

## 4.2 FUENTES DE ÁREA

Las fuentes de área de la ZMVM, son demasiado numerosas y dispersas como para que sus emisiones sean incluidas individualmente en el inventario, por lo que se agrupan en categorías de emisión, las cuales están integradas por subcategorías, que a su vez puede incluir varias modalidades, las categorías de emisión de las fuentes de área se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 4.2.1 Fuentes de área inventariadas**

Categoría		Subcategoría	Modalidad
Combustión en fuentes estacionarias		Combustión industrial	Gas natural
		Combustión comercial / institucional	Gas natural, Gas L.P., Gasoleo doméstico
		Combustión habitacional	Gas natural, gas L.P.
Fuentes móviles que no circulan por carretera		Operación de aeronaves	Turbosina / Gas avión
		Locomotoras	Foráneas y de patio a diesel
		Terminal de autobuses de pasajeros	Diesel
Uso de Solventes		Consumo de solventes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos en aerosol</li> <li>• Productos domésticos</li> <li>• Productos de cuidado personal</li> <li>• Productos de cuidado automotriz</li> <li>• Adhesivos y selladores</li> <li>• Pesticidas</li> <li>• Productos misceláneos.</li> </ul>
		Limpieza de superficies en la industria	Solventes en general
		Recubrimiento superficies arquitectónicas	Base agua, Base solvente
		Recubrimiento de superficies industriales	Base agua, Base solvente
		Lavado en seco	Gas nafta, Percloroetileno
		Artes gráficas	Solventes en general
		Pintado de carrocerías	
		Pintado de señalamientos de tránsito	
		Aplicación de asfalto	
Fuentes industriales ligeras y comerciales		Panaderías	Fermentación
		Esterilización en hospitales	Uso de solventes
		Asados al carbón	Cocción de carne de Res y Pollo
		Incendio en estructuras	Por tipo de estructura
Fuentes de área miscelánea		Incendios forestales	Por tipo de vegetación
		Vialidades pavimentadas	Transito intenso, transito escaso
		Vialidades sin pavimentar	Transito intenso, Transito escaso
		Emisiones domesticas de amoniaco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respiración y transpiración humana</li> <li>• Desechos de perros y gatos</li> <li>• Uso doméstico de amoniaco</li> <li>• Humo de cigarrillos</li> <li>• Pañales desechables</li> <li>• Otros desechos humanos</li> </ul>
		Rellenos sanitarios	Municipales no peligrosos
		Tratamiento de aguas residuales	Domésticas no industriales
		Terminales de almacenamiento masivo	Gasolina, Diesel, Turbosina, C. industrial
Almacenamiento y transporte de derivados del petróleo	Almacenamiento y distribución de combustibles líquidos	Distribución de gasolina (en estaciones de servicio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pipas en transito, con carga</li> <li>• Pipas en transito, sin carga</li> <li>• Recarga tanque de almacenamiento</li> <li>• Respiración tanque almacenamiento</li> <li>• Recarga de combustible en vehículos</li> <li>• Derrames en recarga de vehículos</li> </ul>
		Carga de combustibles en aeronaves	Turbosina, Gas avión
		Terminales de almacenamiento masivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de semirremolques</li> <li>• Almacenamiento</li> <li>• Carga de auto-tanques</li> <li>• Carga de tanque portátil</li> </ul>
	Distribución y almacenamiento de gas L.P.	Distribución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga en estaciones de carburación</li> <li>• Descarga en tanques estacionarios</li> <li>• Distribución y venta de recipientes portátil</li> </ul>
		Industrial	General
		Servicios	General
	Fugas en instalaciones	Habitacional	Recipiente portátil y estacionario, estufas y calentadores
		Industrial	General
		Servicios	General
	Hidrocarburos no quemados	Habitacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estufas</li> <li>• calentadores</li> </ul>
		Industrial	General
		Servicios	General

Fuente: Manuales del Programa de Inventario de Emisiones para México, 1997.

## 4.2.1 Metodología de las fuentes de área

En general, se aplicó la metodología de estimación de emisiones propuesta en los manuales del Programa de Inventario de Emisiones para México (Radian Internacional, 1997), incorporándose las recomendaciones de la *Evaluación del Inventario de Emisiones de la ZMVM de 1998*, realizada por la empresa Eastern Research Group y las del estudio, *Análisis y Diagnóstico del Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México*, realizado por los Doctores, Mario J. Molina y Luisa T. Molina.

Los procedimientos para estimar las emisiones de este sector son variados, debido a que las fuentes emisoras involucran tanto procesos de combustión, como de degradación biológica, fugas de combustibles y evaporación de solventes, por mencionar algunos. En la mayoría de las categorías de fuentes de área se estimaron las emisiones de los compuestos orgánicos totales y volátiles, sólo en aquellas actividades donde se realizan procesos de combustión se estimaron las partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros, bióxido de azufre, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, así como el metano, el amoníaco y las emisiones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> resuspendidas por el tránsito de vehículos en las vialidades.

En los cálculos de emisiones se utilizaron factores de emisión *per cápita*, por nivel de actividad y factores provenientes de modelos, tales como: el Landfill<sup>1</sup>, Tanks<sup>2</sup> y Faeed<sup>3</sup>, desarrollados por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de Norte América (US-EPA). En la medida que los factores de emisión y los modelos lo permiten, estos fueron corregidos con los parámetros meteorológicos de la ZMVM, cabe mencionar que para la categoría de almacenamiento y distribución de gas L.P. se utilizaron factores de emisión desarrollados por el Instituto Mexicano del Petróleo<sup>4</sup> y el TÜV Rheinland de México<sup>5</sup>.

