



SECRETARÍA DEL  
MEDIO AMBIENTE

**REGISTRO DE  
EMISIONES DE GASES  
DE EFECTO  
INVERNADERO DEL  
DISTRITO FEDERAL**

**2012**

**Comunidad y  
Gobierno**





## **DIRECTORIO**

Miguel Ángel Mancera Espinosa

**JEFE DE GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL**

Tanya Müller García

**SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL**

Jorge Sarmiento Rentería

**DIRECTOR GENERAL DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE**

## **INTEGRACIÓN DEL DOCUMENTO**

### **COORDINADOR**

Saúl Rodríguez Rivera  
Subdirector de Inventario y Modelación

### **EDICIÓN E INTEGRACIÓN DEL DOCUMENTO**

Patricia Camacho Rodríguez  
Saira Mendoza Pelcastre  
Saúl Rodríguez Rivera

### **DESARROLLO TÉCNICO DE LA INFORMACIÓN**

Elizabeth Hernández Domínguez  
Francisco Hernández Ortega  
María Cristina Ruiz Ramírez  
Miguel Ángel Flores Román  
Patricia Camacho Rodríguez  
Petra Paz Ramírez  
Rosa Daniela Vázquez Samperio  
Renata Isabel Gutiérrez Reyes  
Saira Mendoza Pelcastre  
Saúl Pablo Siles Tapia

**REVISIÓN:** Saira Mendoza Pelcastre, Saúl Rodríguez Rivera, Patricia Camacho Rodríguez

# CONTENIDO

Lista de acrónimos .....	7
Presentación.....	9
Introducción .....	11
1. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Distrito Federal.....	13
2. Emisiones de GEI generadas por el Gobierno del Distrito Federal .....	15
3. Emisiones de GEI generadas por la Comunidad .....	17
4. Conclusiones.....	20
5. Recomendaciones .....	21
6. Metodología de cálculo de las emisiones de GEI.....	22
6.1. Metodología para estimar las emisiones del Gobierno del Distrito Federal.....	22
6.1.1 Edificios no residenciales a cargo del GDF.....	22
6.1.2 Instalaciones industriales a cargo del GDF .....	24
6.1.3 Emisiones por procesos industriales a cargo del GDF .....	25
6.1.4 Transporte.....	26
6.1.5 Residuos .....	33
6.1.6 Otras fuentes.....	36
6.2 Metodología para estimar las emisiones de la Comunidad.....	37
6.2.1 Sector residencial .....	37
6.2.2 Sector comercial .....	39
6.2.3 Sector industrial .....	39
6.2.4 Sector transporte .....	42
6.2.5 Residuos .....	48
6.2.6 Otras fuentes.....	50
Bibliografía .....	55
Anexos.....	60

## FIGURAS Y TABLAS

Tabla 1.1. Emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero, Distrito Federal-2012 .....	14
Tabla 2.1. Emisiones de GEI generadas por las actividades del GDF, 2012 .....	15
Figura 2.1. Contribución porcentual de GEI, generadas por las actividades del GDF, 2012 .....	16
Tabla 2.2. Emisiones generadas por el transporte a cargo del GDF, por tipo de vehículo, 2012 .....	16
Tabla 2.3. Principales categorías de emisión, por las actividades del GDF, 2012 .....	17
Tabla 3.1. Emisiones de GEI generadas por la Comunidad y el Gobierno Federal, 2012 .....	18
Figura 3.1. Contribución porcentual de las emisiones de GEI, comunidad y Gobierno Federal, 2012 .....	18
Tabla 3.2. Emisiones generadas por el sector transporte, Comunidad y Gobierno Federal, 2012 .....	19
Tabla 3.3. Emisiones de GEI por categoría, comunidad y Gobierno Federal, 2012.....	19
Tabla 6.1. Factores de emisión para la generación de electricidad .....	23
Tabla 6.2. Emisiones de GEI en edificios de gobierno por uso de electricidad .....	23
Tabla 6.3. Factores de emisión para combustión de gas L.P. en el gobierno del Distrito Federal.....	23
Tabla 6.4. Emisiones por combustión de gas L.P. en el GDF, 2012 .....	24
Tabla 6.5. Consumo de electricidad por servicios públicos locales, 2012 .....	24
Tabla 6.6. GEI por consumo de electricidad en alumbrado, semáforos y bombeo de agua, 2012 .....	24
Tabla 6.7. Consumo de combustible de las industrias a cargo del GDF .....	25
Tabla 6.8. Factores de emisión de GEI para procesos de combustión industrial .....	25
Tabla 6.9. Emisión de GEI generadas por la industria a cargo del GDF .....	25
Tabla 6.10. Flota vehicular del Gobierno del Distrito Federal, 2012 .....	27
Tabla 6.11. KRV de los vehículos del Gobierno del Distrito Federal, 2012 .....	27
Tabla 6.12. Factores de emisión de N <sub>2</sub> O para vehículos en marcha.....	28
Tabla 6.13. Factores de emisión de CH <sub>4</sub> para vehículos en marcha .....	28
Tabla 6.14. Factores de emisión de N <sub>2</sub> O para encendido en frío .....	29

Tabla 6.15. Factores de emisión de CH <sub>4</sub> para encendido en frío .....	29
Tabla 6.16. Factores de emisión de CO <sub>2</sub> por tipo de vehículo .....	30
Tabla 6.17 Emisiones por uso de transporte que circulan por vialidades a cargo del gobierno, 2012 .....	31
Tabla 6.18 Emisiones de GEI del Sistema de Transporte Colectivo-Metro, 2012 .....	32
Tabla 6.19 Maquinaria de construcción a cargo del GDF, 2012 .....	32
Tabla 6.20 Emisiones de GEI por uso de maquinaria del GDF, 2012 .....	33
Tabla 6.21 Factores de emisión para operación de aeronaves [Kg/TJ] .....	33
Tabla 6.22 Emisiones de GEI por operación de aeronaves en el GDF .....	33
Tabla 6.23 Indicadores de actividad en el Relleno Sanitario Prados de la Montaña .....	34
Tabla 6.24 Emisiones de GEI por disposición de residuos .....	34
Tabla 6.25 Caudal tratado y materia orgánica .....	35
Tabla 6.26 Emisiones de GEI en el tratamiento de aguas residuales .....	36
Tabla 6.27 Gas LP fugado en terminales de almacenamiento .....	36
Tabla 6.28 Gas LP fugado durante su distribución .....	36
Tabla 6.29 Factores de emisión para la generación de electricidad .....	37
Tabla 6.30 Emisión de GEI por la generación de electricidad .....	38
Tabla 6.31 Factores de emisión para combustión en el sector habitacional .....	38
Tabla 6.32 Emisión de GEI debida a la combustión en el sector habitacional [t/año] .....	39
Tabla 6.33 Consumo de electricidad y combustibles en el sector servicios .....	39
Tabla 6.34 GEI por consumo de electricidad y combustibles en el sector servicios [t/año] .....	39
Tabla 6.35 Factores de emisión para combustión del sector industrial .....	40
Tabla 6.36 Factores de emisión para procesos industriales .....	40
Tabla 6.37 Factores de emisión de GEI para procesos de combustión a Gas Natural .....	41
Tabla 6.38. Emisiones de GEI por generación de electricidad, Gobierno Federal, 2012 .....	41
Tabla 6.39 Factores de emisión para el consumo de electricidad .....	42
Tabla 6.40 Consumo de electricidad de la industria privada, 2012 .....	42
Tabla 6.41 Emisiones de GEI generadas por la industria privada, 2012 [t/año] .....	42
Tabla 6.42. Flota vehicular por tipo, perteneciente a la comunidad, D.F.-2012 .....	43
Tabla 6.43. KRV de los vehículos perteneciente a la comunidad, DF -2012 .....	44
Tabla 6.44 Emisiones de GEI del transporte de la comunidad que circula en vialidades [t/año] .....	44
Tabla 6.45 Equipo agrícola .....	44
Tabla 6.46 Emisiones de GEI por el uso de equipo agrícola [t/año] .....	45
Tabla 6.47 Emisiones de GEI por el uso de equipo de construcción [t/año] .....	45
Tabla 6.48 Factores de emisión de GEI por consumo de combustible en locomotoras, 2012 .....	45
Tabla 6.49 Diesel consumido por tipo de locomotora .....	46
Tabla 6.50 Emisiones de GEI por locomotoras .....	46
Tabla 6.51 Emisiones de GEI por operación de aeronaves .....	46
Tabla 6.52 Número de corridas por terminal de autobuses .....	47
Tabla 6.53 Factores de emisión de HCT y CO <sub>2</sub> para autobuses de centrales .....	48
Tabla 6.54 Emisiones totales de GEI en terminales de autobuses .....	48
Tabla 6.55 Requerimiento químico de oxígeno por tipo de proceso .....	49
Tabla 6.56. Datos de actividad empleados en la estimación de emisiones .....	50
Tabla 6.57 Combustible fugado en instalaciones y accesorios e HCNQ .....	51
Tabla 6.58. Número de cabezas de ganado existentes en el Distrito Federal, 2012 .....	51
Tabla 6.59. Factores de emisión de metano por tipo de ganado, 2012 .....	52
Tabla 6.60. Cantidad de cabezas por tipo de especie .....	53
Tabla 6.61. Fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie .....	53
Tabla 6.62. Parámetros para obtener el promedio anual de excreción de N por cabeza [Nex] .....	53
Tabla 6.63. Factores de emisión de metano por tipo de ganado, 2012 .....	54
Tabla 6.64 Consumo de electricidad y combustibles en el sector agrícola .....	54
Tabla 6.65 Emisiones de GEI por consumo de electricidad y gas L.P. en el sector agrícola [t/año] .....	54
Tabla A.1 Emisiones de GEI generadas por las actividades del Gobierno del Distrito Federal, 2012 .....	60
Tabla A.2 Emisiones de GEI generadas por las actividades de la Comunidad, D.F.- 2012 .....	61

# LISTA DE ACRÓNIMOS

CCCR	Registro Climático de las Ciudades Carbonn®
CH <sub>4</sub>	Metano
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CO <sub>2</sub> eq.	Dióxido de carbono equivalente
D.F.	Distrito Federal
EM	Estado de México
g	Gramo
Gas L.P.	Gas Licuado de Petróleo
GDF	Gobierno del Distrito Federal
GEI	Gases de efecto invernadero
GN	Gas natural
h	Hora
HCNQ	Hidrocarburos no quemados
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
kg	Kilógramo
km	Kilómetros
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PJ	Petajoules
RTP	Red de Transporte de Pasajeros
SEDEMA	Secretaría del Medio Ambiente
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
STC	Sistema de Transporte Colectivo
STE	Sistema de Transportes Eléctricos
SUV	Sport Utility Vehicle
t	Tonelada
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México





# PRESENTACIÓN

El Gobierno del Distrito Federal ha emprendido diversas acciones dirigidas al mejoramiento de la calidad del aire y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con el fin de hacer frente a la problemática mundial del cambio climático. En este contexto, se ha puesto énfasis en combatir el calentamiento global insertándose en los trabajos que las ciudades del mundo han emprendido.

De esta manera, durante la Cumbre Climática Mundial de Alcaldes celebrada el 21 de noviembre de 2010, el Gobierno del Distrito Federal se comprometió voluntariamente a firmar el Pacto Climático Global de Ciudades (Pacto de la Ciudad de México), asumiendo entre otras acciones, al desarrollo y registro de su inventario de emisiones de gases de efecto invernadero, así como de sus compromisos y desempeños en cuanto a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en el Registro Climático de las Ciudades Carbonn®.

Para transparentar nuestros esfuerzos en los temas relacionados con el cambio climático y contribuir con el cumplimiento y llenado del Registro Carbonn®, se desarrolló el presente inventario de emisiones de gases de efecto invernadero, para todas las fuentes relevantes de nuestra ciudad.

Es importante mencionar que los resultados del presente registro proporcionan información desagregada, para identificar la contribución de emisiones de gases de efecto invernadero que tienen las fuentes emisoras que están a cargo del Gobierno del Distrito Federal y las que están a cargo de la comunidad, esto con la finalidad de guiar y fortalecer la cooperación entre el gobierno y la ciudadanía.

El desarrollo del presente inventario también será útil para concientizar e informar a nuestra comunidad sobre la generación de emisiones de GEI, además de poder medir y verificar la eficacia de las medidas de reducción de emisiones e identificar las más rentables.

Esperamos que los resultados de este trabajo y la elaboración de este reporte técnico sean de utilidad para contribuir en la lucha para la mitigación del cambio climático.

TANYA MÜLLER GARCÍA  
SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE



# INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía, en el año 2006, la población que vive en ciudades empleó el 67% de la energía total generada, con lo cual se emitieron más del 70% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>. Lo anterior indica que se tiene un gran potencial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en las ciudades.

A fin de estimar el potencial de reducción de emisiones de GEI que tiene la Zona Metropolitana del Valle de México, las autoridades ambientales del Distrito Federal han desarrollado y actualizado de forma bienal los inventarios de emisiones de GEI de las fuentes generadoras ubicadas dentro de la zona, como apoyo técnico en la evaluación y aplicación de estrategias de mitigación.

De manera adicional al ejercicio de elaboración de los inventarios metropolitanos, nos hemos dado a la tarea de desarrollar el presente registro de emisiones de GEI del año 2012, con datos específicos para el Distrito Federal.

Este registro de emisiones, además de incluir a las fuentes generadoras ubicadas dentro del área de estudio, también incluye las emisiones que se generan fuera de ésta, por el consumo de electricidad que demandan las actividades desarrolladas dentro del territorio del Distrito Federal, así como las emisiones del Relleno Sanitario Bordo Poniente que se ubica en el Estado de México, pero su operación está a cargo del Gobierno del Distrito Federal.

Los resultados de estas emisiones se presentan acorde a la clasificación propuesta por los gobiernos locales en el Registro Climático de las Ciudades **Carbonn®** (CCCR), en dos grandes rubros: aquellas generadas por el gobierno local del Distrito Federal y las generadas por la comunidad.

Debido a que el presente registro, tiene como objetivo evaluar el potencial de reducción de emisiones que tiene el gobierno local del Distrito Federal, se decidió incluir dentro de la comunidad a las fuentes de jurisdicción del gobierno Federal.

Para documentar este registro se incluye la metodología y memoria de cálculo, de la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero que se presentan en este documento.

Los resultados del presente trabajo, son de utilidad para identificar el potencial de reducción de emisiones a cargo del gobierno local del Distrito Federal y a los sectores de la comunidad donde se tiene oportunidad de reducción de gases de efecto invernadero. Así mismo, proporciona las bases para desarrollar y evaluar posibles acciones de mitigación.



## 1. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL DISTRITO FEDERAL

Se estima que en el año 2012, las actividades que desarrollaron los habitantes del Distrito Federal, generaron una emisión de 30.7 millones de toneladas equivalentes de gases de efecto invernadero (ver **Tabla 1.1**). Esta cantidad incluyó además de las emisiones generadas en las fuentes ubicadas dentro del Distrito Federal, los GEI que se emiten fuera del área de estudio por la generación de electricidad para el desarrollo de actividades en la ciudad, así como las emisiones debidas a la disposición final de la basura en el relleno sanitario Bordo Poniente.

### *Gobierno local*

En las fuentes emisoras que están a cargo del gobierno local del Distrito Federal, la categoría de edificios incluye las emisiones generadas en las instalaciones del sector gubernamental en donde se prestan servicios a la comunidad.

En dichas instalaciones, se incluyen las emisiones generadas en la Planta de Asfalto y la Planta productora de triturados basálticos Parres que es operada por el Gobierno del Distrito Federal a través de la Dirección General de Servicios Urbanos; también se incluyen las generadas por el consumo de electricidad del alumbrado público, semáforos y bombeo de agua.

En el sector transporte, se incluyen las emisiones generadas por los vehículos de combustión interna, a cargo del gobierno del Distrito Federal y que circulan por vialidades (vehículos oficiales, autobuses de la Red de Transporte Público y del Sistema de Transporte Metrobús), además de las generadas por el consumo de electricidad del trolebús y tren ligero.

Así mismo, en el sector transporte se incluyen las emisiones que se generan por fuentes móviles que no circulan por vialidades, como el metro que circula sobre vías confinadas, la maquinaria que se desplaza en sitios de construcción y las aeronaves.

En el sector de residuos se incluyen las emisiones generadas por la disposición de residuos sólidos, por el tratamiento de aguas residuales y descargas de aguas negras. En otras emisiones, se incluyen las emisiones fugitivas de metano debidas al uso de gas licuado de petróleo.

### *Comunidad*

Referente a las fuentes que están a cargo de la comunidad, tenemos que en el sector residencial se incluyen las emisiones generadas por el consumo de electricidad y uso de combustible fósiles (gas L.P. y gas natural) en los diferentes tipos de viviendas.

En el sector comercial, se incluyen las emisiones generadas por el consumo de electricidad y el uso de combustibles en los centros comerciales y de servicios. En el sector industrial se incluyen las emisiones generadas por el consumo de energía eléctrica y uso de combustibles fósiles en las industrias manufactureras y las de generación de electricidad.

En el sector transporte se incluyen las emisiones de los vehículos motorizados que circulan por vialidades y que utiliza la comunidad para transportarse; además de las generadas por los vehículos que no circulan por vialidades, como la operación de autobuses dentro de las centrales camioneras, las locomotoras, aeronaves y maquinaria agrícola y de construcción.

En la categoría de residuos se incluyen las emisiones generadas por la industria en los procesos de tratamiento de aguas residuales. Por último, en la categoría de otras emisiones, se incluyen las fugas de metano proveniente del aprovechamiento del gas L.P.

La **Tabla 1.1** muestra las emisiones de GEI generadas por las actividades desarrolladas en el Distrito Federal en el año 2012, se puede observar que de los 30.7 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente, las actividades de la comunidad aportan el 79.9% y las del gobierno local el 20.1%.

**Tabla 1.1. Emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero, Distrito Federal-2012**

Sector		Emisiones	
		[t CO <sub>2</sub> -eq]	[%]
<b>Gobierno local</b>	Edificios	170,839	0.6
	Instalaciones	562,930	1.8
	Transporte	1,057,128	3.4
	Residuos	4,379,735	14.3
	Otras emisiones	N/S	N/S
	<b>Total Gobierno</b>	<b>6,170,632</b>	<b>20.1</b>
<b>Comunidad</b>	Residencial	4,028,724	13.1
	Comercial	2,010,083	6.5
	Industria	5,374,177	17.5
	Transporte	12,620,635	41.1
	Residuos	482,750	1.6
	Otras emisiones	34,847	0.1
	<b>Total Comunidad</b>	<b>24,551,216</b>	<b>79.9</b>
<b>Total (gobierno + comunidad)</b>		<b>30,721,848</b>	<b>100</b>

N/S: No significativo

La comunidad tiene una contribución importante con los sectores transporte (41.1%), industria (17.5%) y residencial (13.1%), que en suma aportan el 71.7% de las emisiones totales de la entidad, el porcentaje restante es generado por los comercios (6.5%), residuos (1.6%) y el sector otras emisiones, que incluye las actividades agropecuarias y las fugas de gas L.P (0.1%).

El Gobierno Local a través de los sectores residuos y transporte aportan el 14.3% y 3.4% respectivamente, que representan poco más del 17% del total emitido en el Distrito Federal; los edificios e instalaciones a cargo del gobierno aportan en conjunto el 2.4%.

## 2. EMISIONES DE GEI GENERADAS POR EL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

Entre las actividades del Gobierno del Distrito Federal (GDF) que generan emisiones de gases de efecto invernadero destacan: el mantenimiento de los edificios e instalaciones en las que presta servicios públicos a la comunidad, la operación de la infraestructura de alumbrado público y ordenamiento vial, el bombeo de agua y la disposición final de residuos.

