

## SECRETARIA DE SALUD

**MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a material particulado. Valor de concentración máxima de material particulado para partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM<sub>10</sub> y partículas menores de 2.5 micrómetros PM<sub>2.5</sub> en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población, para quedar como Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado. Valor límite permisible para la concentración de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM<sub>10</sub> y partículas menores de 2.5 micrómetros PM<sub>2.5</sub> de la calidad del aire ambiente. Criterios para evaluar la calidad del aire.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

MODIFICACION A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-SSA1-1993, SALUD AMBIENTAL. CRITERIOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO A MATERIAL PARTICULADO. VALOR DE CONCENTRACION MAXIMA DE MATERIAL PARTICULADO PARA PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES PST, PARTICULAS MENORES DE 10 MICROMETROS PM<sub>10</sub> Y PARTICULAS MENORES DE 2.5 MICROMETROS PM<sub>2.5</sub> EN EL AIRE AMBIENTE COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION, PARA QUEDAR COMO NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-SSA1-1993, SALUD AMBIENTAL. CRITERIOS PARA EVALUAR EL VALOR LIMITE PERMISIBLE PARA LA CONCENTRACION DE MATERIAL PARTICULADO. VALOR LIMITE PERMISIBLE PARA LA CONCENTRACION DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES PST, PARTICULAS MENORES DE 10 MICROMETROS PM<sub>10</sub> Y PARTICULAS MENORES DE 2.5 MICROMETROS PM<sub>2.5</sub> DE LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE. CRITERIOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE.

ERNESTO ENRIQUEZ RUBIO, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 3o. fracción XIII, 13 apartado A) fracción I, 17 bis, 116, 118 y demás aplicables de la Ley General de Salud; 38 fracción II, 40 fracciones XI, 41, 47 y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 33 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2 inciso c fracción X, 35 y 37 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud y artículos 3 fracciones I inciso n y II, y 10 fracción VIII, del Reglamento de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, me permito ordenar la publicación en el Diario Oficial de la Federación de la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a material particulado. Valor de concentración máxima de material particulado para Partículas Suspendidas Totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM<sub>10</sub> y partículas menores de 2.5 micrómetros PM<sub>2.5</sub> en el aire ambiente para protección de la salud de la población, para quedar como Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de Partículas Suspendidas Totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM<sub>10</sub> y partículas menores de 2.5 micrómetros PM<sub>2.5</sub> en el aire ambiente: Criterio para evaluar la calidad del aire.

### CONSIDERANDO

En cumplimiento de lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, aprobó el proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana.

Que con fecha 16 de octubre de 2002, en cumplimiento del Acuerdo del Comité y lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el proyecto de la presente Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, a efecto de que dentro de los siguientes sesenta días naturales posteriores a dicha publicación, los interesados presentarán sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario.

Que debido a que no se recibieron comentarios al proyecto de Modificación a la Norma Oficial Mexicana en comento durante el periodo de consulta pública, no fue necesario publicar la respuesta a comentarios recibidos a que hace referencia el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Que en atención a las anteriores consideraciones, el 13 de junio de 2005, se aprobó por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario como norma definitiva, por lo que en este acto, se expide la siguiente:

**MODIFICACION A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-SSA1-1993, SALUD AMBIENTAL. CRITERIOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO A MATERIAL PARTICULADO. VALOR DE CONCENTRACION MAXIMA DE MATERIAL PARTICULADO PARA PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES PST, PARTICULAS MENORES DE 10 MICROMETROS PM<sub>10</sub> Y PARTICULAS MENORES DE 2.5 MICROMETROS PM<sub>2.5</sub> EN EL AIRE AMBIENTE COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION, PARA QUEDAR COMO NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-SSA1-1993, SALUD AMBIENTAL. CRITERIOS PARA EVALUAR EL VALOR LIMITE PERMISIBLE PARA LA CONCENTRACION DE MATERIAL PARTICULADO. VALOR LIMITE PERMISIBLE PARA LA CONCENTRACION DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES PST, PARTICULAS MENORES DE 10 MICROMETROS PM<sub>10</sub> Y PARTICULAS MENORES DE 2.5 MICROMETROS PM<sub>2.5</sub> DE LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE. CRITERIOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE**

