

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

En la Zona Metropolitana del Valle de México se emiten alrededor de 2.5 millones de toneladas de contaminantes criterio, de estos más del 70% es monóxido de carbono, cerca del 20% son hidrocarburos, más del 8% óxidos de nitrógeno y menos del 2% casi en igual proporción partículas menores a 10 μm y bióxido de azufre. De estos contaminantes el sector transporte aporta grandes cantidades, contribuye con: el 98% del CO, el 80% de los NO_x, el 40% de los HC, el 36% de las PM₁₀ y 21% del SO₂.

En la ZMVM, se emiten 19.8 mil toneladas de partículas menores a 10 μm , de las cuales: el 40% es debido a la erosión de los suelos; el 36% a la actividad vehicular, de las cuales las unidades que consumen diesel son las que más contribuyen (28%); el 16% a las fuentes puntuales, de estas la industria de consumo alimenticio, química y productos de consumo varios aportan más del 6%; el 8% a las fuentes de área, debido principalmente a la combustión comercial/institucional e incendios forestales.

De las 22.5 mil toneladas de bióxido de azufre, las fuentes puntuales aportan el 55%, siendo la industria del vestido, química, madera y derivados las que más contribuyen (30%); el 24% lo generan las fuentes de área principalmente por la combustión residencial/institucional; el 21% las fuentes móviles, donde los autos particulares contribuyen con casi el 9%.

Referente al monóxido de carbono, de los 1.8 millones de toneladas que se generan, casi en su totalidad son producto de los procesos de combustión en las fuentes móviles, principalmente de autos particulares, pick up's, microbuses, camiones de carga a gasolina y los taxis, que en suma generan más del 90%.

Se emiten más de 247 mil toneladas de hidrocarburos, de los cuales por la actividad de los autos particulares y por el uso de solventes se emiten más del 33%.

De óxidos de nitrógeno se generan más de 200 mil toneladas, y los autos particulares (23%) junto con los vehículos a diesel mayores a 3 toneladas (13%) son los principales generadores de este contaminante. De las fuentes puntuales es la generación de energía eléctrica la que aporta una mayor emisión de NO_x (5%).

Aunque se tiene una contribución en peso mayoritaria de monóxido de carbono, las emisiones de este contaminante no son de tal magnitud que provoque una acumulación en el ambiente de este contaminante y repercuta en tener excedencias a su norma de calidad del aire¹.

A diferencia del monóxido de carbono, las partículas menores a 10 μm representa menos del 1% de las emisiones totales, pero para este contaminante con frecuencia se presentan excedencias a los límites permisibles establecidos en la norma de calidad del aire².

El bióxido de azufre al igual que las partículas menores a 10 μm representan menos del 1% de las emisiones totales y en algunas ocasiones también se tienen excedencias a la norma de calidad del aire³.

¹ NOM-021-SSA1-1993 Límite máximo permisible para protección a la salud de la población susceptible 0.11ppm promedio móvil de 8 horas.

² NOM-025-SSA1-1993 Límite máximo permisible para protección a la salud de la población susceptible 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio en 24 Hrs.

³ NOM-022-SSA1-1993 Límite máximo permisible para protección a la salud de la población susceptible 0.13ppm promedio en 24 Hrs.

La contribución másica de los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno, es importante, ya que representan el 19% y 8% respectivamente de la emisión total y adicionalmente, estos contaminantes intervienen en la formación de ozono, contaminante que excede la mayor parte de los días del año su norma de calidad del aire, es importante señalar que estos contaminantes aún no están normados en México en materia de salud ambiental.

Es recomendable analizar el inventario de emisiones por entidad federativa, debido a que se aprecian tendencias diferentes respecto a la generación de emisiones en cada entidad. Para tal fin se presenta en la tabla 6.1.1 la contribución de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México por sector y contaminante, indicando además el porcentaje de contribución de cada entidad dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México. Debido a que cada contaminante se comporta de diferente manera.