La información disponible fue analizada con el objetivo de determinar el nivel de actividad asociado al factor de emisión y/o la aplicación del modelo respectivo a la fuente emisora. La información fue obtenida de varias instituciones, entre ellas, la Secretaría de Energía, la Secretaría de Obras y Servicios, la Planta de Asfalto del Gobierno del Distrito Federal, el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, PEMEX Refinación y Petroquímica Básica, el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, entre otras.

## 4.2.2 Emisiones horarias de las fuentes de área

La elaboración del perfil horario para distribuir las emisiones de las fuentes de área, se realizó tomando en cuenta los horarios en que la población realiza sus actividades cotidianas, como son la transportación al trabajo y/o escuela, la cocción de alimentos, la limpieza del hogar, el arreglo y aseo personal, así como los horarios asociados a la operación del transporte aéreo y terrestre, tomando en cuenta los perfiles de distribución horaria de fuentes fijas y fuentes móviles.

---

1 U.S. EPA, 1996. Storage Tank Emissions Calculation Software (TANKS) Version 4.0.

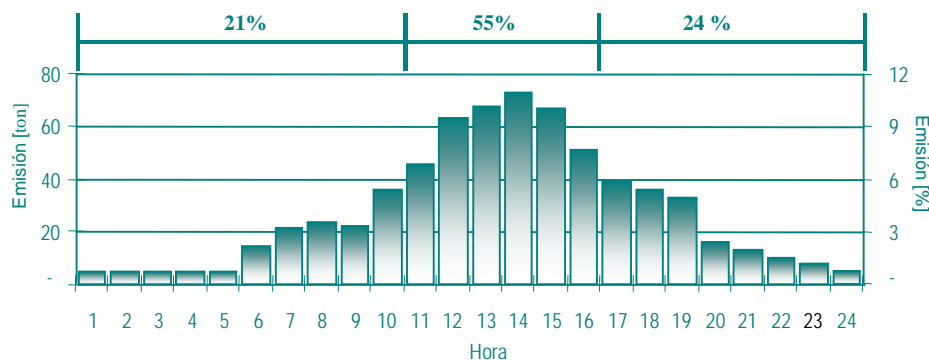
2 U.S. EPA, 1998. User Manual Landfill Gas Emissions Model V.2.01. <http://www.epa.gov/ttn/atw/landfill/landflpg.html>

3 U.S. EPA. Aircraft Engine Emission User Guide and Data Base (FAEED 3.1) <http://www.epa.gov/otaq/aviation.htm>

4 PEMEX Gas y Petroquímica Básica, 1997. Efectos del Gas LP en la ZMCM.

5 TÜV Rheinland de México, 2000. Programa Reducción y Eliminación de Fugas de GLP en Instalaciones Domésticas, ZMVM.

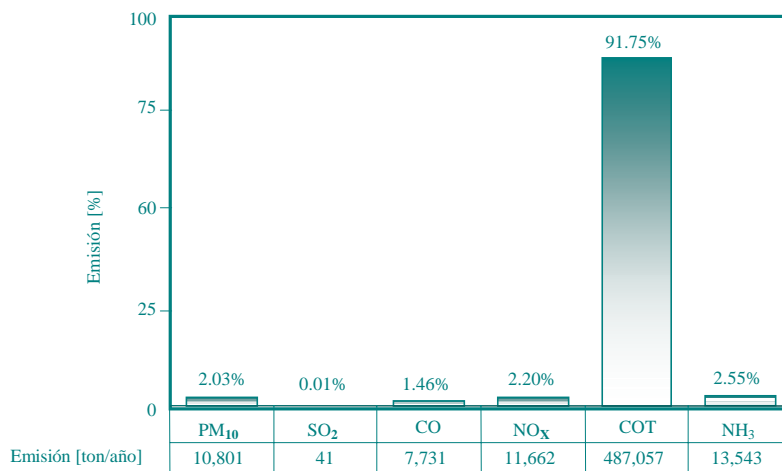
Con el análisis anterior se construyó la Gráfica 4.2.1, donde se observa que a partir de la 1:00 y hasta las 10:00 horas, se emiten el 21% de las emisiones de COV, de las 11:00 a las 16:00 horas el 55% y de las 17:00 a las 24:00 horas el 24% restante.



**Gráfica 4.2.1 Perfil de emisión horaria de COV de las fuentes de área**

### 4.2.3 Emisiones anuales de las fuentes de área

En la Zona Metropolitana del Valle de México, las fuentes de área en el año 2004, emitieron aproximadamente 531 mil toneladas de contaminantes, de los cuales, los más abundantes son los COT, que representan el 92%, mientras que los  $\text{NO}_x$  y el  $\text{NH}_3$ , en conjunto representan sólo el 5%. Ver Gráfica 4.2.2, donde se muestran las emisiones de los contaminantes criterio en porcentaje y peso.