En el contexto de movilidad, el GDF utiliza vehículos como apoyo para el desarrollo de sus actividades, además brinda al público servicios de transporte de pasajeros a través del Sistema de Transporte Colectivo METRO, la Red de Transporte de Pasajeros (RTP), el Sistema de Transportes Eléctricos (STE)

Así mismo, el GDF tiene a su cargo otras fuentes y servicios que contribuyen a la emisión de GEI, tales como: uso de maquinaria y equipo de construcción y la operación de algunas industrias. Las actividades gubernamentales realizadas por el GDF en el año 2012, generaron 6.1 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Ver **Tabla 2.1**.

**Tabla 2.1. Emisiones de GEI generadas por las actividades del GDF, 2012**

Sector	Emisiones [t/año]			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq
<b>Edificios</b>	<b>170,416</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>170,839</b>
Edificios no residenciales	170,416	5	1	170,839
<b>Instalaciones</b>	<b>561,661</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>562,930</b>
Alumbrado público y semáforos	188,975	5	1	189,398
Bombeo de agua (energía)	358,046	10	2	358,892
Otras	14,640	N/S	N/S	14,640
<b>Transporte</b>	<b>1,052,925</b>	<b>37</b>	<b>11</b>	<b>1,057,128</b>
Vehículos que circulan por vialidades	290,554	12	6	292,642
Vehículos que no circulan por vialidades	762,371	25	5	764,486
<b>Residuos</b>	<b>422,160</b>	<b>158,303</b>	<b>N/A</b>	<b>4,379,735</b>
Disposición de residuos sólidos	422,160	153,841	N/A	4,268,185
Tratamiento de aguas residuales y descarga	N/A	4,462	N/A	111,550
<b>Otras emisiones</b>	<b>N/A</b>	<b>N/S</b>	<b>N/A</b>	<b>N/S</b>
Emisiones fugitivas	N/A	N/S	N/A	N/S
<b>Total</b>	<b>2,207,162</b>	<b>158,360</b>	<b>15</b>	<b>6,170,632</b>

En la **Figura 2.1** se observa que el sector residuos contribuye en mayor proporción a las emisiones de GEI generadas por las actividades del GDF, con una emisión de 4.3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, que representa el 71% del total, en segundo lugar se encuentra el transporte con el 17.1% y el porcentaje restante se distribuye en instalaciones (9.1%) y edificios (2.8%). Las emisiones fugitivas no son cuantificables y se refieren básicamente al metano proveniente de las fugas de gas L.P.

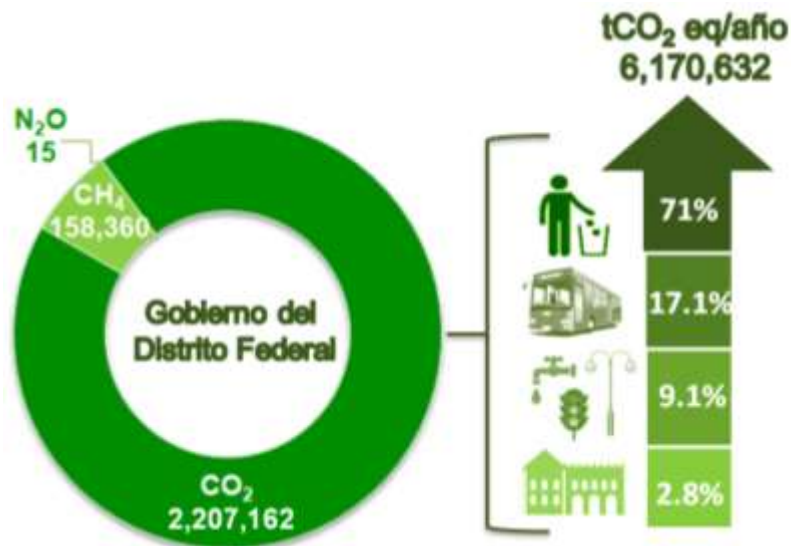


Figura 2.1. Contribución porcentual de GEI, generadas por las actividades del GDF, 2012

Debido a la importancia que tiene el sector transporte, en la **Tabla 2.2** se presentan sus emisiones, desglosadas por tipo de vehículo; en ella se puede observar que la generación de energía para el funcionamiento del STC-METRO, generó 671 mil toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, así mismo, el transporte de carga (pick up, menores a 3.8 t y carga pesada) emitió cerca de 125 mil toneladas de CO<sub>2</sub> eq., que representó el 12% de las emisiones del transporte a cargo del GDF.

Tabla 2.2. Emisiones generadas por el transporte a cargo del GDF, por tipo de vehículo, 2012

Tipo de vehículo	Emisiones [t/año]			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq.
<b>Vehículos que circulan por vialidades</b>	<b>290,554</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>292,642</b>
Autos particulares	22,268	3	2	22,939
Camionetas (SUV)	1,393	N/S	N/S	1,393
Taxis	N/A	N/A	N/A	N/A
Vagonetas y Combis	3,977	N/S	N/S	3,977
Microbuses	625	N/S	N/S	625
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	32,705	4	3	33,699
Tractocamiones	3,229	N/S	N/S	3,229
Autobuses	56,119	N/S	N/S	56,119
Vehículos de carga mayores a 3 t.	87,675	1	1	87,998
Motocicletas	1,472	3	N/S	1,547
Metrobús	50,174	N/S	N/S	50,174
Transportes eléctricos	30,917	1	N/S	30,942
<b>Vehículos que no circulan por vialidades</b>	<b>762,371</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>764,486</b>
SCT- Metro	670,158	19	3	671,527
Aeronaves	101	N/S	N/S	101
Maquinaria de construcción	92,112	6	2	92,858
<b>Total</b>	<b>1,052,925</b>	<b>37</b>	<b>11</b>	<b>1,057,128</b>

Respecto al aporte por categoría, en la **Tabla 2.3** se muestran aquellas que contribuyen en mayor proporción a la emisión total, las cuales corresponden a la disposición final de residuos sólidos con un 69.2%, los vehículos que no circulan por vialidades con el 12.4%, los vehículos que circulan por vialidades el 4.7%, la energía asociada al bombeo de agua genera el 5.8% y las categorías restantes aportan 7.9%.



**Tabla 2.3. Principales categorías de emisión, por las actividades del GDF, 2012**

Categoría	[t CO <sub>2</sub> -eq/año]	[%]
Disposición de residuos sólidos	4,268,185	69.2
Vehículos que no circulan por vialidades	764,486	12.4
Bombeo de agua (energía)	358,892	5.8
Vehículos que circulan por vialidades	292,642	4.7
Alumbrado público y semáforos	189,398	3.1
Edificios no residenciales	170,839	2.8
Otras	126,190	2
<b>Total</b>	<b>6,170,632</b>	<b>100</b>

La disposición de residuos sólidos, es la categoría que contribuye en mayor proporción al total de las emisiones generadas por el GDF y ésta categoría comprende a los rellenos sanitarios Prados de la Montaña y Bordo Poniente cuarta etapa.

En el Bordo Poniente, se emite el 97% (4.1 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente al año) de las emisiones generadas por la disposición de residuos sólidos y aunque se ubica fuera de la zona de estudio, por varios años se han depositado los residuos sólidos generados por los habitantes del Distrito Federal.

El relleno sanitario Prados de la Montaña se encuentra clausurado desde el año 1994 y debido a la descomposición gradual de la materia orgánica, se estima que en el año 2012 se emitieron 127 mil toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, que representan el 3% del total de la categoría.

### 3. EMISIONES DE GEI GENERADAS POR LA COMUNIDAD

Las emisiones de GEI atribuibles a la comunidad, son generadas por las actividades cotidianas que realiza la sociedad dentro del Distrito Federal, las cuales son: procesos de combustión, consumo de electricidad, uso de transporte, tratamiento de aguas industriales y actividades agropecuarias.

Es importante mencionar que por ser el Distrito Federal la capital del país, el Gobierno Federal tiene a su cargo actividades y servicios dentro de este territorio, las cuales generan emisiones. Con la finalidad de analizar por separado el potencial de reducción de GEI del gobierno local, las emisiones del Gobierno Federal se sumaron a las de la comunidad.

En la **Tabla 3.1** se presentan las emisiones de GEI generadas por la comunidad y el Gobierno Federal, las cuales ascienden a poco más de 24.5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

La mayor contribución de emisiones la realiza el sector transporte (51%), en particular por los vehículos que circulan por vialidades, ya que aportan cerca de 11.2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, el sector industrial se encuentra en segundo lugar aportando 5.3 millones. El sector residencial emite 4 millones de toneladas, de las cuales el 91% (3.6 millones) son generadas por las viviendas independientes. Ver **Figura 3.1**

Tabla 3.1. Emisiones de GEI generadas por la Comunidad y el Gobierno Federal, 2012

Sector	Emisiones [t/año]			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq
<b>Residencial</b>	<b>4,017,429</b>	<b>273</b>	<b>15</b>	<b>4,028,724</b>
Casas independientes	3,668,506	254	14	3,679,028
Casas multifamiliares	348,923	19	1	349,696
<b>Comercial</b>	<b>2,005,999</b>	<b>68</b>	<b>8</b>	<b>2,010,083</b>
<b>Industria</b>	<b>5,363,996</b>	<b>145</b>	<b>22</b>	<b>5,374,177</b>
Generación de electricidad	20,442	N/S	N/S	20,442
Otras plantas industriales	5,343,554	145	22	5,353,735
<b>Transporte</b>	<b>12,400,684</b>	<b>907</b>	<b>662</b>	<b>12,620,635</b>
Vehículos que circulan por vialidades	10,989,401	896	619	11,196,263
Autos particulares	3,530,173	371	259	3,616,630
Camionetas (SUV)	1,489,981	115	145	1,536,066
Taxis	1,491,782	108	101	1,524,580
Vagonetas y Combis	117,643	11	10	120,898
Microbuses	1,138,593	69	18	1,145,682
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	514,341	42	42	527,907
Tractocamiones	973,208	3	2	973,879
Autobuses	1,120,817	17	2	1,121,838
Vehículos de carga mayores a 3 t.	552,040	42	31	562,328
Motocicletas	60,823	118	9	66,455
Vehículos que no circulan por vialidades	1,411,283	11	43	1,424,372
Aeronaves	1,384,389	10	41	1,396,857
Maquinaria de construcción	9,858	N/S	N/S	9,858
Maquinaria agrícola	8,683	N/S	N/S	8,683
Locomotoras	4,576	N/S	2	5,172
Autobuses foráneos	3,777	1	N/E	3,802
<b>Residuos</b>	<b>N/A</b>	<b>19,310</b>	<b>N/A</b>	<b>482,750</b>
Tratamiento de aguas residuales y descarga	N/A	19,310	N/S	482,750
<b>Otras emisiones</b>	<b>6,436</b>	<b>755</b>	<b>32</b>	<b>34,847</b>
Agricultura, forestal y uso de suelo	6,436	731	32	34,247
Emisiones fugitivas	N/A	24	N/A	600
<b>Total</b>	<b>23,794,544</b>	<b>21,458</b>	<b>739</b>	<b>24,551,216</b>

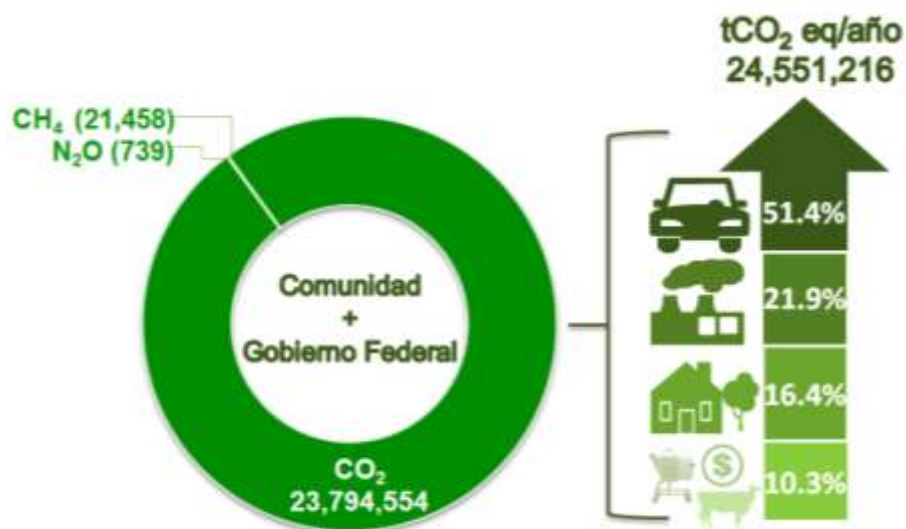


Figura 3.1. Contribución porcentual de las emisiones de GEI, comunidad y Gobierno Federal, 2012

En la **Tabla 3.2** se presentan las emisiones del sector transporte, por tipo de vehículo, destacando los autos particulares, los taxis y las camionetas SUV, las cuales aportan en conjunto el 53% del sector, respecto a los vehículos que no circulan por vialidades, la operación de aeronaves es la más significativa, con una emisión cercana a 1.4 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Tabla 3.2. Emisiones generadas por el sector transporte, Comunidad y Gobierno Federal, 2012**

Tipo de vehículo	Emisiones [t/año]			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq.
<b>Vehículos que circulan por vialidades</b>	<b>10,989,401</b>	<b>896</b>	<b>619</b>	<b>11,196,263</b>
Autos particulares	3,530,173	371	259	3,616,630
Camionetas (SUV)	1,489,981	115	145	1,536,066
Taxis	1,491,782	108	101	1,524,580
Vagonetas y Combis	117,643	11	10	120,898
Microbuses	1,138,593	69	18	1,145,682
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	514,341	42	42	527,907
Tractocamiones	973,208	3	2	973,879
Autobuses	1,120,817	17	2	1,121,838
Vehículos de carga mayores a 3.8 t.	552,040	42	31	562,328
Motocicletas	60,823	118	9	66,455
<b>Vehículos que no circulan por vialidades</b>	<b>1,411,283</b>	<b>11</b>	<b>43</b>	<b>1,424,372</b>
Aeronaves	1,384,389	10	41	1,396,857
Maquinaria de construcción	9,858	N/S	N/S	9,858
Maquinaria agrícola	8,683	N/S	N/S	8,683
Locomotoras	4,576	N/S	2	5,172
Autobuses foráneos	3,777	1	N/E	3,802
<b>Total</b>	<b>12,400,684</b>	<b>907</b>	<b>662</b>	<b>12,620,635</b>

Analizando las emisiones por categoría de emisión, en la **Tabla 3.3** se puede observar que los vehículos que circulan por vialidades aportan el 45.6% de las emisiones totales, las plantas industriales y las viviendas independientes contribuyen con el 21.8% y 15% respectivamente. El resto de las categorías aportan en conjunto el 17.6% restante.

**Tabla 3.3. Emisiones de GEI por categoría, comunidad y Gobierno Federal, 2012**

Categoría	[t CO <sub>2</sub> -eq/año]	[%]
Vehículos que circulan por vialidades	11,196,263	45.6
Otras plantas industriales	5,353,735	21.8
Casas independientes	3,679,028	15
Comercial	2,010,083	8.2
Vehículos que no circulan por vialidades	1,424,372	5.8
Tratamiento de aguas residuales	482,750	2
Otras	404,985	1.6
<b>Total</b>	<b>24,551,216</b>	<b>100</b>

## 4. CONCLUSIONES

- Se estima que en el año 2012 las actividades realizadas en el Distrito Federal generaron una emisión de 26 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), 179,818 toneladas de metano (CH<sub>4</sub>) y 754 toneladas de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), que suman un total de 30.7 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente.
- Las actividades a cargo del Gobierno del Distrito Federal aportaron 6.1 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, que representó poco más del 20% de las emisiones totales, por otra parte, la comunidad emitió 24.5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, cerca del 80% del total.
- En particular, el sector transporte representa tanto para el Gobierno del Distrito Federal como para la comunidad una de las principales áreas de oportunidad para la reducción de GEI, ya que tan sólo la suma de las emisiones de los autos y camionetas particulares aportan cerca del 17% del CO<sub>2</sub> equivalente total emitido en el Distrito Federal.
- El sector industrial contribuye con aproximadamente el 18% (5.3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> eq.) de las emisiones totales en el Distrito Federal, generadas en su mayoría por las industrias privadas. Por la degradación de la materia orgánica en rellenos sanitarios, se emitieron aproximadamente 4.2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, siendo la categoría que más contribuye a las emisiones de Gobierno del Distrito Federal (69%).
- Lo anterior demuestra la capacidad que tienen los habitantes de esta Ciudad para contribuir en la reducción de emisiones de GEI y las oportunidades para la aplicación de estrategias de mitigación en el Gobierno Local.



## 5. RECOMENDACIONES

Es indispensable instrumentar acciones para reducir la dependencia a los energéticos, además de promover el uso de fuentes alternas de energía.

Dado que los vehículos automotores son los principales generadores de GEI, las estrategias de reducción de emisiones inmediatas que recomendamos en este sector son:

- Incentivar la introducción de vehículos híbridos.
- Fortalecer los programas existentes para mantener en buenas condiciones mecánicas la flota vehicular antigua, e impulsar la renovación.
- Renovación de vehículos gubernamentales con unidades eficientes.
- Incrementar la oferta del transporte público de alta capacidad, con unidades modernas que cuenten con tecnologías de baja emisión.
- Fomentar el transporte no motorizado, como la bicicleta, en recorridos locales.

Así mismo, se propone establecer campañas y programas de formación ambiental, para promover los beneficios económicos y ambientales que trae el cambio de hábitos en las actividades cotidianas de la población, como por ejemplo: la disminución del consumo de energéticos con el uso de calentadores solares, ahorro de agua caliente e iluminación eficiente en viviendas y oficinas.

Es necesario contar con estadísticas detalladas que permitan elaborar el balance de electricidad con mayor precisión, de tal forma que se pueda conocer el consumo final del energético para las actividades del Gobierno del Distrito Federal, Comunidad y el Gobierno Federal.

Las estrategias para el aprovechamiento del metano de los rellenos sanitarios, deberán ir acompañadas de medidas enfocadas a disminuir la cantidad de basura que se genera, por lo que es necesario reforzar la campaña de separación y valorización de residuos y el reciclaje.

## 6. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE GEI

La metodología empleada para el cálculo de las emisiones de GEI del presente inventario, se basó en la establecida por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y su panel de expertos, en:

- *Directrices para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2006).*
- *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre, en los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2000).*

La metodología de cálculo de las emisiones de GEI, se presenta en dos secciones: la correspondiente a las emisiones que se generan por las actividades y servicios que presta el Gobierno del Distrito Federal (GDF) y las generadas por la comunidad durante el desarrollo de sus actividades.

Para obtener las emisiones de GEI expresados en equivalentes de CO<sub>2</sub>, que se presentan en el inventario del Distrito Federal en los capítulos 1 a 3, se utilizaron los potenciales de calentamiento correspondientes a cada uno de los contaminantes inventariados (IPCC, 2007)

- CO<sub>2</sub>=1
- CH<sub>4</sub>=25
- N<sub>2</sub>O=298

### 6.1. METODOLOGÍA PARA ESTIMAR LAS EMISIONES DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

#### 6.1.1 EDIFICIOS NO RESIDENCIALES A CARGO DEL GDF

##### Emisiones por consumo de electricidad

El sector gubernamental tiene a su cargo la administración de las instalaciones en las que presta servicio a la comunidad. En los edificios del GDF se generan emisiones de GEI asociadas al consumo de electricidad, ya que para su generación se consumen grandes cantidades de combustibles fósiles en las centrales eléctricas.