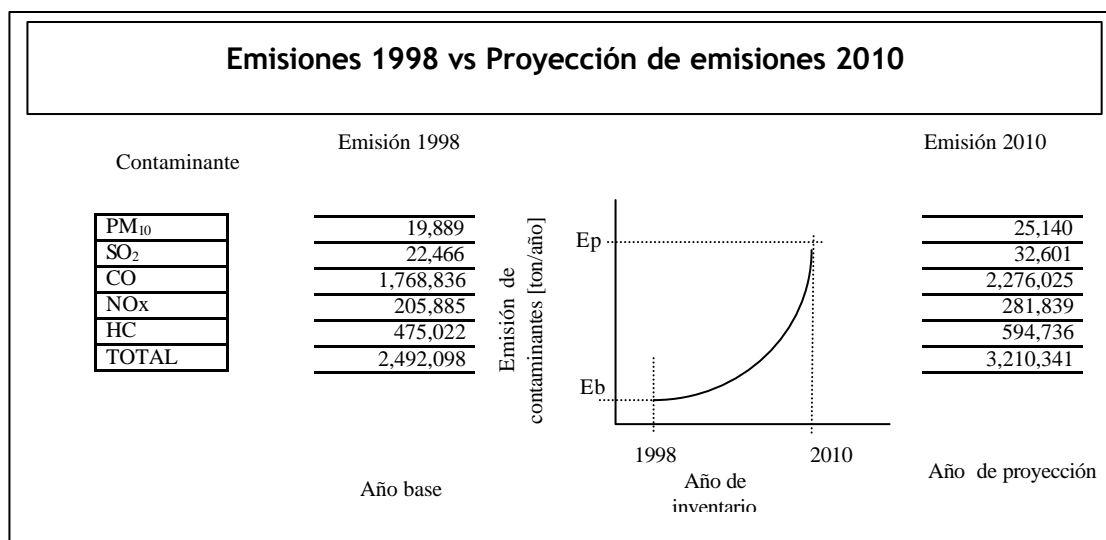
Tabla 6.1.1. Inventario de emisiones de la ZMVM, 1998

Fuente	PM ₁₀			SO ₂			CO			NO _x			HC		
	[ton/año]		[%]	[ton/año]		[%]	[ton/año]		[%]	[ton/año]		[%]	[ton/año]		[%]
	ZMVM	DF	EM	ZMVM	DF	EM	ZMVM	DF	EM	ZMVM	DF	EM	ZMVM	DF	EM
Puntuales	3,093	36	64	12,442	38	62	9,213	21	79	26,988	16	84	23,980	56	44
Área	1,678	72	28	5,354	52	48	25,960	98	2	9,866	62	38	247,599	51	49
Vegetación y suelos	7,985	N/S	100 ⁴	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3,193	12	88	15,670	12	88
Móviles	7,133	64	36	4,670	67	33	1,733,663	63	37	165,838	65	35	187,773	64	36
Total	19,889	35	65	22,466	47	53	1,768,836	63	37	205,885	58	42	475,022	55	45

N/A.- No Aplica N/S.- No Significativo; DF.- Distrito Federal, EM.- Estado de México

Con la información generada por el inventario de emisiones de 1998 y tomando como base principalmente las tendencias de crecimiento poblacional, vehicular, y de consumo de combustibles, los factores de emisión utilizados así como las condiciones actuales de las fuentes, se procedió a calcular el siguiente escenario de emisiones para el año 2010.

⁴ Los frentes noreste, sureste, sur, suroeste y noroeste también involucran superficies de las delegaciones Venustiano Carranza, Tláhuac, Tlalpan, Milpa Alta, Xochimilco, Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo y Gustavo A. Madero del Distrito Federal que también contribuyen a la emisión de partículas por erosión; sin embargo con la metodología empleada no es posible determinar la contribución exacta por delimitación política ya sea municipio o delegación, por lo que en el caso de emisiones de partículas por suelos la división por entidad federativa no es precisa.



Como se puede apreciar en la figura anterior, las emisiones se incrementarán. En 1998 se emitieron cerca de 2.5 millones de toneladas y para el año 2010, se espera que se emitan más de 3 millones de toneladas de contaminantes criterio, lo anterior considera que durante este período no se instrumentaron medidas para controlar o reducir su generación.

6.2 RECOMENDACIONES

Es importante considerar la homologación e instrumentación de un programa de control y aseguramiento de la calidad del inventario de emisiones por sector y contaminantes para toda la Zona Metropolitana del Valle de México, así como la estandarización de las variables de cálculo a emplear.

Cabe resaltar que es necesario integrar al inventario aquellas actividades cuya emisión no ha sido posible estimar hasta la fecha, tales como las *emisiones de partículas* producto del paso vehicular en caminos no pavimentados y pavimentados, carnes asadas con carbón en establecimientos comerciales informales, demolición de estructuras, extracción de materiales pétreos y basureros.