**PREFACIO**

En la elaboración de la presente Modificación participaron las siguientes dependencias, instituciones y organismos:

Secretaría de Salud  
Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios  
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias  
Instituto Nacional de Cancerología  
Instituto Nacional de Salud Pública  
Centro Nacional de Salud Ambiental  
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental  
Instituto Nacional de Ecología  
Gobierno del Distrito Federal  
Secretaría del Medio Ambiente  
Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación  
Gobierno del Estado de México  
Secretaría de Ecología  
Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica  
Gobierno del Estado de Nuevo León  
Secretaría de Ecología  
Secretaría de Ecología del Estado de Chihuahua  
Dirección General de Ecología y Protección Civil de Ciudad Juárez  
Instituto Mexicano del Petróleo  
Coordinación de Investigación del Medio Ambiente y Seguridad  
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares  
Gerencia de Ciencias Ambientales  
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco  
Departamento de Atención a la Salud  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Programa Universitario del Medio Ambiente  
Centro de Ciencias de la Atmósfera

División de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería

Colegio de Ingenieros Ambientales de México, A.C.

Unión de Grupos Ambientalistas, A.C.

Movimiento Ecologista Mexicano, A.C.

Cámara Nacional de la Industria del Hierro y Acero

Altos Hornos de México, S.A. de C.V.

Cámara Minera de México

Servicios Industriales Peñoles, S.A.

Industrial Minera México, S.A. de C.V.

## INDICE

### 0. Introducción

### 1. Objetivo

### 2. Campo de aplicación

### 3. Referencias

### 4. Definiciones

### 5. Especificaciones

### 6. Métodos de prueba

### 7. Concordancia con normas internacionales y mexicanas

### 8. Bibliografía

### 9. Observancia de la Norma

### 10. Transitorios

### 0. Introducción

Durante las últimas décadas, la calidad del aire en las principales ciudades del país y sus zonas conurbadas ha mostrado una clara tendencia al deterioro. Asimismo, la capacidad de renovación y recuperación del medio ambiente y de los recursos naturales también se ha visto afectada. Consecuentemente, la salud de la población está en riesgo o ya ha sido afectada debido a la presencia de contaminantes del aire ambiente. Entre éstos, las partículas suspendidas son de importancia ya que rebasan los límites de la norma vigente.

En materia de efectos del ambiente en la salud, la Ley General de Salud contempla el establecimiento de normas, medidas y actividades tendientes a la protección a la salud humana ante los riesgos y daños que representa el deterioro ambiental; así como la determinación de valores de concentración máxima de los contaminantes en el ambiente para el ser humano.

El nombre de partículas suspendidas se refiere a una diversidad de sustancias que existen en forma de material sólido o líquido finamente particulado con un amplio intervalo de tamaño (0.005  $\mu\text{m}$  a 100  $\mu\text{m}$ ), suspendido en el aire. Las partículas son generadas por una gran variedad de fuentes antropogénicas y naturales. Pueden ser emitidas directamente a la atmósfera (partículas primarias) o formarse por la transformación de emisiones gaseosas (partículas secundarias) como los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles.

La toxicidad de las partículas está determinada por sus características físicas y químicas. El tamaño, que se mide en términos de diámetro aerodinámico, es un parámetro importante para caracterizar su comportamiento, ya que de él depende la capacidad de penetración y retención en diversas regiones de las vías aéreas respiratorias; también determina su tiempo de residencia en la atmósfera y por ende la concentración a la que puede estar expuesta la población.

La composición química de las partículas es también muy importante con relación a los daños específicos a la salud. La mayoría de los estudios sobre efectos a la salud descritos en la literatura son de tipo epidemiológico y analizan las asociaciones encontradas entre las concentraciones de partículas en el aire y los daños a la salud. Sin embargo, actualmente se están haciendo esfuerzos muy importantes para conocer el papel que la composición química y biológica de las partículas tiene en este daño a la salud y cuáles son sus mecanismos fisiopatológicos.