Las emisiones asociadas a esta actividad, se calculan por medio de la siguiente ecuación:

$$E_{EDIFICIOS,K} = FE_{EE,K} * EE_{EDIFICIOS}$$

Donde:

E<sub>EDIFICIOS</sub>= Emisión del Gas de Efecto Invernadero (K) en edificios de gobierno, [t<sub>k</sub>/año].

FE<sub>EE</sub>= Factor de emisión del Gas de Efecto Invernadero (K) por consumo de electricidad, [t<sub>k</sub>/MW-h]. Ver **Tabla 6.1.**

EE<sub>EDIFICIOS</sub>= Consumo de electricidad en edificios de gobierno local [MW-h]= **256,521 MW-h/año** (SENER-SIE, 2013)

Debido a que la energía eléctrica que se consume en el Distrito Federal proviene del sistema interconectado nacional, donde para producirla se utilizan diferentes tecnologías y



combustibles, los factores de emisión presentados en la Tabla 6.1, se obtuvieron con base al previo cálculo de las emisiones de la región del sistema interconectado al que pertenece el Distrito Federal.

Utilizando los factores de emisión por tipo de combustible del IPCC para la actividad de generación de energía eléctrica (IPCC, 2006) y el consumo por tipo de combustible utilizado para la generación de energía eléctrica de la región se estimaron las emisiones de GEI asociadas, dicho factor se expresó en toneladas de contaminante por Megawatts-hora [t GEI/MWh].

**Tabla 6.1. Factores de emisión para la generación de electricidad**

Factor de emisión de GEI [t/MW-h]		
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
0.669	1.9E-05	3.3E-06

*Fuente:* Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire/Secretaría del Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal, 2011. Factores de emisión obtenidos con base a los siguientes documentos: SENER (2010), Sistema de Información Energética (SIE), consultado en junio de 2011 de <http://sie.energia.gob.mx/>. SENER (2010a), Prospectivas del mercado de Gas natural 2010-2025, consultado en abril de 2011 de [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/perspectiva\\_gas\\_natural\\_2010\\_2025.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/perspectiva_gas_natural_2010_2025.pdf). IPCC 2006 [en línea], 2006 Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), consultado en 2011 de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.

Las emisiones por uso de electricidad en instalaciones a cargo del GDF, se muestran en la Tabla 6.2.

**Tabla 6.2. Emisiones de GEI en edificios de gobierno por uso de electricidad**

Categoría	Emisiones [t/año]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Edificios no residenciales	168,018	5	1

### Emisiones por consumo de gas LP.

Esta categoría comprende aquellos centros de apoyo social, que están a cargo del Gobierno del Distrito Federal, tales como: hospitales, institutos, centros de refugio y hospedaje; los cuales emplean Gas L.P. para la cocción de alimentos y calentamiento de agua.

Las emisiones generadas por combustión de gas L.P. se calculan por medio de la siguiente ecuación:

$$E_K = (FE_K * C) / 1000$$

Donde:

$E_K$  = Emisión del Gas de Efecto Invernadero (K) por consumo de gas L.P., [t/año].

$FE_K$  = Factor de emisión del Gas de Efecto Invernadero (K) por consumo de gas L.P., [Kg/TJ]. Ver **Tabla 6.3**

$C$  = Volumen de gas L.P., [TJ/año] = **38 TJ/año**. ((SENER-SIE, 2013 y Arceo, J., junio de 2010)

**Tabla 6.3. Factores de emisión para combustión de gas L.P. en el gobierno del Distrito Federal**

Factor de Emisión [kg /TJ de energía]		
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
63,100	1	0.1

IPCC 2006 [en línea], 2006 Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), consultado en 2011 de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

Las emisiones de GEI por el consumo de Gas L.P. en el Gobierno del Distrito Federal se muestran en la Tabla 6.4.

**Tabla 6.4. Emisiones por combustión de gas L.P. en el GDF, 2012**

Categoría	Emisiones [t/año]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Consumo de Gas L.P.	2,398	N/S	N/S

## 6.1.2 INSTALACIONES INDUSTRIALES A CARGO DEL GDF

### Emisiones por consumo de electricidad en alumbrado público, semáforos y tratamiento de aguas residuales.

El GDF brinda servicios de alumbrado y bombeo de agua y como se mencionó en la sección 6.1.1, las emisiones por consumo de electricidad están asociadas a procesos de combustión que tienen lugar durante su generación.

El cálculo de las emisiones se realizó con la ecuación descrita en la sección 6.1.1. En la Tabla 6.5 se muestra el consumo de electricidad por los servicios públicos que brinda el Gobierno Local.

**Tabla 6.5. Consumo de electricidad por servicios públicos locales, 2012**

Gobierno	[MWh/año]
Alumbrado público	280,363
Alumbrado decorativo	368
Semáforos	4,973
Bombeo	546,645
<b>Total</b>	<b>832,349</b>

Fuente: Elaboración propia con base en: SIE-SENER (2013a). *Estadísticas del sector eléctrico del Sistema de Información Energética de SENER*, consultado en 2013 de: [www.sie.energia.gob.mx/](http://www.sie.energia.gob.mx/)  
SMA-JUDIE (2010). *Balance de electricidad de la ZMVM para el inventario de GEI-Carbono, 2010*

Los factores de emisión empleados, son los descritos en la Tabla 6.1. Las emisiones de GEI generadas por el consumo de electricidad en alumbrado, semáforos y bombeo de agua se muestran en la **Tabla 6.6**.

**Tabla 6.6. GEI por consumo de electricidad en alumbrado, semáforos y bombeo de agua, 2012**

Categoría	Emisiones [t/año]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Alumbrado público	183,634	5	1
Alumbrado decorativo	368	N/S	N/S
Semáforos	4,973	N/S	N/S
Bombeo	358,046	10	2
<b>Total</b>	<b>547,021</b>	<b>15</b>	<b>3</b>



### 6.1.3 EMISIONES POR PROCESOS INDUSTRIALES A CARGO DEL GDF

El Gobierno del Distrito Federal a través de la Dirección General de Servicios Urbanos, tiene a su cargo la operación de la Planta de Asfalto y la Planta productora de triturados basálticos Parres. El consumo total de combustible de estas empresas, se muestra en la **Tabla 6.7**.

**Tabla 6.7. Consumo de combustible de las industrias a cargo del GDF**

Tipo de combustible	Consumo [m <sup>3</sup> /año]
Diesel	39.4
Gas Natural	7,013,609

Fuente: Anexo A, de la Licencia Ambiental Única para el Distrito Federal.

Los factores de emisión empleados para el cálculo de las emisiones por combustión, se obtuvieron de las Directrices del IPCC 2006, de acuerdo al tipo de combustible y la utilidad que se da a los equipos.

El cálculo de emisiones es realizada mediante una ecuación para combustión, con base en los datos de consumo de combustibles de las empresas.

$$E_{GK} = FE_{GK} * C_K$$

Donde:

$E_{GK}$ = Emisión del gas de efecto invernadero (G) asociado al combustible (K), [t<sub>G</sub>]

$FE_{GK}$ = Factor de emisión del gas de efecto invernadero (G) asociado al combustible (K), [t<sub>G</sub>/m<sup>3</sup><sub>K</sub>] o [t<sub>G</sub>/t<sub>K</sub>]. **Tabla 6.8.**

$C_K$ = Volumen de combustible (K), [m<sup>3</sup><sub>K</sub>] o [t<sub>K</sub>].

**Tabla 6.8. Factores de emisión de GEI para procesos de combustión industrial**

Combustible	Factor de emisión [t/m <sup>3</sup> ]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Diesel	2.65	1.07E-04	2.15E-05
Gas Natural	1.99E-03	3.54E-08	3.54E-09

Fuente: Elaboración propia con base en: IPCC (2006) [en línea]. 2006 Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), Consultado en 2011 de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

Los resultados del cálculo de las emisiones se muestran en la **Tabla 6.9**.

**Tabla 6.9. Emisión de GEI generadas por la industria a cargo del GDF**

Emisiones [t/año]		
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
14,640	N/S	N/S

N/S: No significativo

## 6.1.4 TRANSPORTE

### Vehículos que circulan por vialidades

En esta sección se describe la metodología para estimar las emisiones de los vehículos de combustión interna, a cargo del gobierno del Distrito Federal que circulan por vialidades: vehículos oficiales, autobuses de la Red de Transporte Público y del Sistema de Transporte Metrobús.

#### *Fuentes móviles que utilizan combustible fósil*

Las emisiones de gases de efecto invernadero para esta categoría, se estimaron utilizando la metodología del IPCC, 2006, de sus “*Directrices para los Inventarios Nacionales de GEI, 2006*”, así como el modelo Mobile6-México (U.S. EPA, 2003).

- Emisiones de óxido nitroso y metano (N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>)

Las emisiones de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>, son producto de la ignición de combustibles fósiles y para fines del presente inventario, estas emisiones se obtuvieron tomando en cuenta aquéllas que se generan cuando el vehículo está en marcha y las que se originan cuando se enciende el motor en frío.

Los vehículos a cargo del GDF, se clasificaron por tipo de vehículo, año modelo y combustible de acuerdo a las categorías que incorpora el modelo Mobile6-México.

#### a) Emisiones con vehículo en marcha

Las emisiones generadas cuando el vehículo está en marcha fueron calculadas utilizando la siguiente ecuación, por tipo de combustible:

$$E_{VM} = \frac{KRV_{ij} \cdot FE_{ij}}{1 \cdot 10^6}$$

Donde:

E<sub>VM</sub>= Emisiones de N<sub>2</sub>O o CH<sub>4</sub> durante el vehículo en marcha [t/año].

KRV<sub>ij</sub>= Kilómetros recorridos del tipo de vehículo (i) del año modelo (j) [km/año].

FE<sub>ij</sub>= Factor de emisión de CH<sub>4</sub> o N<sub>2</sub>O, del tipo de vehículo (i) del año modelo (j) [g/km]

1\*10<sup>6</sup>= Factor de conversión de gramos a toneladas.

En la **Tabla 6.10** se muestra el parque vehicular por tipo de vehículo y año modelo que posee el Gobierno del Distrito Federal.

Los Kilómetros Recorridos por Vehículo (KRV) se estiman con la flota vehicular y la actividad diaria (kilómetros que recorren) por tipo de vehículo. **Ver Tabla 11.**



Tabla 6.10. Flota vehicular del Gobierno del Distrito Federal, 2012

Año Modelo	Número de vehículos													Total
	AP	SUV	TAX	COMB	MIC	PICK	V < 3.8	TRA	AUT	V > 3	MC	MB		
1988 y ant.	55	23	N/A	43	4	351	1	49	3	1,215	56	N/A	1,800	
1989	14	N/A	N/A	4	2	10	N/A	1	N/A	241	14	N/A	286	
1990	159	9	N/A	35	18	121	N/A	2	2	181	69	N/A	596	
1991	100	9	N/A	9	9	47	N/A	11	N/A	291	23	N/A	499	
1992	66	8	N/A	12	1	53	N/A	N/A	N/A	301	39	N/A	480	
1993	93	9	N/A	26	15	112	1	1	N/A	169	137	N/A	563	
1994	75	3	N/A	3	8	137	N/A	3	N/A	135	54	N/A	418	
1995	85	7	N/A	8	16	56	N/A	N/A	N/A	199	21	N/A	392	
1996	370	23	N/A	14	2	97	1	N/A	N/A	140	9	N/A	656	
1997	418	49	N/A	49	N/A	196	1	N/A	N/A	410	22	N/A	1,145	
1998	505	26	N/A	13	15	233	N/A	1	N/A	441	48	N/A	1,282	
1999	780	24	N/A	25	7	141	2	N/A	1	308	64	N/A	1,352	
2000	1,402	36	N/A	129	5	409	4	4	1	551	163	N/A	2,704	
2001	542	12	N/A	17	4	135	6	N/A	408	180	494	N/A	1,798	
2002	385	36	N/A	13	1	509	2	N/A	365	137	296	N/A	1,744	
2003	362	35	N/A	26	2	133	N/A	17	N/A	167	205	N/A	947	
2004	313	8	N/A	5	N/A	170	N/A	N/A	109	185	16	N/A	806	
2005	730	4	N/A	27	N/A	215	N/A	1	N/A	236	65	98	1,376	
2006	242	2	N/A	14	2	201	1	8	240	241	43	1	995	
2007	296	17	N/A	70	1	320	8	4	N/A	205	81	19	1,021	
2008	513	22	N/A	122	3	411	17	6	N/A	297	118	70	1,579	
2009	957	29	N/A	178	N/A	376	57	2	250	105	137	40	2,131	
2010	240	10	N/A	23	N/A	158	2	N/A	N/A	52	80	N/A	565	
2011	243	11	N/A	17	N/A	202	6	7	32	74	211	81	884	
2012	735	10	N/A	93	N/A	371	2	2	3	27	259	54	1,556	
<b>Total</b>	<b>9,680</b>	<b>422</b>	<b>N/A</b>	<b>975</b>	<b>115</b>	<b>5,164</b>	<b>111</b>	<b>119</b>	<b>1,414</b>	<b>6,488</b>	<b>2,724</b>	<b>363</b>	<b>27,575</b>	

Fuente: Elaborada con datos de Oficialía Mayor del GDF, 2013.; METROBUS (2013). Informe anual de actividades, 2012; METROBUS (2013a). Numeralia 2012; RTP (2013). Informe anual 2012

Tabla 6.11. KRV de los vehículos del Gobierno del Distrito Federal, 2012

Año Modelo	Millones de Kilómetros recorridos al año (KRV)													Total
	AP	SUV	TAX	COMB	MIC	PICK	V < 3.8	TRA	AUT	V > 3	MC	MB		
1988 y ant.	0.38	0.16	N/A	0.30	0.07	6.36	0.02	0.93	0.05	15.41	1.34	N/A	25	
1989	0.13	N/A	N/A	0.04	N/A	0.18	N/A	0.02	N/A	3.05	0.33	N/A	4	
1990	1.53	0.09	N/A	0.34	0.31	2.19	N/A	0.04	0.03	2.28	1.65	N/A	8	
1991	0.96	0.09	N/A	0.09	N/S	0.85	N/A	0.21	N/A	3.67	0.55	N/A	6	
1992	0.64	0.08	N/A	0.12	N/A	0.96	N/A	N/A	N/A	3.80	0.93	N/A	7	
1993	0.93	0.09	N/A	0.26	0.25	2.03	0.02	0.02	N/A	2.12	3.27	N/A	9	
1994	0.76	0.03	N/A	0.03	N/S	2.48	N/A	0.06	N/A	1.69	1.29	N/A	6	
1995	0.91	0.07	N/A	0.09	0.27	1.01	N/A	N/A	N/A	2.51	0.50	N/A	5	
1996	4.00	0.25	N/A	0.15	N/A	1.76	0.02	N/A	N/A	1.76	0.21	N/A	8	
1997	4.52	0.53	N/A	0.53	N/A	3.55	0.02	N/A	N/A	5.15	0.52	N/A	15	
1998	5.47	0.28	N/A	0.14	0.25	4.22	N/A	0.02	N/A	5.56	1.15	N/A	17	
1999	8.44	0.26	N/A	0.27	0.12	2.55	0.04	N/A	0.02	3.88	1.53	N/A	17	
2000	15.17	0.39	N/A	1.40	0.08	7.41	0.08	0.08	0.02	6.96	3.89	N/A	35	
2001	5.87	0.13	N/A	0.18	0.07	2.45	0.12	12.06	N/A	2.27	11.79	N/A	35	
2002	4.17	0.39	N/A	0.14	N/A	9.22	0.04	10.79	N/A	1.73	7.06	N/A	34	
2003	3.92	0.38	N/A	0.28	N/A	2.41	N/A	0.32	N/A	2.12	4.89	N/A	14	
2004	4.11	0.10	N/A	0.05	N/A	3.73	N/A	3.04	0.10	2.33	0.46	N/A	14	
2005	9.58	0.05	N/A	0.29	N/A	4.72	N/A	0.02	N/A	2.98	1.88	7.04	27	
2006	3.17	0.03	N/A	0.15	N/A	4.41	0.02	7.30	N/A	3.05	1.24	0.07	19	
2007	3.88	0.22	N/A	0.76	N/A	7.03	0.19	N/S	N/A	2.59	2.34	1.37	18	
2008	6.73	0.29	N/A	2.00	0.06	9.03	0.41	0.14	N/A	3.75	3.41	5.00	31	
2009	12.55	0.38	N/A	2.33	N/A	8.26	1.36	5.75	N/A	1.34	3.96	2.86	39	
2010	3.15	0.13	N/A	0.30	N/A	3.47	0.05	N/A	N/A	0.65	2.31	N/A	10	
2011	3.19	0.14	N/A	0.22	N/A	4.44	0.14	1.67	0.04	0.91	6.10	5.80	23	
2012	9.64	0.13	N/A	1.22	N/A	8.15	0.05	N/S	0.06	0.32	7.49	2.90	30	
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>5</b>	<b>N/A</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>103</b>	<b>3</b>	<b>42</b>	<b>-</b>	<b>82</b>	<b>70</b>	<b>25</b>	<b>457</b>	

Fuente: Elaboración propia con base en Lents, J., et al. (2005). *Actividad y Emisiones Vehiculares en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)*. GDF. (2012). *Sexto Informe de Gobierno, Anexo Estadístico*. METROBUS. (2013a). *Numeralia 2012; RTP (2013). Informe anual 2012*. Red de Transporte de Pasajeros. (2013). *Informe anual de actividades 2012*. SCT. (2013). *Estadísticas básicas del autotransporte Federal, 2012*. UNAM, CAM (2006). *Estudio Integral Metropolitano de Transporte de Carga y Medio Ambiente para el Valle de México (EIMTCA-MAVM)*. *Proyecto de realización del estudio matriz origen-destino para el transporte de carga. Informe Final*.

Los factores de emisión de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>, utilizados para el cálculo de las emisiones con vehículo en marcha, se presentan en las **Tablas 6.12 y 6.13** respectivamente.