Es necesario cuantificar las emisiones de: incendios forestales, incendios en estructura, camiones de carga a gasolina y vehículos a diesel menores a 3 toneladas, tratamiento de aguas residuales y aplicación de asfalto para los 18 municipios conurbados del Estado de México, ya que el cálculo para las dos últimas categorías está basado en el modelo de aplicación del Distrito Federal.

Se requiere también recopilar información respecto a la actividad de las aeronaves "operaciones de vuelo y maniobras" dentro del aeropuerto internacional de la ciudad de México, debido a que el cálculo aquí presentado es una proyección de la actividad de los años 1992-1997.

Se deberán instrumentar nuevas medidas para incentivar al sector industrial en la entrega de la Cédula de Operación Anual (COA), ya que para este inventario sólo el 26% del padrón industrial dio cumplimiento. Además es necesario aumentar el control de calidad de los datos que se entregan en

la COA, debido a que en ocasiones contienen datos erróneos o simplemente no se reportan, lo que incrementa el grado de incertidumbre del inventario de emisiones de fuentes puntuales.

El desarrollo del inventario de emisiones, deberá aumentar su nivel de resolución espacial y temporal, esto se refiere a cubrir en lo posible mayor superficie de las entidades involucradas y definir en tiempo a una escala horaria, el nivel de emisiones; en este contexto es de suma importancia desagregar las actividades en los diferentes sectores contaminantes como por ejemplo la categoría de combustión comercial/institucional, y sus sectores definidos en: baños públicos, tortillerías, panaderías, tintorerías, hoteles, centros deportivos y puestos semifijos para los procesos de combustión, entre otros. Como prioridad ésta el desarrollo de factores de emisión de termoeléctricas, vehículos a diesel, y unidades viejas a gasolina.

En ciertas categorías de fuentes de área, se deben identificar alternativas de control de hidrocarburos y regular la actividad mediante el desarrollo de normas; por ejemplo en los establecimientos de lavado en seco impulsar el uso de sistemas cerrados "prevención" y el almacenamiento del solvente residual para su tratamiento y aprovechamiento posterior (control), en conjunto con una norma que regule la emisión permisible de percloroetileno y gas nafta a la atmósfera; implementar un sistema que permita la regulación en la aplicación de pintura automotriz, pintura de tránsito y limpieza de superficies arquitectónicas e industriales, en establecimientos pequeños y más aún con la presencia de eventos de contingencia ambiental.

Uno de los problemas ambientales más frecuentes es la generación de ozono fotoquímico, para ello es necesaria la combinación de óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, para éstos últimos se estimó que se generan alrededor de 486 mil toneladas, y más del 50% es producto de las fuentes de área, lo cual hace necesario realizar estudios al menos de aquellas categorías que más emiten, con el fin de precisar su emisión e identificar posibles medidas para el control de la generación de estos contaminantes.

Otro aspecto para mejorar la elaboración de los próximos inventarios es el desarrollo de factores de emisión para la Zona Metropolitana del Valle de México, ya que la mayoría de los factores de emisión que se utilizaron en este inventario han sido desarrollados para las fuentes generadoras de emisiones de los Estados Unidos, tal es el caso de los factores integrados en los modelos PC BEIS y MOBILE, entre otros.

Es necesario proponer alternativas de verificación y validación para los factores de emisión utilizados en aquellos sectores de mayor contribución de contaminantes, por ejemplo el sector de consumo de solventes que genera más del 15% de las emisiones de hidrocarburos. Se propone realizar un balance del consumo de solventes en la ZMVM, que permita identificar los compuestos orgánicos utilizados, así como su reactividad atmosférica asociada con la formación de ozono, con el objeto de validar el factor de emisión y crear alternativas de sustitución o eliminación de compuestos orgánicos en los productos.

Es necesario contar con un programa que determine a nivel metropolitano el parque vehicular circulante; este debe ser capaz de proporcionar la información actualizada anualmente.

Finalmente no menos importante es la homologación de la metodología de cálculo de los contaminantes criterio con la de gases de efecto invernadero y el desarrollo de la metodología para estimar las emisiones de hidrocarburos por especie, de partículas menores a 2.5 μm , amoníaco y otros gases tóxicos.