Emisiones (Mg/año)									
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃	CH ₄	CN	
FUENTES MÓVILES	2,546.3	2,335.0	761.9	95,886.6	30,770.3	10,820.1	151.5	496.3	535.9	
Motocicletas	4.5	4.0	11.6	3,213.0	148.6	272.3	8.1	6.6	0.5	
Autos particulares	96.2	85.1	141.3	35,447.2	6,210.4	4,471.2	51.0	87.2	20.9	
Taxi	2.3	2.0	21.8	3,108.2	1,064.3	179.2	6.1	8.0	0.3	
Camionetas particulares	30.8	27.6	53.9	9,850.7	1,993.5	1,145.5	15.0	39.3	5.7	
Combi	13.6	12.4	27.4	2,336.4	552.2	161.8	6.0	9.9	1.8	
Pick up	69.7	62.2	90.3	23,056.7	3,917.4	2,553.1	28.5	78.4	16.3	
Veh<3.8Ton	101.3	92.5	44.4	8,029.5	1,455.0	647.4	9.1	29.4	33.2	
Autobús	682.2	627.6	141.4	2,578.9	7,491.1	423.1	7.4	34.7	275.1	
Veh>3.8Ton	787.6	724.1	131.4	7,125.5	4,941.1	731.1	13.1	101.5	114.9	
Tractocamión	758.1	697.5	98.5	1,140.4	2,996.8	235.3	7.3	101.3	67.2	

Fuentes móviles no carreteras

La principal contribución de las fuentes móviles no carreteras a la emisión de contaminantes atmosféricos en el

Estado de Hidalgo, es el carbono negro (CN) 4% y los óxidos de nitrógeno (NOx) 2%.



6.2.4 Fuentes naturales

Las fuentes naturales participan con la emisión en el Estado de Hidalgo del 71% de los compuestos orgánicos volátiles (COV) y 25% de óxidos de nitrógeno (NOx) por la actividad biogénica, mientras que la erosión eólica (emisiones erosivas) contribuye con 12% de PM₁₀ y casi 4% de PM_{2.5}. Como se observa, su contribución es importante en la emisión de compuestos precursores de la formación de ozono.

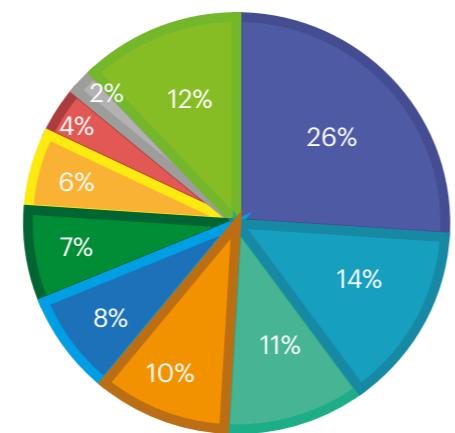
6.3 Emisiones por categorías para cada contaminante

El análisis de emisiones se realiza considerando las 43 categorías emisoras del inventario (5 de fuentes de área que incluyen 32 subcategorías, 23 de fuentes fijas, 10 de fuentes móviles carreteras, 3 de fuentes móviles no carreteras y 2 de fuentes naturales). Para cada contaminante se presenta en la figura 27, las principales categorías y subcategorías emisoras, aquellas que mayormente contribuyen en emisión, el resto de las categorías y/o subcategorías se han agregado con el título de “otros”.

Figura 27. Principales categorías de emisión por tipo de contaminante en Hidalgo.

Figura A. Emisión de PM₁₀.

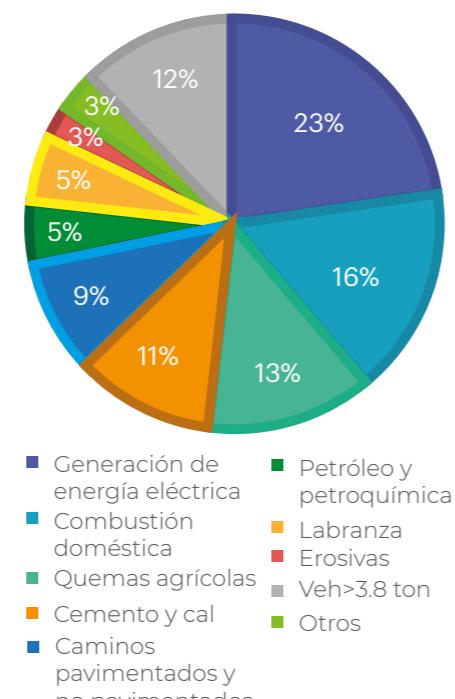
- Caminos pavimentados y no pavimentados
- Generación de energía eléctrica
- Erosivas
- Labranza
- Combustión doméstica
- Cemento y cal
- Quemas agrícolas
- Petróleo y petroquímica
- Actividades de la construcción
- Otros
- Generación de energía eléctrica
- Combustión doméstica
- Quemas agrícolas
- Petróleo y petroquímica
- Cemento y cal
- Caminos pavimentados y no pavimentados
- Petróleo y petroquímica
- Labranza
- Erosivas
- Veh>3.8 ton
- Otros



*Otras considera categorías cuya contribución de PM₁₀ es 2% o menor: vehículos mayores a 3.8 t., tractocamiones, autobuses, combustión agrícola, incendios forestales, entre otros.

Los caminos pavimentados y no pavimentados contribuyen con 26% de PM₁₀, por la resuspensión de polvo al paso de los vehículos automotores. Otras fuentes importantes en la emisión de este contaminante son la generación de energía eléctrica, ya que aporta 14%, mientras que las emisiones erosivas participan con 11%. En conjunto estas tres categorías emiten 51% de PM₁₀.

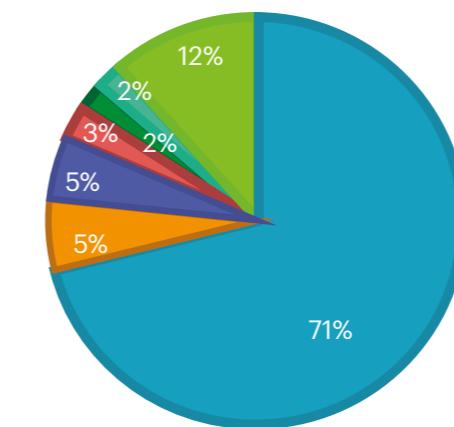
Figura B. Emisión de PM_{2.5}.



*Otras considera categorías cuya contribución de PM_{2.5} es 3% o menor: tractocamión, autobuses, incendios forestales, equipo de la construcción, asado al carbón, entre otras categorías.

Los tres sectores de actividad que más contribuyen a la emisión de PM_{2.5} en el Estado de Hidalgo, son la generación de energía eléctrica, la combustión doméstica (principalmente por el uso de leña) y las quemadas agrícolas. La suma de las emisiones de estos sectores corresponde al 52% del total.

Figura C. Emisión de SO₂.

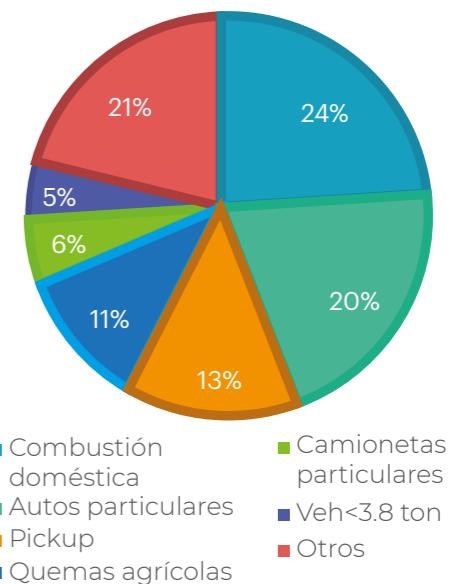


- Biogénicas
- Combustión doméstica
- Manejo y distribución GLP
- Autos particulares
- Uso doméstico de solventes
- Petróleo y petroquímica
- Otros

*Otras considera categorías cuya contribución de SO₂ es 1% o menor: industria textil, metalúrgica y siderúrgica, autobuses y autos particulares, entre otras categorías.

La emisión SO₂ se presenta principalmente por la actividad industrial, representada por la generación de energía eléctrica con 73% e industria del petróleo y petroquímica con 20%. En total, estos dos sectores contribuyen con 93% de la emisión.

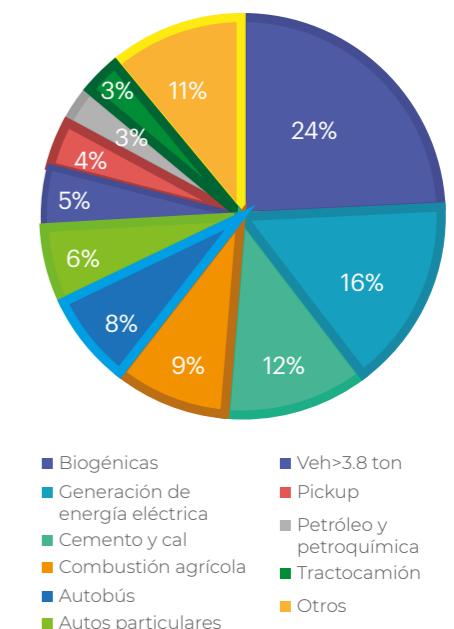
Figura D. Emisión de COV.



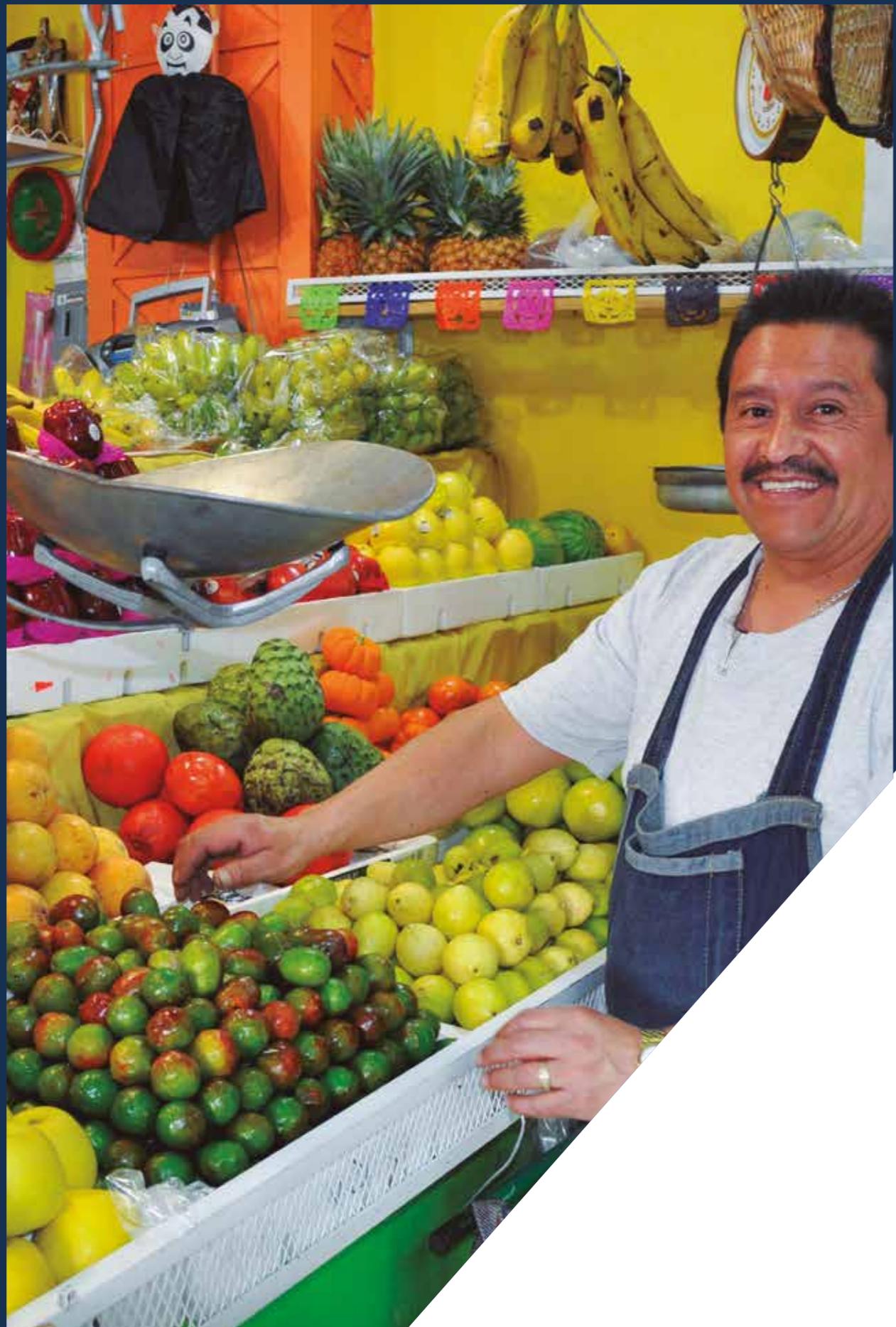
*Otras considera categorías cuya contribución de COV es 4% o menor: vehículos mayores a 3.8 t., industria del cemento y cal e incendios forestales, energía eléctrica, motos, taxis.

Las cuatro principales categorías de emisión de COV en el estado de Hidalgo, son la combustión doméstica, el uso de autos particulares, las pick up y las quemadas agrícolas. En conjunto, estas categorías contribuyen con 68% de este contaminante.

Figura F. Emisión de NOx.



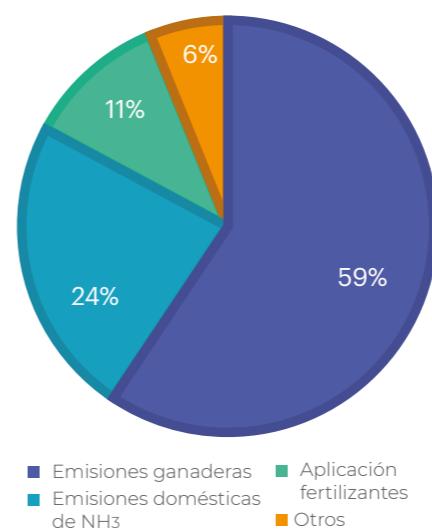
- Biogénicas
- Generación de energía eléctrica
- Cemento y cal
- Combustión agrícola
- Autobús
- Autos particulares
- Veh>3.8 ton
- Pickup
- Petróleo y petroquímica
- Tractocamión
- Otros



*Otros considera categorías cuya contribución de NOx es 2% o menor: camionetas particulares, equipo de la construcción, vehículos automotores menores a 3.8 toneladas, combustión doméstica, taxis, quemas agrícolas y combis, entre los más importantes.

Los NOx son emitidos principalmente por la actividad biogénica en 24%. En cuanto a las fuentes antropogénicas, la generación de energía eléctrica contribuye con 16% y la industria del Cemento y cal con 12%, la combustión agrícola con el 9%, autobuses con el 8% y autos particulares con el 6%. En conjunto, las tres principales fuentes de emisión contribuyen con 52% de los NOx. La suma de las emisiones de las 10 categorías de fuentes móviles es significativa, ya que móviles contribuye con el 31 % de NOx.

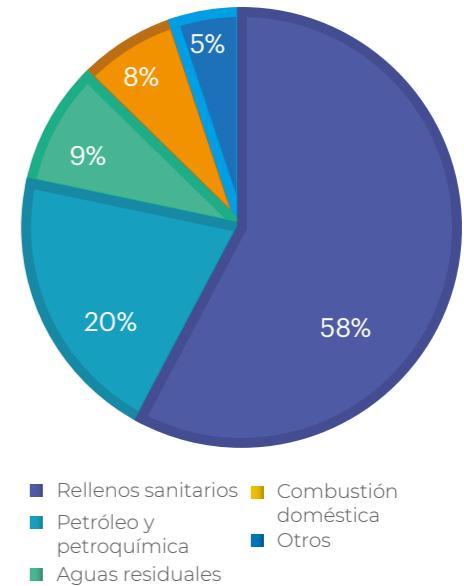
Figura G. Emisión de NH₃.



*Otros considera categorías cuya contribución de NH₃ es 2% o menor: quemas agrícolas, combustión agrícola, generación de energía eléctrica, petróleo y petroquímica, autos particulares, entre otras.

Las categorías de las fuentes de á reason las principales que generan NH₃, de las cuales destacan: emisiones ganaderas (59%), emisiones domésticas (24%) y la aplicación de fertilizantes (11%).

Figura H. Emisión de CH₄.

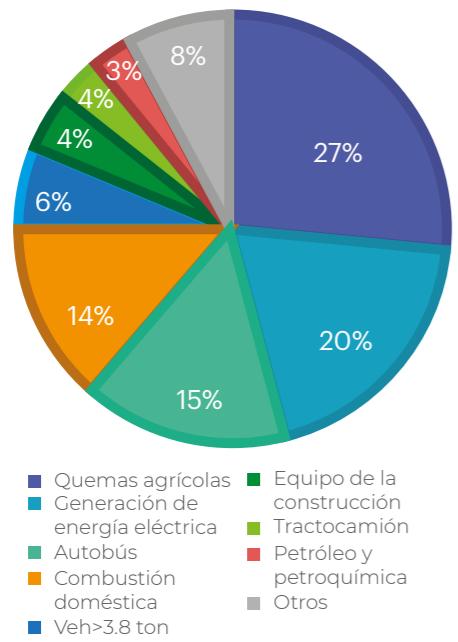


*Otros considera categorías cuya contribución de CH₄ es 2% o menor: quemas agrícolas, generación de energía eléctrica, incendios forestales, vehículos mayores a 3.8 toneladas y tractocamiones, entre otras categorías.

Los rellenos sanitarios son la principal categoría de emisión de CH₄ con 58%, seguido de la industria de petróleo y petroquímica con 20%, aguas residuales con 9% y combustión doméstica con 8%.

En conjunto, las emisiones de estas cuatro categorías representan 95% de CH₄.

Figura I. Emisión de carbono negro (CN).



*Otros considera categorías cuya contribución de CN es 2% o menor: vehículos menores a 3.8 toneladas, incendios forestales, autos particulares y combustión agrícola, entre las categorías más importantes.

La generación del carbono negro (CN) está relacionada directamente con los procesos de combustión. En el Estado, 27% es emitido por las quemas agrícolas, 20% por la generación de energía eléctrica, 15% por los autobuses y 14% por la combustión doméstica.

6.4 Emisiones de contaminantes por municipio

Esta sección muestra la emisión de contaminantes para cada uno de los 84 municipios que integran el Estado de Hidalgo, lo que se muestra en la figura 28 y el cuadro 13.