Los efectos nocivos de las partículas suspendidas no se limitan al aparato respiratorio, sino que pueden dañar otros aparatos y sistemas como el sistema cardiovascular. Los efectos pueden ser inmediatos o presentarse después de varios días de exposición a esos contaminantes.

Los daños a la salud inducidos por las partículas han sido estudiados en muchos países y los resultados obtenidos en todos ellos son consistentes y coherentes entre sí. Uno de los efectos más importantes, como es la mortalidad asociada a la exposición a partículas, se describió desde 1952 en los estudios realizados en la ciudad de Londres.

En trabajos realizados en la Ciudad de México sobre daños a la salud ocasionados por partículas suspendidas, reportan incremento en los índices de mortalidad, semejantes a estudios en ciudades de Europa y Estados Unidos de América. Un estudio relacionado con la contaminación por PST indica que el riesgo a morir aumenta en un 6% por cada  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de incremento de PST. Otro estudio en personas mayores de 65 años reportó un incremento de 1.6% en las muertes diarias por cada  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de aumento en las concentraciones de  $\text{PM}_{2.5}$ . En un estudio donde se analizaron daños provocados por partículas gruesas ( $\text{PM}_{10}$ - $\text{PM}_{2.5}$ ), se encontró que por cada  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de incremento de este contaminante se asoció un aumento de 4% de las muertes totales diarias. Por último, un estudio para analizar la asociación entre  $\text{PM}_{2.5}$  y la mortalidad infantil (menores de 1 año de edad) mostró un aumento de la mortalidad total de 6.9% por cada  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del contaminante. Un estudio realizado en adultos mayores de 65 años de la ciudad de México, encontró que con un incremento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

De  $\text{PM}_{10}$  estuvo relacionado con 2.9% de incremento en la mortalidad cuando las personas eran atendidas en una unidad médica en comparación con 4.1% cuando no lo eran, con valores rezagados de 3 días. En todos estos estudios los efectos más importantes se observan de 3 a 5 días después de la exposición.

Un estudio realizado en la Ciudad de México para determinar los índices de morbilidad, demostró que el incremento de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{10}$  aumentó en 8% la sintomatología de vías respiratorias bajas en niños asmáticos de 5 a 13 años. La asociación entre contaminantes del aire y la función respiratoria de niños en edad escolar, determina que el efecto combinado de 7 días de exposición a  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{2.5}$  y 25 ppb de  $\text{O}_3$  predice una disminución de 7.1% en el valor de flujo respiratorio máximo matutino de los niños.

En otro estudio llevado a cabo en adultos mayores de una casa de retiro de la zona norte de la Ciudad de México, se observó una relación inversa significativa entre el componente de alta frecuencia de variabilidad cardiaca y  $\text{PM}_{2.5}$  total. El porcentaje de cambio asociado al incremento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y de  $\text{PM}_{2.5}$  fue de 5%.

La evidencia epidemiológica disponible hasta el momento sustenta el desarrollo o la planeación de estudios experimentales con el fin de esclarecer los mecanismos fisiopatológicos que apoyen los hallazgos reportados sobre la morbilidad y mortalidad. Esto implica la realización de estudios en humanos y animales, así como de estudios celulares *in vitro*.

Existe información experimental en animales generada por el grupo de investigadores del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias que ha aportado información experimental en animales. Este estudio indica daños estructurales del epitelio respiratorio de cobayos expuestos 8 horas diarias durante 4 meses al aire ambiente de la zona metropolitana suroeste de la Ciudad de México, periodo en el cual se excedieron las normas mexicanas vigentes e ozono y  $\text{PM}_{10}$  durante 511 y 52 horas, respectivamente.