**Gráfica 4.2.2 Distribución de contaminantes de fuentes de área**

Es importante mencionar, que de las 487 mil toneladas de COT que generan las fuentes de área, el 46% es metano y el 44% compuestos orgánicos volátiles; y de las 10,801 toneladas de partículas menores a 10  $\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>) que emiten las fuentes de área, el 18% son menores a 2.5  $\mu\text{m}$ , y las vialidades no pavimentadas son los principales emisores. Para mayor detalle sobre las emisiones contaminantes generadas por cada una de las fuentes que integran este sector, ver la Tabla 4.2.2.

Tabla 4.2.2 Inventario de emisiones de fuentes de área

Subcategorías	Emisiones por contaminante [ton/año]								
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COT	CH <sub>4</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
<b>Combustión en fuentes estacionarias</b>	<b>389</b>	<b>389</b>	<b>19</b>	<b>3,208</b>	<b>7,358</b>	<b>519</b>	<b>133</b>	<b>282</b>	<b>16</b>
Combustión industrial	226	226	18	2,496	2,972	327	69	164	15
Combustión comercial / institucional	32	32	N/S	158	979	39	14	25	N/E
Combustión habitacional	131	131	1	554	3,407	153	50	93	1
<b>Fuentes móviles no carreteras</b>	<b>49</b>	<b>47</b>	<b>17</b>	<b>3,323</b>	<b>4,276</b>	<b>1,934</b>	<b>179</b>	<b>1,859</b>	<b>N/S</b>
Operación de aeronaves	17	17	N/S	3,071	2,923	1,859	178	1,785	N/E
Locomotoras (foráneas/ patio)	31	29	17	166	1,310	55	N/E	54	N/A
Terminales de Autobuses de pasajeros	1	1	N/S	86	43	20	1	20	N/S
<b>Uso de solventes</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>179,566</b>	<b>N/A</b>	<b>134,039</b>	<b>N/A</b>
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	22,529	N/A	22,259	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,464	N/A	2,415	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	23,937	N/A	20,825	N/A
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	704	N/A	695	N/A
Limpieza de superficie industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	31,681	N/A	19,009	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10,573	N/A	6,132	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7,041	N/A	7,041	N/A
Aplicación de asfalto	N/E	N/E	N/A	N/A	N/A	77	N/A	77	N/A
Uso comercial y doméstico de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	80,560	N/A	55,586	N/A
<b>Almacenamiento y transporte derivados del petróleo</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>64,731</b>	<b>6</b>	<b>63,709</b>	<b>N/A</b>
Distribución y almacenamiento de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	967	N/A	967	N/A
Carga de combustible en aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6	N/S	6	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,925	N/S	2,877	N/A
Fugas en instalaciones a gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	24,753	2	24,357	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	36,080	4	35,502	N/A
<b>Fuentes industriales ligeras y comerciales</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>4,663</b>	<b>N/A</b>	<b>4,663</b>	<b>N/A</b>
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4,644	N/A	4,644	N/A
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	19	N/A	19	N/A
<b>Manejo de residuos</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>241</b>	<b>N/A</b>	<b>235,573</b>	<b>223,346</b>	<b>11,970</b>	<b>N/E</b>
Rellenos sanitarios	N/E	N/E	N/A	241	N/A	232,947	223,346	9,554	N/E
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,626	N/A	2,416	N/E
<b>Fuentes de área miscelánea</b>	<b>10,363</b>	<b>1,526</b>	<b>5</b>	<b>959</b>	<b>28</b>	<b>71</b>	<b>26</b>	<b>40</b>	<b>13,527</b>
Incendios en estructuras	28	26	N/E	434	10	36	N/A	24	N/A
Incendios forestales	57	47	5	525	18	35	26	16	2
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	13,525
Vialidades pavimentadas	1,523	91	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	8,755	1,362	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>Total</b>	<b>10,801</b>	<b>1,962</b>	<b>41</b>	<b>7,731</b>	<b>11,662</b>	<b>487,057</b>	<b>223,690</b>	<b>216,562</b>	<b>13,543</b>

N/A: No Aplica, N/S: No Significativo, N/E: No Estimado, HCNQ: Hidrocarburos No Quemados

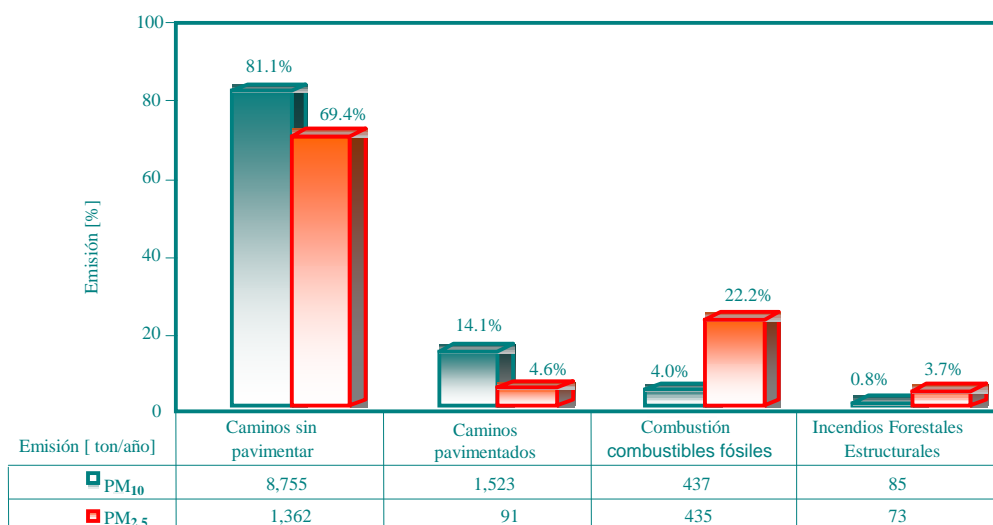
## 4.2.4 Emisiones de las fuentes de área por contaminante