**Tabla 6.12. Factores de emisión de N<sub>2</sub>O para vehículos en marcha**

Año modelo	Factores de emisión de N <sub>2</sub> O para vehículo en marcha [g/km]										
	Gasolina				Diesel		GLP		GN		
	AP TAX	SUV/CO/PU/V ≤ 3.8t	MIC/V>3.8t/TRA/AUT	MC	AP/TAX/SUV/CO/PU/V ≤ 3.8t	MIC/V>3.8t/TRA/AUT/MB/MXB	AP/TAX/SUV/CO/PU/V ≤ 3.8t	MIC/V>3.8t/TRA/AUT	AP/TAX/SUV/CO/PU/V ≤ 3.8t	MIC/V>3.8t/TRA/AUT	AUT
1988 y ant.	0.008	0.009	0.055	0.004	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1989	0.008	0.009	0.055	0.004	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1990	0.008	0.009	0.055	0.004	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1991	0.008	0.026	0.055	0.004	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1992	0.008	0.026	0.055	0.004	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1993	0.020	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1994	0.020	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1995	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1996	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1997	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1998	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1999	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2000	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2001	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2002	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2003	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2004	0.026	0.025	0.052	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2005	0.026	0.025	0.052	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2006	0.026	0.025	0.052	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2007	0.026	0.025	0.052	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2008	0.009	0.025	0.052	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2009	0.009	0.025	0.052	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2010	0.009	0.025	0.052	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2011	0.009	0.025	0.052	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2012	0.009	0.025	0.052	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101

Fuente: Elaborada con datos de: IPCC (2006). Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), Consultado en 2013 de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

**Tabla 6.13. Factores de emisión de CH<sub>4</sub> para vehículos en marcha**

Año modelo	Factores de emisión de CH <sub>4</sub> para vehículo en marcha [g/km]										
	Gasolina				Diesel		GLP		GN		
	AP TAX	SUV/CO/PU/V ≤ 3.8t	MIC/V>3.8t/TRA/AUT	MC	AP/TAX/SUV/CO/PU/V ≤ 3.8t	MIC/V>3.8t/TRA/AUT/MB/MXB	AP/TAX/SUV/CO/PU/V ≤ 3.8t	MIC/V>3.8t/TRA/AUT	AP/TAX/SUV/CO/PU/V ≤ 3.8t	MIC/V>3.8t/TRA/AUT	AUT
1988 y ant.	0.101	0.116	0.263	0.053	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1989	0.101	0.116	0.263	0.053	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1990	0.101	0.116	0.263	0.053	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1991	0.082	0.081	0.111	0.053	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1992	0.082	0.081	0.111	0.053	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1993	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1994	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1995	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1996	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1997	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1998	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1999	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2000	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2001	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2002	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2003	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2004	0.007	0.014	0.015	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2005	0.007	0.014	0.015	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2006	0.007	0.014	0.015	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2007	0.007	0.014	0.015	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2008	0.007	0.014	0.015	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2009	0.007	0.014	0.015	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2010	0.007	0.014	0.015	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2011	0.007	0.014	0.015	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2012	0.007	0.014	0.015	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715

Fuente: Elaborada con datos de: IPCC (2006). Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), Consultado en 2013 de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

b) Emisiones por encendido en frío

Las emisiones generadas por encendido del motor en frío fueron calculadas utilizando la siguiente ecuación:

$$E_{EF} = \frac{N_{ij} \cdot FE_{ij} \cdot \#Enc}{1 \cdot 10^6}$$

Donde:

$E_{EF}$  = Emisiones de N<sub>2</sub>O o CH<sub>4</sub> durante el encendido en frío [t/año].

$N_{ij}$  = Número de vehículos del tipo (i) del año modelo (j). **Tabla 6.10.**

$FE_{ij}$  = Factor de emisión de N<sub>2</sub>O o CH<sub>4</sub>, del tipo de vehículo (i) del año modelo (j) [g/encendidas].

# Enc = Número de veces que es encendido el vehículo en un día [3 veces].

$1 \cdot 10^6$  = Factor de conversión de gramos a toneladas.

Los factores de emisión de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub> utilizados para el cálculo de las emisiones por encendido del motor en frío, se presentan en las **Tablas 6.14 y 6.15.**

**Tabla 6.14. Factores de emisión de N<sub>2</sub>O para encendido en frío**

Año Modelo	Encendido en frío de vehículos a gasolina [g/encendidas]			
	N <sub>2</sub> O			
	AP/TAX	SUV/CO/ PU/V ≤ 3.8t	MIC/V>3.8t/ TRA/AUT	MC
1988 y ant.	0.028	0.032	0.074	0.015
1989	0.028	0.032	0.074	0.015
1990	0.028	0.032	0.074	0.015
1991	0.072	0.093	0.194	0.012
1992	0.072	0.093	0.194	0.012
1993	0.092	0.153	0.313	0.012
1994	0.092	0.153	0.313	0.012
1995	0.092	0.153	0.313	0.012
1996	0.092	0.153	0.313	0.012
1997	0.092	0.153	0.313	0.012
1998	0.092	0.153	0.313	0.012
1999	0.092	0.153	0.313	0.012
2000	0.092	0.153	0.313	0.012
2001	0.092	0.153	0.313	0.012
2002	0.092	0.153	0.313	0.012
2003	0.092	0.153	0.313	0.012
2004	0.113	0.2	0.409	0.012
2005	0.113	0.2	0.409	0.012
2006	0.113	0.2	0.409	0.012
2007	0.113	0.2	0.409	0.012
2008	0.113	0.2	0.409	0.012
2009	0.113	0.2	0.409	0.012
2010	0.113	0.2	0.409	0.012
2011	0.113	0.2	0.409	0.012
2012	0.113	0.2	0.409	0.012

Fuente: Elaborada con datos de: IPCC (2006) [en línea]. 2006 Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), Consultado en 2011 de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

**Tabla 6.15. Factores de emisión de CH<sub>4</sub> para encendido en frío**

Año Modelo	Encendido en frío de vehículos a gasolina [g/encendidas]			
	CH <sub>4</sub>			
	AP/TAX	SUV/CO/ PU/ V ≤ 3.8t	MIC/V>3.8t/ TRA/AUT	MC
1988 y ant.	0.062	0.071	0.162	0.033
1989	0.062	0.071	0.162	0.033
1990	0.062	0.071	0.162	0.033
1991	0.009	0.099	0.215	0.024
1992	0.009	0.099	0.215	0.024
1993	0.034	0.072	0.183	0.024
1994	0.034	0.072	0.183	0.024
1995	0.034	0.072	0.183	0.024
1996	0.034	0.072	0.183	0.024
1997	0.034	0.072	0.183	0.024
1998	0.034	0.072	0.183	0.024
1999	0.034	0.072	0.183	0.024
2000	0.034	0.072	0.183	0.024
2001	0.034	0.072	0.183	0.024
2002	0.034	0.072	0.183	0.024
2003	0.034	0.072	0.183	0.024
2004	0.055	0.082	0.163	0.024
2005	0.055	0.082	0.163	0.024
2006	0.055	0.082	0.163	0.024
2007	0.055	0.082	0.163	0.024
2008	0.055	0.082	0.163	0.024
2009	0.055	0.082	0.163	0.024
2010	0.055	0.082	0.163	0.024
2011	0.055	0.082	0.163	0.024
2012	0.055	0.082	0.163	0.024

Fuente: Elaborada con datos de: IPCC (2006) [en línea]. 2006 Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), Consultado en 2011 de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

- Emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Las emisiones de CO<sub>2</sub> se calculan utilizando la ecuación de vehículos en marcha, con los factores de emisión obtenidos con el Mobile 6-México por tipo de vehículo, año modelo y tipo de combustible de gasolina y diesel (ver **Tabla 6.16**).

Tabla 6.16. Factores de emisión de CO<sub>2</sub> por tipo de vehículo

Gasolina

Año Modelo	Factores de emisión para vehículos a gasolina [g/km]													
	AP	TAX	SUV-PU 1 (0-1.7t)	Pick Up 2 (1.8-2.3t)	CO	Pick Up 3 (2.4-2.6t)	V≤3.8 t-PU 4 (2.7-3.6t)	MIC	Veh. entre 4.6 y 6.3t	Veh. entre 6.4 y 11.7t	Veh. entre 11.8 y 14.9t	Veh. entre 15 y 27.2t	AUT	MC
1988 y ant.	230.64	200.06	387.76	356.62	365.38	385.83	387.76	122.37	271.91	475.82	657.18	738.60	598.26	1.74
1989	237.17	212.87	418.71	400.75	390.43	408.52	407.02	153.45	295.59	484.21	686.08	818.77	624.99	1.74
1990	237.73	211.06	422.93	407.02	384.21	402.74	401.55	184.59	328.22	508.39	731.14	818.77	501.55	1.74
1991	234.62	207.33	390.55	375.95	382.66	399.07	397.64	323.00	373.09	546.92	764.33	818.77	702.67	1.74
1992	229.96	202.05	357.61	344.31	376.82	395.53	392.98	327.16	374.33	541.33	764.89	818.77	707.77	1.74
1993	226.48	198.01	277.88	265.57	347.05	366.69	385.89	365.26	404.41	564.82	799.44	855.56	762.21	1.74
1994	221.32	191.42	275.95	265.88	330.52	352.77	381.98	358.55	401.43	555.19	796.64	853.39	752.02	1.74
1995	218.15	187.63	277.00	267.19	330.33	353.82	377.38	362.15	402.61	549.91	784.53	839.90	756.74	1.74
1996	213.98	182.91	277.81	268.49	329.83	354.69	369.73	358.42	396.52	538.47	760.72	826.73	757.68	1.74
1997	212.37	175.20	282.54	273.84	327.22	358.61	365.51	351.27	387.20	539.84	761.53	827.66	762.52	1.74
1998	210.81	171.47	287.07	278.87	327.91	362.40	361.16	354.20	388.44	541.14	762.28	828.65	768.06	1.74
1999	208.20	170.04	289.56	281.48	332.32	364.82	363.52	357.05	389.62	542.45	763.08	829.65	765.57	1.74
2000	204.60	170.54	290.12	282.16	336.79	365.57	364.39	360.35	390.80	543.63	764.08	830.70	772.10	1.74
2001	201.12	171.66	290.68	282.97	341.77	366.32	365.13	363.83	391.98	544.87	741.95	791.92	764.51	1.74
2002	197.76	172.22	291.18	265.51	345.93	367.25	366.25	350.96	376.76	546.05	743.01	792.92	771.04	6.84
2003	194.78	172.41	291.86	266.69	349.53	368.30	367.50	354.63	378.00	547.36	744.00	793.85	777.63	12.00
2004	195.09	175.08	292.85	268.43	353.14	369.98	369.05	358.30	379.43	548.73	745.06	794.97	784.15	17.09
2005	192.85	175.33	293.47	269.17	356.62	370.79	370.23	361.59	380.61	549.91	745.93	795.84	790.18	22.19
2006	190.68	175.58	294.10	269.98	359.42	371.60	371.04	365.26	382.04	551.34	746.99	796.89	796.77	27.35
2007	187.94	175.14	294.78	270.85	361.90	372.53	372.28	368.93	383.47	552.77	748.04	797.89	802.55	32.44
2008	184.59	174.58	295.40	259.42	365.26	373.59	373.21	373.03	384.96	554.20	749.16	798.14	804.35	37.54
2009	179.37	172.47	295.84	260.35	363.77	369.55	369.11	377.38	386.39	555.56	750.28	798.94	811.31	42.70
2010	176.76	172.97	280.73	260.78	350.22	353.57	353.33	381.67	387.82	556.99	751.40	798.94	819.02	47.79
2011	171.35	170.54	273.96	253.82	335.80	336.73	336.36	387.57	390.49	559.66	701.55	798.94	827.60	52.89
2012	171.66	173.15	274.27	254.07	338.53	336.79	336.79	390.80	391.55	560.72	702.36	798.94	833.00	56.74

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

Diesel

Año Modelo	Factores de emisión para vehículos a diesel [g/km]												
	AP	SUV PU (0-2.3t)	CO V≤3.8t PU (2.4-3.6t)	MIC	Veh. entre 4.6 y 6.3t	Veh. entre 6.4 y 11.7t	Veh. entre 11.8 y 14.9t	Veh. entre 15 y 27.2t	TRA	AUT	AUT ESC	MB/MXB	
1988 y ant.	258.05	502.24	502.24	615.35	625.42	710.81	1,253.14	1,527.28	1,652.83	1,692.73	1,725.11	2,219.01	
1989	258.42	502.42	502.42	616.22	626.54	711.93	1,228.90	1,490.99	1,609.94	1,694.47	1,726.17	2,219.01	
1990	258.48	502.67	502.67	617.15	626.91	712.18	1,204.35	1,454.69	1,526.85	1,694.78	1,726.35	2,219.01	
1991	258.61	502.80	502.80	645.43	649.84	733.37	1,198.38	1,445.87	1,514.23	1,735.05	1,734.18	2,219.01	
1992	258.61	502.92	502.92	645.68	649.97	733.50	1,198.45	1,421.26	1,524.67	1,735.05	1,734.31	2,219.01	
1993	244.25	503.05	503.05	647.36	649.66	733.25	1,177.19	1,386.20	1,449.47	1,728.71	1,737.66	2,219.01	
1994	236.73	468.68	468.68	653.88	654.82	739.34	1,159.23	1,358.48	1,419.27	1,720.70	1,741.95	2,219.01	
1995	200.12	468.74	468.74	653.88	654.82	739.34	1,137.97	1,301.37	1,387.51	1,720.70	1,741.77	2,219.01	
1996	190.62	468.86	468.86	653.95	654.82	739.40	1,117.46	1,274.64	1,327.91	1,723.93	1,741.58	2,219.01	
1997	191.11	470.35	470.35	652.89	653.64	737.97	1,100.99	1,254.69	1,306.34	1,745.25	1,745.43	2,219.01	
1998	191.55	470.48	470.48	652.89	653.64	737.97	1,081.91	1,230.02	1,279.61	1,494.22	1,494.41	2,219.01	
1999	191.30	470.60	470.60	652.95	653.64	738.04	1,063.46	1,206.28	1,279.74	1,494.22	1,494.28	2,219.01	
2000	191.49	470.85	470.85	652.95	653.64	738.04	1,045.68	1,183.34	1,253.95	1,494.22	1,494.41	2,219.01	
2001	191.55	471.10	471.10	574.46	575.08	738.10	1,028.40	1,183.34	1,229.15	1,494.22	1,228.78	2,219.01	
2002	191.55	471.35	471.35	574.52	575.14	738.10	1,011.75	1,161.28	1,205.34	1,494.22	1,228.90	2,219.01	
2003	191.92	471.54	471.54	574.58	575.14	614.11	995.59	1,140.02	1,182.47	1,334.06	1,229.02	2,219.01	
2004	192.17	441.58	441.58	574.52	575.08	614.05	995.46	1,139.96	1,182.35	1,334.00	1,228.96	2,219.01	
2005	192.42	441.89	441.89	574.58	575.14	558.73	995.53	1,139.96	1,182.41	1,334.00	1,229.09	2,219.01	
2006	192.67	442.26	442.26	574.64	575.14	558.73	979.86	1,119.45	1,160.35	1,334.00	1,229.21	2,219.01	
2007	192.60	442.39	442.39	575.39	575.64	559.35	755.19	857.49	906.84	1,334.00	1,231.20	2,219.01	
2008	193.04	442.57	442.57	575.45	575.70	559.35	755.25	857.49	906.84	1,334.00	1,231.32	2,219.01	
2009	193.29	442.76	442.76	575.45	575.70	559.42	755.25	857.55	906.90	1,181.67	1,231.45	2,193.37	
2010	193.23	354.82	354.82	521.63	521.63	525.79	760.10	864.01	914.05	1,190.86	1,237.73	2,193.37	
2011	193.54	355.00	355.00	521.63	521.63	525.79	760.10	864.01	914.05	1,069.48	1,034.43	1,782.08	
2012	193.16	355.13	355.13	457.24	457.24	477.87	760.10	864.01	914.05	1,069.48	1,034.43	1,302.12	
											Híbridos	1,027.03	

Fuente: U.S. EPA (2003b) [Software de computadora]. Mobile 6.2 México. U.S. EPA: USA. N/A: No aplica

Las emisiones totales de GEI por el transporte que circula por vialidades y que utiliza combustibles fósiles, se muestran en la **Tabla 6.17**.

### Fuentes móviles que utilizan electricidad

Para el cálculo de las emisiones de GEI de los vehículos que utilizan electricidad como el tren ligero y trolebús, se asume que las emisiones son debidas a la generación de la electricidad que consumen y se calculan por medio de la siguiente ecuación:

$$E_{TRANSPORTE,K} = FE_{EE,K} * EE_{TRANSPORTE}$$

Donde:

$E_{TRANSPORTE}$ = Emisión del Gas de Efecto Invernadero (K) por transportes eléctricos, [ $t_K/año$ ].

$FE_{EE}$ = Factor de emisión del Gas de Efecto Invernadero (K) por consumo de electricidad, [ $t_K/MW-h$ ]. Ver **Tabla 6.1**.

$EE_{TRANSPORTE}$ = Consumo de electricidad por transportes eléctricos, **47,202 MW-h/año**. Consumo de energía eléctrica anual por operación de los sistemas trolebús y tren ligero.

Las emisiones generadas por las fuentes móviles que utilizan electricidad y que utilizan combustibles fósiles se muestran en la **Tabla 6.17**.

**Tabla 6.17 Emisiones por uso de transporte que circulan por vialidades a cargo del gobierno, 2012**

Vehículos que circulan por vialidades	Emisiones [t/año]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<b>Con combustibles fósiles</b>	<b>259,637</b>	<b>11</b>	<b>6</b>
Autos Particulares	22,268	3	2
SUV	1,393	N/S	N/S
Vagonetas y Combis	3,977	N/S	N/S
Microbuses particulares	625	N/S	N/S
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	32,705	4	3
Tractocamiones loc.	3,229	N/S	N/S
Autobuses	56,119	N/S	N/S
Vehículos > 3.8 t	87,675	1	1
Motocicletas	1,472	3	N/S
Metrobuses	50,174	N/S	N/S
<b>Con electricidad (STE)</b>	<b>30,917.00</b>	<b>1</b>	<b>N/S</b>

### Vehículos que no circulan por vialidades

En esta categoría se incluyen las emisiones que se generan por fuentes móviles que no circulan por vialidades, como el metro que circulan sobre vías confinadas, la maquinaria que se desplazan en sitios de construcción y las aeronaves que se desplaza vía aérea.

### Emisiones del Sistema de Transporte Colectivo Metro

Para el cálculo de las emisiones de GEI del Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC-Metro), se asume que las emisiones son debidas a la generación de la electricidad que consumen y se calculan por medio de la siguiente ecuación.

$$E_{STC-Metro} = FE_{CE} * CE_{STE-Metro}$$

Donde:

$E_{STC-METRO}$  = Emisión del Gas de Efecto Invernadero del STC-Metro, [t/año].

$FE_{CE}$  = Factor de emisión de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub> por el consumo de electricidad, [t/MW-h]. Ver **Tabla 6.1**

$EE_{STE-Metro}$  = Consumo de electricidad del STE-Metro, **1,023,161 MW-h/año**.

Las emisiones generadas por Sistema de Transporte Colectivo Metro, se muestran en la **Tabla 6.18**.

**Tabla 6.18 Emisiones de GEI del Sistema de Transporte Colectivo-Metro, 2012**

Categoría	Emisiones [t/año]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
STC-Metro	670,158	19	3

### *Emisiones por uso de maquinaria de construcción*

De acuerdo con el Padrón Vehicular del Gobierno del Distrito Federal (Oficialía Mayor del GDF), al año 2012 se cuenta con 1,149 equipos de construcción. Para el Inventario de Emisiones de GEI de este sector, obtuvieron los factores de emisión del modelo NONROAD 2008a (U.S. EPA, julio de 2009), considerando los valores promedio de potencia de la maquinaria y factores de carga predeterminados por el modelo.

Para obtener los factores de emisión del modelo NONROAD2008a es necesario establecer el tipo de equipo y tipo de combustible. El modelo proporciona factores de emisión por contaminante que corresponden a las características alimentadas. La actividad de la flota se estimó en 5 horas, 100 días al año. La maquinaria del Gobierno del Distrito Federal se muestra en la **Tabla 6.19**

**Tabla 6.19 Maquinaria de construcción a cargo del GDF, 2012**

Tipo de Maquinaria	Unidades	Tipo de Maquinaria	Unidades
Autohormiguera	1	Pinta rayas	7
Bacheadora	14	Retroexcavadora	16
Barredora	148	Transmobil (tracto off road)	1
Bombeadora de agua	11	Minicompactador	7
Brazo hidráulico	157	Montacargas	14
Compresor	1	Ollas (mixers)	93
Cortaconcreto	1	Pavimentadora	1
Cargador frontal	1	Excavadora	2
Gruas	226	Minicargador	9
Desalizador/succionador/educor	166	Petrolizadora	26
Eq. Eléctrico/especial	247	<b>Total</b>	<b>1,149</b>

Fuente: Oficialía Mayor, GDF. (2013). *Padrón Vehicular del Gobierno del Distrito Federal, 2012*.