Del análisis de las emisiones presentadas en la figura 28, destaca que para partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$), Tula de Allende es el que genera la mayor

cantidad de estos contaminantes, con 17% y 25%, respectivamente. También en estos contaminantes sobresalen Pachuca de Soto, Atotonilco de Tula, Atitalaquia, y Tulancingo de Bravo.

Respecto a la emisión de dióxido de azufre (SO_2), en Tula de Allende se emite la mayor cantidad de este contaminante con 73%; seguido de Atitalaquia con 20%.

Por otra parte, el monóxido de carbono (CO) es emitido en mayor cantidad en Pachuca de Soto con 12%, Tula de Allende con 6% y Tulancingo con 5%, lo que se relaciona directamente con fuentes móviles.

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) se generan principalmente en Tula de Allende, 20%; seguido de Pachuca de Soto, 6%, Huichapan 5% y Atitalaquia 4%. Los NO_x en Tula de Allende, Huichapan y Atitalaquia se atribuye a fuentes fijas, mientras que en Pachuca de Soto en su mayoría a fuentes móviles.

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) se emiten principalmente en Atlapexco, Pachuca de Soto, y Huautla, cada uno con un 3%. Las emisiones en Atlapexco y Huautla se generan por la categoría biogénica, mientras que en Pachuca de Soto se originan en su mayoría por vehículos automotores.

El amoniaco (NH_3) se emite principalmente en Tecoautla con 14%, relacionado con la actividad ganadera. La emisión de metano (CH_4) se produce en mayor cantidad en Atitalaquia (20%), debido a la industria de petróleo y petroquímica.

Finalmente, destaca en Tula de Allende la emisión de carbono negro (CN) con 23%, por la generación de energía eléctrica.

Figura 28. Emisión de contaminantes por municipio en el Estado de Hidalgo.

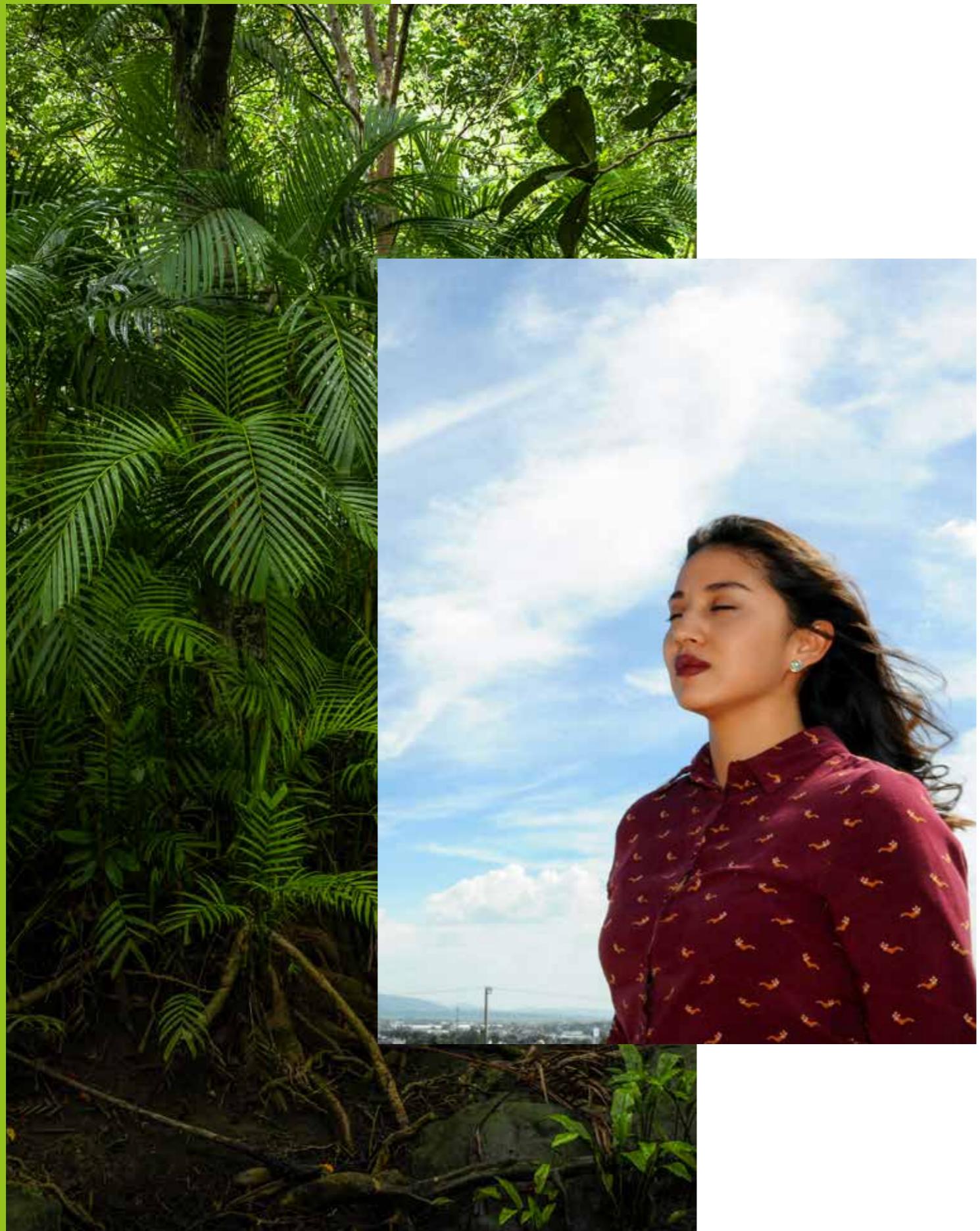


Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

Cuadro 13. Emisión de contaminantes por municipio en el Estado de Hidalgo.

Municipio	Toneladas/año									
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN	
Acatlán	408.6	155.0	12.0	1,702.0	1,103.8	1,798.5	390.8	43.0	17.6	
Acaxochitlán	435.1	219.8	17.2	2,449.8	1,137.4	1,804.0	186.8	517.8	25.8	
Actopan	575.5	187.1	20.7	2,826.2	1,294.2	1,812.2	295.3	548.0	21.5	
Agua Blanca de Iturbide	207.8	128.6	6.9	1,380.2	254.5	382.1	70.4	467.2	12.1	
Ajacuba	209.6	84.6	5.3	796.4	679.6	1,345.3	122.2	180.2	9.7	
Alfajayucan	415.8	161.7	7.7	1,442.9	998.4	2,282.5	156.3	256.2	15.2	
Almoloya	400.4	114.0	4.0	681.1	685.6	1,461.5	181.4	71.8	6.7	
Apan	783.1	205.3	12.7	1,705.7	1,233.8	2,277.4	272.8	1,194.8	12.5	
El Arenal	208.4	103.9	9.4	1,193.9	811.0	1,659.3	112.9	202.1	12.9	
Atitalaquia	2,192.7	1,201.4	29,940.3	2,467.3	4,068.1	3,462.8	164.7	8,834.6	63.5	
Atlapexco	251.7	157.2	7.2	1,548.8	391.4	5,783.7	125.8	313.4	15.9	
Atotonilco el Grande	447.8	177.0	15.5	2,228.7	1,003.1	1,611.5	441.5	307.9	19.3	
Atotonilco de Tula	2,630.7	1,818.5	1,558.9	3,321.8	4,691.5	2,730.2	116.4	1,149.3	10.2	
Calnali	261.3	147.4	5.6	1,502.1	250.6	2,010.3	100.1	347.4	12.5	
Cardonal	283.7	122.6	5.8	1,304.2	688.9	1,705.1	135.9	253.5	11.4	
Cuautepéc de Hinojosa	629.7	234.6	42.4	2,609.1	1,297.1	1,960.1	307.1	612.7	26.0	
Chapantongo	266.9	130.3	5.0	1,181.5	752.1	2,049.6	125.7	190.3	14.8	
Chapulhuacán	335.8	141.0	5.0	1,238.4	215.9	2,732.5	128.8	348.2	11.4	
Chilcuautla	223.9	102.5	5.5	1,124.6	434.0	524.9	107.3	248.6	9.6	
Eloxochitlán	114.0	89.0	2.7	1,031.1	229.4	1,615.9	83.7	117.9	7.0	
Emiliano Zapata	214.6	64.6	8.5	552.4	727.2	1,286.4	67.6	130.0	8.0	
Epazoyucan	411.3	154.5	11.6	1,414.4	660.7	955.2	432.3	38.6	15.9	
Francisco I. Madero	281.1	97.1	10.2	1,380.0	667.6	744.7	140.5	343.6	11.2	
Huasca de Ocampo	353.3	142.9	8.3	1,549.7	801.0	1,459.2	326.2	235.8	14.6	
Huautla	278.9	182.2	6.5	1,760.4	494.1	5,154.1	227.5	403.3	18.4	
Huazalingo	200.5	140.0	4.2	1,495.5	477.0	3,704.6	115.1	228.1	11.7	
Huehuetla	306.7	187.1	6.3	1,658.1	368.8	2,019.4	227.3	689.8	19.7	
Huejutla de Reyes	851.0	339.7	23.6	4,230.4	1,241.0	4,507.1	511.3	1,547.9	36.5	
Huichapan	800.5	326.9	1,652.2	3,124.5	4,888.8	2,316.5	954.2	524.8	38.0	
Ixmiquilpan	751.0	245.6	25.7	3,792.8	2,075.9	3,339.5	463.8	987.7	25.6	
Jacala de Ledezma	173.9	106.3	5.4	1,227.3	235.6	478.5	69.3	218.5	10.2	
Jaltocán	136.8	105.2	4.2	1,247.7	422.0	2,629.9	77.1	220.1	8.8	
Juárez Hidalgo	107.1	88.4	2.8	1,043.7	228.9	2,888.8	17.9	115.4	6.7	
Lolotla	161.4	112.7	4.6	1,270.4	302.0	2,919.6	59.5	184.7	9.1	
Metepec	236.7	116.9	10.9	1,241.2	332.1	321.1	92.9	44.7	12.5	
San Agustín Metzquititlán	234.0	107.1	5.2	1,171.9	353.1	805.7	61.0	153.2	9.8	
Metztitlán	294.3	140.6	6.9	1,549.3	538.3	1,463.0	147.7	268.3	13.4	
Mineral del Chico	167.7	86.6	4.7	1,004.0	338.8	919.0	67.6	76.0	7.3	
Mineral del Monte	129.5	37.5	4.2	699.2	256.8	440.3	54.7	143.0	3.2	
La Misión	148.0	115.5	4.1	1,343.5	230.8	1,003.8	65.4	176.6	9.6	
Mixquiahuala de Juárez	401.6	145.9	12.5	1,827.2	725.6	926.3	173.9	438.2	16.9	
Molango de Escamilla	146.4	95.0	4.3	1,141.1	195.8	3,111.4	57.6	171.9	8.9	

Nicolás Flores	153.4	108.6	3.9	1,268.1	257.1	733.6	35.6	151.3	8.5
Nopala de Villagrán	406.3	176.2	9.0	1,522.3	1,008.6	2,330.4	280.3	210.7	20.7
Omitlán de Juárez	142.6	76.4	3.9	964.5	445.1	1,162.6	70.2	134.7	6.6
San Felipe Orizatlán	330.0	200.3	28.9	1,996.3	493.7	2,364.9	233.8	461.5	21.6
Pacola	109.0	83.0	3.2	978.2	127.6	445.4	36.2	146.0	6.6
Pachuca de Soto	3,058.6	821.5	141.9	20,429.7	5,870.1	5,679.7	377.3	3,230.1	87.1
Pisaflores	421.9	178.9	15.4	1,541.0	448.1	3,351.8	136.8	265.5	22.1
Progreso de Obregón	423.3	132.8	3,793.8	1,107.0	867.0	902.4	76.4	224.1	8.6
Mineral de la Reforma	1,054.4	291.7	82.9	5,632.6	1,944.7	3,112.2	291.9	1,680.4	27.1
San Agustín Tlaxiaca	637.9	229.6	31.0	2,270.8	1,377.2	1,694.3	197.6	56.5	30.9
San Bartolo Tutotepec	236.4	143.4	5.2	1,410.3	339.4	2,176.1	138.2	97.0	13.8
San Salvador	368.1	132.6	10.6	1,412.0	1,255.1	2,100.5	173.9	349.2	14.3
Santiago de Anaya	963.3	494.5	1,019.3	1,697.5	3,993.4	1,516.3	103.6	194.8	12.4
Santiago	248.6	92.0	65.1	1,438.1	912.8	1,943.7	115.8	1,940.8	9.8
Tulantepec de Lugo Guerrero	589.4	205.3	11.2	1,572.1	723.8	952.2	188.7	57.9	16.4
Singuilucan	234.3	103.1	6.7	1,317.3	761.8	1,695.4	151.6	210.2	9.9
Tecozautla	495.8	204.4	12.7	2,253.1	914.6	1,322.8	2,761.5	497.3	23.5
Tenango de Doria	213.8	130.1	5.8	1,408.2	140.4	384.9	90.6	79.1	12.2
Tepeapulco	657.7	191.8	18.8	2,640.9	1,464.5	2,756.8	166.8	154.8	14.8
Tepehuacán de Guerrero	222.9	150.6	5.2	1,563.3	262.2	3,183.9	135.4	382.3	12.9
Tepeji del Río de Ocampo	703.6	283.9	36.7	3,433.9	2,071.6	2,533.9	597.5	811.2	42.0
Tepetitlán	161.0	74.0	3.4						



Cuadro 14. Emisiones por municipio del Estado de Hidalgo.

Contaminante	Municipio	Categoría
PM₁₀ Partículas menores a 10 micras	Tula de Allende – 17%	Generación de energía eléctrica – 82% Caminos pavimentados y no pavimentados – 8%
	Pachuca de Soto – 7%	Caminos pavimentados y no pavimentados – 82% Tractocamiones – 4%
	Atotonilco de Tula – 6%	Cemento y cal – 90% Caminos pavimentados y no pavimentados – 5%
	Atitalaquia – 5%	Petróleo y petroquímica – 87% Caminos pavimentados y no pavimentados – 6%
PM_{2.5} Partículas menores a 2.5 micras	Tula de Allende – 25%	Generación de eléctrica – 90% Cemento y cal – 2%
	Atotonilco de Tula – 8%	Cemento y cal – 95% Caminos pavimentados y no pavimentados – 1%
	Atitalaquia – 6%	Petróleo y petroquímica – 92% Caminos pavimentados y no pavimentados – 2%
	Pachuca de Soto – 4%	Caminos pavimentados y no pavimentados – 48% Tractocamión – 15%
SO₂ Dióxido de azufre	Tula de Allende – 73%	Generación de energía eléctrica – 99.6% Cemento y cal – 0.4%
	Atitalaquia – 20%	Petróleo y petroquímica – 99.9%
	Progreso de Obregón – 3%	Cemento y cal – 99.8%
	Huichapan – 1%	Cemento y cal – 98.8%
CO Monóxido de carbono	Pachuca de Soto – 12%	Autos particulares – 44% Pick up – 15% Camionetas particulares – 12% Generación de energía eléctrica – 29%
	Tula de Allende – 6%	Cemento y cal – 21% Autos particulares – 21% Autos particulares – 32% Pick up – 21% Camionetas particulares – 10% Autos particulares – 47% Pick up – 13% Camionetas particulares – 11%
	Tulancingo de Bravo – 5%	
	Mineral de la Reforma – 3%	
NOx Óxidos de nitrógeno	Tula de Allende – 20%	Generación de energía eléctrica – 78% Cemento y cal – 7% Autobuses – 4%
	Pachuca de Soto – 6%	Autos particulares – 27% Autobuses – 19% Veh>3.8Ton – 10%
	Huichapan – 5%	Cemento y cal – 69% Biogénicas – 10% Combustión agrícola – 7% Cemento y cal – 75%
	Atotonilco de Tula – 5%	Biogénicas – 13% Combustión agrícola – 4% Petróleo y petroquímica – 76% Automotriz – 5% Combustión agrícola – 4%
	Atitalaquia – 4%	
COV Compuestos orgánicos volátiles	Atlapexco – 3%	Biogénicas – 93% Combustión doméstica – 4%
	Pachuca de Soto – 3%	Autos particulares – 20% Biogénicas – 14% Manejo y distribución de gas LP – 14% Uso doméstico de solventes – 7%
	Huautla – 3%	Biogénicas – 91% Combustión doméstica – 5%
	Xochiatipan – 3%	Biogénicas – 91% Combustión doméstica – 6%
	Huejutla de Reyes – 3%	Biogénicas – 70% Manejo y distribución de gas LP – 7% Uso doméstico de solventes – 4%

NH₃	Tecoautla – 14%	Emisiones ganaderas – 95% Emisiones domésticas – 3%
	Zempoala – 6%	Emisiones ganaderas – 82% Aplicación de fertilizante – 11% Emisiones domésticas – 6%
Amoniaco	Huichapan – 5%	Emisiones ganaderas – 83% Emisiones domésticas – 10% Aplicación de fertilizante – 4%
	Tolcayuca – 3%	Emisiones ganaderas – 89% Aplicación de fertilizante – 7% Emisiones domésticas – 3%
CH₄	Atitalaquia – 20%	Petróleo y petroquímica – 99.8%
	Pachuca de Soto – 7%	Rellenos sanitarios – 85% Aguas residuales – 12%
Metano	Tula de Allende – 5%	Rellenos sanitarios – 86% Generación de energía eléctrica – 11%
	Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero – 4%	Rellenos sanitarios – 98%
CN	Tula de Allende – 23%	Generación de energía eléctrica – 86% Autobuses – 8%
	Pachuca de Soto – 5%	Autobuses – 47% Veh>3.8Ton – 15% Tractocamión – 14% Petróleo y petroquímica – 85%
	Atitalaquia – 4%	Autobuses – 4% Veh>3.8Ton – 2% Autobuses – 34% Quemas agrícolas – 18%
	Tulancingo de Bravo – 3%	Veh>3.8Ton – 15%





7. REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA DE EMISIONES

En esta sección se presenta la ubicación geográfica de las emisiones generadas por todos los tipos de fuentes (fijas, de área, móviles -carreteras y no carreteras- y naturales).

A través de esta representación se permite visualizar en dónde se genera la mayor cantidad de contaminantes y su magnitud.