A continuación se describe a mayor detalle las emisiones de  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $NO_x$ , COT y COV, así como sus principales generadores; en lo que se refiere a las emisiones de CO y  $SO_2$ , estas no son significativas ya que en conjunto representan el 1.5% de las emisiones totales de las fuentes de área. Por otro parte, casi el 100% de las emisiones de  $CH_4$ , se generan en los rellenos sanitarios y respecto a las emisiones de  $NH_3$ , principalmente son de origen doméstico.

### Partículas $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$

Las emisiones de partículas dentro de las fuentes de área son principalmente de origen geológico, siendo las vialidades no pavimentadas los que contribuyen con el 81% y 70% de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  respectivamente, incluso, son relevantes sus emisiones considerando la contribución de los otros sectores, ya que representan el 42% y 20% respectivamente del total de la ZMVM.

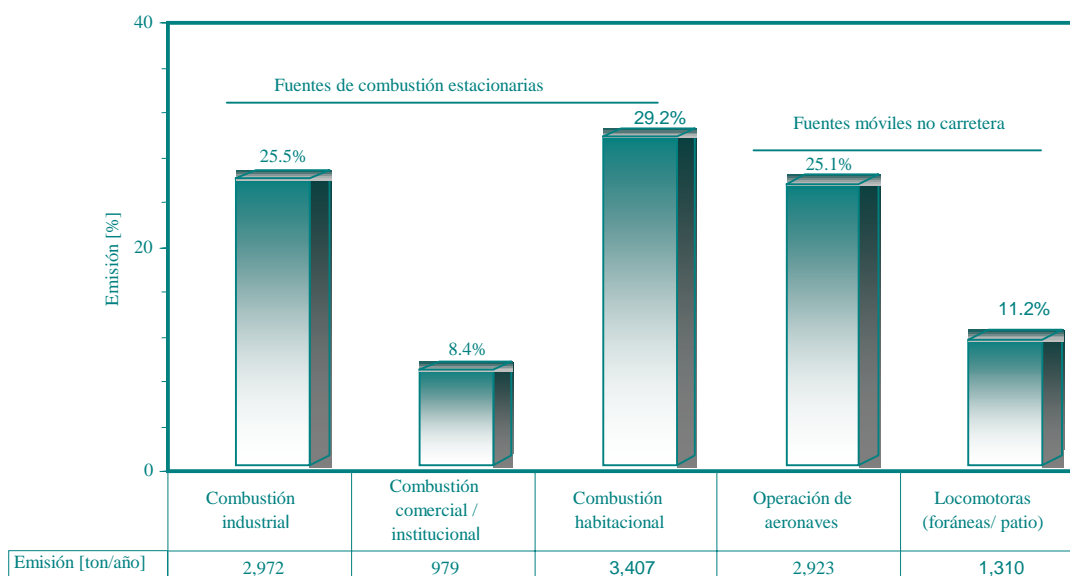
Por otro parte, en las emisiones generadas por combustión (se incluye al diesel, gas L.P. y gas natural), sólo son importantes las emisiones de  $PM_{2.5}$  con el 22%, y en el caso del material que se consume en los incendios estructurales y forestales, aporta cerca del 1% y del 4% de las emisiones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  respectivamente (ver Gráfica 4.2.3.).



Gráfica 4.2.3 Emisiones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$

## Óxidos de nitrógeno

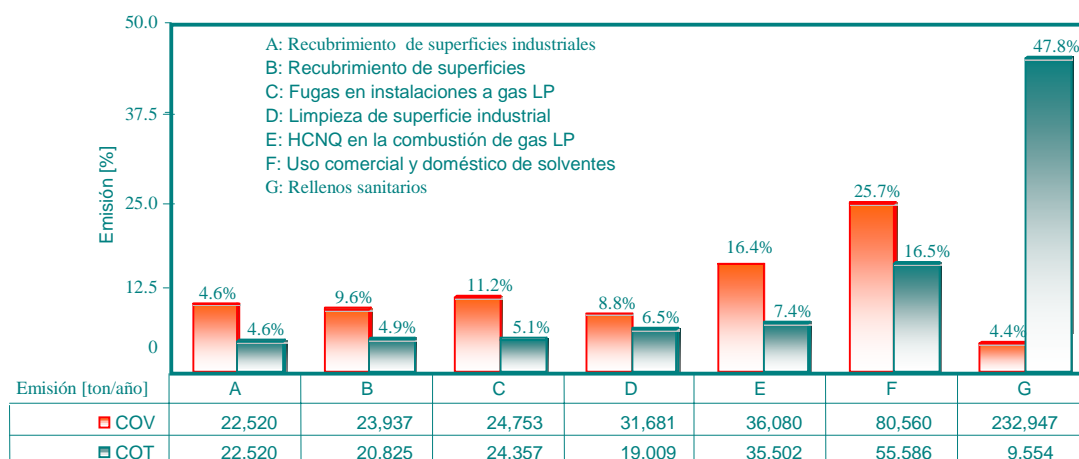
De aproximadamente 12 mil toneladas de NO<sub>x</sub> que se emiten en las fuentes de área, el 63% se generan durante el proceso de combustión en fuentes estacionarias, donde se consume principalmente gas L.P., gas natural y gasóleo doméstico. Las fuentes móviles no carreteras emiten el 37% (operación de locomotoras a diesel 11% y la operación de aeronaves el 25%); cabe mencionar que las emisiones generadas en las terminales de autobuses de pasajeros y por eventos no predecibles como son los incendios forestales y estructurales, suman menos del 1%.



