

	1994	1996
Viviendas [millones]	3.65	3.82
Factor de saturación de estufas a gas LP	0.970	0.970
con piloto	0.798	0.798
sin piloto (encendido con cerillo)	0.095	0.095
encendido electrónico	0.107	0.107
Factor de saturación de calentadores a gas LP	0.613	0.617
Factor de saturación de instalaciones a gas LP		
Con tanque portátil	0.808	0.808
Con tanque estacionario	0.192	0.192

Determinación propia para la ZMVM a partir del procesamiento de las bases de datos originales de las Encuestas Nacionales de Ingresos y Gastos de los Hogares 1984, 1992, 1994 y 1996. De aquí se establecieron las saturaciones: 99.2% para estufa de gas y 64.1% para calentador o boilers de gas y el hecho de que cada vivienda equipada cuenta básicamente con una estufa y un calentador.

?? Distribución y venta de gasolina

El volumen de gasolina distribuido dentro de la zona a inventariar por entidad federativa y por estación de servicio, es el nivel de actividad asociado a la emisión, ésta fue determinada con información de distribución global a la Zona Metropolitana del Valle de México y por estación de servicio, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla C.1.6. Distribución de gasolina en la ZMVM [m³]

1994	1996
6,389,550	5,703,525

Fuente: PEMEX Gas y Petroquímica Básica

Los factores de emisión utilizados en el recalcu lo 1994 y 1996 son los siguientes:

Factor de emisión [kg/m3]

fe(tc) por transporte "carro tanque cargado"	0.000599
fe(tv) por transporte "carro tanque vacío"	0.00659
fe(bv) Recarga del contenedor "carro tanque/estación de servicio"	1.3
fe(rts) Respiración del contenedor "estación de servicio"	0.12
fe(rv) Factor de emisión recarga de vehículos "estación de servicio"	1.32

Fuente: Programa de Inventario de Emisiones para México; Volumen 5 Fuentes de Área, Capítulo 7.

A partir de 1998, aplica el factor de emisión por balance de vapores, debido a la implementación del sistema de recuperación de vapores en el tanque de almacenamiento de la estación de servicio. Para el periodo 1994-1996, se consideró el factor de emisión de llenado por barboteo, debido a que no se cuenta con un porcentaje real de las estaciones de servicio que emplean el llenado por sumergido.

El factor de emisión en la recarga de combustible a vehículos en estaciones de servicio para 1994 y 1996, se considera sin control y en 1998 debido a la instrumentación del SRV se considero el factor de emisión con control.

La instrumentación del sistema de recuperación de vapores inicio a partir de 1996, obtenido los siguientes resultados dentro de la ZMVM.

Año	Estación de servicio	Factor de penetración	Eficiencia del SRV promedio
-----	----------------------	-----------------------	-----------------------------

Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 1998

1994	333	0	
1996	362	4.3%*	85%

* El resto continuaba operando y en proceso de aprobación al 100%
Fuente: Dirección General de Regulación Ambiental de Agua, Suelo y Residuos
Dirección de Verificación Ambiental

La siguiente ecuación muestra el sistema de cálculo realizado:

$$E_{HC(i)} = C_g * FE_{(i)} * FC$$

$E_{HC(i)}$: Emisión de HC de gasolina en el punto emisor (i) [ton/año]

C_g : Volumen de gasolina distribuido a las estaciones de servicio [m³]

$FE_{(i)}$: Factor de emisión asociado al punto emisor (i) [kg/m³]

FC : factor de corrección a la emisión en el punto emisor (i) por concepto del sistema de recuperación de vapores y el factor de penetración de la medida.