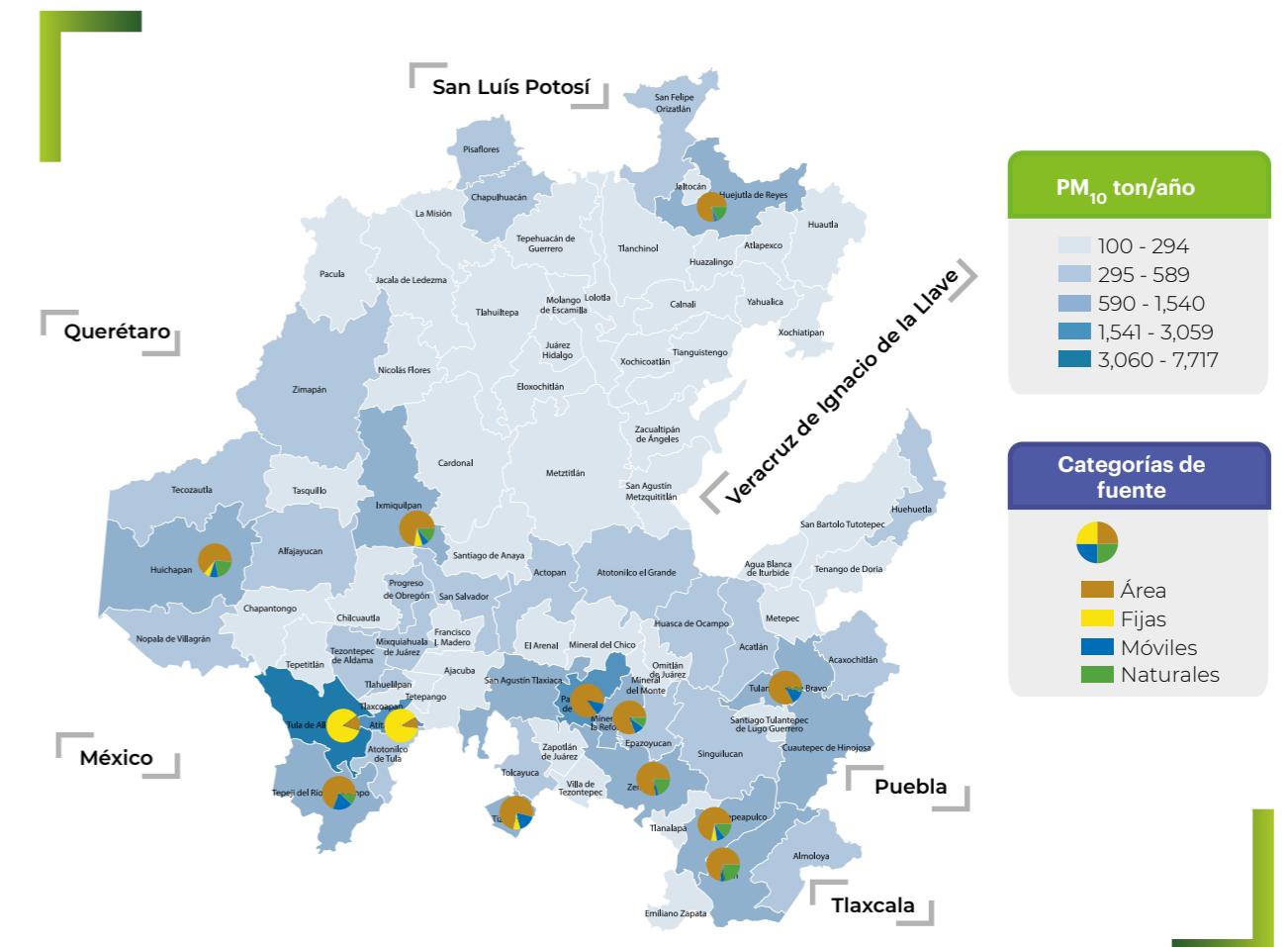
Las emisiones representadas son para cada contaminante, destacándose por fuente, en los municipios donde se genera la mayor cantidad. Lo anterior es representado para partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$ respectivamente), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV), amoníaco (NH_3), metano (CH_4) y carbono negro (CN).

La representación geográfica de emisiones de partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}) se muestra en la figura 29. De ésta destaca la generación en los siguientes municipios:

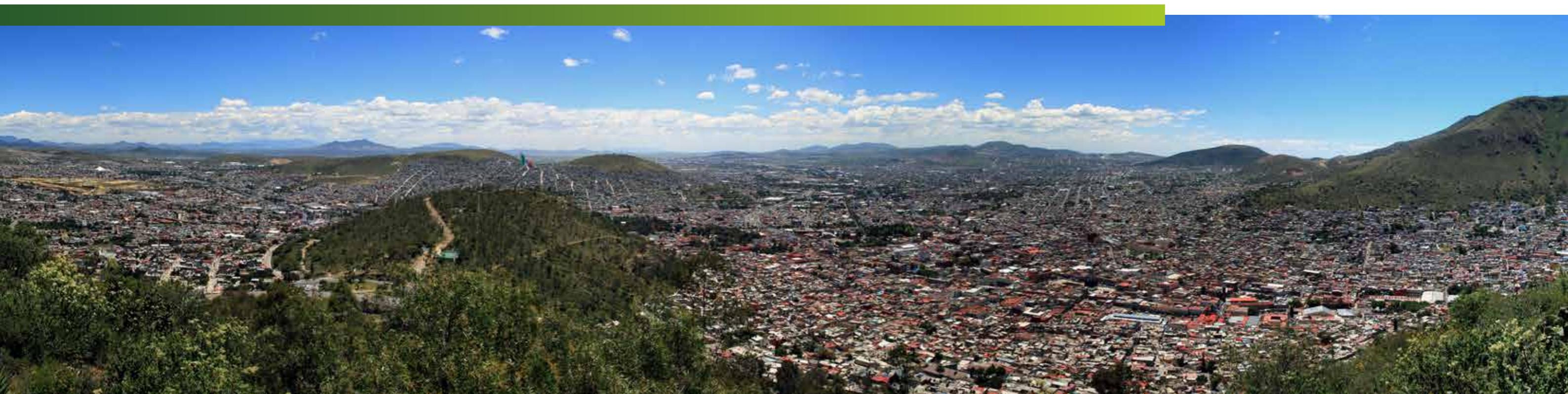
- Tula de Allende 17%
- Pachuca de Soto 7%
- Atotonilco de Tula 6%
- Atitalaquia 5%
- Tulancingo de Bravo 3%
- 2% Mineral de la Reforma, Huejutla de Reyes, Zempoala, Ixmiquilpan, Huichapan, Apan, Tizayuca y Tepeji del Río de Ocampo.
- En el resto de los municipios se genera menos del 1%.

En Tula de Allende, Atotonilco de Tula y Atitalaquia, la principal fuente generadora de PM_{10} son las fijas, mientras que en el resto de los municipios, destacan las fuentes de área con la subcategoría de caminos pavimentados y no pavimentados, y en algunos municipios por la categoría de fuentes naturales erosivas.

Figura 29. Distribución espacial de emisiones de PM_{10} a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.



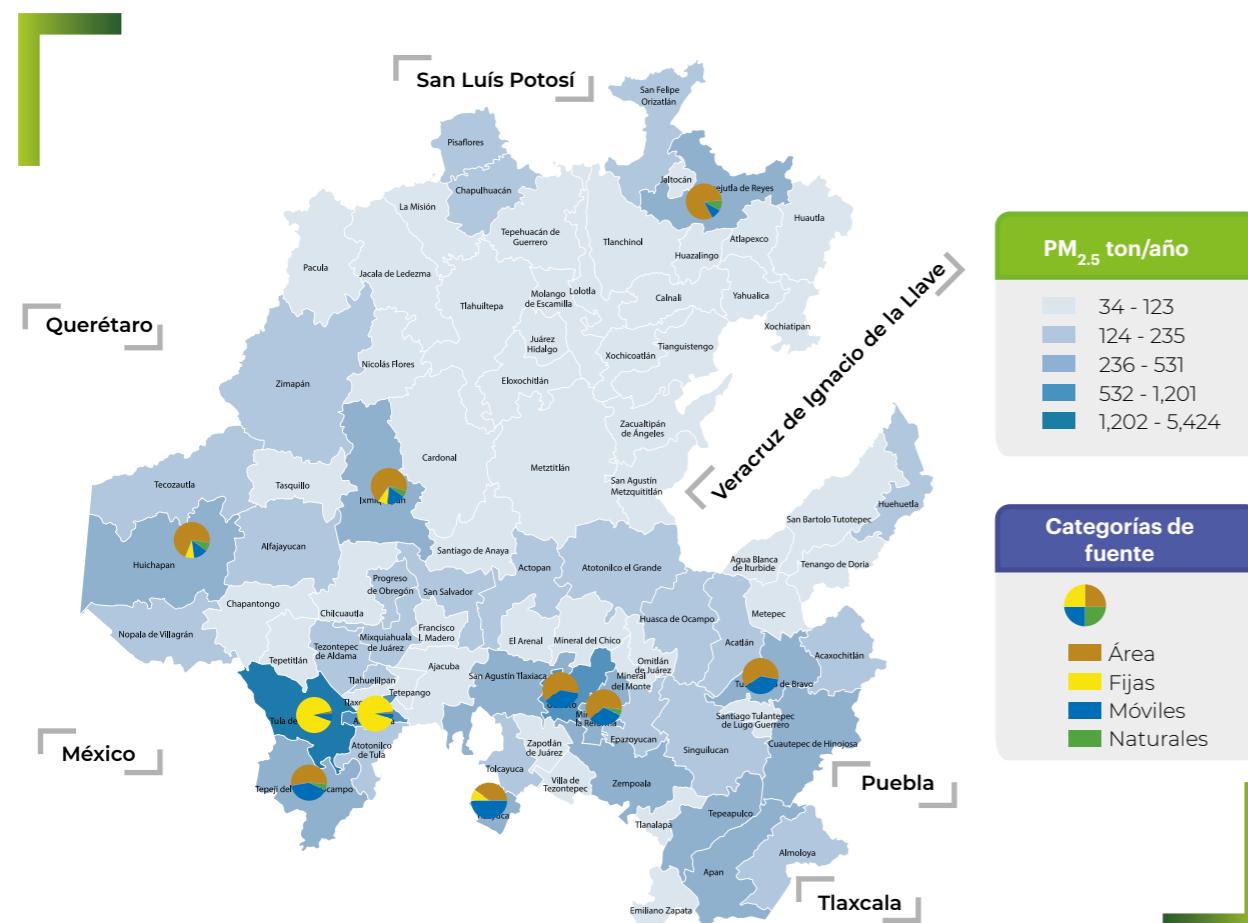
La figura 30 muestra las emisiones de partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$), se aprecia que los municipios donde se genera la mayor cantidad de este contaminante son: Tula de Allende 25%, Atotonilco de Tula 8%, Atitalaquia 6%, Pachuca de Soto 4%, Tulancingo de Bravo 3%, Huejutla de Reyes y Huichapan 2%, y el resto de los municipios con un porcentaje igual o menor al 1%.

En Tula de Allende, Atotonilco de Tula y Atitalaquia la principal fuente emisora de $PM_{2.5}$ es la industria, mientras que en

Pachuca de Soto, Tulancingo de Bravo, Mineral de la Reforma, Tepeji del Río de Ocampo y Tizayuca, predominan las provenientes de caminos pavimentados y no pavimentados, así como de fuentes móviles.

En el caso de Huejutla de Reyes, Huichapan e Ixmiquilpan, la principal fuente emisora son las de área, destacando de ésta la subcategoría de quemadas agrícolas.

Figura 30. Distribución espacial de emisiones de $PM_{2.5}$ a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.



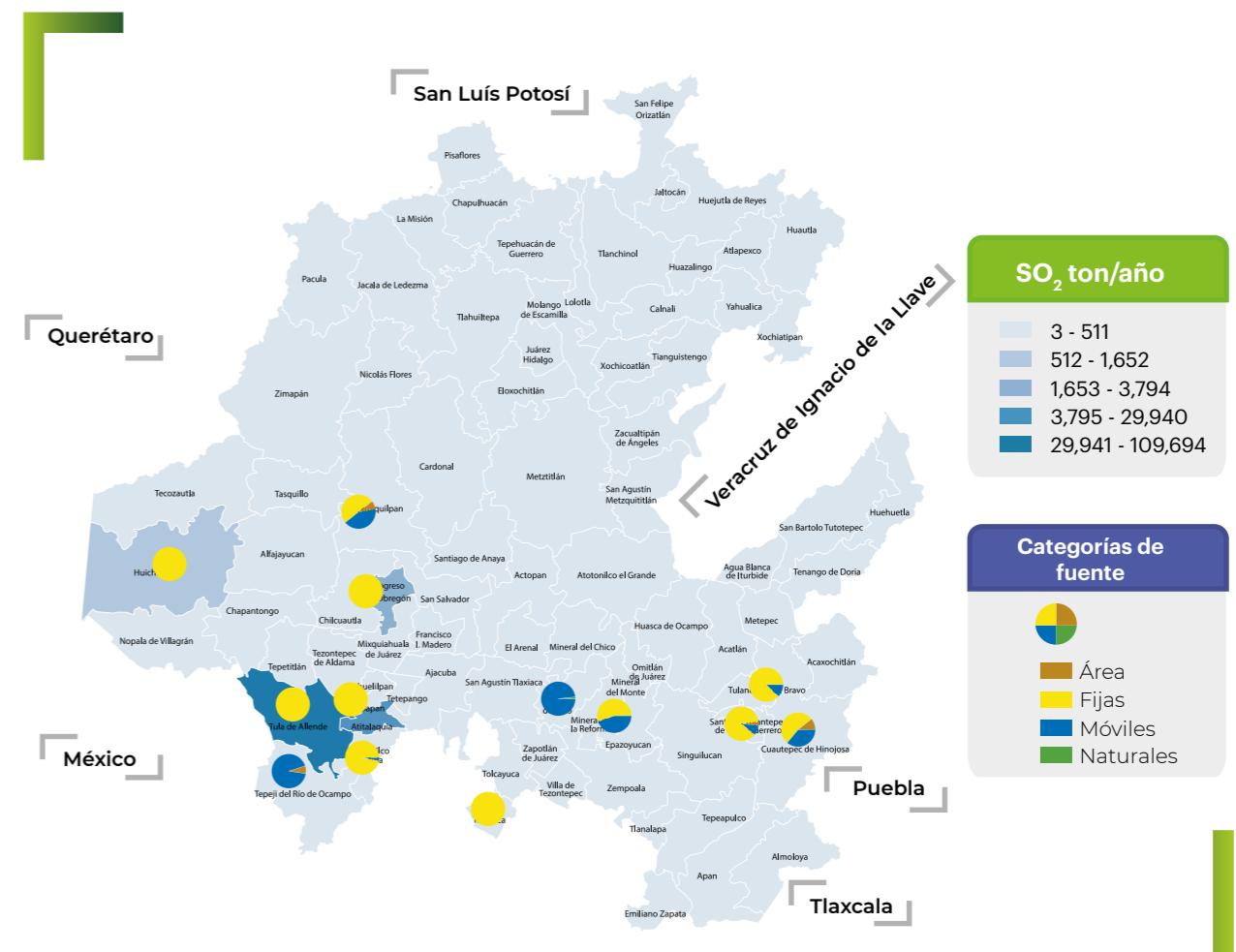
Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

Las emisiones de SO_2 por municipio se muestran en la figura 31, destaca que el 90% de este contaminante se genera en los municipios de Tula de Allende (73%) y Atitalaquia (20%), siendo la principal fuente emisora las fuentes fijas; así como en Progreso de Obregón (3%) y Huichapan (1%).

En municipios como Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma, Tepeji del Río

de Ocampo, destaca las emisiones de SO_2 , provenientes de fuentes móviles de los vehículos a diésel, tanto del transporte público (autobuses) como de los camiones de carga pesada.

Figura 31. Distribución espacial de emisiones de SO_2 a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.

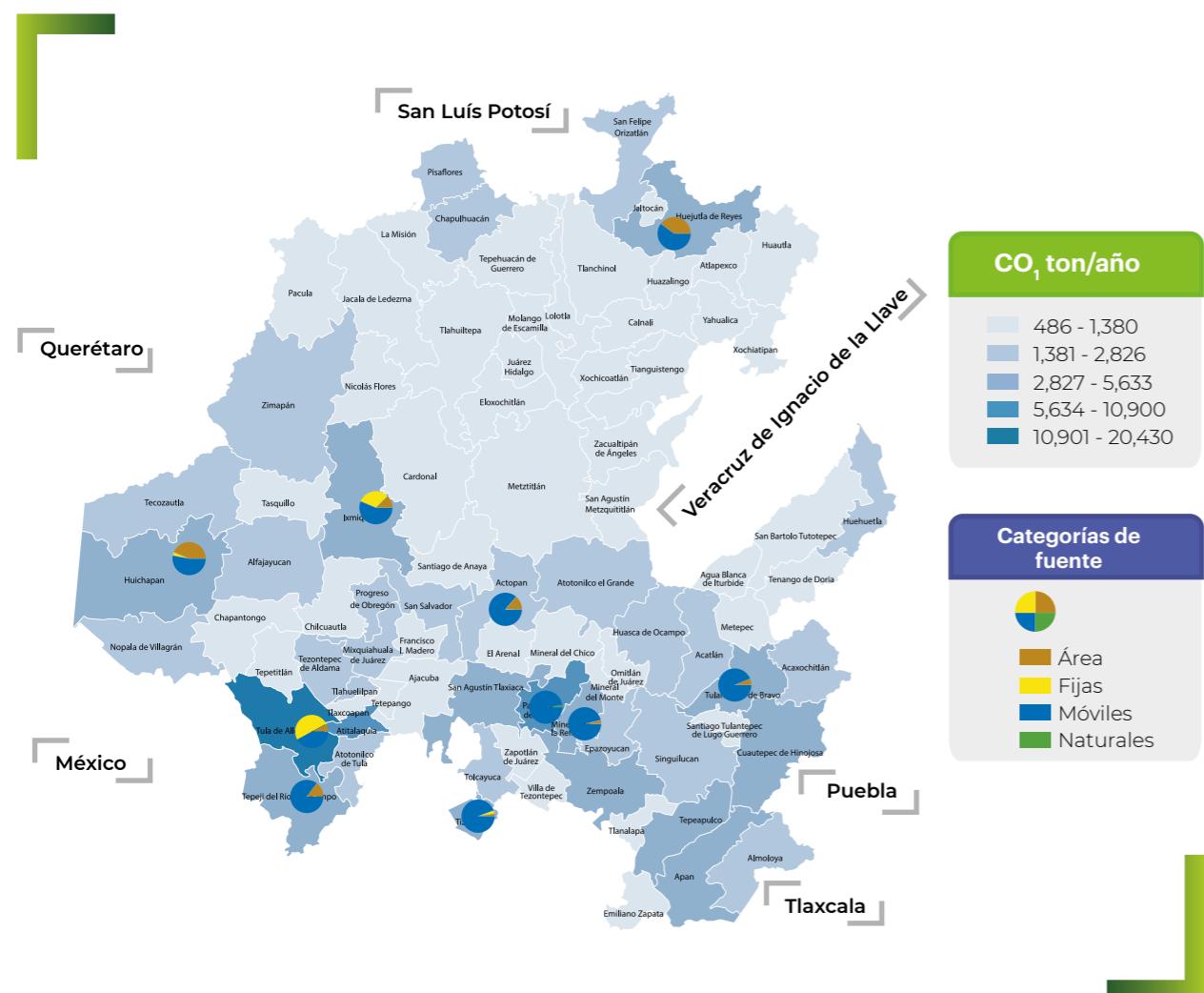


Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

Las emisiones de CO se muestran en la figura 32, siendo los municipios de Pachuca de Soto, Tula de Allende, Tulancingo de Bravo, Mineral de la Reforma, Huejutla de Reyes, Tizayuca, Ixmiquilpan y Tepeji del Río de Ocampo, en los que se genera la mayor cantidad de este contaminante, predominando

las fuentes móviles como la principal emisora; salvo Tula de Allende, donde se observa que las fuentes fijas son la principal causa de CO, seguida de las fuentes móviles.