**Gráfica 4.2.4 Emisiones de NO<sub>x</sub> de las principales fuentes de área**

## Compuestos orgánicos totales y volátiles

De las emisiones de COT en fuentes de área, el 46% se genera por la degradación de residuos sólidos dispuestos en los rellenos sanitarios y su mayoría es CH<sub>4</sub> (223,346 ton/año); otra cantidad importante de COT proviene de los diferentes productos comerciales utilizados para el cuidado personal, de los adhesivos y selladores, catalogados como *uso de solvente*, los cuales en conjunto emiten el 37%. Por el almacenamiento, transporte y uso de derivados del petróleo, se emitió el 13%, en su mayoría por fugas de gas L.P. (Gráfica 4.2.5).



**Gráfica 4.2.5 Distribución de emisiones de COT y COV**

## 4.2.5 Emisiones por categoría de las fuentes de área

A continuación se analizan algunas categorías que incluyen fuentes emisoras de alta contribución o que tienen un potencial importante para afectar la calidad del aire.

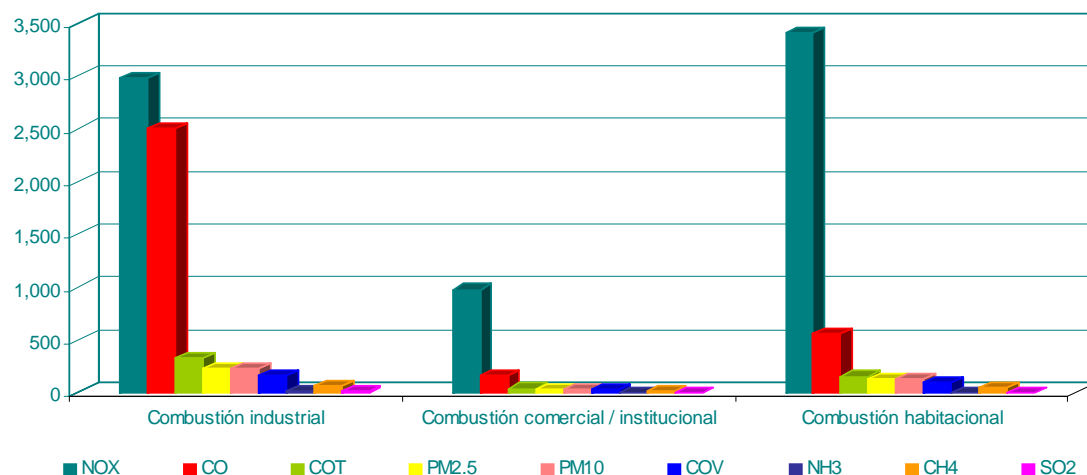
### *Emisiones por combustión de fuentes estacionarias*

En esta categoría se incluye las emisiones generadas por la combustión de 1.8 millones de m<sup>3</sup> de gas L.P. y 196 millones de m<sup>3</sup> de gas natural, volumen que se utilizó en el sector habitacional. Para el caso del sector comercial institucional (ejemplo: hoteles, restaurantes, hospitales, tortillerías, baños públicos y tintorerías), se tiene un consumo de 548 mil m<sup>3</sup> de gas L.P., poco más de 21 millones de m<sup>3</sup> de gas natural y 103 mil m<sup>3</sup> de gasóleo doméstico; los cuales fueron utilizados en calderas pequeñas, hornos, calefactores entre otros. Además se incluyen las emisiones de algunas industrias, que por falta de información<sup>6</sup> no fueron incluidas en el inventario de fuentes puntuales, éstas representan un consumo de 1,858 millones de m<sup>3</sup> de gas natural.

Los consumos de combustibles mencionados, fueron obtenidos a partir del balance y distribución de energía en la ZMVM<sup>7</sup>. El contaminante más abundante en esta categoría que muestra la Gráfica 4.2.6 son los NO<sub>x</sub>, y aunque la aportación de éste contaminante de este sector a las emisiones totales de la ZMVM es menor al 4%, son importantes debido a que se consideran un precursores de ozono.

<sup>6</sup> Licencia Ambiental, Cédula de Operación Anual Federal, Estatal y Local.

<sup>7</sup> SMA-GDF/DGGAA: Balance y distribución de energía asociada a combustibles fósiles en la ZMVM 1990-2004, Marzo 2004.