Las emisiones generadas por el uso de maquinaria del GDF se muestran en la **Tabla 6.20**.



**Tabla 6.20 Emisiones de GEI por uso de maquinaria del GDF, 2012**

Categoría	Emisiones [t/año]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Uso de Maquinaria	92,112	6	2

*Emisiones por aeronaves a cargo del GDF*

Las emisiones de gases de efecto invernadero para la operación de aeronaves se estimaron utilizando la metodología del IPCC 2006, en sus “Directrices para los Inventarios Nacionales de GEI” Vol. 2. Energía. Es importante mencionar que esta categoría sólo indica las emisiones generadas por el combustible total consumido, de manera independiente a la región en donde las aeronaves hagan sus recorridos, a pesar de que las emisiones son reportadas para el Distrito Federal, no significa que toda la emisión pertenezca a esta entidad, puesto que la emisión se podría generar en otras entidades. El cálculo se realizó con la siguiente ecuación:

$$E_k = FE_k * C_k$$

Donde:

E<sub>GK</sub>= Emisión del gas de efecto invernadero (K), [t/año]

FE<sub>GK</sub>= Factor de emisión del gas de efecto invernadero (K), [Kg<sub>K</sub>/TJ].

C<sub>K</sub>= Volumen de combustible (K), [TJ/año] = **turbosina =5.11 [TJ/año] y gas avión=13.32 [TJ/año]** (SENER-SIE, 2013)

En la **Tabla 6.21** se muestran los factores de emisión empelados.

**Tabla 6.21 Factores de emisión para operación de aeronaves [Kg/TJ]**

Combustible	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Turbosina	71,500	0.5	2
Gas avión	69,300	0.5	2

Fuente: Elaborada con datos de: IPCC (2006) [en línea]. 2006 Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), Consultado en 2011 de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

Las emisiones generadas por la operación de aeronaves a cargo del GDF se muestran en la **Tabla 6.22**.

**Tabla 6.22 Emisiones de GEI por operación de aeronaves en el GDF**

Categoría	Emisiones [t/año]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Operación de aeronaves	101	N/S	N/S

**6.1.5 RESIDUOS**

Emisiones en sitios de disposición final

El metano (CH<sub>4</sub>) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) son los principales constituyentes de los gases que se desprenden de la degradación de residuos en un relleno sanitario, la

estimación de emisiones se realiza con el Modelo de Biogás Mexicano (USAID, LMOP, 2009).

El modelo estima las emisiones contaminantes provenientes de los rellenos sanitarios por medio de la introducción de información estadística sobre cantidad y composición de los residuos alimentados, año de apertura y de cierre. Así mismo, el modelo contiene parámetros de tasa de generación de metano y de degradación de la materia.

La cantidad de residuos almacenados en los rellenos sanitarios se presentan en la **Tabla 6.23**.

**Tabla 6.23 Indicadores de actividad en el Relleno Sanitario Prados de la Montaña**

Sitio de Disposición		Año de Apertura	Año de Clausura	Cantidad Dispuesta [t/año]
Álvaro Obregón, D.F.	Prados de la Montaña	1987	1994	5,635,019
Nezahualcóyotl, Estado de México	Bordo Poniente Etapa IV	1995	2011	56,471,536

Elaborada con datos de 1) Dirección General de Servicios Urbanos, D. D. F (s.f). *Clausura del relleno sanitario Prados de la Montaña: primera experiencia mexicana apegada a una rigurosa normatividad.* 2) SMA-GDF. (2012b). *Inventario de Residuos sólidos del Distrito Federal 2011.*

Las emisiones de GEI generadas por la disposición de residuos se muestran en la **Tabla 6.24**.

**Tabla 6.24 Emisiones de GEI por disposición de residuos**

Gobierno	Emisiones [t/año]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Residuos sólidos	422,160	154,008	N/A

### Emisiones por tratamiento de aguas residuales

En el proceso de tratamiento de agua residual se generan emisiones de metano (CH<sub>4</sub>). La estimación se basó en la metodología propuesta por el del IPCC, en sus *“Directrices para los Inventarios Nacionales de GEI 2006”*, Vol. 5 de Residuos, a través de la siguiente ecuación:

$$Emis\ CH_4 = [ \sum (FE) ] (TOW - S) - R$$

Donde:

Emis CH<sub>4</sub> =emisiones de CH<sub>4</sub> durante el año del inventario, kg de CH<sub>4</sub>/año

TOW= Total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg de DBO/año

S= Componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, kg de DBO/año= 0.5 (SEMARNAT-INE, 2002).

EF= Factor de emisión, kg de CH<sub>4</sub>/kg de DBO

R= Cantidad de metano recuperado durante el año inventariado en kg/año = 0

DBO: Demanda biológica de oxígeno

Para el factor de emisión:

$$FE_j = B0 * MCF$$



Donde:

FE<sub>j</sub>= Factor de emisión, kg de CH<sub>4</sub>/kg de DBO

j= Cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación

B<sub>0</sub>= Capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub>= 0.6 CH<sub>4</sub>/kg de DBO para aguas residuales municipales (IPCC, 2006)

MCF<sub>j</sub>= Factor corrector para el metano (fracción)= Caudal tratado= 0.3 y Caudal no tratado= 0.1 (IPCC, 2006)

Los datos de actividad (caudal tratado) y la materia orgánica, se muestran a continuación. Ver **Tabla 6.25**

**Tabla 6.25 Caudal tratado y materia orgánica**

Delegación	Caudal tratado [m <sup>3</sup> /año]	TOW por tipo de tratamiento kg/DBO-año	TOW removido como lodo kg/DBO-año
Tlalpan	221,487	52,341	26,170.25
Miguel hidalgo	504,000	119,102	59,551
Iztapalapa	47,762,000	11,286,847	5,643,423
Iztacalco	572,835	135,369	67,685
Coyoacán	5,260,000	1,243,014	621,507
Miguel hidalgo	2,242,000	529,817	264,908
Tláhuac	1,134,000	267,980	133,990
Azcapotzalco	306,000	72,312	36,156
Tláhuac	372,000	87,909	43,954
Tlalpan	63,000	14,888	7,444
Tlalpan	378,000	89,327	44,663
Iztacalco	314,000	74,203	37,101
Xochimilco	523,000	123,592	61,796
Tláhuac	562,000	132,809	66,404
GAM	5,860,000	1,384,802	692,401
Xochimilco	1,647,000	389,210	194,605
Tláhuac	1,271,000	300,356	150,178
Tlalpan	157,000	37,101	18,551
Tláhuac	310,000	73,257	36,629
Milpa alta	694,000	164,002	82,001
Alvaro Obregón	2,031,000	479,954	239,977
Iztapalapa	172,000	40,646	20,323
Cuauhtémoc	346,000	81,765	40,882
<b>Total</b>	<b>72,702,322</b>	<b>17,180,603</b>	<b>8,590,302</b>

Fuente: Elaboración propia basada en datos de:

INEGI. (julio de 2013). *Anuario Estadístico del Distrito Federal, 2012.*

CONAGUA. (diciembre de 2011). *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación.*

Estimación de materia orgánica TOW:

$$TOW = P * DBO * 0.001 * I * 365$$

TOW= Total de materia orgánica en las aguas residuales del año inventariado [kg DBO/año]

P= Población en el año de inventario

DBO= DBO per cápita en el año del inventario [g-persona/día] = 14.6 [g-persona/día] (IPCC, 2006)

0.001= Conversión de gramos de DBO a Kg de DBO

I= Factor de corrección para DBO industrial adicional eliminando las cloacas= 1.25 (IPCC, 2006)

Para estimar las emisiones del agua sin tratar se tiene lo siguiente:

TOW [Kg/DBO-año]= 97,456,376

Las emisiones de metano generadas por el tratamiento de aguas residuales se muestran en la **Tabla 6.26**.

**Tabla 6.26 Emisiones de GEI en el tratamiento de aguas residuales**

Gobierno	Emisiones [t/año]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Tratamiento de aguas residuales	N/A	4,462	N/S

### 6.1.6 OTRAS FUENTES

#### Emisiones fugitivas de Gas L.P.

##### *Fugas por almacenamiento y distribución de Gas L.P.*

En las emisiones por almacenamiento y distribución de GLP, sólo se considera el metano, por ser un GEI. Las emisiones de GEI generadas por fugas en instalaciones y accesorios son calculadas con la siguiente ecuación:

$$E_{CH_4} = C_{fugado} * 1000 * FE_{CH_4}$$

Donde:

$E_{CH_4}$  = Emisión de metano (CH<sub>4</sub>), [t<sub>CH<sub>4</sub></sub>/año].

$C_{FUGADO}$  = Combustible fugado [m<sup>3</sup>/año], **Tablas 6.27 y 6.28**.

1000 = Factor de conversión de m<sup>3</sup> a litros

$FE_{CH_4}$  = Factor de emisión para fugas de metano (CH<sub>4</sub>) =  $4.01 * 10^{-7}$  t<sub>CH<sub>4</sub></sub>/L<sub>GLP</sub> fugado

**Tabla 6.27 Gas LP fugado en terminales de almacenamiento**

Categoría	Concepto	Combustible fugado	Unidades
Almacenamiento masivo de GLP en terminales.	Almacenamiento	257	[m <sup>3</sup> GLP fugado/año]
	Carga de auto-tanques	235	
	Descarga de semi-remolques	328	
	Llenado de recipientes portátiles	253	

FUENTE: Elaborada con información de: SENER (2011). Ventas de Gas LP. por delegación. Dirección general de Gas L.P. Información mediante oficio. PEMEX- Gas y Petroquímica Básica (enero de 2011). Volumen mensual en toneladas de las ventas de primera mano de gas LP realizadas a plantas de distribuidores ubicados en Distrito Federal en 2009-2010. Obtenida mediante oficio.

**Tabla 6.28 Gas LP fugado durante su distribución**

Categoría	Concepto	Combustible fugado	Unidades
Distribución de gas L.P.	Estaciones de servicio	102	[m <sup>3</sup> GLP fugado/año]
	Tanques estacionarios	237	
	Venta de tanque portátil	3,509	

FUENTE: Elaborada con información de: SENER (2011). Ventas de Gas LP. por delegación. Dirección general de Gas L.P. Información mediante oficio. PEMEX- Gas y Petroquímica Básica (enero de 2011). Volumen mensual en toneladas de las ventas de primera mano de gas LP realizadas a plantas de distribuidores ubicados en Distrito Federal en 2009-2010. Obtenida mediante oficio.

La emisión de CH<sub>4</sub> se calculó por balance, con la siguiente información:.

%Volumen de CH<sub>4</sub> en 1L de GLP = 0.09 % (PEMEX-GPB, 2013)

δ CH<sub>4</sub> = 0.41 ton/m<sup>3</sup> (Brown, T., *et al*, 2009)

δ<sub>GLP</sub>= 0.52 ton/m<sup>3</sup> (PEMEX-GPB, 2011)

Volumen de GLP = 1L

Contenido de metano en 1L de GLP:

$(1L) \cdot (0.098/100) = 9.8 \cdot 10^{-4} L_{CH_4}/L_{GLP}$

$(9.8 \cdot 10^{-4} L_{CH_4}/L_{GLP}) \cdot (1m^3/1000L) \cdot (0.41 t /m^3) = 4.01 \cdot 10^{-7} t_{CH_4}/L_{GLP}$  fugado

Las emisiones de metano generadas por almacenamiento y distribución de gas L.P. ascienden a 2 toneladas por año.

## 6.2 METODOLOGÍA PARA ESTIMAR LAS EMISIONES DE LA COMUNIDAD

Las emisiones generadas por la comunidad del Distrito Federal, son el resultado de las actividades cotidianas que realiza la sociedad dentro del Distrito Federal. En esta sección se describe la metodología para la estimación de emisiones del sector residencial, industrial, transporte y agropecuario.

### 6.2.1 SECTOR RESIDENCIAL

#### Emisiones por consumo de electricidad

En el mismo concepto de la sección 6.1.1, las emisiones generadas por el consumo de electricidad se asocian a los procesos de combustión que tienen lugar durante su generación y las cuales se calculan por medio de la siguiente ecuación:

$$E_{EDIFICIOS,K} = FE_{EE,K} * EE_{EDIFICIOS}$$

Donde:

E<sub>EDIFICIOS</sub>= Emisión del Gas de Efecto Invernadero (K) en edificios, [t<sub>K</sub>/año].

FE<sub>EE</sub>= Factor de emisión del Gas de Efecto Invernadero (K) por consumo de electricidad, [t<sub>K</sub>/MW-h]. **Tabla 6.29.**

EE<sub>EDIFICIOS</sub>= Consumo de electricidad en viviendas, [MW-h/año]= **3,097,960 [MW-h/año]** (SENER-SIE, 2013)

**Tabla 6.29 Factores de emisión para la generación de electricidad**

Factor de emisión [t/MW-h]		
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
0.669	1.9E-05	3.3E-06

*Fuente:* Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire/Secretaría del Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal, 2011. Factores de emisión obtenidos con base a los siguientes documentos: SENER (2010), Sistema de Información Energética (SIE), consultado en junio de 2011 de <http://sie.energia.gob.mx/>. SENER (2010a), Prospectivas del mercado de Gas natural 2010-2025, consultado en abril de 2011 de [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/perspectiva\\_gas\\_natural\\_2010\\_2025.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/perspectiva_gas_natural_2010_2025.pdf). IPCC 2006 [en línea], 2006 Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), consultado en 2011 de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.

El consumo total se desagregó en los diferentes tipos de viviendas del Distrito Federal que tienen electricidad, con base en resultados del Censo de población y vivienda 2010 (INEGI 2011), es decir, las emisiones se distribuyeron conforme a la participación porcentual que

aporta cada tipo de vivienda en dicho Censo. Las emisiones generadas por el consumo de electricidad del sector residencial se muestran en la **Tabla 6.30**.

**Tabla 6.30 Emisión de GEI por la generación de electricidad**

Comunidad	Emisiones [t/año]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Casa independiente	1,352,194	39	7
Departamento en edificio	487,849	14	2
Vivienda en vecindad	111,399	3	1
Vivienda móvil, refugio u otras	58,816	2	N/S
Vivienda colectiva	13,329	1	N/S
Vivienda en cuarto de azotea	4,631	N/S	N/S
Local no construido para habitación	908	N/S	N/S

N/S.- No Significativo

### Emisiones por consumo de combustibles fósiles

Las emisiones de GEI generadas por la combustión de Gas L.P. y Gas natural en viviendas, se calculan por medio de la siguiente ecuación.

$$E_{GK} = FE_{GK} * C_K \cdot 1000$$

Donde:

$E_{GK}$ = Emisión del Gas de Efecto Invernadero (G) asociado al combustible (K), [kg<sub>G</sub>/año].

$FE_{GK}$ =Factor de emisión del Gas de Efecto Invernadero (G) asociado al combustible (K), [kg<sub>G</sub> /TJ<sub>K</sub>]. Ver **Tabla 6.31**.

$C_K$ = Volumen de combustible, [TJ<sub>K</sub>/año]= **Gas L.P.: 25,764 [TJ/año] y Gas Natural: 6,105 [TJ/año]** (SENER-SIE, 2013)

1000= Factor para convertir de Kg a toneladas

Se emplearon los factores de emisión propuestos por el IPCC, los cuales se muestran a continuación.

**Tabla 6.31 Factores de emisión para combustión en el sector habitacional**

Combustible	Factor de Emisión [kg/TJ de energía]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Gas Natural	56,100	1	0.1
Gas LP	63,100	1	0.1

IPCC (2006) [en línea]. 2006 Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), Consultado en 2011 de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

El consumo de combustibles se desagregó en los diferentes tipos de viviendas del Distrito Federal con base en resultados del Censo de población y vivienda 2010 (INEGI 2011), es decir, las emisiones se distribuyeron conforme a la participación porcentual que aporta cada tipo de vivienda en dicho Censo. Las emisiones generadas por consumo de combustibles en

el sector residencial se muestran en la **Tabla 6.32**.

**Tabla 6.32 Emisión de GEI debida a la combustión en el sector habitacional [t/año]**

Comunidad	Por consumo de combustibles fósiles u otros		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Casa independiente	1,298,924	157	3
Departamento en edificio	518,811	44	N/S
Vivienda en vecindad	98,233	8	N/S
Vivienda móvil, refugio u otras	55,396	4	N/S
Vivienda colectiva	11,750	1	N/S
Vivienda en cuarto de azotea	4,368	N/S	N/S
Local no construido para habitación	821	N/S	N/S

### 6.2.2 SECTOR COMERCIAL

Las emisiones de GEI por consumo de electricidad y combustibles se estiman con la misma metodología que el sector residencial, por lo tanto, sólo se muestran los consumos de electricidad y combustibles de este sector.

**Tabla 6.33 Consumo de electricidad y combustibles en el sector servicios**

Combustible	Consumo	Unidades
Gas Natural	1,409	[TJ/año]
Gas LP	4,141	
Electricidad	2,087,018	[MWh/año]

Fuente: Elaboración propia con base en:  
 SENER-SIE. (2013). *Estadísticas de electricidad y combustibles fósiles*  
 Arceo, J. (junio de 2010). *Eficiencia energética en el Distrito Federal. Actualidad y futuro. Presentación del Foro de Energía II de la 12ª Conferencia de economía Alemana para América Latina.*

**Tabla 6.34 GEI por consumo de electricidad y combustibles en el sector servicios [t/año]**

Comunidad	Por consumo de electricidad			Por consumo de combustibles fósiles u otros		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Comercial y Servicios	1,668,055	40	7	337,944	28	1

### 6.2.3 SECTOR INDUSTRIAL

Para la realización de los cálculos se empleó el consumo de combustibles y las materias primas utilizadas por cada fuente puntual, datos que son aportados por el Anexo A de la Licencia Ambiental Única para las industrias de jurisdicción del gobierno del Distrito Federal (LAU-DF), y la Cédula de Operación Anual (COA) para las industrias de jurisdicción federal.

#### Emisión por combustión

Con respecto al cálculo de emisiones, éstas son realizadas mediante las siguientes ecuaciones:

$$E_{GK} = FE_{GK} * C_K$$

Donde:

$E_{GK}$ = Emisión del gas de efecto invernadero (G) asociado al combustible (K), [t<sub>G</sub>]

$FE_{GK}$ = Factor de emisión del gas de efecto invernadero (G) asociado al combustible (K), [t<sub>G</sub>/m<sup>3</sup><sub>K</sub>] o [t<sub>G</sub>/t<sub>K</sub>].

$C_K$ = Volumen de combustible (K), [m<sup>3</sup><sub>K</sub>] o [t<sub>K</sub>].

Los factores de emisión empleados para el cálculo de las emisiones por combustión, se obtuvieron del IPCC, 2006, en las “*Directrices para Inventarios Nacionales de GEI*”, Vol. 2 de *Energía*. Se considera el tipo de combustible y la utilidad que se les da a los equipos (Tabla 6.35).

**Tabla 6.35 Factores de emisión para combustión del sector industrial**

Combustible	Factor de emisión [t/m <sup>3</sup> ]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Diesel	2.65E+00	1.07E-04	2.15E-05
GLP	1.69E+00	2.67E-05	2.67E-06
GN	1.99E-03	3.54E-08	3.54E-09
Gasóleo	2.65E+00	1.07E-04	2.15E-05
Combustóleo ligero	3.18E+00	1.23E-04	2.47E-05
Combustóleo pesado	3.18E+00	1.23E-04	2.47E-05
Leña*	1.62E+00	4.35E-04	5.79E-05
Petróleo	2.94E+00	1.20E-04	2.41E-05
Gasolina	2.26E+00	9.78E-05	1.96E-05
Coque	3.18E+00	9.79E-05	1.96E-05
Biogás	1.27E-03	2.32E-08	2.32E-09

N/D: No Disponible \*toneladas de GEI/tonelada de combustible

Cabe mencionar que en el sector industrial privado del Distrito Federal se tiene generación de energía eléctrica, la cual se emplea para autoabastecimiento y utiliza gas natural para su generación. En el año 2012, el consumo de gas natural para esta actividad fue de 9,821,121 m<sup>3</sup>.