Sustituyendo valores en la ecuación anterior, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para el Inventario de emisiones 1994:

Punto emisor (i)	Emisión [ton/año]
Transporte "carro tanque cargado"	4
Transporte "carro tanque vacío"	42
Recarga del contenedor "carro tanque/estación de servicio"	8,180
Respiración del contenedor "estación de servicio"	767
Factor de emisión Recarga de vehículos "estación de servicio"	8,434
Total	17,427

No aplica corrección por SRV es decir, FC=1

Para el Inventario de emisiones 1996:

Punto emisor (i)	Emisión [ton/año]	Emisión corregida [ton/año]
Transporte "carro tanque cargado"	4	4
Transporte "carro tanque vacío"	40	40
Recarga del contenedor "carro tanque/estación de servicio"	7,708*	7,437
Respiración del contenedor "estación de servicio"	723*	697
Factor de emisión Recarga de vehículos "estación de servicio"	7,948*	7,669
total	16,422	15,846

Factor de corrección por penetración de la medida: 4.3%

Eficiencia global del SRV: 85%

* Solo en estos puntos aplica el $FC = (1 - (\text{Factor de penetración})(\text{Factor de eficiencia del SRV}))$

?? Almacenamiento masivo de gasolina

El nivel de actividad asociado al factor de emisión, considera las propiedades fisicoquímicas del combustible y el volumen mensual almacenado, las características físicas y de diseño de los tanques de almacenamiento, así como las características meteorológicas.

Fuentes móviles no carreteras

?? Operación de Aeronaves

El movimiento de vuelos de aeronaves de pasajeros y oficiales se considera como nivel de actividad, debido a que el volumen de combustible gastado durante la operación de vuelo dentro de la cuenca del Valle de México es desconocido. La tabla C.1.7 muestra las operaciones de vuelo realizadas en el aeropuerto internacional de la Ciudad de México.

Tabla C.1.7. Ciclos de operación de vuelo "LOTs" [miles de LOTs]

Tipo de aeronave		1994	1996
A320-200	Airbus	8,477	8,885
B727-200	Boeing	18,496	21,637
B737-200	Boeing	13,068	9,826
B747-300	Boeing	1,376	1,374
B757-200	Boeing	6,463	7,500
B767-300	Boeing	1,195	1,352
DC09-15F	Mc. Doug	20,335	22,781
DC10-15	Mc. Doug	130	91
F100	Fokker	13,992	13,266
A310	Airbus	168	0
A340-300	Airbus	280	0
ILYUSHIN-62M	Russian	54	60
DC08	Mc. Doug	359	479
MD-80-82Y/O MD-80-88	Mc. Doug	19,902	20,305
IL 96	Russian	0	15
LEARJET 24D	Learjet	0	170
TU-204	Russian	0	94
F-14A	Grumman	0	9
B777-200	Boeing	0	3
A-7	Corsair (Itv)	0	6
FALCON 20	Dassa-breg	0	20
B707-300	Boeing	0	182
ATR-42		7,063	7,268
Total de LOTs		111.358	115.322

?? Recarga de aeronaves

El volumen de distribución de turbosina y gas avión en aeronaves dentro del aeropuerto internacional de la Ciudad de México es el nivel de actividad, la tabla C.1.8. indica que el combustible turbosina inicio un retroceso en su consumo incrementándose al mismo ritmo el consumo de gas avión para satisfacer la demanda.

Tabla C.1.8. Recarga de combustibles en aeronaves [miles de galones]

Combustible	1994	1996
Turbosina	289,012	249,815
Gas avión 100/130	71.30	87.53

?? Locomotoras (foráneas y de patio)

El nivel de actividad del transporte ferroviario es asociado con tres variables a saber, longitud de vía que cruza dentro del área de inventario, número de locomotoras que circularán y rendimiento del combustible. El registro de los factores anteriores se presenta en la tabla C.1.9 para las locomotoras de patio y la tabla C.1.10 para locomotoras foráneas.