**Gráfica 4.2.6 Emisiones por combustión de fuentes estacionarias [ton/año]**

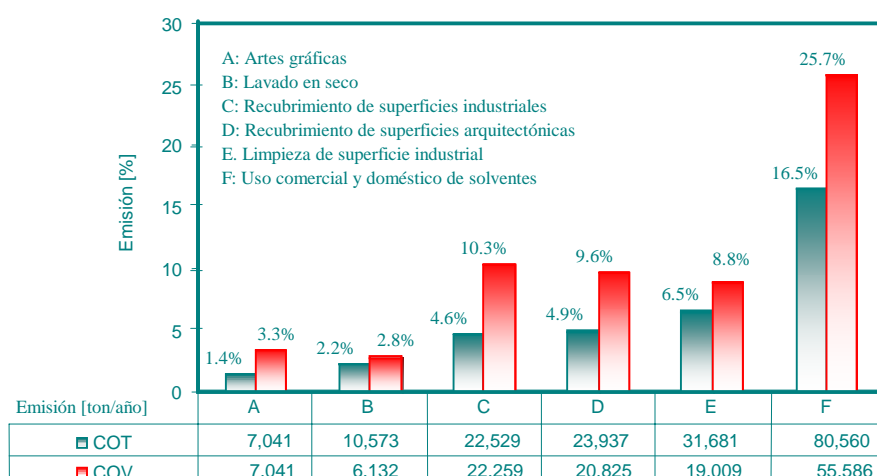
**Tabla 4.2.3 Emisiones de NO<sub>x</sub> por tipo de combustible y sector [ton/año]**

Fuentes estacionarias	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM
<b>Habitacional</b>			
Gas LP	1,535	1,576	3,111
Gas natural	200	96	296
<b>Comercial - Institucional</b>			
Gas LP	467	479	946
Gas natural	33		33
Gasoleo doméstico	0.246	0.253	0.499
<b>Industrial</b>			
Gas natural	722	2,250	2,972
<b>Sub-total</b>			
Gas LP	2,002	2,055	4,057
Gas natural	955	2,346	3,301
Gasoleo doméstico	0.246	0.253	0.499
<b>Total</b>	<b>2,957</b>	<b>4,401</b>	<b>7,358</b>

### **Emisiones por uso de solventes**

En la ZMVM se realizan numerosas actividades que utilizan solventes en pequeñas cantidades, o productos que los contienen y que posteriormente se evaporan, entre las más importantes por su emisión de COT se pueden mencionar: el uso comercial y doméstico de solventes; productos para la limpieza de superficies industriales, los recubrimientos de superficies industriales y arquitectónica, la limpieza en seco, así como el sector de artes graficas. Como se puede apreciar en la Gráfica 4.2.7., de las categorías mencionadas el sector que genera más emisiones es el uso comercial y doméstico de solventes (ver Tabla 4.2.4.).





Gráfica 4.2.7 Emisiones generadas por el uso de solventes [ton/año]

Tabla 4.2.4 Emisiones de COT y COV por el uso comercial y doméstico de solventes [ton/año]

Subsector	Estado de México		Distrito Federal		ZMVM	
	COT	COV	COT	COV	COT	COV
Productos en aerosol	597	9,349	582	9,111	1,179	18,460
Productos domésticos	4,635	3,198	4,517	3,117	9,152	6,315
Productos de cuidado personal	13,550	412	13,204	402	26,754	814
Productos de cuidado automotor	7,844	5,413	7,644	5,274	15,489	10,687
Adhesivos y selladores	3,387	2,337	3,301	2,277	6,688	4,614
Pesticidas comerciales y domésticos	10,430	7,196	10,164	7,013	20,593	14,209
Productos misceláneos	357	247	348	240	705	487
<b>Total</b>	<b>40,800</b>	<b>28,152</b>	<b>39,760</b>	<b>27,434</b>	<b>80,560</b>	<b>55,586</b>

### Emisiones por almacenamiento y transporte de derivados del petróleo

En esta categoría las emisiones más abundantes están relacionadas con el uso y manejo del gas L.P. en las instalaciones domésticas; existen, aproximadamente 4.2 millones de estufas y 2.7 millones de calentadores en la Zona Metropolitana del Valle de México, estos equipos están conectados mediante accesorios al tanque portátil o estacionario donde se almacena el combustible y que generalmente no están herméticamente sellados, por lo que se emite a la atmósfera poco más de 24.5 mil toneladas de gas L.P. por fugas.

Por otra parte, debido a que el proceso de combustión que se realiza en las estufas y calentadores es incompleto, se liberan a la atmósfera de la ZMVM cerca de 29.5 mil toneladas de compuestos orgánicos volátiles sin quemar. En total, en estas dos categorías se desperdician al menos 54 mil toneladas de gas L.P., con lo que se podrían llenar 2.7 mil cilindros portátiles de 20 kg, que representarían un costo de más de 391 millones de pesos<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión: Evolución de los Precios Administrados por el Sector Público al Primer Semestre de 2005 y su Impacto en la Inflación. 2005. Precio promedio de los precios autorizados \$ 7.24 / kg de GLP.

Tabla 4.2.5 Emisiones por el uso de GLP.