### Emisiones por proceso

La ecuación para determinar las emisiones de GEI por procesos industriales es la siguiente:

$$E_{GM} = FE_{GM} * M_i$$

Donde:

$E_{GM}$ = Emisión del gas de efecto invernadero (G) asociado a la materia prima (M), [t<sub>G</sub>].

$FE_{GM}$ = Factor de emisión del gas de efecto invernadero (G) asociado a la materia prima (M), [t<sub>G</sub>/m<sup>3</sup><sub>K</sub>] o [t<sub>G</sub>/t<sub>K</sub>].

$M_i$ = Volumen de materia prima (M) asociada al tipo de materia prima (i), [t<sub>K</sub>] o [m<sup>3</sup><sub>K</sub>].

Para obtener las emisiones por proceso se emplearon factores de emisión del IPCC, 2006, en sus “*Directrices para Inventarios Nacionales de GEI*”, Vol. 3, *Procesos y Uso de Productos Industriales*”. Solo los subsectores 36 (industria mineral) y 31 (productos alimenticios), generan emisiones por proceso; cabe hacer mención que para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O no se tienen factores.

El cálculo de emisiones de GEI se realiza considerando la actividad de la empresa, el consumo y tipo de combustible utilizado.

**Tabla 6.36 Factores de emisión para procesos industriales**





Sector	Actividad	FE de CO <sub>2</sub>	Unidad	
Industria mineral (36)	Producción de cemento	Carbonato (CaCO <sub>3</sub> )	0.43971	[t CO <sub>2</sub> /t de carbonato]
	Producción de vidrio	Envases de vidrio	210	[kg CO <sub>2</sub> / t de vidrio]
		Vidrio flotante	210	
		Fibra de vidrio	190	
Productos alimenticios (31)	Producción de cerveza	Tanque de envejecimiento	11.8	[kg/1,000 barriles de cerveza]
		Fermentación	889.56	
		Línea de llenado	20.8656	

Fuente: Elaboración propia con base en: IPCC (2006) [en línea]. 2006 Guidelines for National Emission Inventories (vol. 3). Consultado en 2011 de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

### Emisiones por generación de electricidad (plantas ubicadas en el Distrito Federal)

En el Distrito Federal, el Gobierno Federal, a través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) tiene a su cargo la operación de las centrales generadoras Nonoalco y Xochinahuaca. Para la estimación de emisiones de GEI de estas plantas de generación de electricidad, se empleó el consumo de combustible reportado en la Cédula de Operación Anual (COA).

El cálculo de emisiones es realizada mediante la siguiente ecuación:

$$E_{GK} = FE_{GK} * C_K$$

Donde:

$E_{GK}$ = Emisión del gas de efecto invernadero (G) asociado al combustible (K), [t<sub>G</sub>]

$FE_{GK}$ = Factor de emisión del gas de efecto invernadero (G) asociado al combustible (K), [t G /m<sup>3</sup> K]. Ver **Tabla 6.37**

$C_K$ = Volumen de combustible para la generación de electricidad (K), [m<sup>3</sup>/año]= **9,144,405 m<sup>3</sup>/año** de gas natural.

**Tabla 6.37 Factores de emisión de GEI para procesos de combustión a Gas Natural**

Combustible	Factor de emisión [t/m <sup>3</sup> ]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Gas Natural	1.99E-03	3.54E-08	3.54E-09

Fuente: Factor de emisión basado en, IPCC (2006) [en línea]. 2006 Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), Consultado en 2011 de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

No se tiene considerado el uso de ningún sistema de control o reducción para los GEI, esto significa que la emisión obtenida, se emite totalmente a la atmósfera.

Así mismo se estima que por parte de la industria de generación de electricidad existe un autoconsumo para el desarrollo interno de sus actividades, el porcentaje de autoconsumo se obtuvo de estadísticas nacionales (SENER-SIE, 2013) y equivale a 6.6% del total generado.

Las emisiones de GEI por generación de electricidad del Gobierno Federal se presentan en la **Tabla 6.38**.

**Tabla 6.38. Emisiones de GEI por generación de electricidad, Gobierno Federal, 2012**

Categoría	Emisiones [t/año]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Generación de electricidad	18,949	N/S	N/S
Ventas	17,706	N/S	N/S

Autoconsumo	1,243	N/S	N/S
-------------	-------	-----	-----

N/S: No significativo

### Emisión por consumo de electricidad

Las emisiones de GEI que se reportan en esta sección, son las que se emiten por la quema de combustible durante el proceso de generación de electricidad. Es importante aclarar que las emisiones se generan fuera de la entidad, sin embargo se reportan, ya que la electricidad es consumida por la industria privada ubicada en el Distrito Federal. Las emisiones se calculan por medio de la siguiente ecuación:

$$E_{EDIFICIOS,K} = FE_{EE,K} * EE_{EDIFICIOS}$$

Donde:

$E_{INDUSTRIAL}$  = Emisión del Gas de Efecto Invernadero (K), [ $t_K/año$ ].

$FE_{EE}$  = Factor de emisión del Gas de Efecto Invernadero (K) por consumo de electricidad, [ $t_K/MW-h$ ].

$EE_{INDUSTRIAL}$  = Consumo de electricidad en la industria, [MW-h]

**Tabla 6.39 Factores de emisión para el consumo de electricidad**

Factor de emisión [t/MW-h]		
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
6.52E-01	1.90E-05	3.20E-06

*Fuente:* Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire/Secretaría del Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal, 2011. Factores de emisión obtenidos con base a los siguientes documentos: SENER 2010c, Sistema de Información Energética (SIE), consultado en junio de 2011 de <http://sie.energia.gob.mx/>. SENER 2010a, Prospectivas del mercado de Gas natural 2010-2025, consultado en abril de 2011 de [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/perspectiva\\_gas\\_natural\\_2010\\_2025.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/perspectiva_gas_natural_2010_2025.pdf). IPCC 2006 [en línea], 2006 Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), consultado en 2011 de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.

A continuación se muestra el consumo de electricidad en el sector industrial privado.

**Tabla 6.40 Consumo de electricidad de la industria privada, 2012**

Sector	[MWh/año]
Industria	6,286,769

Las emisiones generadas por el sector industrial, se muestran en la **Tabla 6.41**.

**Tabla 6.41 Emisiones de GEI generadas por la industria privada, 2012 [t/año]**

Electricidad			Combustibles fósiles/materia prima		
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
4,100,841	119	20	3,347,539	26	3

## 6.2.4 SECTOR TRANSPORTE

### Vehículos que pertenecen a la comunidad y circulan por vialidades

Las emisiones de gases de efecto invernadero de los vehículos que utiliza la comunidad para



transportarse, se estimaron de la misma forma y con los mismos factores de emisión de la sección 6.1.4. Transporte (**Tablas 6.14, 4.15, 6.16, 6.17 y 6.18**) por lo que en esta sección, sólo se presenta la flota vehicular y los datos de actividad empleados para la estimación.

**Tabla 6.42. Flota vehicular por tipo, perteneciente a la comunidad, D.F.-2012**

Año Modelo	Número de vehículos												Total
	AP	SUV	TAX	CO	MIC	PICK	V < 3.8	TRA	AUT	V > 3	MC	MB	
1988 y ant.	60,469	11,135	272	211	617	8,241	78	15,584	3,532	6,442	5,423	N/A	<b>112,004</b>
1989	9,464	1,348	16	49	386	1,446	15	781	226	516	933	N/A	<b>15,180</b>
1990	14,366	1,626	83	123	2,534	1,656	28	940	414	801	1,214	N/A	<b>23,785</b>
1991	18,072	2,497	170	218	6,063	2,012	40	1,505	773	1,346	1,961	N/A	<b>34,657</b>
1992	21,251	3,078	356	477	7,086	1,917	36	1,458	1,076	1,266	2,105	N/A	<b>40,106</b>
1993	20,388	4,570	276	383	1,038	2,180	42	1,622	1,445	1,551	1,416	N/A	<b>34,911</b>
1994	22,470	4,625	383	188	175	2,153	18	1,525	1,050	1,531	865	N/A	<b>34,983</b>
1995	14,436	5,743	166	185	67	1,620	26	873	346	869	957	N/A	<b>25,288</b>
1996	9,814	9,239	87	91	28	1,504	21	423	175	482	1,226	N/A	<b>23,090</b>
1997	20,223	9,360	309	105	52	2,635	96	994	412	1,004	2,009	N/A	<b>37,199</b>
1998	41,176	12,723	528	190	83	3,050	143	1,397	788	1,532	2,455	N/A	<b>64,065</b>
1999	39,624	9,178	772	148	77	2,476	145	1,506	985	2,050	3,637	N/A	<b>60,598</b>
2000	55,330	11,348	1,739	167	90	3,121	229	1,843	1,864	2,584	4,794	N/A	<b>83,109</b>
2001	72,140	12,410	4,016	209	45	3,302	226	2,319	2,279	2,084	5,066	N/A	<b>104,096</b>
2002	78,076	14,328	7,320	194	40	3,367	211	1,166	1,505	1,863	6,204	N/A	<b>114,274</b>
2003	73,033	16,842	8,548	256	54	2,734	429	1,355	2,045	1,624	10,433	N/A	<b>117,353</b>
2004	93,681	20,227	11,667	239	36	3,672	641	1,325	1,707	1,523	10,907	N/A	<b>145,625</b>
2005	110,372	32,800	10,251	257	27	4,099	1,297	1,711	2,123	1,888	11,850	N/A	<b>176,675</b>
2006	94,414	32,332	11,775	339	20	5,240	855	1,963	1,656	2,324	4,915	N/A	<b>155,833</b>
2007	106,582	39,948	12,724	527	73	6,420	1,895	2,453	1,514	2,312	3,706	N/A	<b>178,154</b>
2008	105,380	36,560	17,957	415	106	6,296	2,248	3,092	1,940	3,848	6,340	N/A	<b>184,182</b>
2009	101,551	31,840	20,816	255	30	6,649	1,485	1,893	1,494	2,090	8,899	N/A	<b>177,002</b>
2010	88,156	27,262	7,391	375	142	5,573	1,021	686	1,005	1,320	8,787	N/A	<b>141,718</b>
2011	185,826	48,088	8,313	257	75	8,504	1,022	1,633	1,623	2,370	8,322	N/A	<b>266,033</b>
2012	79,551	13,870	10,887	321	33	7,172	1,089	3,417	1,392	2,595	897	N/A	<b>121,224</b>
<b>Total</b>	<b>1,535,845</b>	<b>412,977</b>	<b>136,822</b>	<b>6,179</b>	<b>18,977</b>	<b>97,039</b>	<b>13,336</b>	<b>53,464</b>	<b>33,369</b>	<b>47,815</b>	<b>115,321</b>	<b>N/A</b>	<b>2,471,144</b>

Tabla 6.43. KRV de los vehículos perteneciente a la comunidad, DF -2012

Año Modelo	Millones de Kilómetros recorridos al año (KRV)												Total
	AP	SUV	TAX	CO	MIC	PICK	V < 3.8	TRA	AUT	V > 3	MC	MB	
1988 y ant.	416	80	16	8	33	62	2	219	51	91	134	N/A	1,112
1989	91	13	0	3	26	15	0	11	3	8	23	N/A	193
1990	138	16	4	7	174	17	1	13	5	12	30	N/A	417
1991	174	24	9	11	418	21	1	21	11	20	48	N/A	758
1992	204	30	19	26	488	20	1	20	15	19	52	N/A	895
1993	203	46	15	20	70	23	1	23	20	24	35	N/A	479
1994	228	47	22	9	11	23	0	21	16	23	21	N/A	424
1995	154	62	9	9	4	18	1	12	8	13	24	N/A	314
1996	106	100	5	4	1	17	0	6	4	7	30	N/A	281
1997	218	102	18	5	3	30	2	14	7	15	50	N/A	463
1998	444	139	30	8	4	35	3	20	16	23	61	N/A	783
1999	428	100	44	7	4	29	3	21	16	31	90	N/A	771
2000	597	125	99	8	5	37	5	26	53	40	119	N/A	1,114
2001	778	136	230	9	2	38	5	21	45	32	125	N/A	1,420
2002	842	156	420	9	2	40	4	6	34	29	153	N/A	1,695
2003	788	183	490	12	3	32	9	19	47	25	258	N/A	1,865
2004	1,225	266	669	11	2	54	15	16	69	25	270	N/A	2,622
2005	1,444	431	584	11	1	59	31	24	79	31	293	N/A	2,987
2006	1,238	424	670	14	1	78	20	21	58	40	122	N/A	2,685
2007	1,395	525	727	27	4	94	45	35	55	38	92	N/A	3,036
2008	1,379	483	1,239	27	6	92	54	44	65	66	157	N/A	3,612
2009	1,332	420	1,428	18	1	101	35	21	67	36	220	N/A	3,681
2010	1,158	359	508	27	7	80	24	11	47	24	217	N/A	2,462
2011	2,438	633	565	16	3	126	24	22	47	42	206	N/A	4,122
2012	1,046	184	752	20	2	110	26	48	20	43	22	N/A	2,273
<b>Total</b>	<b>18,466</b>	<b>5,084</b>	<b>8,573</b>	<b>326</b>	<b>1,275</b>	<b>1,251</b>	<b>311</b>	<b>713</b>	<b>857</b>	<b>758</b>	<b>2,852</b>	<b>N/A</b>	<b>40,465</b>

Las emisiones por uso de transporte que circula en vialidades se muestran en la tabla 6.44.

Tabla 6.44 Emisiones de GEI del transporte de la comunidad que circula en vialidades [t/año]

CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
12,400,684	907	662

Vehículos que no circulan por vialidades

*Emisiones por uso de maquinaria agrícola*

Las emisiones de GEI se estimaron con base en los factores de carga predeterminados del modelo de cálculo NONROAD 2008a (U.S. EPA, julio de 2009) y con las características de la flota de equipo agrícola en funcionamiento. Se consideró que los equipos son utilizados 8 horas al día. La maquinaria agrícola se muestra en la **Tabla 6.45**.

Tabla 6.45 Equipo agrícola

Tipo de equipo	Potencia [HP]	Número de equipos
Tractores	0-60	85
	60-85	71
	85-145	45
	> 185	31
Otros	250	542

Las emisiones generadas por el uso de maquinaria agrícola se muestran en la **Tabla 6.46**.

**Tabla 6.46 Emisiones de GEI por el uso de quipo agrícola [t/año]**

CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
8,683	N/S	N/S

*Emisiones por uso de maquinaria de construcción*

Las emisiones se estimaron con los factores de emisión del modelo NONROAD 2008a (U.S. EPA, 2009), considerando valores promedio de potencia de la maquinaria y factores de carga predeterminados por el modelo.

Los datos de actividad que se alimentaron al modelo comprenden el registro de obras privadas realizadas en el Distrito Federal en el año 2010 y las estadísticas de producción de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC, 2012).

Los resultados de emisión obtenidos por el modelo se muestran en la **Tabla 6.47**.

**Tabla 6.47 Emisiones de GEI por el uso de equipo de construcción [t/año]**

Fuente	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Comunidad	6,664	N/S	N/S
Gobierno Federal	3,194	N/S	N/S
<b>Total</b>	<b>9,858</b>	<b>N/S</b>	<b>N/S</b>

*Emisiones por locomotoras*

La emisión de GEI, por el proceso de combustión interna del diesel en locomotoras, se calculó con la siguiente ecuación.

$$E_G = FE_G * C$$

Donde:

E<sub>G</sub>= Emisión del Gas de Efecto Invernadero (G), [kg<sub>G</sub>/año].

FE<sub>G</sub>= Factor de emisión del Gas de Efecto Invernadero (G), [kg<sub>G</sub>/TJ], **Tabla 6.48**.

C= Consumo anual de combustible [TJ]. **Tabla 6.49**

**Tabla 6.48 Factores de emisión de GEI por consumo de combustible en locomotoras, 2012**

Contaminante	FE [kg/TJ]
CO <sub>2</sub>	74,100
CH <sub>4</sub>	8
N <sub>2</sub> O	2.6

La cantidad de diesel quemado y las emisiones de GEI por uso de locomotoras se presentan en las **Tablas 6.49 y 6.50** respectivamente.

**Tabla 6.49 Diesel consumido por tipo de locomotora**

Año	Consumo [TJ/año]		
	Foráneas	Patio	Total
Distrito Federal	60	1	62

**Tabla 6.50 Emisiones de GEI por locomotoras**

Emisiones [t/año]		
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
4,576	N/S	2

### *Emisiones por operación de aeronaves*

La metodología empleada para estimar las emisiones de GEI por operación de aeronaves se describe en la sección 6.1.4 por lo cual sólo se presentan los datos de consumo de combustible y las emisiones obtenidas por la operación de aeronaves debido a las actividades de la comunidad.

Volumen de turbosina [TJ/año] = **19,362 [TJ/año]** (AICM, 2010, IPCC, 2006 y SENER-SIE, 2013)

**Tabla 6.51 Emisiones de GEI por operación de aeronaves**

Categoría	Emisiones [t/año]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Operación de aeronaves	1,384,389	10	41

### *Terminales de autobuses*

Las emisiones de los gases de efecto invernadero, originadas por las terminales de autobuses, se calcularon utilizando la siguiente metodología.

- Cálculo de las emisiones de N<sub>2</sub>O

Las emisiones de N<sub>2</sub>O fueron calculadas a través de una fracción (0.0051), la cual se obtuvo dividiendo la emisión anual de NOx procedente de terminales de autobuses, entre la emisión anual de NOx proveniente de autobuses totales, ya que no se cuenta con factor de emisión para esta categoría. Ambas emisiones fueron tomadas del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2012. Lo anterior se expresa en la siguiente ecuación:

$$F_{N_2O} = \frac{E_{NOxTerminales}}{E_{NOxCriterio}}$$

Donde:

$F_{N_2O}$  = Fracción del N<sub>2</sub>O.

$E_{NOxTerminales}$  = Emisión de NOx proveniente de terminales de autobuses del inventario de emisiones de contaminantes criterio 2012 [t/año].

$E_{NOxCriterio}$  = Emisión de NOx proveniente de autobuses totales del inventario de emisiones de contaminantes criterio 2012 [t/año].



Posteriormente, esta fracción es multiplicada por la emisión de N<sub>2</sub>O, proveniente de la categoría de autobuses, obteniendo como producto la emisión de N<sub>2</sub>O originada por las centrales de autobuses.

- Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>

Las emisiones de CO<sub>2</sub> y HCT<sup>4</sup>, fueron calculadas haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$E_{ijl} = \frac{NC_{ijl} \cdot FE_{ijl} \cdot V_j \cdot Tr_j}{1000}$$

Donde: E<sub>ijl</sub>= Emisión del contaminante i [t/año] del autobús año modelo (j) en la terminal (l).

NC<sub>ijl</sub>= Número de corridas de autobuses año modelo (j) en la terminal (i) (ver **Tabla 6.52**).

FE<sub>ijl</sub>= Factor de emisión del contaminante (i) [kg/km] del autobús año modelo (j) (ver **Tabla 6.53**).

V<sub>j</sub>= Velocidad del autobús año modelo (j) [4 km/h]<sup>5</sup>.