Tabla C.1.9. Perfil de operación de locomotoras de patio

1994			
Delegación/Municipio	DO [hr/día]	NLP	KRV [km]
Alvaro Obregón	24	2	0.50
Azcapotzalco	24	2	28.06
Cuauhtemoc	24	1	2.56
Gustavo. A. Madero	24	1	10.40
Miguel hidalgo	24	3	0.79
Venustiano Carranza	24	1	2.14
Ecatepec	24	2	13.19
Tlalnepantla	24	41	23.02
Tultitlán	24	3	7.50
C. de Romero	24	1	4.90
1996			
Delegación/Municipio	DO [día/sem.]	NLP	KRV [km]
Azcapotzalco	1	14	28.06
Cuauhtemoc	1	1	2.56
Miguel hidalgo	1	2	0.79
Ecatepec	7	3	13.19
Tlalnepantla	7	25	23.02
Tultitlán	7	5	7.50
C. de Romero	7	1	4.90

DO: tiempo de operación.
NLP: número de locomotoras de patio.
KRV: kilómetros de vía dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México (Calculado de mapa de distribución de vías férreas de FNM en el Valle de México y Guía Roji 1993. Plano llave de la Ciudad de México. Escala 1:45,000)
Información proporcionada por la terminal ferroviaria del Valle de México (Registros de operación de locomotoras de patio a diesel).

Tabla C.1.10. Perfil de operación de locomotoras foráneas

1994			
Delegación/Municipio	DO [día/semana]	NLP	KRV [km]
Acolman	7	88	10
Álvaro Obregón	7	6	10
Azcapotzalco	7	72	5
Cuauhtemoc	7	68	3
Cuautitlan Izcalli	7	56	10
Ecatepec	7	92	14
Iztapalapa	7	4	1
Tláhuac	7	4	3
Gustavo A. Madero	7	92	6
Huixquilucan	7	18	5
Magdalena Contreras	7	6	15
Miguel Hidalgo	7	24	5
Naucalpan	7	18	8
Tlalnepantla	7	128	6
Tlalpan	7	12	6
Tultitlán	7	114	6
Chalco	7	4	12
Nezahualcóyotl	7	4	17
La Paz	7	4	5
1996			
Delegación/Municipio	DO [día/semana]	NLP	KRV [km]
Acolman	6	5	9.95
Álvaro Obregón	7	1	9.9
Azcapotzalco	7	27	4.66
Cuauhtemoc	6	9	3.57
Cuautitlan Izcalli	7	14	9.50
Ecatepec	6	9	13.51
Gustavo A. Madero	7	7	4.62
Huixquilucan	7	5	5.35
Magdalena Contreras	7	1	14.90
Miguel Hidalgo	7	6	3.30
Naucalpan	7	5	8.28
Tlalnepantla	7	23	7.65
Tlalpan	7	2	10.50
Tultitlán	7	14	4.64
Iztapalapa	7	2	0.3
Tláhuac	7	2	3.24
Chalco	7	2	11.7
Nezahualcóyotl	7	2	10.97
La Paz	7	2	5.08

DO: tiempo de operación.

NLP: número de locomotoras de patio.

KRV: kilómetros de vía dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México (Calculado de mapa de distribución de vías férreas de FNM en el Valle de México y Guía Roji 1993. Plano llave de la Ciudad de México. Escala 1:45,000)

Información proporcionada por la terminal ferroviaria del Valle de México (Registros de operación de locomotoras de patio a diesel).

Incendios combustión y servicios públicos

?? Rellenos sanitarios

Para este sector, el nivel de actividad es la disposición de residuos sólidos municipales en los sitios de disposición final, ver tabla C.1.11.

Tabla C.1.11. Disposición de residuos sólidos municipales

Sitio	Ubicación	Año de apertura	Fecha de clausura	Rango de aceptación [ton/año]	Residuos dispuestos en sitio [ton]
Bordo Poniente E1	Nezahualcóyotl	1985	1992	542,816	3,799,716
Bordo Poniente E2		1988	1993	635,473	3,177,366
Bordo Poniente E3		1991	1992	3,300,571	6,601,143
Bordo Poniente E4		1993	en uso	1,508,315	1,508,000
Santa Catarina	Iztapalapa	1982	en uso	882,750	15,006,750
Prados de la Montaña	A. Obregón	1987	1994	764,752	5,353,270

Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos del DF

?? Aplicación de asfalto

El nivel de actividad considerado en éste rubro, es la cantidad de mezcla asfáltica utilizada en el proceso de pavimentación y recubrimiento de baches en calles y avenidas. La tabla C.1.12, muestra la cantidad utilizada por entidad federativa, en el caso especial del Distrito Federal con datos reales; obteniendo así, un factor de aplicación de mezcla asfáltica per cápita con el objeto de proyectar los requerimientos del área de inventario del Estado de México por carecer de información de uso por municipio.