Categoría	Emisiones [ton/año]					
	COT			COV		
	D.F.	EDOMEX	ZMVM	D.F.	EDOMEX	ZMVM
<b>Distribución y Almacenamiento de gas LP</b>	<b>1,262</b>	<b>1,663</b>	<b>2,925</b>	<b>1,241</b>	<b>1,636</b>	<b>2,877</b>
Distribución	1,106	624	1,730	1,089	613	1,702
<i>Descarga carro-tanque en estaciones de servicio</i>	821	346	1,167	808	340	1,148
<i>Descarga en tanques estacionarios</i>	285	278	563	280	273	553
<i>Distribución en tanque portátil</i>	0	0	0	0	0	0
Almacenamiento	156	1,039	1,195	153	1,023	1,176
<i>Descarga de semirremolques en planta</i>	37	250	287	37	246	283
<i>Almacenamiento en planta</i>	1	4	5	0	3	3
<i>Carga de auto-tanques en planta</i>	73	486	559	72	479	551
<i>Carga de tanque portátiles en planta</i>	45	299	344	44	295	339
<b>Fugas por instalaciones a gas LP</b>	<b>12,637</b>	<b>12,116</b>	<b>24,753</b>	<b>12,435</b>	<b>11,922</b>	<b>24,357</b>
Industrial	14	22	36	14	22	36
Servicios	103	106	209	101	104	205
Doméstica	12,520	11,988	24,508	12,320	11,796	24,116
<i>Portátiles</i>	9,029	8,646	17,675	8,884	8,507	17,391
<i>Estacionarios</i>	902	864	1,766	888	850	1,738
<i>Estufas</i>	2,414	2,311	4,725	2,375	2,275	4,650
<i>Calentadores</i>	175	167	342	173	164	337
<b>HCNQ de gas LP</b>	<b>18,109</b>	<b>17,971</b>	<b>36,080</b>	<b>17,819</b>	<b>17,683</b>	<b>35,502</b>
Industrial	789	1,233	2,022	776	1,214	1,990
Servicios	2,220	2,279	4,499	2,185	2,242	4,427
Doméstica	15,100	14,459	29,559	14,858	14,227	29,085
<i>Estufas</i>	11,748	11,249	22,997	11,560	11,069	22,629
<i>Calentadores</i>	3,352	3,210	6,562	3,298	3,158	6,456
<b>Total Fugas</b>	<b>32,008</b>	<b>31,750</b>	<b>63,758</b>	<b>31,495</b>	<b>31,242</b>	<b>62,737</b>

### Emisiones por manejo de residuos sólidos

De los residuos sólidos generados en la ZMVM, el 10% es recuperado y el 90% es colocado en rellenos sanitarios como sitios de disposición final, en el cual y debido a la actividad microbiana, se genera CH<sub>4</sub> y otros gases como producto de la descomposición anaerobia de la basura. Aunque sólo el Bordo Poniente en su etapa IV está en uso, los que ya están clausurados siguen emitiendo cantidades considerables de metano, estimándose que en conjunto generan más de 223 mil toneladas de metano. Ver Tabla 4.2.6.

Tabla 4.2.6 Emisiones generadas en rellenos sanitarios [ton/año]

MUNICIPIO	SITIO DE DISPOSICION	CO	CO <sub>2</sub>	COV	COT	CH <sub>4</sub>	HCNM	HCT
Álvaro Obregón	Prados de la Montaña	17	43,670	680	16,604	15,920	684	16,604
Nezahualcóyotl	Bordo Poniente E1 – E4	177	449,190	7,001	170,723	163,686	7,037	170,723
Paz, La	Santa Catarina	47	120,000	1,872	45,620	43,740	1,880	45,620
<b>Estado de México</b>		<b>224</b>	<b>569,190</b>	<b>8,873</b>	<b>216,343</b>	<b>207,426</b>	<b>8,917</b>	<b>216,343</b>
<b>Distrito Federal</b>		<b>17</b>	<b>43,670</b>	<b>681</b>	<b>16,604</b>	<b>15,920</b>	<b>684</b>	<b>16,604</b>
<b>Zona Metropolitana del Valle de México</b>		<b>241</b>	<b>612,860</b>	<b>9,554</b>	<b>232,947</b>	<b>223,346</b>	<b>9,601</b>	<b>232,947</b>

Fuente: Emisiones estimadas con el programa LANDFILL.

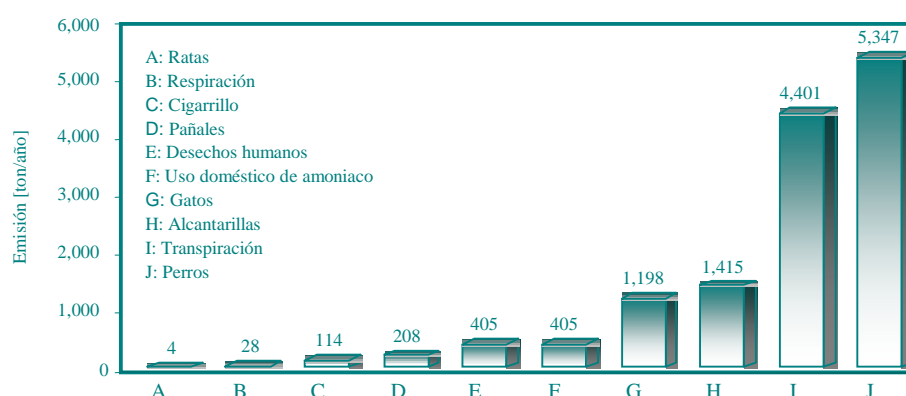
## Fuentes de área misceláneas

El amoniaco ( $\text{NH}_3$ ), como parte del ciclo del nitrógeno, es uno de los principales contribuyentes de la formación de aerosoles en la atmósfera; por ejemplo, el ión amonio reacciona rápidamente con nitratos, sulfatos o con otros aniones para formar partículas.