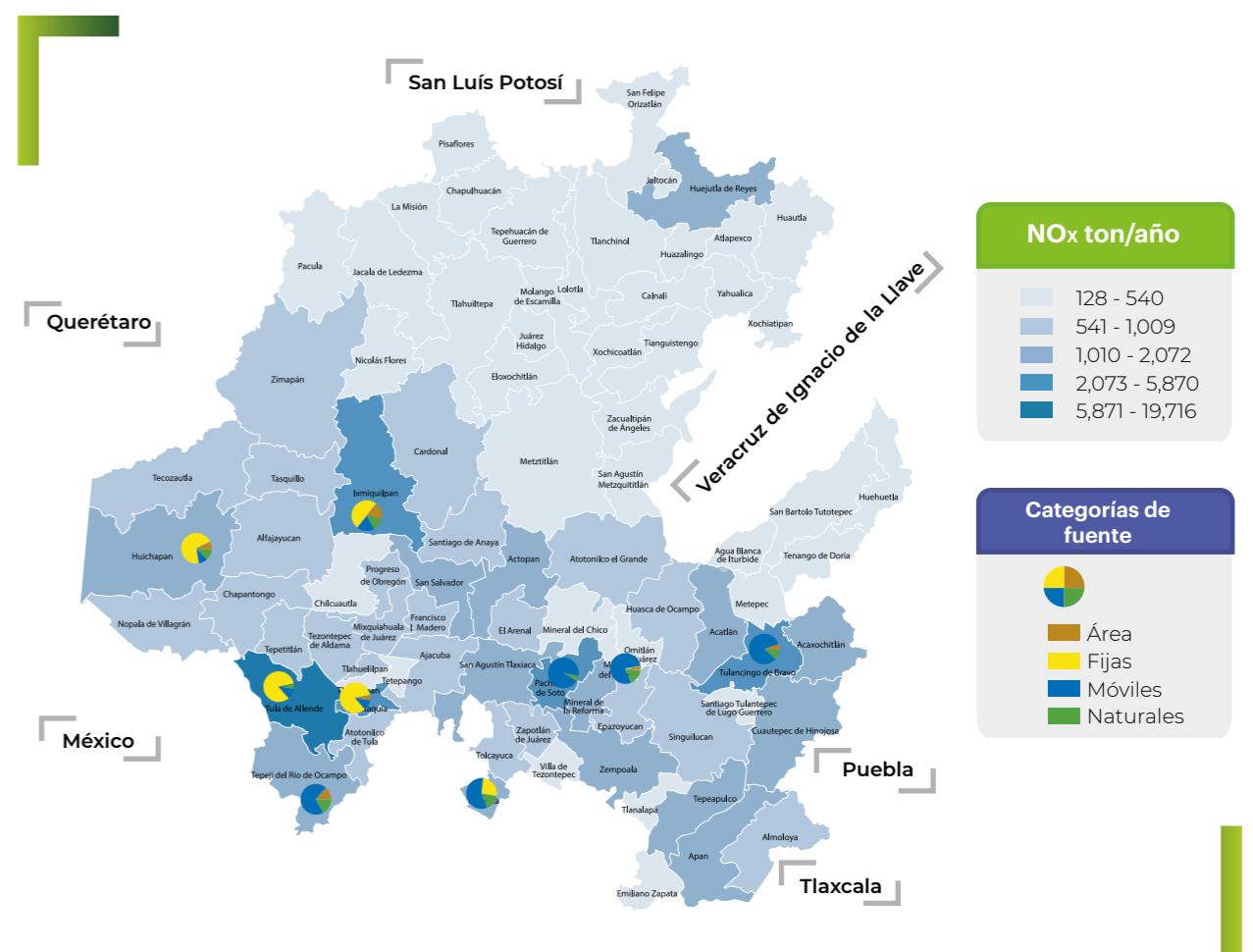
Figura 32. Distribución espacial de emisiones de CO a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

En la figura 33 se presentan las emisiones de NOx, la mayor generación de este contaminante se da en los municipios de Tula de Allende 20%, Pachuca de Soto 6%, Huichapan y Atotonilco de Tula con el 5%, Atitalaquia y Santiago de Anaya, cada uno con el 4%. En el resto de los municipios se genera un porcentaje igual o menor al 3%.

Figura 33. Distribución espacial de emisiones de NOx a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

En los municipios de Tula de Allende, Atitalaquia, Huichapan e Ixmiquilpan destaca el aporte de NOx proveniente de fuentes fijas, mientras que para el resto de los municipios urbanizados, predominan los provenientes de fuentes móviles. Para los municipios rurales las emisiones son generadas por fuentes biogénicas.

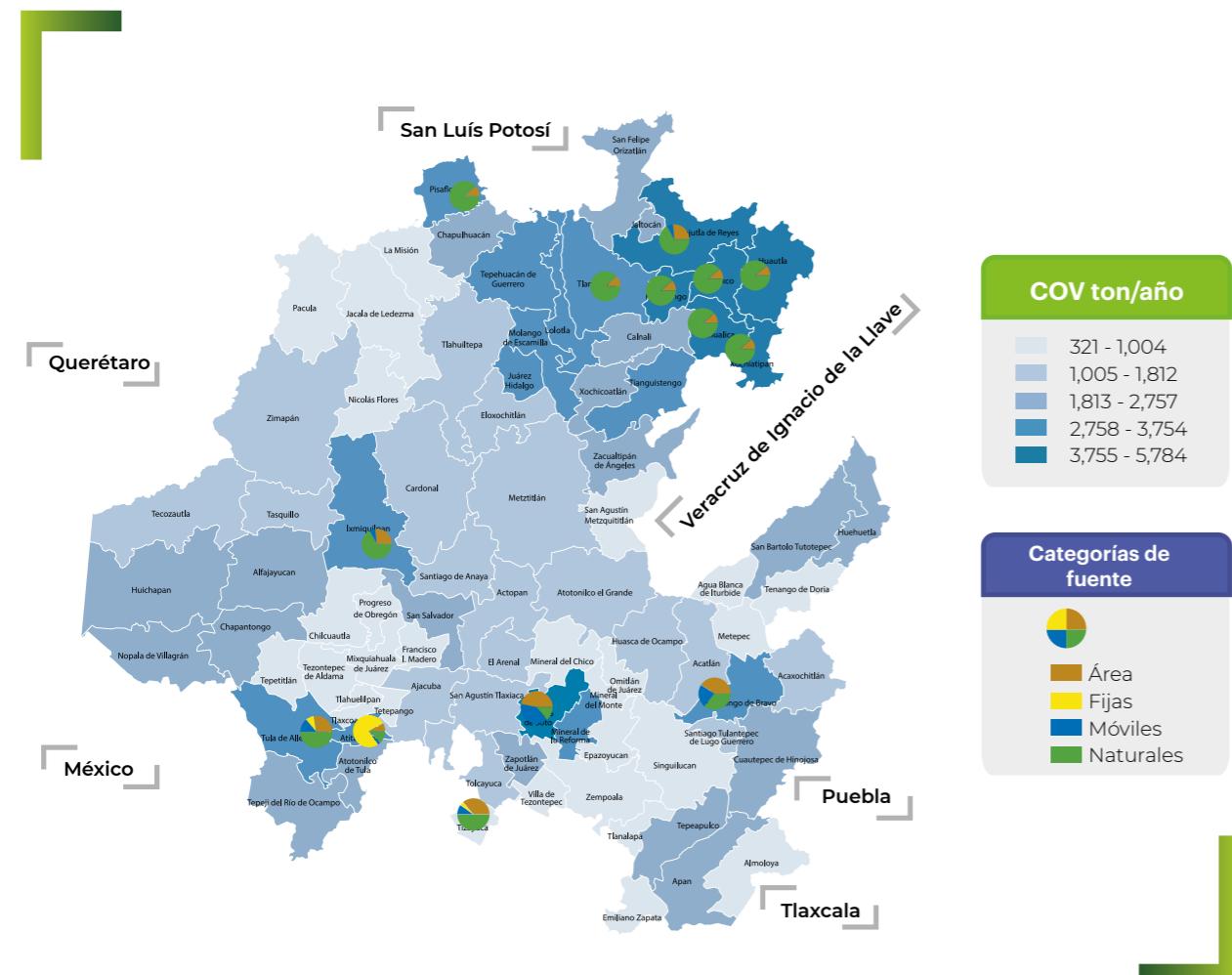
Las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles (COV) se aprecian en la figura 34, los principales municipios en los que se genera este contaminante son: Atlapexco, Pachuca de Soto, Pachuca de Soto, Huautla, Xochiatipan, Huejutla de Reyes y Yahualica, con un aporte del 3% cada uno. En el resto de los municipios se genera un porcentaje igual o menor al 2%.

Como se observa en la misma figura 34, en el norte del Estado predomina la generación de COV proveniente de

fuentes naturales (biogénicas); para el caso de Pachuca de Soto, su principal generadora son las fuentes móviles, y en Atitalaquia las fuentes fijas.

En Tula de Allende, Tizayuca y Tulancingo de Bravo, destacan las emisiones provenientes de fuentes biogénicas y de fuentes de área (por el manejo y distribución del gas L.P. y el uso doméstico de solventes).

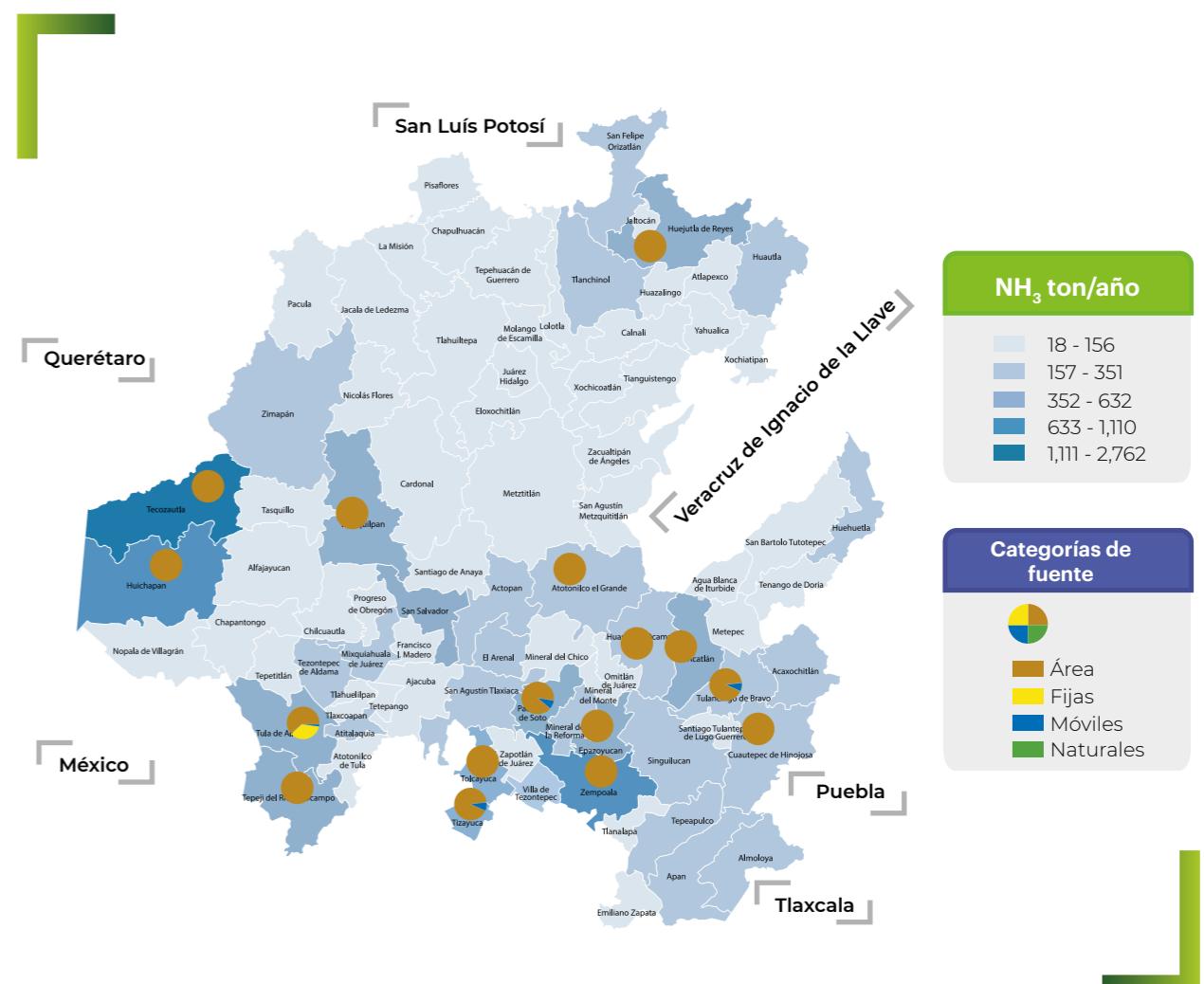
Figura 34. Distribución espacial de emisiones de COV a nivel municipal y su contribución porcentual, por fuente para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

La figura 35 muestra las emisiones de amoniaco (NH_3), éstas provienen en mayor cantidad de los municipios de Tecozautla 14%, Zempoala 6% y Huichapan 5%, en el resto de los municipios se genera, en cada uno de ellos, cantidades menores o iguales al 3%.

Figura 35. Distribución espacial de emisiones de NH_3 a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.



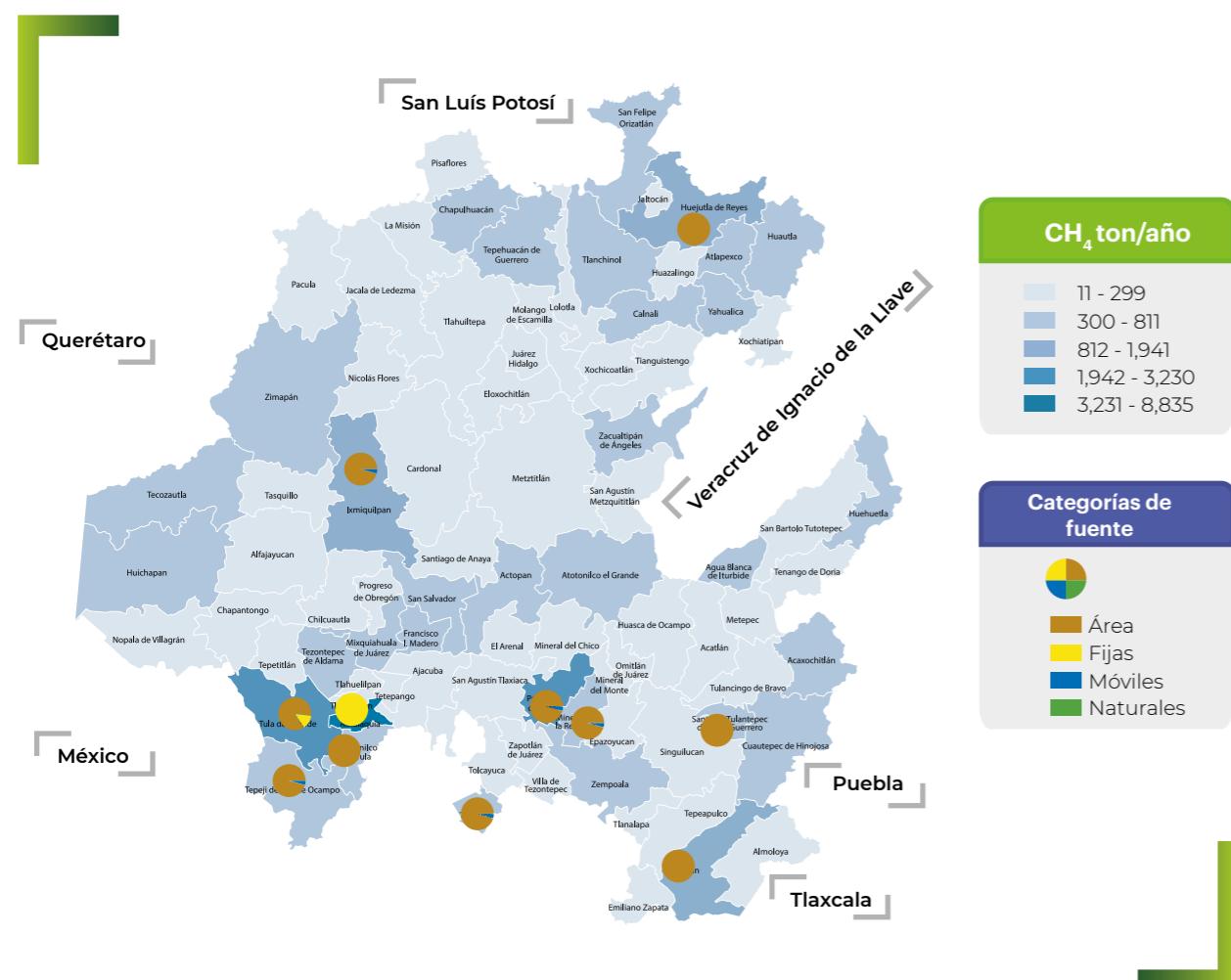
Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

El amoniaco en su mayoría es generado en los municipios con actividad agropecuaria (emisiones ganaderas y aplicación de fertilizantes), excepto para Tula de Allende, donde la principal fuente generadora es la industria; y en los municipios urbanizados, son las emisiones domésticas.