La estimación de emisiones es determinada con la siguiente ecuación:

$$E_{HC[\text{ton/año}]} = [0.02380/100] * w$$

Donde:

w = mezcla asfáltica

Tabla C.1.12. Distribución de mezcla asfáltica (w) [ton/año]

Entidad federativa	1994	1996
Alvaro Obregón	11,684	11,448
Azcapotzalco	8,740	9,137
Benito Juárez	4,776	5,735
Coyoacán	41,912	42,570
Cuajimalpa	6,033	5,776
Cuauhtemoc	4,008	4,734
Gustavo Madero	28,685	32,350
Iztacalco	5,182	7,052
Iztapalapa	38,772	42,101
Magdalena Contreras	4,792	6,324
Miguel Hidalgo	10,221	12,101
Milpa Alta	4,519	5,822
Tláhuac	12,222	11,338
Tlalpan	12,660	11,696
Venustiano Carranza	14,270	13,054
Xochimilco	3,063	2,916
Atizapán de Zaragoza	11,215	15,933
Coacalco	5,411	7,838
Cuautitlán de Romero	1,738	2,235
Chalco Díaz Covarrubias	3,787	6,765
Chalco (V. Solidaridad)	7,048	10,769
Chicoloapan	2,039	2,656
Chimalhuacán	8,622	15,650
Ecatepec de Morelos	43,341	54,516
Huixquilucan	4,694	6,338
Ixtapaluca	4,196	7,640
Naucalpan de Juárez	27,986	30,861
Nezahualcóyotl	44,693	45,087
Nicolás Romero	6,551	8,912
La Paz	4,718	6,786
Tecámac	4,384	5,607
Tlalnepantla	25,006	26,152
Tultitlán	8,627	13,746
Cuautitlán Izcalli	11,626	15,542
Otros	170,338	197,597

Fuente: Planta de asfalto del GDF; determinación propia para el Estado de México.

?? Tratamiento de aguas residuales

El volumen de tratamiento es el nivel de actividad principal, para utilizar el programa SIMS, el nivel de tratamiento y el tipo de industria que descarga el agua en las plantas de tratamiento son factores primarios para la estimación de emisiones. La tabla C.1.13, muestra el volumen de tratamiento por planta.

Tabla C.1.13. Volumen de tratamiento de agua residual [m³/año]

Planta	1994	1996
Abasolo	315,360	473,040
Acueducto de Guadalupe		2,522,880
Bosques de las Lomas	94,680	567,575
Cerro de la Estrella	126,144,000	66,225,600
Ciudad Deportiva		3,153,600
Colegio Militar	6,630,720	
Coyoacán	1,261,440	9,460,800
Chapultepec	315,360	3,784,320
Iztacalco	346,896	315,360
La Lupita		409,968
Parres	31,536	63,145
PEMEX	74,109,600	473,040
Reclusorio Sur	630,720	
Rosario	605,535	504,430
San Juan de Aragón	12,614,400	9,460,800
San Luis Tlaxaltmalco	3,784,320	3,468,960
Tlatelolco	630,720	378,140
San Miguel Xicalco	315,360	189,070

Para el análisis de estimación de emisiones, se considera el nivel de tratamiento y las características de los equipos utilizados, se realiza un análisis descriptivo del tipo de industria que realiza sus descarga residual para ser tratada. Información proporcionada por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica.

?? Combustión habitacional, comercial/institucional y combustión en hospitales

Para definir el nivel de actividad de las mencionadas fuentes, se comparó el nivel de consumo total de la ZMVM, el reporte de la cédula de operación anual para servicios e industria y se identificó el nivel de consumo por servicio y giro industrial así como el tipo de calderas. No fue reportado sistema alguno para el control de emisiones.