Tr<sub>j</sub>= Tiempo en reposo promedio del autobús año modelo (j) [0.25 h] (Radian Internacional LLC, 1997).

1,000= Factor de conversión de [kg] a [t].

Las emisiones de CH<sub>4</sub> se obtienen en función de los HCT, con la relación: HCT = 0.046 CH<sub>4</sub>

**Tabla 6.52 Número de corridas por terminal de autobuses**

Año modelo	Número de corridas por terminal			
	Norte	Oriente	Poniente	Sur
1988 y ant	59,257	33,019	41,214	21,164
1989	4,389	2,446	3,053	1,568
1990	12,510	6,970	8,701	4,468
1991	18,271	10,180	12,708	6,526
1992	31,000	17,273	21,561	11,073
1993	44,387	24,733	30,873	15,854
1994	28,531	15,897	19,844	10,191
1995	5,596	3,118	3,893	1,999
1996	933	520	649	333
1997	10,809	6,023	7,518	3,861
1998	19,697	10,975	13,700	7,035
1999	24,087	13,421	16,753	8,603
2000	48,502	27,025	33,735	17,324
2001	88,336	49,220	61,440	31,552
2002	57,994	32,314	40,337	20,715
2003	64,359	35,861	44,764	22,988
2004	32,481	18,098	22,592	11,602
2005	42,083	23,449	29,270	15,031
2006	38,187	21,278	26,561	13,640
2007	20,959	11,678	14,578	7,486
2008	43,729	24,366	30,415	15,619
2009	24,306	13,543	16,906	8,682
2010	21,398	11,923	14,883	7,643
2011	52,892	29,471	36,788	18,892
2012	60,189	33,537	41,863	21,499
<b>Total</b>	<b>854,882</b>	<b>476,338</b>	<b>594,599</b>	<b>305,348</b>

Fuente: Elaborada con datos de: SCT. (2013). *Estadísticas básicas del autotransporte Federal, 2012*. Distrito Federal, México: Subsecretaría de Transporte.

<sup>4</sup> Los HCT son calculados para obtener posteriormente las emisiones de CH<sub>4</sub>.

<sup>5</sup> Equivalente a la velocidad más baja que puede usarse en el modelo Mobile6-México.

**Tabla 6.53 Factores de emisión de HCT y CO<sub>2</sub> para autobuses de centrales**

Año Modelo	Factor de emisión [kg/km]	
	HCT	CO <sub>2</sub>
1986	0.0101529	2.00305
1987	0.0101529	2.00305
1988	0.0100565	2.00305
1989	0.0088529	2.00305
1990	0.0088529	2.00305
1991	0.0057442	2.00305
1992	0.0057301	2.00305
1993	0.0058454	2.00305
1994	0.0058454	2.00305
1995	0.0058454	2.00305
1996	0.0058454	2.00305
1997	0.0058454	2.00305
1998	0.0058454	2.00305
1999	0.0058454	2.00305
2000	0.0058454	2.00305
2001	0.0058454	2.00305
2002	0.0058454	2.00305
2003	0.0058454	2.00305
2004	0.0058454	2.00305
2005	0.0058454	2.00305
2006	0.0058454	2.00305
2007	0.0058454	2.00305
2008	0.0058454	2.00305
2009	0.0058454	2.00305
2010	0.0058454	2.00305

Fuente: Corrida MOBILE6-México, 2012

En la **Tabla 6.54** se muestran las emisiones obtenidas para centrales de autobuses.

**Tabla 6.54 Emisiones totales de GEI en terminales de autobuses**

Emisiones [t/año]		
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
3,777	1	N/S

N/S: No Significativo.

## 6.2.5 RESIDUOS

### Emisiones por tratamiento de aguas residuales

En el proceso de tratamiento de agua residual del sector industrial se generan grandes emisiones de metano (CH<sub>4</sub>). La estimación se basó en la metodología propuesta por el IPCC, 2006, en sus *“Directrices para los Inventarios Nacionales de GEI”*, Vol. 5, por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Emis CH}_4 = [ \sum (\text{FE}) ] (\text{TOW} - \text{S}) - \text{R}$$

Donde:

Emis CH<sub>4</sub> =emisiones de CH<sub>4</sub> durante el año del inventario, kg de CH<sub>4</sub>/año

TOW= Total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg de DQO/año





S= Componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, kg de DQO/año= **0.5**  
 FE= Factor de emisión, kg de CH<sub>4</sub>/kg de DQO  
 R= Cantidad de metano recuperado durante el año inventariado en kg/año = 0  
 DQO= Demanda química de oxígeno.

Para el factor de emisión se emplea la siguiente ecuación:

$$FE_j = B_0 * MCF$$

FE<sub>j</sub>= Factor de emisión, kg de CH<sub>4</sub>/kg de DQO  
 j= Cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación  
 B<sub>0</sub>= Capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub>= 0.25 CH<sub>4</sub>/kg de DQO (IPCC, 2006)  
 MCF<sub>j</sub>= Factor corrector para el metano (fracción). Caudal tratado= 0.3 y Caudal no tratado= 0.1 (IPCC, 2006)

Estimación de materia orgánica TOW:

$$TOW = W * DQO$$

TOW= Total de materia orgánica en las aguas residuales del año inventariado [kg DQO/año]  
 W= Agua residual generada por tipo de industria  
 DQO=Demanda químico de oxígeno [kg DQO/año].

**Tabla 6.55 Requerimiento químico de oxígeno por tipo de proceso**

Tipo de proceso	DQO [kg DQO/año]
Sustancias químicas básicas	3
Productos plásticos	3.7
Celulosa	9
Farmacéutica	3
Panadería	10
Conservas	5
Otros	9
Hule	3.7
Vidrio	3
Cemento	3
Fibras artificiales	3.7
Bebidas	2.9
Aceites	1.2
Azúcar	3.2
Carne	4.1
Productos lácteos	2.7
Petroquímica básica	3
Otras industrias manufactureras	4.3

Fuente: Elaborada con datos de: IPCC (2006). Guidelines for National Emission Inventories, Consultado en 2011 de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

En la **Tabla 6.56** se muestran los datos de actividad (caudal tratado) y la materia orgánica estimada.

**Tabla 6.56. Datos de actividad empleados en la estimación de emisiones**

Delegación	Caudal tratado [m <sup>3</sup> /año]	Tipo de tratamiento	TOW por tipo de tratamiento [Kg/DQO-año]	TOW removido como lodo Kg/DQO-año
Coyoacán	946,080	Lodos activados	2,028,372	1,014,186
Miguel hidalgo	788,400	Lodos activados	1,690,310	845,155
Coyoacán	25,229	Lodos activados	54,090	27,045
Tlalpan	819,936	Lodos activados	1,757,922	878,961
Gustavo A. Madero	2,520,000	Lodos activados	5,402,817	2,701,408

\*Fuente: Elaboración propia con base en: CONAGUA. (diciembre de 2011). *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación.*

Para el caudal que no recibe tratamiento, se tiene lo siguiente:

TOW [Kg/DQO -año]= 1,511,970,272

Las emisiones de metano generadas por el tratamiento de agua en la industria privada, ascienden a **19,310 t/año**.

## 6.2.6 OTRAS FUENTES

### Emisiones fugitivas de Gas L.P.

#### *Fugas por accesorios, instalaciones e hidrocarburos no quemados*

Las emisiones de GEI generadas por fugas en instalaciones y accesorios son calculadas con la siguiente ecuación.

$$E_{CH_4} = C_{fugado} * 1000 * FE_{CH_4}$$

Donde:

$E_{CH_4}$ = Emisión de metano (CH<sub>4</sub>), [t<sub>CH<sub>4</sub></sub>/año].

$C_{FUGADO}$ = Combustible fugado [m<sup>3</sup>/año], Tabla 6.56

1000= Factor de conversión de m<sup>3</sup> a litros

$FE_{CH_4}$ = Factor de emisión para fugas de metano (CH<sub>4</sub>) =  $[4.01 * 10^{-7} t_{CH_4} / L_{GLP \text{ fugado}}]$

El combustible fugado se estima por medio de la cantidad de equipos de combustión y conexiones con los que cuentan las viviendas del Distrito Federal, para ello se utiliza el número de viviendas, así como los factores de equipamiento que expresan en porcentaje la cantidad de equipos que utilizan gas L.P. Con los datos anteriores se estima el número de accesorios o equipos (tanques portátiles, estacionarios, estufas y calentadores) y el combustible fugado se obtiene por medio de factores de emisión que están en función del equipamiento.

A continuación se presenta la cantidad de GLP fugado en accesorios e instalaciones e hidrocarburos no quemados (HCNQ).

**Tabla 6.57 Combustible fugado en instalaciones y accesorios e HCNQ**

Categoría	Sector	Fuente de emisión "Actividad"	Combustible fugado (m <sup>3</sup> /año)
Fugas por accesorios en instalaciones domésticas	Residencial	Tanque portátil "TP"	135.06
		Conexiones en TP	9,211.51
		Picteles en TP	8,749.58
		Válvulas de paso en TP	107.56
		Reguladores en TP	4,835.37
		Tanque estacionario "TE"	1,433.83
		Válvulas de paso en TE	33.15
		Reguladores en TE	1,486.43
		Estufas	526.68
		Calentadores	406.34
Fugas en instalaciones (servicios e industria)	Servicios		110.59
	Industria		31.70
Fugas por apagado y encendido de pilotos	Residencial	Pilotos apagados en estufas	3,404.52
		Pilotos apagados en calentadores	0.42
		Pilotos encendido de estufas	739.77
		Pilotos encendido de calentadores	0.42
HNQC	Residencial	Estufas	17,897.64
		Calentadores	6,980.11
	Servicios		2,386.61
	Industria		1,753.53

Las emisiones de metano generadas por fugas de combustible, ascienden a 22 toneladas al año.

### Agricultura y ganadería

#### *Emisiones por fermentación entérica*

Las emisiones por fermentación entérica se estiman por medio de la siguiente ecuación

$$E_{CH_4} = \# \text{Cabezas}_{TIPO} * FE_{TIPOGANADO}$$

Donde:

$E_{CH_4}$  = Emisión de metano (CH<sub>4</sub>), [t<sub>CH<sub>4</sub></sub>/año].

# cabezas<sub>TIPO</sub> = Número de cabezas por tipo de ganado. **Tabla 6.58**

$FE_{CH_4}$  = Factor de emisión de metano (CH<sub>4</sub>). **Tabla 6.59**

Los datos para el cálculo se muestran en las tablas siguientes.

**Tabla 6.58. Número de cabezas de ganado existentes en el Distrito Federal, 2012**

Cabezas existentes al año								
Bovino			Porcino	Ovino	Caprino	Equinos	Mulass	Asnos
Engorda	Lechero	Total						
2,424	5,080	7,504	23,459	28,587	933	838	468	303

Fuente: Elaboración propia con datos de: SAGARPA-DF. (15 de marzo de 2013). *Inventario de especies pecuarias, 2012*. México, D.F., México.

Tabla 6.59. Factores de emisión de metano por tipo de ganado, 2012

Animal	Factor de emisión desecho de animales	Unidades
Ganado vacuno lechero	72	kg CH <sub>4</sub> /cabeza-año
Ganado vacuno de engorda	56	
Ovejas	5	kg CH <sub>4</sub> / 1000 cabeza-año
Cabras	5	
Cerdos	1	
Equinos	18	
Mulas y asnos	10	

Fuente: Elaborada con datos de: IPCC (2006). Guidelines for National Emission Inventories (vol. 4. Agriculture, Forestry and other land use en Guidelines for national greenhouse gas inventories).

Las emisiones de metano generadas por fermentación entérica ascienden a 695 toneladas/año.

### Emisiones por manejo de excretas

Emisiones de óxido nitroso

Las emisiones por manejo de excretas se estimaron por medio de la metodología del IPCC, 2006, Vol. 4. Capítulo 10. Las ecuaciones empleadas se muestran a continuación:

$$N_2O_{D(mm)} = \left[ \sum_S \left[ \sum_T (N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)}) \right] \cdot EF_{3(S)} \right] \cdot \frac{44}{28}$$

Donde:

$N_2O_{D(mm)}$  = emisiones directas de N<sub>2</sub>O de la gestión del estiércol del país, [kg N<sub>2</sub>O/año]

$N_{(T)}$  = cantidad de cabezas de la especie/categoría T

$MS_{(T,S)}$  = fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/categoría de ganado T que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol S en el país, sin dimensión

$EF_{3(S)}$  = factor de emisión para emisiones directas de N<sub>2</sub>O del sistema de gestión del estiércol S, [kg N<sub>2</sub>O-N/kg N] en el sistema de gestión del estiércol

S = sistema de gestión del estiércol

T = especie/categoría de ganado

44/28 = conversión de emisiones de (N<sub>2</sub>O-N) a emisiones de N<sub>2</sub>O

$Nex_{(T)}$  = promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/categoría T [kg N animal/año]

El promedio anual de excreción se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$Nex_{(T)} = N_{indice(T)} \cdot \frac{TAM}{1000} \cdot 365$$

Donde:

$Nex_{(T)}$  = excreción anual de N para la categoría de ganado T, kg/ N animal-año

$N_{indice(T)}$  = tasa de excreción de N por defecto, kg N/(1000 kg masa animal)-día

$TAM(T)$  = masa animal típica para la categoría de ganado T, kg/animal

Los datos para el cálculo se muestran en las tablas siguientes.



**Tabla 6.60. Cantidad de cabezas por tipo de especie**

Cabezas										
Bovino			Porcino	Caprino	Equinos	Mulas	Asnos	Gallos	Pavo	Pato
Engorda	Lechero	total						Gallinas		
4,014	7,062	11,076	25,376	1,071	3,724	468	303	18,962	362	65

Fuente: Elaboración propia con datos de: SAGARPA-DF. (15 de marzo de 2013). Inventario de especies pecuarias, 2012. México, D.F., México.

**Tabla 6.61. Fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie**

Tipo de animal	Fracciones						Total
	Sistema de tipo líquido	Abonado diario	Almacenamiento sólido	Parcelas secas	Praderas y pastizales	Otros sistemas	
Ganado lechero	N/A	N/A	N/A	N/A	0.99	0.01	1
Ganado no lechero	0.01	0.62	0.01	N/A	0.36	N/A	1
Cerdos	0.08	0.02	0.1	0.4	N/A	0.4	1
Borrego	N/A	N/A	N/A	N/A	1	N/A	1
Aves de corral	0.09	N/A	N/A	N/A	0.42	0.49	1
Otros animales	N/A	N/A	N/A	N/A	0.99	0.01	1

Fuente: Elaborada con datos de: IPCC (2006). Guidelines for National Emission Inventories (vol. 4. Agriculture, Forestry and other land use en Guidelines for national greenhouse gas inventories).

**Tabla 6.62. Parámetros para obtener el promedio anual de excreción de N por cabeza [Nex]**

Animal	N índice	TAM	Nex
Ganado lechero	0.48	400	70.08
Ganado no lechero	0.36	305	40.077
Cerdo (crianza)	0.55	28	5.621
Borregos	1.17	38.25	16.3347
Cabra	1.37	34.25	17.1267
Caballos	0.46	307.5	51.6293
Mulas y asnos	0.46	130	21.827
Conejos	8.1	160	473.04
Aves de corral			
Gallinas	0.82	2.2	0.65846
Pollitos	0.6	0.02	0.00476
De engorda	1.1	0.9	0.36135
Pavos	0.74	6.8	1.83668
Patos	0.83	2.7	0.81797

Fuente: Elaborada con datos de: IPCC (2006). Guidelines for National Emission Inventories (vol. 4. Agriculture, Forestry and other land use en Guidelines for national greenhouse gas inventories).

Las emisiones de óxido nitroso por el manejo de excretas ascienden a 3 toneladas

Emisiones de metano

Las emisiones de metano se estiman por medio de la siguiente ecuación:

$$E_{CH_4} = \# \text{Cabezas}_{TIPO} * FE_{TIPOGANADO}$$

Donde:

$E_{CH_4}$  = Emisión de metano (CH<sub>4</sub>), [t<sub>CH<sub>4</sub></sub>/año].

# cabezas<sub>TIPO</sub> = Número de cabezas por tipo de ganado. **Tabla 4.59**

$FE_{CH_4}$  = Factor de emisión de metano (CH<sub>4</sub>). **Tabla 4.62**

**Tabla 6.63. Factores de emisión de metano por tipo de ganado, 2012**

Animal	kg CH <sub>4</sub> /cabeza-año
Ganado doble propósito	0.57
<i>ganado lechero</i>	0.79
<i>ganado para carne</i>	1.07
Ovejas	0.15
Cabras	0.17
Cerdos	1
Equinos	1.64
Mulas y asnos	0.9
Conejos	0.08
Aves (pollos, patos y pavos)	0.05

Fuentes:

E. González Avalos y L.G. Ruiz Suárez (2006). Methane conversion factors from cattle manure in Mexico IPCC (2006). Guidelines for National Emission Inventories (vol. 4. Agriculture, Forestry and other land use en Guidelines for national greenhouse gas inventories).

Las emisiones de metano ascienden a 36 toneladas/año.

### Emisiones por consumo de electricidad y Gas L.P.

Las emisiones de GEI por consumo de electricidad y combustibles se estiman con la misma metodología que los demás sectores por lo tanto, sólo se muestran los consumos de electricidad y combustibles de este sector.

**Tabla 6.64 Consumo de electricidad y combustibles en el sector agrícola**

Combustible	Consumo	Unidades
Gas L.P.	87	[TJ/año]
Electricidad	1,445	[MWh/año]

Fuente: Elaboración propia con base en:

SENER-SIE. (2013). *Estadísticas de electricidad y combustibles fósiles*.

Arceo, J. (Junio de 2010). "Eficiencia energética en el Distrito Federal. Actualidad y futuro". Presentación del Foro de Energía II de la 12ª Conferencia de economía Alemana para América Latina.