Los estudios experimentales *in vitro* se han realizado en diversas estirpes celulares e indican que las  $\text{PM}_{10}$  de la Ciudad de México tienen efectos citotóxicos y genotóxicos. Los experimentos realizados por los investigadores mexicanos en los que se comparan partículas de tres diferentes regiones de la ciudad, han dado luz en cuanto a diferencias tóxicas que podrían estar relacionadas con la composición de las mismas. Se ha demostrado que los extractos orgánicos de las  $\text{PM}_{10}$  obtenidos en el Centro de la Ciudad de México tienen un mayor potencial mutagénico al encontrado con partículas del Norte de la Ciudad de México y que posiblemente está relacionado con el contenido de hidrocarburos policíclicos. Otros estudios que apoyan estas observaciones indican que las partículas del Norte y Centro de la ciudad tienen un mayor potencial para inducir rompimientos del ADN.

Los estudios de citotoxicidad inducidas por las  $PM_{10}$  indican que las partículas del Norte son más citotóxicas que las del Centro y que las del Sur. Este efecto varía dependiendo del tipo celular y de que exista proliferación celular. Estudios adicionales indican que las partículas también son capaces de inducir la secreción de moléculas proinflamatorias como  $TNF\alpha$  y PGE, lo cual predomina con partículas del Centro de la ciudad.

Las partículas de la Ciudad de México también han sido capaces de modificar la respuesta de células fibroblásticas al inducir expresión del receptor al factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF). Estos efectos están parcialmente inducidos por los componentes de las partículas: endotoxina y vanadio.

En el ámbito internacional, los resultados encontrados son muy similares a los reportados para las partículas de la Ciudad de México. Queda claro que las partículas son capaces de provocar respuestas inflamatorias y que tienen un potencial de daño al ADN con repercusiones desconocidas. Existen pocos estudios acerca del papel que juega la composición y la distribución por tamaño de las partículas o los mecanismos que median estos procesos, pero la evidencia acumulada favorece la probabilidad de que los efectos en la salud asociados con la contaminación con partículas tienen un fundamento biológico comprobable experimentalmente.

Se realizó un estudio en Chile en el que se encontró un incremento en el número de consultas a servicios de emergencias por enfermedades respiratorias relacionadas con las concentraciones de  $PM_{2.5}$  de dos días previos, el incremento se empieza a observar desde los  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Todas estas observaciones son consistentes con lo publicado internacionalmente en ciudades y áreas contaminadas por  $PM_{10}$ .

Con relación a las  $PM_{2.5}$ , se ha encontrado un incremento de 1.4% de la mortalidad total en el Sureste de la Ciudad de México asociado a cada aumento en  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $PM_{2.5}$ .

Por lo anterior la presente Norma protege a la población de los efectos agudos y crónicos por partículas suspendidas sin esperar el comprobar su impacto en enfermedades crónico degenerativas como podrían ser el cáncer, el enfisema, la fibrosis pulmonar y la arteriosclerosis.

## 1. Objetivo

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana establece los valores de concentración máxima de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros  $PM_{10}$  y partículas menores de 2.5 micrómetros  $PM_{2.5}$  en el aire ambiente; para protección a la salud de la población.

## 2. Campo de aplicación

2.1 Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable en todo el territorio nacional, los valores que se establecen deben ser considerados como referencias para que dependencias, organismos e instituciones en sus respectivos ámbitos de competencia los apliquen en las acciones de prevención de la salud humana y control de la contaminación ambiental.

## 3. Referencias

3.1 Esta Norma se complementa con la Norma Oficial Mexicana NOM-035-ECOL-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.

## 4. Definiciones

Para los efectos de esta Norma se entiende por:

4.1. **Aire ambiente**, a la porción de la atmósfera externa a las construcciones que no está influenciada directamente por fuentes específicas de emisión, y que es representativa de una comunidad.

4.2. **Diámetro aerodinámico**, al diámetro equivalente al de una partícula esférica de densidad unitaria ( $1\text{g}/\text{cm}^3$ ), la cual tiene la misma velocidad de depósito que la partícula considerada.