En la figura 36 se presentan las emisiones de metano (CH_4), de ésta se aprecia que los municipios con la mayor generación son: Atitalaquia 20%, Pachuca de Soto 7%, Tula de Allende 5%, Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Mineral de la Reforma, Tizayuca y Huejutla de Reyes, generan 4% de CH_4 , cada uno de ellos. En el resto de los municipios, se genera un porcentaje menor o igual al 3%.

El 50% del CH_4 generado en el Estado, proviene de los rellenos sanitarios y un 20% del sector petróleo y

Figura 36. Distribución espacial de emisiones de CH_4 a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.



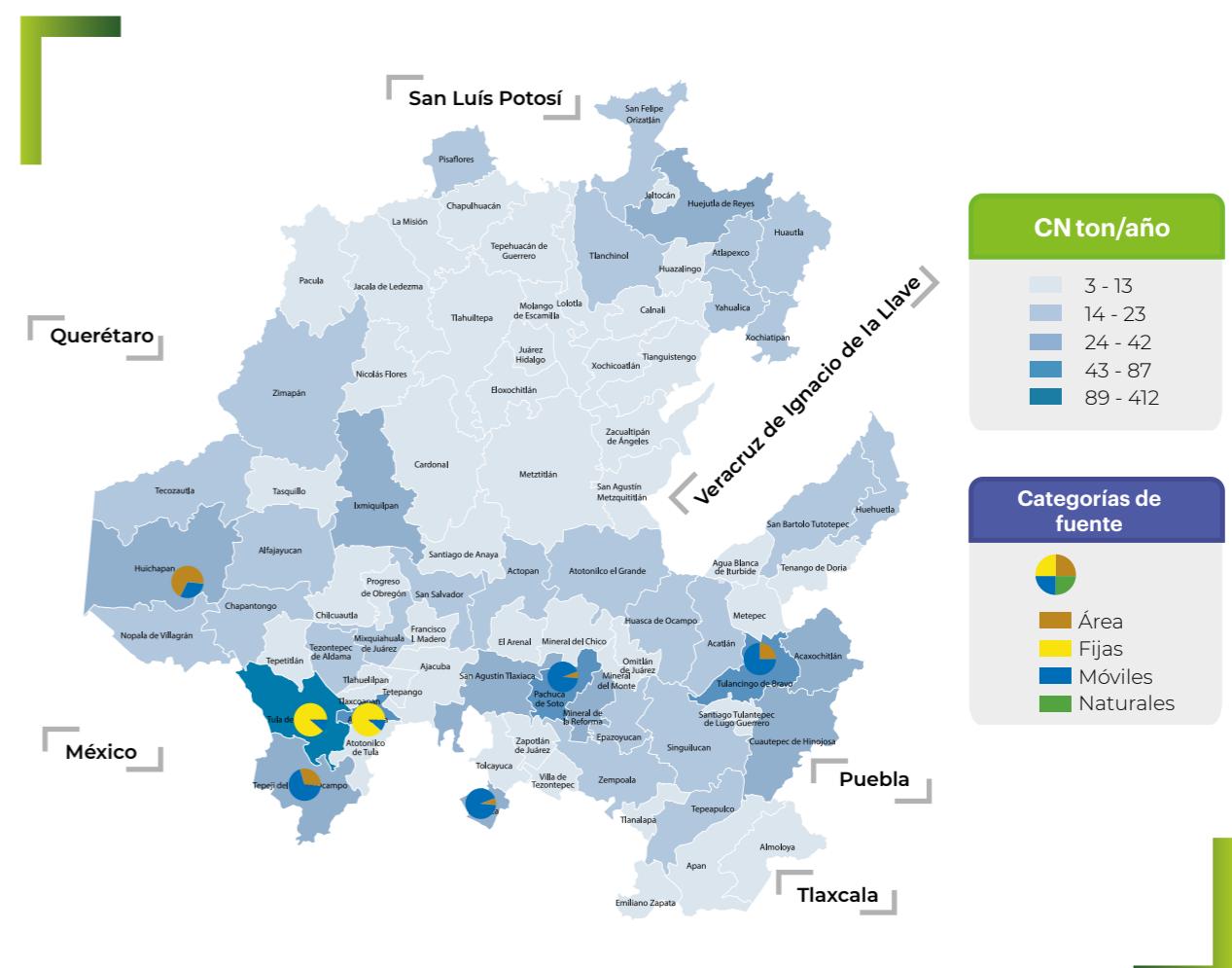
Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

petroquímica. En la misma figura 36 se observa que en Atitalaquia el CH_4 proviene prácticamente del sector industrial; en Pachuca de Soto, Tula de Allende, Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Mineral de la Reforma, Tizayuca y Huejutla de Reyes, destaca la generación de CH_4 por rellenos sanitarios.

Los municipios de Tula de Allende, Pachuca de Soto, Atitalaquia, Tulancingo de Bravo, Tepeji del Río de Ocampo, Tizayuca y Huichapan, son los principales, donde se genera el carbono negro (CN).

En Tula de Allende y Atitalaquia destaca la generación de CN por las fuentes fijas. En el resto de los municipios se emite por fuentes móviles, en específico por los vehículos a diésel (ver figura 37).

Figura 37. Distribución espacial de emisiones de CN a nivel municipal y su contribución porcentual por fuente, para los principales municipios emisores en el Estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.

A man wearing a white cowboy hat and a dark jacket stands on the left side of the frame, looking out over a vast, green mountainous landscape. The foreground is filled with dense green shrubs and a few pine trees. The background features a range of mountains under a clear blue sky.

8. CONCLUSIONES

El inventario ha sido estimado a nivel municipal, considerando las cuatro fuentes emisoras: fijas, de área, móviles (carretera y no carretera) y naturales, del cual se obtienen las siguientes conclusiones:

Emisiones a nivel estatal

- Las fuentes fijas son las responsables del 99.3% de SO_2 generado en el Estado.
- Las fuentes móviles carreteras son las principales generadoras en el Estado de NO_x con 30.8% y de CO con 55.1%. Respecto a la contribución de las fuentes móviles no carreteras su mayor aporte es la emisión del 4.1% de CN.
- Las fuentes de área aportan 56.4% de PM_{10} (principalmente por caminos pavimentados y no pavimentados, labranza y quemadas agrícolas), 45.7% de $\text{PM}_{2.5}$ y 43.2% de CN (tanto para $\text{PM}_{2.5}$, como para CN por combustión doméstica y quemadas agrícolas), 97.9% de NH_3 (emisiones ganaderas) y 77.7% de CH_4 (rellenos sanitarios).
- Las fuentes naturales aportan 71.2% de COV (emisiones biogénicas).

Emisiones por categorías de cada fuente.

Fuentes fijas

Destacan las emisiones provenientes de la industria de jurisdicción federal, en su mayoría

por los sectores de generación de energía eléctrica, cemento y cal, así como petróleo y petroquímica, generando principalmente grandes cantidades de SO_2 , NO_x , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ y CN.

Fuentes móviles

Las categorías que generan la mayor cantidad de CO, SO_2 , NO_x , COV y NH_3 son las móviles carreteras, en específico autos particulares, camionetas

caminos pavimentados y no pavimentados, labranza, así como las quemadas agrícolas y la combustión doméstica.

El SO_2 , CO y NO_x provienen principalmente de combustión doméstica, combustión agrícola, quemadas agrícolas, actividades de la construcción e incendios forestales. Respecto a COV, las actividades en casa habitación de combustión doméstica y manejo y distribución de

emisiones domésticas de amoníaco y aplicación de fertilizantes.

Fuentes naturales

Biogénicas son la principal aportadora de COV en el Estado y las erosivas respecto a material particulado PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$.

Emisiones generadas por tipo de contaminante, destacando los municipios en los que se emite la mayor cantidad.

- Las PM_{10} se generan principalmente en Tula de Allende (17%, proveniente en su mayoría del sector de generación de energía eléctrica), en Pachuca de Soto (7%, por el paso de vehículos en caminos pavimentados y no pavimentados, y por vehículos automotores a diésel), Atotonilco de Tula (6% por el sector de cemento y cal) y Atitalaquia (5% por el sector de petróleo y petroquímica).

- Las $\text{PM}_{2.5}$ se generan principalmente en Tula de Allende (25%, atribuidas en su mayoría a la actividad industrial del sector de generación de energía eléctrica), Atotonilco de Tula (6%, en su mayoría por el sector cemento y cal), y Atitalaquia (5%, en su mayoría por el sector petróleo y petroquímica).

- El SO_2 destaca en su mayoría con 73% de aporte proveniente de Tula de Allende, debido a la actividad industrial, sobresaliendo el sector de generación de energía eléctrica con el uso de combustible en



particulares y pickups. El material particulado proveniente de esta fuente de emisión se debe en su mayoría a los vehículos a diésel y de carga pesada (Veh>3.8Ton y autobús).

Fuentes de área

Las PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ en su mayoría se deben a la subcategoría de

gas LP, quemadas agrícolas, así como el uso de solventes, manejo y distribución de combustibles y limpieza de superficies industriales son las subcategorías de mayor importancia.

Finalmente, el NH_3 se genera en su mayoría por las actividades ganaderas, seguida de las

sus operaciones; seguido de Atitalaquia con 20%, también por su actividad industrial en la que predomina el sector de petróleo y petroquímica.

➤ El CO se genera en su mayoría en Pachuca de Soto (12%), principalmente por fuentes móviles. El segundo municipio generador es Tula de Allende (6%), destacando el sector de generación de energía eléctrica.

➤ Los NOx son emitidos en su mayor parte por la actividad industrial en Tula de Allende (20%), proveniente en su mayoría por el sector de generación de energía eléctrica, por la quema de grandes cantidades de gas natural, así como Pachuca, Huichapan y Atitalaquia.

➤ Los COV principalmente generados en Atlapexco por fuentes biogénicas y en Pachuca de Soto por fuentes de área (manejo y distribución de gas L.P. y uso doméstico de solventes) y por fuentes móviles. En cada municipio se genera un 3%.

➤ El NH₃ es generado en su mayoría en Tecozautla (14%), Zempoala (6%) y Huichapan (5%). En todos ellos destacando la subcategoría de emisiones ganaderas y emisiones domésticas.

➤ El CH₄ es emitido principalmente en Atitalaquia (20%) debido al sector de petróleo y petroquímica; seguido de Pachuca de Soto (7%), sobresaliente la subcategoría de rellenos sanitarios.

➤ El CN emitido en mayor parte en Tula de Allende (23%), principalmente por el sector de

generación de energía eléctrica. Pachuca de Soto es el segundo municipio que aporta el CN (5%), destacando los vehículos a diésel.

Principales municipios en los que se generan la mayor cantidad de contaminantes.

Tula de Allende

Principal emisor de PM₁₀ (17%), PM_{2.5} (25%), CN (23%), SO₂ (73%) y NOx (20%). Segundo emisor de CO (6%). Su principal fuente emisora son las fijas, en específico el sector de generación de energía eléctrica.

Atotonilco de Tula

Se produce el 6% de PM10, 8% de PM_{2.5} y 5% de NOX, debido principalmente al sector de cemento y cal.

Atitalaquia

Produce el 5% de PM10, 6% de PM_{2.5}, 20% de SO₂, 4% de NOX, 20% de CH₄, y 4% de CN. Debido principalmente al sector de petróleo y petroquímica.

Pachuca de Soto

Se genera 7% de PM₁₀ y 4% de PM_{2.5}. Aporta el mayor porcentaje de CO (12%) y segundo en generar COV (3%); también ocupa la segunda posición en generar NOx (6%).

Todos ellos provenientes en su mayoría de fuentes móviles. También es de relevancia por la generación de CH₄ (7%), destacando rellenos sanitarios.

Tulancingo de Bravo

Tercer municipio en el que se genera la mayor cantidad de CO (5%), y séptimo en el aporte de NOx (3%), emisiones provenientes principalmente de fuentes móviles.

Mineral de la Reforma

Importante por su colindancia con Pachuca de Soto, sumándose con la generación de CO (3%), NOx (2%) y COV (2%) por las fuentes móviles; así como emisiones de CH₄ (4%) por los rellenos sanitarios.

Tizayuca

De importancia por las fuentes móviles y el sector industrial, principalmente por la generación del 3% de NOx.

Progreso de Obregón

Importante por la actividad industrial del sector de cemento y cal, destacando sus emisiones de SO₂, siendo el tercer generador con el 3%.

Atlapexco y Huautla

Destacan por la generación de COV provenientes de fuentes



biogénicas, con un 3% cada uno. Pachuca aporta un 3% por autos particulares.

➤ **Tecoautla, Zempoala y Huichapan**

Debido a sus actividades ganaderas, son los tres municipios que generan la mayor cantidad de NH₃, con el 14%, 6% y 5% respectivamente.

Finalmente, los resultados muestran congruencia con el consumo energético en el Estado, ya que por tipo de combustible y cantidad consumida, corresponden a la magnitud de contaminantes generados por las fuentes en las que hay combustión.

Hay un gran consumo de energía en el sector industrial (74%), en el de transporte (23%) y en el doméstico, comercial y de servicios (4%); mostrando una relación con las emisiones generadas por fuentes fijas, fuentes móviles, así como por las subcategorías de fuentes de área de combustión doméstica y combustión comercial.





9. RECOMENDACIONES

A continuación se enlistan las recomendaciones para realizar actualizaciones futuras del inventario.

9.1 Fuentes fijas

- Mantener actualizado el padrón industrial de jurisdicción estatal, a través de las licencias y Cédula de Operación Anual (COA).
- Fortalecer la gestión para el cumplimiento por parte de la industria de la entrega de la COA.
- Continuar con la regulación de ladrilleras y entrega de su COA.
- Capacitar al industrial en la forma e importancia de reportar la información de su industria mediante la COA, para mejorar la calidad de la información entregada.

9.2 Fuentes de área

- Establecer convenios y/o mecanismos de colaboración de forma continua, con las autoridades municipales respecto a información de fuentes de su jurisdicción.
- Generar una base de datos conjuntamente entre SEMARNATH y los municipios. Base que albergue la información insumo para las actualizaciones de los inventarios.
- Generar información por parte de los municipios respecto a las fuentes de su jurisdicción.

9.3 Fuentes móviles carreteras

Actualizar de forma anual el padrón vehicular, considerando los siguientes puntos:

- Incluir información de motocicletas registradas en el Padrón de Finanzas, dado que es una categoría en constante crecimiento.
- Generar y actualizar anualmente los padrones de transporte público, considerando todas las características técnicas del vehículo (año modelo, tipo de combustible y mantenimiento, entre otros), así como su actividad vehicular.
- Realizar en forma periódica, estudios para obtener información de actividad vehicular actualizada, referente a la distancia recorrida por tipo de vehículo, consumo de combustible y velocidades de circulación, entre otras.

9.4 Fuentes móviles no carreteras

- Recopilar información de campo de las categorías de maquinaria agrícola y de construcción, debido a que esta información es prácticamente escasa y se tiene que acudir a consideraciones para estimar las emisiones.
- Actualizar de forma anual la información de las terminales de autobuses, generando una base de datos con la actividad vehicular presente en las terminales, y las características técnicas de los autobuses.

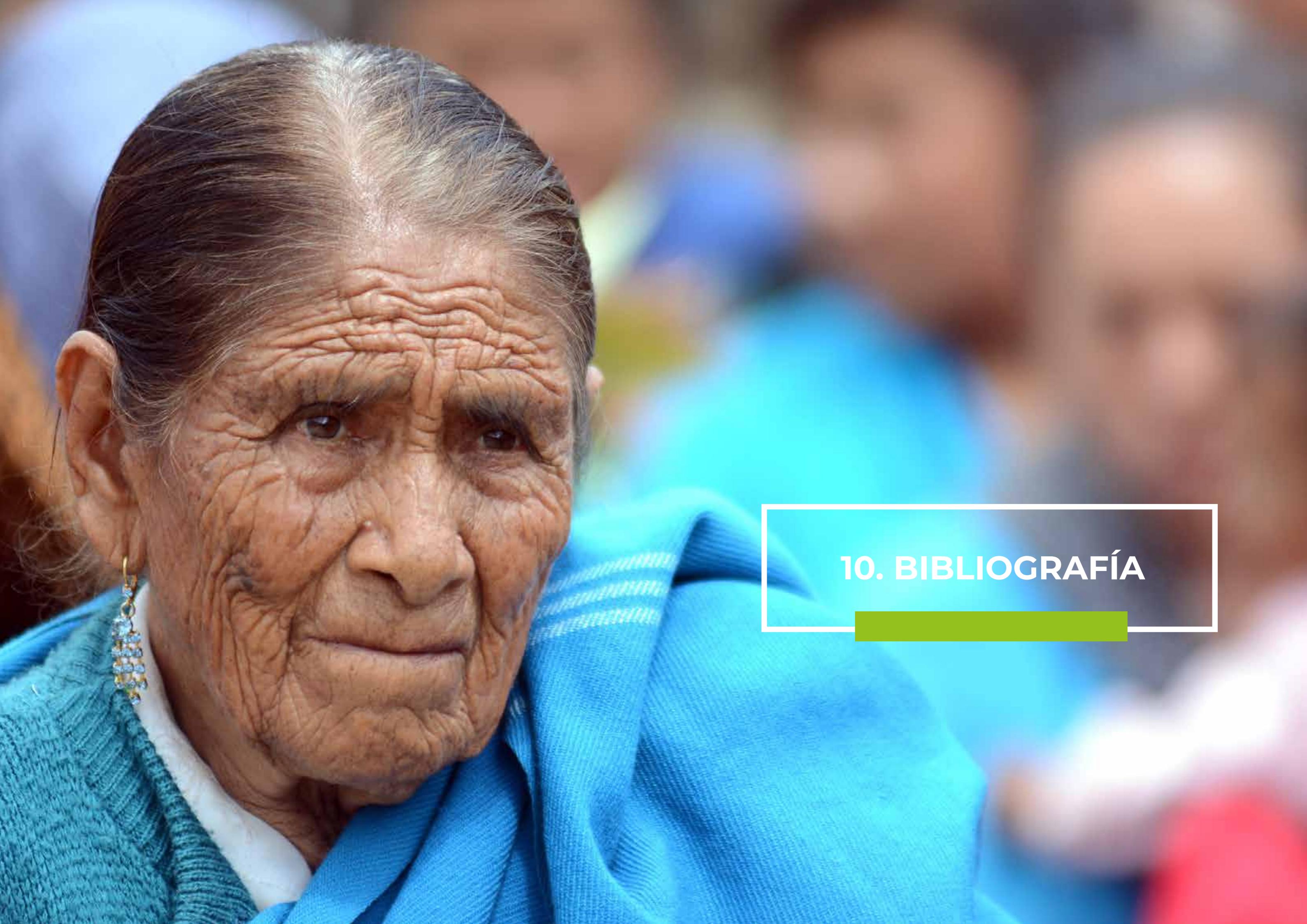
- Generar registros de la operación de locomotoras en el Estado.