**Tabla 6.65 Emisiones de GEI por consumo de electricidad y gas L.P. en el sector agrícola [t/año]**

Comunidad	Por consumo de electricidad			Por consumo de combustibles fósiles u otros		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Agricultura y Ganadería	946	N/S	N/S	5,490	N/S	N/S

N/S: no significativo

## BIBLIOGRAFÍA

- Ambientalis, Consultoría y Proyectos del Medio Ambiente . (2009). *Determinación de factores de emisión en transporte de carga de la Ciudad de México*. Distrito Federal, México.
- AQMD. (agosto de 2013). *Roadway Construction Emissions Model, Version 7.1.4*. Consultado en junio de 2013, de [Software de computadora]: <http://www.airquality.org/ceqa/>
- Arceo, J. (junio de 2010). *Eficiencia energética en el Distrito Federal. Actualidad y futuro. Presentación del Foro de Energía II de la 12ª Conferencia de economía Alemana para América Latina*. Consultado en mayo de 2010, de [http://www.sma.df.gob.mx/cclimatico/descargas/plan\\_accion\\_climatico/05\\_jaime\\_arceo.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/cclimatico/descargas/plan_accion_climatico/05_jaime_arceo.pdf)
- AICM. (2012). *Estadísticas del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México*. Consultado en mayo de 2013, de <http://www.asa.gob.mx/>
- Battye, W., & Battye, R. (2002). *Development of Emissions Inventory Methods for Wildland Fire. Final Report for Thompson G. Pace. U.S.EPA*. Consultado en 2013, de <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/related/firerept.pdf>
- Calvillo, A. y Moncada, G. (2008). *Eficiencia del transporte público y privado*. Consultado en febrero de 2012, de Henrich Böll Stiftung. México, Centroamérica y el Caribe: [http://www.boell-latinoamerica.org/downloads/eficiencia\\_transporte\\_docto\\_\(1\).pdf](http://www.boell-latinoamerica.org/downloads/eficiencia_transporte_docto_(1).pdf)
- Casado, J. M. (15 de septiembre de 2008). *Estudios sobre movilidad cotidiana en México*. Consultado en 17 de mayo de 2013, de Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias sociales, vol. XII núm. 273: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-273.htm>
- CMIC. (2011). *Valor de producción de la obra total realizada por las empresas constructoras, por tipo específico de obra, según localización geográfica de las obras, 2010*. Obtenido de [http://www.cmic.org/cmhc/economiaestadistica/2013/VBP\\_2010.pdf](http://www.cmic.org/cmhc/economiaestadistica/2013/VBP_2010.pdf)
- CMIC. (2013). *Valor de producción de la obra total realizada por las empresas constructoras, por tipo específico de obra, según localización geográfica de las obras, 2012*. Obtenido en julio de 2013, de [http://www.cmic.org/cmhc/economiaestadistica/2013/VBP\\_2012.pdf](http://www.cmic.org/cmhc/economiaestadistica/2013/VBP_2012.pdf)
- COFEPRIS. (2004). *Catálogo de plaguicidas*. Consultado en enero de 2011, de <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/Plaguicidas%20y%20Fertilizantes/CatalogoPlaguicidas.aspx>
- CONAFOR. (2012). *Informe de Resultados de Incendios Forestales Registrados en el D.F., 2012*. Respuesta de solicitud de información mediante correo electrónico. México, D.F.
- CONAGUA. (diciembre de 2011). *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación*. Consultado en junio de 2013, de <http://www.conagua.gob.mx%2FCONAGUA07%2FPublicaciones%2FPublicaciones%2FSGAPDS-INVENTRIO%25202011%2520FINAL.pdf&ei=r6NVUoT9H4K2qgHUkoH4Dg&usg=AFQjCNEIRY3Fn0ZJosHpzW>
- CONAPO. (noviembre de 2012). *Proyecciones de la población 2010-2050*. Consultado en 2013, de <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>
- Davis, N., Lents, J., Nikkila, N. y Osees, M. (2007). *Mexico City vehicle Activity Study, Final Report*. California, U.S.A.: International Sustainable Systems Research.
- DGSU-GDF. (s/f). *Clausura del relleno sanitario Prados de la Montaña: primera experiencia mexicana apegada a una rigurosa normatividad*. Consultado en febrero de 2009, de Dirección General de Servicios Urbanos del Gobierno del Distrito Federal. D. F., México.: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03529e14.pdf>

- E. González Avalos y L.G. Ruiz Suárez (2006). *Methane conversion factors from cattle manure in Mexico*. Consultado en setiembre de 2010 de <http://www.ejournal.unam.mx/atm/vol20-1/ATM20105.pdf>
- FAO. (2010). *Forest and climate change working paper 6. Woodfuels and Climate Change Mitigation. Case studies from Brazil, India and México*. Consultado en agosto de 2011, de <http://www.fao.org/docrep/012/i1639e/i1639e00.pdf>
- FERROVALLE, S.A. de C.V. (13 de marzo de 2013). Estadísticas 2012. México, Distrito Federal, México.
- GDF, INEGI Y GEM. (2007). *Encuesta origen destino*. D. F., México.
- GDF-SMA, IMP. (2003). *Pruebas de emisiones de escape en microbuses de uso intensivo a gasolina y gas natural*. Distrito Federal, México: Autor.
- GDF. (2012). *Sexto Informe de Gobierno, Anexo Estadístico*. Distrito Federal: Autor.
- GODF. (2011). *Listado de Establecimientos que no Requieren Tramitar la Licencia Ambiental Única (LAUDF), publicado en la Gaceta Oficial del Distrito federal*. D.F., México. Consultado en 2011, de: [http://www.sma.df.gob.mx/laudf/download/listado\\_que\\_no\\_requieren\\_LAUDF.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/laudf/download/listado_que_no_requieren_LAUDF.pdf)
- Heróico Cuerpo de Bomberos. (15 de marzo de 2013). *Incendios desglosados por inmueble, 2012*. Dirección General. México, Distrito Federal, México.
- INEGI (2007a). *Clasificación Mexicana de Actividades y Productos, Censos Económicos 2007 (3ª reimpresión)*. D.F., México.
- INEGI. (2010). *Encuesta Nacional de Ingresos y gastos en los hogares. Nueva construcción*. Consultado en octubre de 2011, de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/microdatos2/defaultenighncv.aspx>
- INEGI. (2010). *Sistema de consulta para el cuaderno estadístico del Estado de México*. Consultado en 2011, de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/productos/default.aspx?c=265&s=inegi&upc=702825001719&pf=Prod&ef=&f=2&cl=0&tg=1&pg=0>
- INEGI (2011). *Encuesta Industrial Mensual*. Consultado en abril de 2011, de: <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bdieSI/temp/094729626201.XLS>
- INEGI. (2013). *Vehículos de motor registrados en circulación*. Consultado el 14 de enero de 2013, de INEGI: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/consulta.asp?p=14745&c=23717&s=est&cl=4>
- INEGI. (julio de 2013). *Anuario Estadístico del Distrito Federal, 2012*. Consultado en 2013, de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/productos/default.aspx?c=265&s=inegi&upc=702825046385&pf=Prod&ef=&f=2&cl=0&tg=8&pg=0>
- IPCC. (2000). *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. (vol. 1-6). Consultado en 2013 de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/>
- IPCC. (2006). *Guidelines for National Emission Inventories (vol. 3, Mobile combustion)*. Consultado en 2011, de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- IPCC. (2007). 2.10.2 Direct Global Warming Potentials, en IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Consultado en 2013, de [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html)
- Lents, J., et al. (2005). *Actividad y Emisiones Vehiculares en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)*. México: Autor.
- METROBÚS. (2012). *Parque vehicular del Sistema Metrobús*. recibido mediante correo electrónico.
- METROBÚS. (2013). *Informe anual de actividades 2012*. Distrito Federal, México: Autor.





- METROBÚS. (2013a). *Corredores de Transporte de Bajo Carbono, Pruebas a autobuses de bajas emisiones en la Ciudad de México*. Distrito Federal, México: Autor.
- METROBÚS. (2013a). *Numeralia 2012; RTP (2013). Informe anual 2012*.
- Oficialia Mayor, GDF. (2013). *Padrón Vehicular del Gobierno del Distrito Federal, 2012*. Distrito Federal, México: Autor.
- PEMEX. (1997). *Efecto de los componentes del Gas Licuado de Petróleo en la Acumulación de Ozono*. México: Petróleos Mexicanos.
- PEMEX. (4 de julio de 2013). *Ventas y calidad promedio de combustibles comercializados en la Zona del Valle de México*. México, Distrito Federal, México.
- Red de Transporte de Pasajeros. (2010). *RTP presentó sus nuevas unidades ECOBUS ciudad de vanguardia*. Distrito Federal, México: Autor.
- Red de Transporte de Pasajeros. (2013). *Informe anual de actividades 2012*. Distrito Federal, México: Autor.
- SAGARPA-DF. (15 de marzo de 2013). *Inventario de especies pecuarias, 2012*. México, D.F., México.
- SAGARPA-SIAP. (2012). *Sistema de Información Agroalimentaria de consulta (SIACON)*. [Software de computadora]. Consultado en 2013, de [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350)
- SAGARPA-SIAP. (25 de marzo de 2013). *Estadísticas agropecuarias del Distrito Federal y el Estado de México*. Servicio de Información agroalimentaria y pesquera. Recibido Mediante Oficio 02/2013.. México.
- SCT. (2013). *Estadísticas básicas del autotransporte Federal, 2012*. Distrito Federal, México: Subsecretaría de Transporte.
- SEDEMA-GDF. (2013). *Estadísticas de temperatura en el Distrito Federal, 2012*. México, D.F. Consultado en 2013, de [http://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/productos/basesdedatos/bd\\_redmet.php](http://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/productos/basesdedatos/bd_redmet.php)
- SEDEMA-GDF. (20 de marzo de 2013). *Reporte de las estadísticas meteorológicas de la Ciudad de México, 2012*. México, Distrito Federal, México.
- SMA-GDF. (2011). *DATGEN para fuentes puntuales* [Base de datos], elaborada con información del sector industrial enviada a la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire mediante el Anexo "A" de la Licencia Ambiental Única del Distrito Federal. D.F., México.
- SMA-GDF. (2012). *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México, Informe final 2012*. México: Autor.
- SMA-GDF. (2012a). *Estudio para determinar la vialidad pavimentada y sin pavimentar del Distrito Federal*. Subdirección de Inventario y modelación.
- SMA-GDF. (2012b). *Inventario de Residuos sólidos del Distrito Federal 2011*. Consultado en marzo de 2013, de [http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/biblioteca/IRSDF2011\\_FINAL.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/biblioteca/IRSDF2011_FINAL.pdf)
- SMA-JUDIE (2010). *Balance de electricidad de la ZMVM para el inventario de GEI-Carbono, 2010*.
- SEMARNAT-INECC. (2013). *Listado de proyectos ingresados y resueltos en Oficinas Centrales y Delegaciones Federales de la SEMARNAT, Consultas Públicas y Reuniones Públicas de Información de los trámites sometidos al Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA)*. Consultado en 25 de abril de 2013, de SEMARNAT: <http://tramites.semarnat.gob.mx/index.php/component/content/article?id=273>
- SEMARNAT-INECC. (2012). *México, quinta comunicación nacional ante la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*. Ciudad de México: SEMARNAT-INECC, Grupo Comunicarse, S.C.

- SENER (2010). *Sistema de Información Energética*, consultado en junio de 2011 de <http://sie.energia.gob.mx/>.
- SENER (2010a), *Prospectivas del mercado de Gas natural 2010-2025*, consultado en abril de 2011 de [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/perspectiva\\_gas\\_natural\\_2010\\_2025.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/perspectiva_gas_natural_2010_2025.pdf).
- SENER. (2012). *Prospectiva del sector eléctrico 2012-2026*. Consultado en 2013, de [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2012/PSE\\_2012\\_2026.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PSE_2012_2026.pdf)
- SENER. (2012a). *Prospectiva del mercado de gas licuado de petróleo 2012-2016*. Consultado en 2013, de [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2012/PGLP\\_2012\\_2026.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PGLP_2012_2026.pdf)
- SENER. (2012b). *Prospectivas del mercado de gas natural*. Consultado en 2013, de [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2012/PGN\\_2012\\_2026.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PGN_2012_2026.pdf)
- SENER. (2012c). *Balance nacional de energía, 2011*. Consultado en 2013, de [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2012/BNE\\_2011.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/BNE_2011.pdf)
- SENER-SIE. (2013). *Estadísticas de electricidad y combustibles fósiles*. Consultado en febrero de 2013, de <http://sie.energia.gob.mx/>
- SETRAVI-GDF. (2013). *Padrón vehicular del transporte público concesionado en el Distrito Federal*. Recibido a través de oficio STV/DGT/2940/2013 de fecha junio 26 de 2013.
- SMA-GDF, INE-DGCENICA y UAMI. (2008). *Informe técnico de monitoreo y evaluación de las concentraciones de compuestos orgánicos volátiles en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*. Consultado en 2010, de [http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/informe\\_tecnico\\_covs.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/informe_tecnico_covs.pdf)
- SMA-GDF, SAGARPA. (2005). *Atlas de Vegetación y Uso del Suelo, 2005. Suelo de conservación del Distrito Federal. Oficina Estatal de información para el desarrollo sustentable de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal*. Consultado en 2013, de <http://www.paot.org.mx/centro/varios/oeidrus/ms4w/oeidrus/vegetacion.html>
- SMA-GDF; Universidad Autónoma de Chapingo;. (2000). *Bases para el manejo Ambiental de la Zona oriente del Valle de México. Diagnostico y evaluacion del riesgo de erosión eólica en la cuenca de México y áreas adyacentes*. D.F., México.
- Transparencia-GDF (2013). *Información útil a tu alcance sobre la Autopista Urbana*. Consultado el 19 de agosto de 2013, de [http://www.transparenciaautopistaurbana.df.gob.mx/au\\_surponiente.html](http://www.transparenciaautopistaurbana.df.gob.mx/au_surponiente.html)
- TÜV Rheinland de México S.A. de C.V. . (2000). *Programa para la Reducción y Eliminación de Fugas de gas L.P. en las Instalaciones Domésticas de la ZMVM*. México.
- UNAM, CAM (2006). *Estudio Integral Metropolitano de Transporte de Carga y Medio Ambiente para el Valle de México (EIMTCA-MAVM). Proyecto de realización del estudio matriz origen-destino para el transporte de carga. Informe Final*. Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Comisión Ambiental Metropolitana. D.F., México.
- U. S. EPA. (2001). *Mobile 6, Emission factors for natural gas vehicles. United States Environmental Protection Agency 420-R-01-033* . USA.
- U.S. EPA. (1996). *13.1 Wildfires And Prescribed Burning en AP42 Compilation for air pollutant Emission Factors and Inventory Group, USA*. Consultado en 2013, de <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch13/final/c13s01.pdf>
- U.S. EPA. (2003). *Mobile México V6.2 [Software de computadora]*. USA.
- U.S. EPA. (2008a). *Factor Information Retrieval (FIRE) V 6.25*. [Base de datos], USA. Consultado en 2011, de: <http://cfpub.epa.gov/oarweb/index.cfm?action=fire.main>



- U.S. EPA. (julio de 2009). *NONROAD Model (nonroad engines, equipment, and vehicles)*. Consultado en 2013, de <http://www.epa.gov/otaq/nonrdmdl.htm>
- U.S. EPA. (diciembre de 2011). *AP-42 Compilation for Air Pollutant Emission Factors in AP-42 fifth edition V.I. Stationary Point and Area Sources. United States Environmental Protection Agency*. Consultado en 2013, de <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>
- USAID, LMOP. (2009). *Modelo de Biogás Mexicano 2.0*. United States Agency of International Development, Landfill Methane Outreach Program. Consultado en 2013, de: <http://www.epa.gov/lmop/international/mexicano.html>

## ANEXOS

En las Tablas A.1 y A.2 se presentan las emisiones de GEI del Gobierno del Distrito Federal y de la Comunidad, desagregadas por categoría.

**Tabla A.1 Emisiones de GEI generadas por las actividades del Gobierno del Distrito Federal, 2012**

Sector	Emisiones [t/año]			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq.
<b>Edificios</b>	<b>170,416</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>170,839</b>
Edificios no residenciales	170,416	5	1	170,839
<b>Instalaciones</b>	<b>561,661</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>562,930</b>
Alumbrado público y semáforos	188,975	5	1	189,398
Bombeo de agua (energía)	358,046	10	2	358,892
Otras (Industrias a cargo del GDF)	14,640	N/S	N/S	14,640
<b>Transporte</b>	<b>1,052,925</b>	<b>37</b>	<b>11</b>	<b>1,057,128</b>
Vehículos que circulan por vialidades	290,554	12	6	292,642
<i>Autos particulares</i>	22,268	3	2	22,939
<i>Camionetas (SUV)</i>	1,393	N/S	N/S	1,393
<i>Taxis</i>	N/A	N/A	N/A	N/A
<i>Vagonetas y Combis</i>	3,977	N/S	N/S	3,977
<i>Microbuses</i>	625	N/S	N/S	625
<i>Pick up y vehículos de carga hasta 3.8 t.</i>	32,705	4	3	33,699
<i>Tractocamiones</i>	3,229	N/S	N/S	3,229
<i>Autobuses</i>	56,119	N/S	N/S	56,119
<i>Vehículos de carga mayores a 3.8 t.</i>	87,675	1	1	87,998
<i>Motocicletas</i>	1,472	3	N/S	1,547
<i>Metrobús</i>	50,174	N/S	N/S	50,174
<i>Transportes eléctricos</i>	30,917	1	N/S	30,942
Vehículos que no circulan por vialidades	762,371	25	5	764,486
<i>SCT- Metro</i>	670,158	19	3	671,527
<i>Aeronaves</i>	101	N/S	N/S	101
<i>Maquinaria de construcción</i>	92,112	6	2	92,858
<b>Residuos</b>	<b>422,160</b>	<b>158,303</b>	<b>N/A</b>	<b>4,379,735</b>
Disposición de residuos sólidos	422,160	153,841	N/A	4,268,185
Tratamiento de aguas residuales y descarga	N/A	4,462	N/A	111,550
<b>Otras emisiones</b>	<b>N/A</b>	<b>N/S</b>	<b>N/A</b>	<b>N/S</b>
Emisiones fugitivas	N/A	N/S	N/A	N/S
<b>Total</b>	<b>2,207,162</b>	<b>158,360</b>	<b>15</b>	<b>6,170,632</b>

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

Tabla A.2 Emisiones de GEI generadas por las actividades de la Comunidad, D.F.- 2012

Sector	Emisiones [t/año]		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<b>Residencial</b>	<b>4,017,429</b>	<b>273</b>	<b>15</b>
Casas independientes	3,668,506	254	14
Casas multifamiliares	348,923	19	1
<b>Comercial</b>	<b>2,005,999</b>	<b>68</b>	<b>8</b>
<b>Industria</b>	<b>5,363,996</b>	<b>145</b>	<b>22</b>
Generación de electricidad	20,442	N/S	N/S
Otras plantas industriales	5,343,554	145	22
<b>Transporte</b>	<b>12,400,684</b>	<b>907</b>	<b>662</b>
Vehículos que circulan por vialidades	10,989,401	896	619
<i>Autos particulares</i>	<i>3,530,173</i>	<i>371</i>	<i>259</i>
<i>Camionetas (SUV)</i>	<i>1,489,981</i>	<i>115</i>	<i>145</i>
<i>Taxis</i>	<i>1,491,782</i>	<i>108</i>	<i>101</i>
<i>Vagonetas y Combis</i>	<i>117,643</i>	<i>11</i>	<i>10</i>
<i>Microbuses</i>	<i>1,138,593</i>	<i>69</i>	<i>18</i>
<i>Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.</i>	<i>514,341</i>	<i>42</i>	<i>42</i>
<i>Tractocamiones</i>	<i>973,208</i>	<i>3</i>	<i>2</i>
<i>Autobuses</i>	<i>1,120,817</i>	<i>17</i>	<i>2</i>
<i>Vehículos de carga mayores a 3 t.</i>	<i>552,040</i>	<i>42</i>	<i>31</i>
<i>Motocicletas</i>	<i>60,823</i>	<i>118</i>	<i>9</i>
Vehículos que no circulan por vialidades	1,411,283	11	43
<i>Aeronaves</i>	<i>1,384,389</i>	<i>10</i>	<i>41</i>
<i>Maquinaria de construcción</i>	<i>9,858</i>	<i>N/S</i>	<i>N/S</i>
<i>Maquinaria agrícola</i>	<i>8,683</i>	<i>N/S</i>	<i>N/S</i>
<i>Locomotoras</i>	<i>4,576</i>	<i>N/S</i>	<i>2</i>
<i>Autobuses foráneos</i>	<i>3,777</i>	<i>1</i>	<i>N/E</i>
<b>Residuos</b>	<b>N/A</b>	<b>19,310</b>	<b>N/A</b>
Tratamiento de aguas residuales y descarga	N/A	19,310	N/S
<b>Otras emisiones</b>	<b>6,436</b>	<b>755</b>	<b>32</b>
Agricultura, forestal y uso de suelo	6,436	731	32
Emisiones fugitivas	N/A	24	N/A
<b>Total</b>	<b>23,794,544</b>	<b>21,458</b>	<b>739</b>

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