La estimación de éste compuesto es importante debido a que en la ZMVM se tienen problemas de concentración de partículas (CENR, 2000<sup>9</sup>). Las emisiones de amoniaco individualmente se consideran pequeñas, sin embargo, debido a la gran cantidad de estas fuentes en la ZMVM, el amoniaco generado ascienden a más de 13 mil toneladas al año y cabe mencionar, que el amoniaco doméstico representa el 77% del total en la ZMVM (ver Tabla 4.2.7 y Gráfica 4.2.8). La siguiente tabla muestra los tipos de fuentes y emisiones, dentro de la categoría de emisiones domésticas de amoniaco, resaltando las emisiones de generadas por la transpiración y los desechos de los perros.

**Tabla 4.2.7 Emisiones de amoniaco en la ZMVM [ton/año]**

Fuentes Domésticas	Distrito Federal	Estado de México
Perros	2,639	2,708
Gatos	591	607
Transpiración	2,172	2,229
Respiración	14	14
Desechos Humanos	200	205
Uso doméstico de amoniaco	200	205
Pañales	95	113
Cigarrillo	59	55
Alcantarillas	698	717
Ratas	2	2
<b>Total</b>	<b>6,670</b>	<b>6,855</b>



**Gráfica 4.2.8 Emisiones domésticas de amoniaco ZMVM [ton/año]**

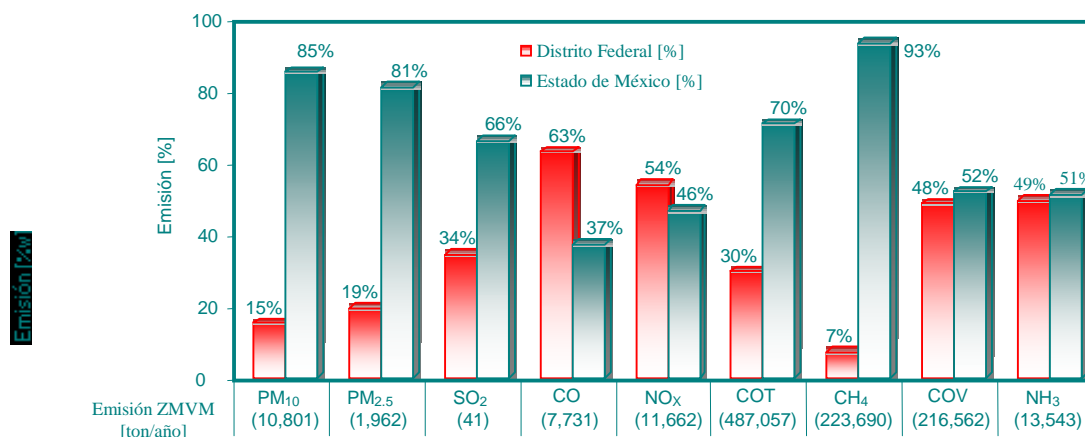
El material particulado es uno de los principales problemas de la contaminación del aire, especialmente en áreas con condiciones geográficas y meteorológicas desfavorables, como

<sup>9</sup> Committee on the Environment and Natural Resources, 2000. Atmospheric Ammonia: Sources and Fate. A Review of Ongoing Federal Research and Future Needs.

lo es la Zona Metropolitana del Valle de México, y debido a las implicaciones para la salud humana se hace necesaria su cuantificación. Cabe mencionar que en algunos estudios realizados durante 1997 y 2002<sup>10</sup>, para conocer la composición química de la atmósfera en la ZMVM, se ha encontrado que aproximadamente el 50% de  $PM_{10}$  son  $PM_{2.5}$  y el 48% son de origen geológico, los cuales provienen principalmente de las vialidades sin pavimentar y del polvo resuspendido en vialidades pavimentadas y áreas sin vegetación. Con base en lo anterior, en ésta sección se estiman las emisiones correspondientes a las vialidades y en el capítulo de fuentes naturales se evalúan las generadas por la erosión eólica.

#### 4.2.6 Emisiones de las fuentes de área por entidad

Aún cuando las emisiones se pueden separar por entidad federativa (Gráfica 4.2.9), el análisis para el desarrollo de estrategias de control de emisiones debe ser realizado tomando en cuenta toda la zona metropolitana y no sólo por la emisión resultante de cada entidad. Lo anterior debido a que en muchos casos, las emisiones no reflejan la contribución real por entidad, por ejemplo, las emisiones de CO en el Distrito Federal son mayores que en el Estado de México, esto es debido que un vehículo se considera de dicha entidad, de acuerdo al domicilio con el que se registra y no con base en los kilómetros que se recorren en el Distrito Federal, siendo que los KRV son el factor de actividad en el cálculo. Por otro lado, las emisiones de metano en el Estado de México son considerablemente mayores que en el Distrito Federal, lo cual refleja la ubicación de los rellenos sanitarios y no el sitio de generación de los residuos sólidos (basura). A continuación se presentan las emisiones por contaminante de cada entidad federativa.



**Gráfica 4.2.9 Emisión de contaminantes por entidad federativa (ton/año)**

<sup>10</sup> Análisis of  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$  in the Atmosphere of Mexico City during 2000-2002 y Chemical composition of  $PM_{10}$  in Mexico City during the winter 1997.