9.5 Fuentes naturales

- Actualizar periódicamente la información de uso de suelo y cobertura vegetal de la zona de estudio.

Actualizar de forma anual los datos de meteorología y sistematizar la misma para realizar la estimación de forma eficiente.





10. BIBLIOGRAFÍA

CCA. (2009). Medición y adaptación de variables de actividad vehicular en ciudades tipo de México. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. Pp. 68. Número de proyecto: 172.111, N/D 241.04612.037. Disponible en: <http://www3.cec.org/islandora/es/item/3689-measurement-and-adaptation-vehicle-activity-variables-in-mexican-sample-cities-es.pdf>

DENUE. (2016). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Recuperado el 26 de octubre de 2017, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx>

DOF. (2015). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Ene. 1998. Última Reforma: Ene., 2015.

FARN. (20 de Noviembre de 2016). Manual de conducción eficiente. Recuperado el 14 de septiembre de 2018, de Fundación Ambiente y Recursos Naturales: <http://farn.org.ar/archives/21965>

Gobierno del Estado de Hidalgo. (2011). Inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, 2011. Pp. 102.

INE, & SEMARNAT. (2008). Manuales para la elaboración y uso de inventarios de emisiones.

INE, SEMARNAT, & Western, G. A. (2005). Guía de elaboración y uso de inventario de emisiones.

INEGI. (16 de Febrero de 2012). Población total por entidad federativa. Recuperado el 17 de octubre de 2018, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <http://www3.inegi.org.mx>

INEGI. (2014). Censos Económicos 2014. Resultados definitivos. Recuperado el 17 de octubre de 2018,

del Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2014/>

INEGI. (2014). Actividades económicas. Recuperado el 14 de octubre de 2018, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <http://inegi.org.mx/>

INEGI. (2015). Vehículos de motor registrados en circulación. Recuperado el 14 de Agosto de 2018, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía: www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/transporte/vehiculos.asp?s=est

INEGI, Gobierno del estado de Hidalgo. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo 2017. P. 674.

POE. (2018). Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo. Última Reforma publicada en el periódico oficial: 2 de julio de 2018. Recuperado el 10 de diciembre de 2018, del portal de transparencia del estado de Hidalgo: <http://transparencia.hidalgo.gob.mx/descargables/dependencias/mambiente/4normatividad.pdf>

Radian, I. L., INE-SEMARNAT, USEPA, & Western, G. A. (1997). Manuales del programa de inventario de emisiones de México. México.

SE (2015). Información económica y estatal de Hidalgo. Secretaría de Economía. Recuperado el 10 de septiembre de 2018: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/43794/Hidalgo.pdf>

SEMARNAT (2008, 2011). Inventario Nacional de Emisiones 2008 y 2011. Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Recuperado el 6 de septiembre de 2018: <http://sinea.semarnat.gob.mx/>

[sinea.php](http://sinea.semarnat.gob.mx/)

SEMARNAT, DGGCARETC, DATGEN Federal del Estado de Hidalgo, año de actividad 2016.

SEMARNATH. Cédulas de Operación Anual, año de actividad 2016.

SENER. (2017). Balance Nacional de Energía 2016. Secretaría de Planeación y Transición Estratégica. Pp. 136 . Disponible en: <https://www.gob.mx/sener/documentos/balance-nacional-de-energia>

UNE-EN. (2000). Sistemas de Gestión de Calidad, fundamentos y vocabulario (ISO: 9000:2000).

UNE-EN. (2000). Sistemas de Gestión de Calidad, requisitos (ISO: 9001:2000). USEPA. Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Recuperado el 2 de agosto de 2018: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/> <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>

USEPA (2014). Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES). User Guide for MOVES2014a. United States Environmental Protection Agency. EPA-420-B-10-036. August 2010.

USEPA, U. (Diciembre de 2016). Moves and Other Mobile Source Emissions Models. Recuperado el 14 de Agosto de 2018, de United States Environmental Protection Agency: <https://www.epa.gov/moves>

USEPA (2014). Technical Guidance on the Use of MOVES2014 for Emission Inventory Preparation in State Implementation Plans and Transportation Conformity. United States Environmental Protection Agency. EPA-420-B-10-023. April 2010.



**ANEXO I. INVENTARIO DE
EMISIONES POR CATEGORÍA**

Cuadro 15. Emisiones de contaminantes por categoría emisora.

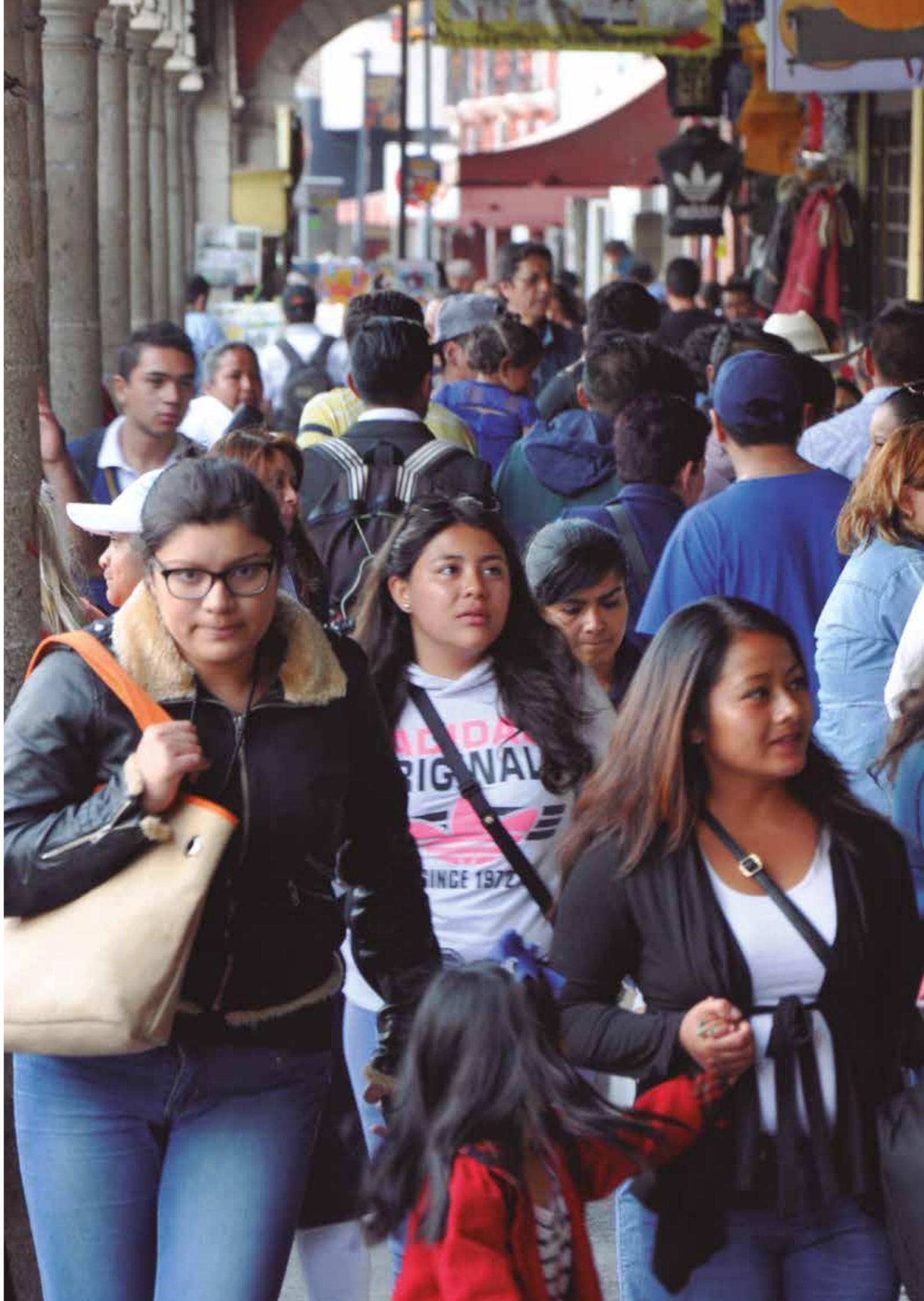
Fuente / categoría										
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN	
FUENTES FIJAS	12,062.0	8,497.9	148,339.3	9,838.0	31,605.1	4,038.7	257.8	9,110.4	412.5	
Asbesto	NS	NS	NA	NS	NS	NA	NA	NA	NA	
Automotriz	1.4	1.3	7.3	29.7	204.5	8.5	NS	NS	0.1	
Celulosa y papel	36.1	31.3	1.4	135.2	369.7	379.2	5.2	3.7	0.8	
Cemento	3,189.7	2,154.0	4,304.6	5,005.3	11,352.8	194.5	5.4	8.9	NA	
Cal	135.7	128.4	4,075.2	47.4	362.4	3.6	1.7	1.4	NA	
Generación de energía eléctrica	6,301.9	4,901.2	109,237.3	3,236.1	15,625.2	246.7	173.5	266.8	353.9	
Metalúrgica y siderúrgica	75.4	58.0	178.3	162.5	327.3	253.6	6.4	4.7	1.2	
Petróleo y petroquímica	1,906.9	1,100.7	29,929.3	1,090.9	3,102.7	2,703.0	61.0	8,819.2	53.9	
Pinturas y tintas	19.3	10.8	NS	1.4	4.0	57.0	0.1	NS	NS	
Química	23.4	19.7	25.7	63.5	121.3	2.6	1.4	2.8	1.0	
Tratamiento de residuos peligrosos	NS	NS	0.1	0.1	0.2	NS	NS	NS	NA	
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	0.1	0.1	NE	NS	0.0	1.7	NE	NE	NE	
Alimentos y bebidas	6.7	4.9	72.6	26.9	41.9	33.4	1.3	1.1	0.4	
Cuero, piel y materiales sucedáneos	NA	NA	NA	NA	NA	2.8	NA	NA	NA	
Derivados del petróleo y carbón	1.0	0.6	NS	0.1	0.3	NS	NS	NS	NS	
Extracción/Beneficio minerales no metálicos	306.4	47.3	NS	NS	NS	NS	NS	NA	NA	
Industria de la madera	0.3	0.3	NA	NA	NA	0.7	NA	NS	NA	
Industria textil	24.9	16.9	506.8	27.5	75.2	3.3	1.5	1.4	1.2	
Manejo de desechos y remediación	NS	NS	NS	NS	0.2	NS	NE	NS	NA	
Metálico	7.8	7.4	0.3	0.9	2.1	116.5	NS	NS	NS	
Mezclas químicas	NS	NS	NS	NS	NS	1.0	NS	NA	NA	
Minerales no metálicos	24.8	15.0	0.1	10.0	13.8	9.3	0.4	0.3	0.1	
Papel y cartón	0.3	0.2	0.4	0.5	1.3	12.4	0.1	NA	NA	
Plástico y hule	NS	NS	NS	0.1	0.2	9.2	NS	NS	NS	
FUENTES DE ÁREA	24,859.0	9,807.3	248.2	67,341.1	11,304.8	34,379.4	18,886.5	33,580.7	776.8	
Combustión agrícola	447.18	124.6	22.9	2,308.4	8,815.9	96.3	339.6	26.8	22.3	
Combustión comercial	4.17	4.2	0.0	44.3	77.8	1.9	NE	1.1	0.3	
Combustión doméstica	3,560.47	3,428.0	101.9	41,600.4	1,224.4	9,168.6	NE	3,260.0	244.5	
Combustión industrial	10.65	2.7	0.6	53.8	212.0	2.2	8.4	0.6	0.4	
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	1,157.4	NA	NA	NA	

Fuente / categoría										
	PM10	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN	
Astallado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	187.8	NA	NA	
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	296.9	NA	NA	
Limpieza de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,877.0	NA	NA	
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	NA	664.1	NA	NA	
Pintura para señalización vial	NA	NA	NA	NA	NA	NA	92.5	NA	NA	
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,156.8	NA	NA	
Recubrimiento de superficies en la industria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	668.7	NA	NA	
Uso doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4,148.7	NA	NA	
Manejo y distribución de GLP	NA	NA	NA	NA	NA	NA	8,348.4	NA	NA	
Manejo y distribución de combustibles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,933.9	NA	NA	
Actividades de construcción	814.44	81.4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Asados al carbón	232.91	185.9	NA	463.7	8.5	29.9	NA	NA	6.9	
Panificación	NA	NA	NA	NA	NA	NA	134.1	NA	NA	
Aplicación de fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2,048.3	NA	NA	
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	143.3	NA	NA	
Emissions ganaderas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	11,460.3	
Corrales de engorda	132.65	15.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Labranza	4,619.99	1,024.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Quemas agrícolas	2,857.45	2,743.2	88.3	18,913.8	853.6	2,092.5	378.0	937.2	477.3	
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	475.9	NA	4,057.9	
Caminos pavimentados y no pavimentados	11,770.48	1,846.8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Emissions domésticas de amoniaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4,615.1	NA	NA	
Esterilización de material hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.4	NA	NA	
Incendios en construcción	0.26	0.2	NA	4.1	0.1	0.3	NA	NA	0.0	
Incendios forestales	370.74	314.6	34.1	3,678.0	109.7	256.8	36.9	147.6	22.7	
Ladrilleras	37.62	36.2	0.4	274.6	2.8	249.0	NE	0.6	2.4	
Rellenos sanitarios	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,194.9	NA	25,148.9	
FUENTES MÓVILES NO CARRETERAS	195.4	189.3	79.8	1,025.4	1,976.1	194.3	2.0	27.9	73.4	

Fuente / categoría	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN
FUENTES MÓVILES NO CARRETERAS									
Aeronaves	195.4	189.3	79.8	1,025.4	1,976.1	194.3	2.0	27.9	73.4
Terminal de autobuses	0.1	0.1	0.4	54.0	2.0	4.1	NE	NE	NE
Equipo de la construcción	0.3	0.3	0.4	24.4	43.0	2.2	0.0	0.3	0.1
Ferrocarril	195.0	189.0	79.0	947.0	1,931.0	188.0	2.0	27.6	73.3
FUENTES MÓVILES									
Autos particulares	2,546.3	2,335.0	761.9	95,886.6	30,770.3	10,820.1	151.5	496.3	535.9
Taxi	96.2	85.1	141.3	35,447.2	6,210.4	4,471.2	51.0	87.2	20.9
Camionetas particulares	2.3	2.0	21.8	3,108.2	1,064.3	179.2	6.1	8.0	0.3
Combi	30.8	27.6	53.9	9,850.7	1,993.5	1,145.5	15.0	39.3	5.7
Pick up	13.6	12.4	27.4	2,336.4	552.2	161.8	6.0	9.9	1.8
Veh<3.8Ton	69.7	62.2	90.3	23,056.7	3,917.4	2,553.1	28.5	78.4	16.3
Autobús	101.3	92.5	44.4	8,029.5	1,455.0	647.4	9.1	29.4	33.2
Veh>3.8Ton	682.2	627.6	141.4	2,578.9	7,491.1	423.1	7.4	34.7	275.1
Tractocamión	787.6	724.1	131.4	7,125.5	4,941.1	731.1	13.1	101.5	114.9
Motocicletas	758.1	697.5	98.5	1,140.4	2,996.8	235.3	7.3	101.3	67.2
NATURALES									
Biogénicas	4,993.8	749.1	NA	NA	24,178.0	122,044.2	NA	NA	NA
Emisión erosiva	NA	NA	NA	NA	24,178.0	122,044.2	NA	NA	NA
TOTAL	44,656.5	21,578.6	149,429.2	174,091.0	99,834.1	171,476.6	19,297.8	43,215.4	1,798.6

NA_No aplica; NS_No significativo; NE_No estimado por falta de factores de emisión.

Fuente: Elaboración propia para el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016.





**ANEXO II. INVENTARIO DE
EMISIONES POR FUENTES POR
MUNICIPIO**

Cuadro 16. Emisiones de contaminantes por fuentes fijas emisoras por municipio.

Municipio	No. de industrias	Emisiones (Mg/año)								
		PM10	PM2.5	SO2	CO	NOx	COV	NH3	CH4	CN
Acatlán	3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	-	0.0	-
Acaxochitlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Actopan	4	0.0	0.0	-	0.3	0.5	-	-	0.0	-
Agua Blanca de Iturbide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ajacuba	1	0.1	0.0	0.5	0.4	1.7	0.0	0.1	0.0	0.0
Alfajayucan	2	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-
Almoloya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
El Arenal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atitalaquia	13	1,940.9	1,127.4	29,929.9	1,194.4	3,449.7	2,606.0	63.1	8,822.7	55.1
Atlapexco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atotonilco el Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atotonilco de Tula	12	2,365.55	1,732.0	1,548.4	2,087.4	3,534.2	177.8	2.17	4.9	-
Calnali	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cardonal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuautepéc de Hinojosa	5	1.1	0.7	22.8	1.4	2.5	0.0	0.0	0.0	0.1
Chapantongo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chapultepec	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chilcuautla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eloxochitlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emiliano Zapata	3	9.0	7.3	0.0	2.6	3.1	0.2	0.1	0.1	0.0
Epazoyucan	1	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-
Francisco I. Madero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huasca de Ocampo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huautla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huazalingo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huehuetla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huejutla de Reyes	1	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
Huichapan	4	61.4	35.0	1,631.5	93.6	3,390.3	9.9	0.0	0.9	-
Ixmiquilpan	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-
Jacala de Ledezma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jaltocán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juárez Hidalgo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lolotla	1	6.5	6.5	0.5	71.8	85.5	4.7	2.8	2.0	0.4
	2	1.0	0.8	3.5	0.1	2.1	0.0	-	0.0	0.0

Municipio	No. de industrias	Emisiones (Mg/año)								
		PM10	PM2.5	SO2	CO	NOx	COV	NH3	CH4	CN
San Agustín Metzquititlán	1	0.0	0.0	-	-	0.1	0.1	-	-	0.0
Metztitlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mineral del Chico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mineral del Monte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
La Misión	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molango de Escamilla	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nicolás Flores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nopala de Villagrán	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Omitlán de Juárez	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Felipe Orizatlán	1	1.1	0.7	19.7	0.2	1.8	0.0	0.0	0.0	0.1
Pacula Pachuca de Soto	10	4.1	3.0	-	0.1	0.2	58.4	-	0.0	-
Pisaflores Progreso de Obregón	3	196.4	56.5	3,785.0	10.2	238.4	1.2	-	-	-
Mineral de la Reforma	14	7.4	4.3	43.0	3.5	9.9	0.9	0.2	0.2	0.1
San Agustín Tlaxiaca	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	0.0	-	-
San Bartolo Tutotepec	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Salvador Santiago de Anaya	1	678.2	375.2	1,012.7	581.1	3,179.5	0.0	0.1	1.9	-
Tulanatepec de Lugo Guerrero	2	3.1	2.0	54.5	0.7	5.5	0.0	0.1	0.1	0.2
Singuilucan	2	4.7	2.9	-	0.5	0.9	-	-	0.0	-
Tasquillo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tecoautla Tenango de Doria	1	1.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-
Tepeapulco Tepehuacán de Guerrero	8	41.3	34.9	0.7	97.9	251.0	655.0	3.74	2.7	0.6
Tepeji del Río de Ocampo	21	3.32	2.68	0.3	13.66	17.53	13.05	0.49	0.3	0.1
Tepetitlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetepango	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tezontepec de Aldama	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tianguistengo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tizayuca	52	58.28	42.74	208.6	201.8	716.6	179.26	6.0	4.3	1.2
Tlahuelilpan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tlahuitlapa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tlanalapa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Municipio	No. de industrias	Emisiones (Mg/año)									
		PM10	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN	
Tlanchinol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tlaxcoapan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tolcayuca	3	0.1	0.0	0.7	0.6	2.2	12.0	0.1	0.0	0.0	
Tula de Allende	9	6,620.7	5,028.9	109,639.5	5,470.1	16,667.7	315.9	178.3	269.4	353.8	
Tulancingo de Bravo	10	19.6	12.8	436.9	4.6	41.1	0.9	0.6	0.7	0.9	
Villa de Tezontepec	1										
Xochiatipan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Xochicoatlán	1	0.1	0.0	0.5	0.4	1.6	0.0	0.1	0.0	0.0	
Yahualica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Zacualtipán de Ángeles	3	0.0	0.0	0.1	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
Zapotlán de Juárez	2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
Zempoala	3	0.0	0.0	-	0.0	0.0	2.0	-	0.0	-	
Zimapán	4	28.6	20.1	-	-	-	-	-	-	-	
Total	212	12,062.0	8,497.9	148,339.3	9,838.0	31,605.1	4,038.7	257.8	9,110.4	412.5	

Cuadro 17. Emisiones de contaminantes generadas por jurisdicción y sector industrial.