?? Incendios forestales

Los incendios forestales considerados como eventos no predecibles en número y cantidad de vegetación consumida, fueron calculados únicamente para el Distrito Federal, por carecer de información referente al Estado de México. La tabla C.1.14 muestra el número de incendios forestales y hectáreas consumidas.

Tabla C.1.14. Incendios forestales y superficie afectada en el DF

AÑO	Número de incendios forestales	Superficie afectada [Hectáreas]
1994	1,069	2,556
1996	1,484	3,166
1998	1,932	7,802

?? Incendio de estructuras

No evaluado por carecer de información, por lo que para fines de comparación, el nivel de emisión reportado en el año 1998 permanecerá constante en el año 1994 y 1996.

?? Esterilización en hospitales

El nivel de actividad de este giro está asociado al número de camas en hospitales y centros de salud, donde se realizaron procesos de esterilización con solventes. La tabla C.1.15 muestra el número de camas evaluadas.

Tabla C.1.15. Número de camas en hospitales de la ZMVM

Número de camas	1994	1996
menores a 200	25,974	27,273

Considerando los niveles de actividad y la similitud en la metodología de cálculo se obtuvieron los siguientes resultados para fuentes de área 1994 y 1996.

Tabla C.1.16. Inventario de emisiones fuentes de área de la ZMVM, 1994

Giro	PM ₁₀	SO ₂	CO	NOx	HC
Consumo de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	71,709
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	28,183
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	21,294
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	20,041
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	9,394
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	6,263
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	2,427
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	2,035
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	752
Distribución de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	12,022
Almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	871
Fugas de gas LP en uso doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	20,737
HCNQ en la combustión	N/A	N/A	N/A	N/A	24,404
Distribución y venta de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	17,425
Almacenamiento masivo de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	543
Operación de aeronaves	N/S	N/S	2,300	1,435	320
Recarga de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	5
Locomotoras (foráneas/ patio)	26	138	140	1,099	47
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	N/A	6,369
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	145
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	56
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	20
Combustión en hospitales	8	20	18	74	3
Combustión habitacional	121	0	625	4,233	159
Combustión comercial- institucional	551	4,511	294	1,594	57
Incendios forestales	231	N/E	7,233	209	1,229
Incendio en estructuras	7	N/A	108	3	9
Caminos no pavimentados	N/E	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	944	4,669	10,718	8,647	246,519

Tabla C.1.17. Inventario de emisiones fuentes de área de la ZMVM, 1996

Giro	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Consumo de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	74,397
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	29,239
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	22,092
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	20,792
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	9,746
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	6,498
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	2,581
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	2,112
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	780
Distribución de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	9,841
Almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	713
Fugas de gas LP en uso doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	21,718
HCNQ en la combustión	N/A	N/A	N/A	N/A	25,604
Distribución y venta de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	15,845
Almacenamiento masivo de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	97
Operación de aeronaves	N/S	N/S	2,409	1,470	367
Recarga de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	5
Locomotoras (foráneas/ patio)	7	25	40	312	13
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	N/A	6,900
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	168
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	60
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	21
Combustión en hospitales	8	20	18	74	3
Combustión habitacional	98	0	506	3,429	129
Combustión comercial- institucional	534	4,275	253	1,356	49
Incendios forestales	286	N/E	8,960	259	1,523
Incendio en estructuras	7	N/A	108	3	9
Caminos no pavimentados	N/E	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	940	4,320	12,294	6,903	251,302

Fuentes Naturales

Para la evaluación de este tipo de fuente no se contó con toda la información necesaria, por lo que para fines de comparación, el nivel de emisión reportado en el año 1998, es el mismo que aparecerá en los inventarios de emisiones de los años 1994 y 1996.

C.2 INVENTARIOS DE EMISIONES 1994, 1996 Y 1998

Con el inventario de emisiones correspondiente a 1998 y con el recálculo de los inventarios de emisiones de los años 1994 y 1996, se puede proceder al análisis en términos absolutos de sus emisiones.