Sector	No. de industrias	Emisiones (Mg/año)									
		PM10	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN	
Asbesto	2	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-
Automotriz	4	1.4	1.3	7.3	29.7	204.5	8.5	0.0	0.0	0.1	
Celulosa y papel	4	36.1	31.3	1.4	135.2	369.7	379.2	5.2	3.7	0.8	
Cemento	8	3,189.7	2,154.0	4,304.6	5,005.3	11,352.8	194.5	5.4	8.9	-	
Cal	4	135.7	128.4	4,075.2	47.4	362.4	3.6	1.7	1.4	-	
Generación de energía eléctrica	5	6,301.9	4,901.2	109,237.3	3,236.1	15,625.2	246.7	173.5	266.8	353.9	
Metalúrgica (incluye a la siderúrgica)	25	75.4	58.0	178.3	162.5	327.3	253.6	6.4	4.7	1.2	
Petróleo y petroquímica	6	1,906.9	1,100.7	29,929.3	1,090.9	3,102.7	2,703.0	61.0	8,819.2	53.9	
Pinturas y tintas	3	19.3	10.8	0.0	1.4	4.0	57.0	0.1	0.0	0.0	
Química	23	23.4	19.7	25.7	63.5	121.3	2.6	1.4	2.8	1.0	
Tratamiento de residuos peligrosos	4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	-	
Subtotal	88	11,690.0	8,405.2	147,759.2	9,772.0	31,470.1	3,848.7	254.6	9,107.7	410.9	
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	2	0.1	0.1	-	0.0	0.0	1.7	-	-	-	
Alimentos y bebidas	18	6.7	4.9	72.6	26.9	41.9	33.4	1.2	1.1	0.4	
Cuero, piel y materiales sucedáneos	1	-	-	-	-	-	2.8	-	-	-	
Derivados del petróleo y carbón	2	1.0	0.6	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
Extracción/Beneficio minerales no metálicos	17	306.4	47.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	

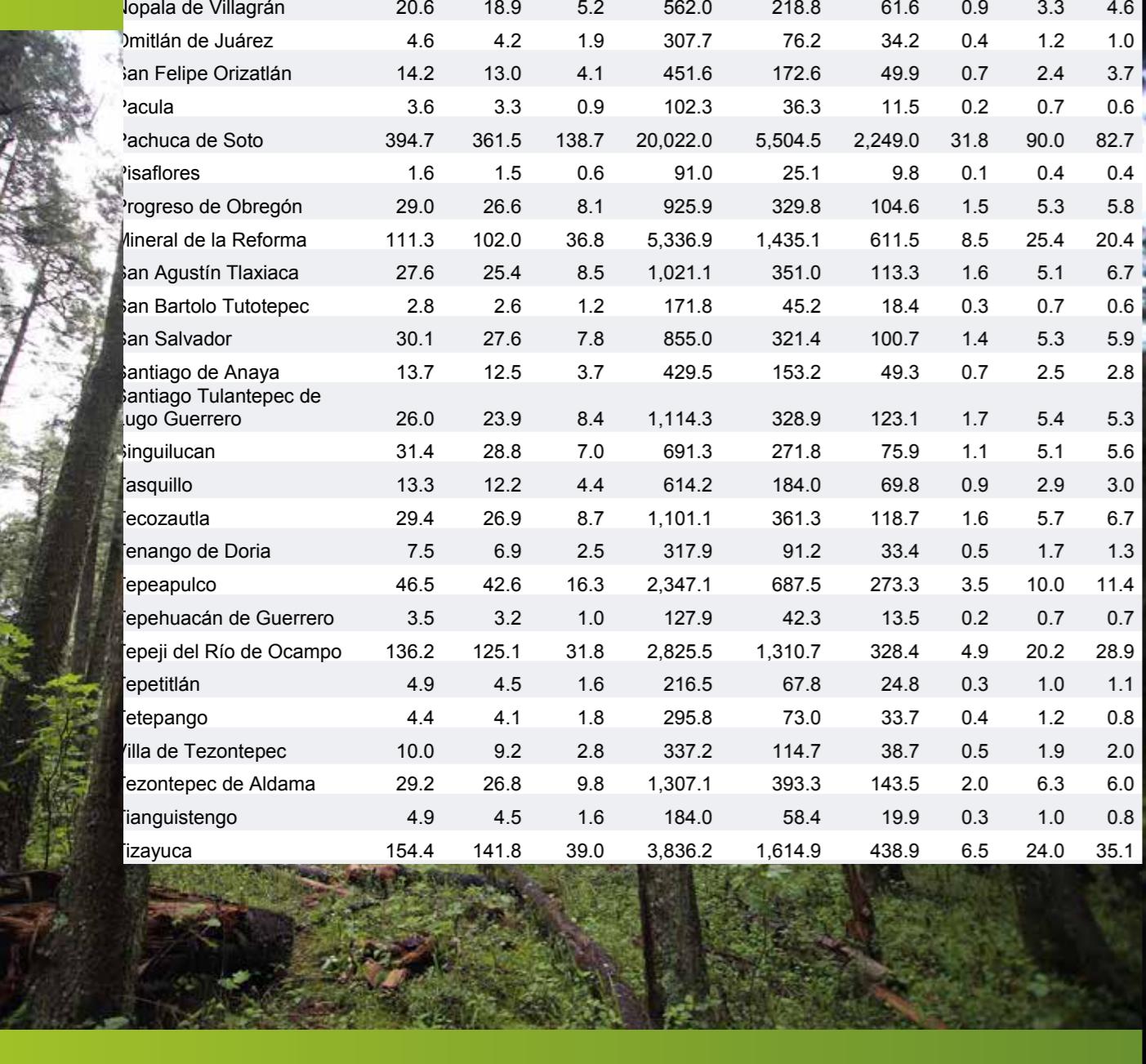
Sector	No. de industrias	Emisiones (Mg/año)									
		PM10	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN	
Industria de la madera	2	0.3	0.3	-	0.0	0.0	0.7	-	0.0	-	-
Industria textil	31	24.9	16.9	506.8	27.5	75.2	3.3	1.5	1.4	1.2	
Manejo de desechos y remediación	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	-	0.0	-	
Metálico	15	7.8	7.4	0.3	0.9	2.1	116.5	0.0	0.0	0.0	
Mezclas químicas	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.4	-	-	
Minerales no metálicos	15	24.8	15.0	0.1	10.0	13.8	9.3	0.4	0.3	0.1	
Papel y cartón	3	0.3	0.2	0.4	0.5	1.3	12.4	0.1	0.0	0.0	
Plástico y hule	8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	9.2	0.0	0.0	0.0	
Subtotal	124	372.1	92.7	580.1	65.9	135.0	190.2	3.2	2.8	1.6	
Total	212	12,062.0	8,497.9	148,339.3	9,838.0	31,605.1	4,038.7	257.8	9,110.4	412.5	

Cuadro 18. Emisiones de contaminantes de fuentes móviles carreteras por municipio.

Municipio	Emisiones (Mg/año)									
	PM10	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN	
Acatlán	34.1	31.3	9.0	1,039.3	367.4	115.1	1.6	6.0	7.3	
Acaxochitlán	50.2	46.1	12.0	1,204.8	486.3	132.6	1.9	8.2	10.3	
Actopan	59.8	54.8	18.2	2,309.7	753.0	261.3	3.6	11.8	12.8	
Agua Blanca de Iturbide	16.7	15.4	3.6	319.4	139.1	35.6	0.5	2.6	2.8	
Ajacuba	9.8	9.0	2.9	362.5	118.9	42.3	0.6	1.9	1.9	
Alfajayucan	13.3	12.2	3.9	477.0	169.0	54.2	0.7	2.5	3.2	
Almoloya	8.3	7.6	2.1	233.3	93.1	28.3	0.4	1.4	1.9	
Apan	36.3	33.3	10.4	1,321.9	422.2	153.9	2.1	7.1	6.9	
El Arenal	14.0	12.9	4.4	525.6	182.2	59.0	0.8	2.7	3.3	
Atitalaquia	28.5	26.1	8.4	1,133.8	339.9	133.8	1.8	5.8	5.3	
Atlapexco	3.9	3.6	1.5	187.6	60.3	20.7	0.3	0.8		

Municipio	Emisiones (Mg/año)								
	PM10	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Iuehuetla	3.5	3.2	1.1	127.3	47.4	13.7	0.2	0.6	0.9
Iuejutla de Reyes	44.0	40.3	17.2	2,623.7	667.3	285.6	4.0	11.4	9.4
Iuichapan	57.9	53.1	15.4	1,737.3	630.5	194.2	2.7	10.0	12.2
Imiquilpan	66.6	61.0	21.7	2,945.8	871.7	331.6	4.5	14.6	13.5
Acalá de Ledezma	8.2	7.5	2.5	328.9	103.8	37.9	0.5	1.7	1.7
Altocán	1.7	1.6	0.8	126.0	29.1	13.3	0.2	0.5	0.4
Álvarez Hidalgo	0.8	0.7	0.3	52.3	13.0	5.7	0.1	0.2	0.1
Olotla	4.6	4.3	1.2	134.8	52.8	15.5	0.2	0.8	1.0
Metepetec	18.4	16.9	4.8	575.7	188.1	61.5	0.8	3.4	3.4
San Agustín Metzquititlán	8.1	7.4	2.7	342.0	115.8	38.5	0.5	1.6	2.2
Metztitlán	10.4	9.5	3.6	519.3	145.0	57.1	0.8	2.5	2.1
Mineral del Chico	5.0	4.6	1.9	276.1	73.3	30.2	0.4	1.2	1.0
Mineral del Monte	8.0	7.3	3.7	569.5	150.9	62.0	0.9	2.2	1.9
A Misión	2.4	2.2	0.9	141.1	36.8	15.8	0.2	0.6	0.5
Mixquiahuala de Juárez	31.3	28.7	10.1	1,279.7	401.1	145.1	2.0	6.5	6.7
Molango de Escamilla	5.7	5.3	1.9	255.6	81.6	28.6	0.4	1.2	1.4
Moncadas Flores	2.7	2.4	0.9	106.0	38.8	11.1	0.2	0.5	0.8
Ilopala de Villagrán	20.6	18.9	5.2	562.0	218.8	61.6	0.9	3.3	4.6
Omitlán de Juárez	4.6	4.2	1.9	307.7	76.2	34.2	0.4	1.2	1.0
San Felipe Orizatlán	14.2	13.0	4.1	451.6	172.6	49.9	0.7	2.4	3.7
Pacula	3.6	3.3	0.9	102.3	36.3	11.5	0.2	0.7	0.6
Pachuca de Soto	394.7	361.5	138.7	20,022.0	5,504.5	2,249.0	31.8	90.0	82.7
Pisaflores	1.6	1.5	0.6	91.0	25.1	9.8	0.1	0.4	0.4
Progreso de Obregón	29.0	26.6	8.1	925.9	329.8	104.6	1.5	5.3	5.8
Mineral de la Reforma	111.3	102.0	36.8	5,336.9	1,435.1	611.5	8.5	25.4	20.4
San Agustín Tlaxiaca	27.6	25.4	8.5	1,021.1	351.0	113.3	1.6	5.1	6.7
San Bartolo Tutotepec	2.8	2.6	1.2	171.8	45.2	18.4	0.3	0.7	0.6
San Salvador	30.1	27.6	7.8	855.0	321.4	100.7	1.4	5.3	5.9
Santiago de Anaya	13.7	12.5	3.7	429.5	153.2	49.3	0.7	2.5	2.8
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	26.0	23.9	8.4	1,114.3	328.9	123.1	1.7	5.4	5.3
Singuilucan	31.4	28.8	7.0	691.3	271.8	75.9	1.1	5.1	5.6
Tasquillo	13.3	12.2	4.4	614.2	184.0	69.8	0.9	2.9	3.0
Tecozautla	29.4	26.9	8.7	1,101.1	361.3	118.7	1.6	5.7	6.7
Tenango de Doria	7.5	6.9	2.5	317.9	91.2	33.4	0.5	1.7	1.3
Tepetapulco	46.5	42.6	16.3	2,347.1	687.5	273.3	3.5	10.0	11.4
Tepetehuacán de Guerrero	3.5	3.2	1.0	127.9	42.3	13.5	0.2	0.7	0.7
Tepetlán	136.2	125.1	31.8	2,825.5	1,310.7	328.4	4.9	20.2	28.9
Tetepetlán	4.9	4.5	1.6	216.5	67.8	24.8	0.3	1.0	1.1
Tetepango	4.4	4.1	1.8	295.8	73.0	33.7	0.4	1.2	0.8
Tilla de Tezontepec	10.0	9.2	2.8	337.2	114.7	38.7	0.5	1.9	2.0
Tezontepec de Aldama	29.2	26.8	9.8	1,307.1	393.3	143.5	2.0	6.3	6.0
Tlanguistengo	4.9	4.5	1.6	184.0	58.4	19.9	0.3	1.0	0.8
Tizayuca	154.4	141.8	39.0	3,836.2	1,614.9	438.9	6.5	24.0	35.1

Municipio	Emisiones (Mg/año)								
	PM10	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Tlahuelilpan	9.6	8.8	3.5	493.3	145.1	56.7	0.8	2.2	2.2
Tlahuitlapa	1.3	1.2	0.6	105.0	24.6	11.7	0.1	0.4	0.3
Tlanalapa	6.9	6.4	2.7	388.0	112.3	45.4	0.6	1.6	1.6
Tlanchinol	8.4	7.7	2.6	327.9	106.0	36.5	0.5	1.7	1.8
Tlaxcoapan	17.5	16.0	5.5	740.9	222.1	83.9	1.1	3.6	3.4
Tolcayuca	14.0	12.9	3.8	392.4	162.3	45.9	0.6	2.2	3.6
Tula de Allende	208.8	191.7	50.9	4,851.9	2,121.0	578.1	8.2	31.9	46.1
Tulancingo de Bravo	235.2	215.7	66.6	8,137.1	2,599.7	912.1	13.1	45.3	45.0
Xochiatipan	1.5	1.4	0.6	87.1	26.5	9.2	0.1	0.4	0.5
Xochicoatlán	3.0	2.7	1.1	159.2	47.5	17.5	0.3	0.7	0.7
Yahualica	2.6	2.3	0.9	108.6	34.9	11.8	0.2	0.5	0.6
Zacualtipán de Ángeles	25.8	23.7	8.6	1,126.4	371.6	129.5	1.7	5.1	6.9
Zapotlán de Juárez	16.6	15.2	5.1	662.0	208.2	73.0	1.0	3.3	3.6
Zempoala	28.0	25.7	9.3	1,270.2	384.1	142.1	1.9	5.8	6.6
Zimapán	52.8	48.4	14.4	1,646.5	586.8	181.6	2.6	9.5	10.5
Total	2,546.3	2,335.0	761.9	95,886.6	30,770.3	10,820.1	151.5	496.3	535.9



Cuadro 19. Emisiones de contaminantes de fuentes móviles no carreteras por municipio.

Municipio	Emisiones (Mg/año)								
	PM10	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Acatlán	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Acaxochitlán	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Actopan	1.2	1.1	0.5	6.9	13.7	1.2	0.0	0.2	0.4
Agua Blanca de Iturbide	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Ajacuba	0.1	0.1	0.0	0.5	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Alfajayucan	0.3	0.3	0.1	1.6	3.2	0.3	0.0	0.0	0.1
Almoloya	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Apan	1.3	1.3	0.5	7.2	14.5	1.3	0.0	0.2	0.5
El Arenal	4.4	4.3	1.8	21.4	43.6	4.2	0.0	0.6	1.7
Atitalaquia	3.2	3.1	1.3	15.7	32.0	3.1	0.0	0.5	1.2
Atlapexco	3.7	3.6	1.5	18.1	37.0	3.6	0.0	0.5	1.4
Atotonilco el Grande	1.2	1.1	0.5	6.3	12.8	1.2	0.0	0.2	0.4
Atotonilco de Tula	1.1	1.1	0.5	5.6	11.4	1.1	0.0	0.2	0.4
Calnali	0.8	0.8	0.3	4.1	8.4	0.8	0.0	0.1	0.3
Cardonal	0.5	0.5	0.2	2.5	5.1	0.5	0.0	0.1	0.2
Cuautepec de Hinojosa	7.9	7.7	3.2	38.5	78.6	7.7	0.1	1.1	3.0
Chapantongo	0.3	0.3	0.1	1.4	2.8	0.3	0.0	0.0	0.1
Chapulthuacán	2.5	2.4	1.0	12.0	24.4	2.4	0.0	0.3	0.9
Chilcuautla	0.1	0.1	0.0	0.4	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0
Eloxochitlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emiliano Zapata	12.3	11.9	5.0	59.7	121.8	11.9	0.1	1.7	4.6
Epazoyucan	0.4	0.4	0.2	2.1	4.2	0.4	0.0	0.1	0.2
Francisco I. Madero	3.6	3.5	1.5	17.5	35.7	3.5	0.0	0.5	1.4
Huasca de Ocampo	0.5	0.5	0.2	2.6	5.2	0.5	0.0	0.1	0.2
Huautla	0.1	0.1	0.0	0.5	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Huazalingo	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Huehuetla	0.1	0.1	0.0	0.5	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Huejutla de Reyes	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Huichapan	0.9	0.9	0.4	5.4	10.7	1.0	0.0	0.1	0.3
Ixmiquilpan	0.2	0.2	0.1	1.1	2.3	0.2	0.0	0.0	0.1
Jacala de Ledezma	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Jaltocán	1.4	1.3	0.6	6.7	13.7	1.3	0.0	0.2	0.5
Juárez Hidalgo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lolotla	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metepec	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Municipio	Emisiones (Mg/año)								
	PM10	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Metepec	-	-	-	-	-	-	-	-	-
San Agustín Metzquititlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metztitlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mineral del Chico	0.4	0.4	0.2	2.0	4.1	0.4	0.0	0.1	0.2
Mineral del Monte	-	-	-	-	-	-	-	-	-
La Misión	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mixquiahuala de Juárez	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molango de Escamilla	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nicolás Flores	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nopala de Villagrán	0.1	0.1	0.0	0.4	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0
Omitlán de Juárez	0.2	0.2	0.1	0.8	1.6	0.2	0.0	0.0	0.1
San Felipe Orizatlán	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Pacula	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pachuca de Soto	1.0	0.9	0.8	68.2	28.0	5.7	0.0	0.2	0.3
Pisaflores	27.9	27.0	11.3	135.4	276.1	26.9	0.3	4.0	10.5
Progreso de Obregón	0.0	0.0	0.0	0.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Mineral de la Reforma	4.0	3.9	1.7	22.4	44.8	4.1	0.0	0.6	1.5
San Agustín Tlaxiaca	34.1	33.0	13.8	165.5	337.5	32.9	0.3	4.8	12.8
San Bartolo Tutotepec	0.1	0.1	0.0	0.6	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0
San Salvador	0.1	0.1	0.0	0.6	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0
Santiago de Anaya	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	0.6	0.6	0.2	2.9	6.0	0.6	0.0	0.1	0.2
Singuilucan	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Tasquillo	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Tecozautla	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tenango de Doria	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tepeapulco	1.7	1.7	0.7	8.3	16.9	1.6	0.0	0.2	0.6
Tepehuacán de Guerrero	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tepeji del Río de Ocampo	4.5	4.3	1.8	21.6	44.1	4.3	0.0	0.6	1.7
Tepetitlán	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Tetepango	0.2	0.2	0.1	0.9	1.7	0.2	0.0	0.0	0.1
Villa de Tezontepec	7.0	6.8	2.9	34.4	70.1	6.8	0.1	1.0	2.6
Tezontepec de Aldama	1.0	0.9	0.4	4.7	9.6	0.9	0.0	0.1	0.4
Tianguistengo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tizayuca	0.4	0.4	0.2	4.1	7.8	0.6	0.0	0.1	0.2
Tlahuelilpan	53.1	51.5	21.5	258.3	526.6	51.2	0.5	7.5	20.0
Tlahuiltepa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tlanalapa	0.1	0.1	0.0	0.3	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0

Municipio	Emisiones (Mg/año)									
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN	
Tlanchinol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tlaxcoapan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tolcayuca	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
Tula de Allende	2.1	2.0	0.9	12.7	25.2	2.2	0.0	0.3	0.8	
Tulancingo de Bravo	5.0	4.8	2.0	24.2	49.4	4.8	0.1	0.7	1.9	
Xochiatipan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xochicoatlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yahualica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zacualtipán de Ángeles	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zapotlán de Juárez	1.6	1.5	0.6	7.5	15.4	1.5	0.0	0.2	0.6	
Zempoala	1.7	1.7	0.7	8.3	16.9	1.6	0.0	0.2	0.6	
Zimapán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	195.4	189.3	79.8	1,025.4	1,976.1	194.3	2.0	27.9	73.4	

Cuadro 20. Emisiones de contaminantes de fuentes de área por municipio.

Municipio	Emisiones (Mg/año)									
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN	
Acatlán	258.2	106.2	3.1	662.4	238.2	213.5	389.3	37.0	10.3	
Acaxochitlán	321.9	164.2	5.2	1244.7	245.0	473.3	185.0	509.6	15.5	
Actopan	443.1	120.4	2.0	509.4	212.1	570.9	291.7	536.1	8.3	
Agua Blanca de Iturbide	157.5	108.2	3.3	1060.6	99.6	287.6	69.9	464.5	9.3	
Ajacuba	161.1	69.7	1.9	433.0	205.2	197.5	121.5	178.3	7.7	
Alfajayucan	247.4	126.0	3.6	964.3	268.7	322.0	155.6	253.7	11.9	
Almoloya	252.8	85.4	1.9	447.5	116.6	163.7	181.0	70.4	4.8	
Apan	559.4	142.8	1.7	376.6	214.9	459.0	270.7	1187.5	5.1	
El Arenal	174.9	84.5	3.2	647.0	135.0	238.1	112.0	198.8	7.9	
Atitalaquia	188.4	40.0	0.6	123.5	148.8	424.9	99.8	5.7	1.9	
Atlapexco	196.0	142.8	4.2	1343.1	58.1	384.8	125.4	312.0	13.4	
Atotonilco el Grande	334.3	132.9	4.6	849.9	205.1	315.6	439.4	300.7	11.7	
Atotonilco de Tula	183.9	45.4	0.8	180.3	183.8	421.1	112.6	1137.7	3.4	
Calnali	186.7	133.3	3.8	1297.8	47.3	375.3	99.7	346.4	11.7	
Cardonal	181.7	100.0	2.7	918.1	185.1	278.9	135.3	251.5	9.3	
Cuautepec de Hinojosa	572.0	193.6	4.6	900.3	288.7	499.3	304.4	604.0	15.6	
Chapantongo	183.3	112.9	3.0	951.1	139.3	249.7	125.4	189.2	13.2	

Municipio	Emisiones (Mg/año)									
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN	
Chapulhuacán	147.7	108.5	3.0	1077.1	41.0	358.9	128.6	347.2	9.8	
Chilcuautla	161.8	87.1	2.7	753.7	246.6	235.8	106.7	246.7	8.0	
Eloxochitlán	100.7	86.7	2.5	987.5	36.4	233.3	83.7	117.8	6.9	
Emiliano Zapata	136.1	29.0	0.4	76.9	74.3	120.4	66.8	126.2	1.1	
Epazoyucan	327.6	124.5	5.5	745.1	100.1	157.4	431.2	34.7	11.2	
Francisco I. Madero	229.4	70.4	1.7	339.8	223.9	267.7	138.9	338.4	5.6	
Huasca de Ocampo	233.5	114.0	3.3	818.4	216.2	254.8	325.1	232.5	11.3	
Huautla	236.5	172.9	5.2	1582.2	180.6	432.4	227.2	402.5	17.5	
Huazalingo	158.1	133.0	3.8	1429.2	47.9	362.0	115.0	227.9	11.5	
Huehuetla	237.8	174.0	5.1	1530.2	62.1	437.8	227.1	689.1	18.7	
Huejutla de Reyes	638.5	274.2	6.4	1606.7	125.8	1072.9	507.3	1536.4	27.1	
Huichapan	467.4	205.9	5.0	1288.3	387.4	538.8	951.5	513.7	25.4	
Ixmiquilpan	587.9	171.9	3.9	845.8	589.6	798.4	459.2	973.1	12.0	
Jacala de Ledezma	148.1	96.1	2.9	898.2	63.5	270.2	68.8	216.9	8.4	
Jaltocán	127.4	101.4	2.9	1115.0	44.5	347.7	76.9	219.4	7.9	
Juárez Hidalgo	99.8	86.7	2.5	991.4	30.5	235.5	17.8	115.2	6.6	
Lolotla	125.9	98.3	2.8	1063.8	35.8	278.3	56.5	182.0	7.7	
Metepec	203.9	97.2	2.6	665.5	121.6	194.5	92.1	41.3	9.1	
San Agustín Metzquititlán	142.6	87.2	2.6	829.8	47.4	217.6	60.5	151.7	7.6	
Metztitlán	228.6	122.8	3.4	1030.0	178.2	326.8	147.0	265.8	11.3	
Mineral del Chico	121.5	75.5	2.6	725.9	52.3	183.3	67.1	74.7	6.1	
Mineral del Monte	104.1	27.6	0.4	129.6	6.9	131.0	53.8	140.8	1.3	
La Misión	141.2	112.6	3.2	1202.4	40.8	310.3	65.2	176.0	9.1	
Mixquiahuala de Juárez	329.8	111.1	2.4	547.5	200.1	401.9	171.8	431.7	10.2	
Molango de Escamilla	131.5	88.4	2.4	885.4	30.5	258.1	57.2	170.8	7.6	
Nicolás Flores	119.4	101.5	3.0	1162.0	37.8	292.3	35.4	150.8	7.7	
Nopala de Villagrán	241.3	135.6	3.8	959.8	171.9	262.8	279.4	207.3	16.1	
Omitlán de Juárez	115.8	68.7	1.9	656.0	62.3	182.0	69.8	133.4	5.5	
San Felipe Orizatlán	279.3	181.2	5.1	1544.5	94.0	519.8	233.1	459.1	17.8	
Pacula	93.5	77.9	2.3	875.9	32.8	220.6	36.1	145.3	6.0	
Pachuca de Soto	2644.7	454.0	2.4	339.4	70.5	2550.7	345.5	3139.8	4.1	
Pisaflores	363.3	146.0	3.5							

Municipio	Emisiones (Mg/año)									
	PM10	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN	
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	197.0	62.3	1.9	320.1	55.3	378.6	114.0	1935.2	4.2	
Singuilucan	395.6	150.0	4.2	879.9	176.1	246.0	187.7	52.9	10.8	
Tasquillo	189.7	86.2	2.3	702.7	187.9	240.6	150.6	207.3	6.9	
Tecozaulta	331.2	157.2	4.0	1152.0	300.0	418.7	2759.9	491.6	16.8	
Tenango de Doria	176.6	118.7	3.4	1090.3	41.9	312.8	90.1	77.4	10.9	
Tepeapulco	476.1	98.9	1.1	187.7	114.3	663.8	159.5	141.9	2.1	
Tepehuacán de Guerrero	181.1	141.7	4.2	1435.4	53.2	445.5	135.3	381.6	12.1	
Tepeji del Río de Ocampo	472.0	138.7	2.7	573.1	298.4	916.3	592.1	790.1	11.4	
Tepetitlán	111.5	62.8	1.8	528.0	99.2	164.9	81.2	132.6	5.8	
Tetepango	73.7	26.4	0.7	189.5	94.5	101.8	62.1	116.9	2.0	
Villa de Tezontepec	161.1	36.3	0.5	114.0	47.5	107.3	200.9	41.6	1.6	
Tezontepec de Aldama	322.9	108.8	2.6	561.9	299.6	409.5	182.6	499.5	9.3	
Tianguistengo	159.8	117.9	3.3	1226.9	42.5	335.3	68.5	217.1	10.0	
Tizayuca	515.5	99.3	0.4	118.5	53.6	1162.7	470.4	1522.3	1.9	
Tlahuelilpan	214.4	36.7	0.4	103.2	53.5	147.2	58.8	6.2	1.3	
Tlahuitlapa	166.1	133.0	3.8	1360.1	47.5	333.9	73.5	189.2	12.1	
Tlanalapa	142.5	38.3	0.7	156.1	69.4	122.5	83.1	107.9	1.5	
Tlanchinol	225.2	149.7	3.9	1354.7	57.1	470.6	218.2	445.5	14.2	
Tlaxcoapan	147.7	39.2	0.8	161.2	141.1	280.9	91.0	7.7	2.6	
Tolcayuca	191.7	69.3	2.7	379.3	64.3	171.7	631.7	229.4	6.4	
Tula de Allende	788.4	186.5	2.9	565.4	364.6	1002.8	325.1	2055.0	11.0	
Tulancingo de Bravo	1230.4	290.5	5.5	910.2	240.4	1506.6	337.1	128.3	14.5	
Kochiatipan	203.5	162.0	4.7	1572.6	67.3	403.7	139.9	298.4	15.8	
Xochicoatlán	164.6	125.2	3.5	1293.3	43.0	308.8	49.4	161.3	11.0	
Yahualica	203.6	160.3	4.9	1537.7	59.8	425.4	140.1	361.0	15.4	
Zacualtipán de Ángeles	182.0	55.4	0.9	331.6	17.6	338.4	76.7	349.6	3.0	
Zapotlán de Juárez	192.8	46.1	0.5	106.6	74.0	186.1	100.5	171.1	2.3	
Zempoala	621.6	206.8	6.9	1031.7	263.2	393.7	1107.8	459.1	15.9	
Zimapán	256.5	79.9	1.5	464.7	120.5	1063.4	174.3	400.7	5.4	
Total	24859.0	9807.3	248.2	67341.1	11304.8	34379.4	18886.5	33580.7	776.8	



Cuadro 21. Emisiones de contaminantes de fuentes naturales por municipio.

Municipio	Emisiones (Mg/año)			
	Erosivas		Biogénicas	
	PM10	PM2.5	NOx	COV
Acatlán	116.3	17.4	497.8	1,469.80
Acaxochitlán	62.8	9.4	405.8	1,198.10
Actopan	71.5	10.7	315	978.8
Agua Blanca de Iturbide	33.5	5.0	15.4	58.9
Ajacuba	38.4	5.8	352.8	1,105.40
Alfajayucan	154.7	23.2	557.5	1,905.70
Almoloya	139.2	20.9	475.4	1,269.40
Apan	186.0	27.9	582.3	1,663.20
El Arenal	15.1	2.3	450.3	1,358.00
Atitalaquia	31.8	4.8	97.7	294.9
Atlapexco	48.1	7.2	236.1	5,374.70
Atotonilco el Grande	78.1	11.7	378.9	1,148.80
Atotonilco de Tula	43.7	6.5	597.4	2,007.40
Calnali	70.9	10.6	145	1,612.90
Cardonal	92.5	13.9	380.1	1,382.00
Cuautepc de Hinojosa	15.6	2.3	457.3	1,267.40
Chapantongo	77.2	11.6	528.5	1,773.90
Chapulhuacán	182.6	27.4	106	2,354.10
Chilcuautla	54.2	8.1	81.3	248.2
Eloxochitlán	12.8	1.9	184.1	1,377.90
Emiliano Zapata	47.0	7.0	396.1	1,104.90
Epazoyucan	61.0	9.2	320.1	724.7
Francisco I. Madero	27.3	4.1	116.7	354.7
Huasca de Ocampo	105.6	15.8	384.4	1,127.30
Huautla	38.6	5.8	259.9	4,701.90
Huazalingo	41.7	6.2	415.1	3,335.70
Huehuetla	65.3	9.8	258.2	1,567.80
Huejutla de Reyes	168.5	25.3	447.8	3,148.60
Huichapan	212.8	31.9	469.8	1,572.60
Ixmiquilpan	96.3	14.4	612.1	2,209.30
Jacala de Ledezma	17.7	2.6	67.9	170.4
Jaltocán	6.4	1.0	334.7	2,267.50

Municipio	Emisiones (Mg/año)			
	Erosivas		Biogénicas	
	PM10	PM2.5	NOx	COV
Juárez Hidalgo			6.5	1.0
Lolotla			24.3	3.6
Metepec			13.4	2.0
San Agustín Metzquititlán			83.3	12.5
Metztitlán			55.3	8.3
Mineral del Chico			40.9	6.1
Mineral del Monte			17.5	2.6
La Misión			4.4	0.7
Mixquiahuala de Juárez			40.4	6.1
Molango de Escamilla			9.1	1.4
Nicolás Flores			31.3	4.7
Nopala de Villagrán			144.3	21.6
Omitlán de Juárez			22.1	3.3
San Felipe Orizatlán			35.4	5.3
Pacula			11.8	1.8
Pachuca de Soto			14.1	2.1
Pisaflores			29.1	4.4
Progreso de Obregón			24.6	3.7
Mineral de la Reforma			108.4	16.3
San Agustín Tlaxiaca			48.1	7.2
San Bartolo Tutotepec			47.1	7.1
San Salvador			95.9	14.4
Santiago de Anaya			87.3	13.1
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero			21.9	3.3
Singuilucan			157.6	23.6
Tasquillo			31.2	4.7
Tecozautla			134.0	20.1
Tenango de Doria			21.6	3.2
Tepeapulco			92.0	13.8
Tepehuacán de Guerrero			38.3	5.7
Tepeji del Río de Ocampo			87.6	13.1
Tepetitlán			44.6	6.7
Tetepango			21.9	3.3
Villa de Tezontepec			70.7	10.6
Tezontepec de Aldama			26.4	4.0
Tianguistengo			36.5	5.5

Municipio	Emisiones (Mg/año)				
	Erosivas		Biogénicas		
	PM10	PM _{2.5}	NO _x	COV	
Tizayuca	9.3	1.4	511.5	1,538.90	
Tlahuelilpan	30.1	4.5	117.6	356.5	
Tlahuitlapa	39.6	5.9	94.4	906.7	
Tlanalapa	41.2	6.2	492.4	1,411.50	
Tlanchinol	10.8	1.6	163.4	2,953.00	
Tlaxcoapan	56.7	8.5	111.8	334.2	
Tolcayuca	117.6	17.6	483	1,445.60	
Tula de Allende	97.1	14.6	537.1	1,808.10	
Tulancingo de Bravo	49.7	7.5	459	1,330.10	
Xochiatipan	20.7	3.1	226.1	4,253.30	
Xochicoatlán	9.3	1.4	76.2	1,958.90	
Yahualica	20.2	3.0	198.7	4,046.30	
Zacualtipán de Ángeles	18.0	2.7	150.6	2,019.20	
Zapotlán de Juárez	52.5	7.9	555.7	1,687.40	
Zempoala	175.7	26.4	127.3	323.8	
Zimapán	53.3	8.0	97	254.4	
Total	4993.8	749.07	24,178.00	122,044.20	



AÑO BASE 2016

INFORME FINAL