4.3. **Microgramo por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**, a la expresión de concentración en masa del contaminante (en microgramos) en un volumen de aire (metro cúbico) a condiciones locales de temperatura y presión.

**4.4. Partículas PM<sub>10</sub>**, a las partículas con un diámetro aerodinámico igual o menor a 10 micrómetros.

**4.5. Partículas PM<sub>2.5</sub>**, a las partículas con un diámetro aerodinámico igual o menor a 2.5 micrómetros.

**4.6. Partículas Suspendedas Totales PST**, a las partículas con un diámetro aerodinámico menor a aproximadamente 50 micrómetros medidas con un muestreador de alto volumen.

**4.7. Promedio**, a la media aritmética de un conjunto de datos.

**4.8. Valor diario**, a la concentración promedio de partículas, calculada o medida en un periodo continuo de 24 horas, a partir de las 00:00 horas.

**4.9. Valor anual**, a la concentración promedio de partículas calculada en un año calendario, a partir de los valores diarios.

**4.10. Percentil 98**, al valor de la concentración de partículas, por debajo del cual cae el 98% de todos los valores diarios obtenidos en un año de monitoreo.

## 5. Especificaciones

Para efectos de protección a la salud de la población más susceptible, se establecen los valores de concentración máxima para PST, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en el aire ambiente:

**5.1. Partículas Suspendedas Totales PST:**

- 210 µg/m<sup>3</sup> promedio de 24 horas.

**5.2. Partículas menores a 10 micrómetros PM<sub>10</sub>:**

- 120 µg/m<sup>3</sup> promedio de 24 horas.
- 50 µg/m<sup>3</sup> promedio anual.

**5.3. Partículas menores a 2.5 micrómetros PM<sub>2.5</sub>:**

- 65 µg/m<sup>3</sup> promedio de 24 horas.
- 15 µg/m<sup>3</sup> promedio anual.

**5.4. Manejo de datos**

En esta sección se explican los métodos convencionales para el manejo de datos, así como los cálculos necesarios para determinar el cumplimiento de esta norma.

Para los propósitos de esta norma todas las mediciones se realizarán con los métodos de referencia o equivalentes establecidos en las normas correspondientes para cada una de las fracciones de las partículas consideradas.

**5.4.1. Redondeo**

En cada sitio de monitoreo, la concentración promedio de 24 horas de PST, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> se reportará en µg/m<sup>3</sup>, sin cifras decimales. Si se cuenta con valores de una o más cifras decimales, el valor será redondeado. Si el primer decimal es menor o igual a 5, el valor entero no se incrementa, si es mayor se incrementa al inmediato superior.

La concentración promedio anual o trimestral para PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> se reportará en µg/m<sup>3</sup>, tomando en cuenta una cifra decimal. Si se cuenta con valores de más de una cifra decimal, el valor será redondeado de acuerdo al criterio del párrafo anterior.

**5.4.2. Cantidad de datos necesaria para la evaluación de la observancia de la Norma.**

Para poder verificar la observancia de esta Norma se requerirá de un mínimo de datos en un año. Este mínimo se evalúa a partir de la cantidad de muestras de 24 horas válidas obtenidas en cada uno de los cuatro trimestres del año (ver tabla 1). Para cada trimestre se requerirá un mínimo de 75% de muestras válidas. Dato que con los sitios donde el monitoreo no se realice diariamente, se tomará como base el número de muestreos calendarizados para dicho periodo. Si la cantidad de muestras es menor se invalidará el trimestre correspondiente. Para la validación del año es necesario contar con al menos tres trimestres válidos que cumplan con el número de muestras válidas ya especificado, en caso contrario no podrá evaluarse el cumplimiento de la norma para ese año.

**Tabla 1. Criterios de Calidad de los Datos de Monitoreo**

Trimestre	Meses
1	Enero, febrero, marzo
2	Abril, mayo, junio
3	Julio, agosto, septiembre
4	Octubre, noviembre, diciembre

**5.4.3. Determinación del cumplimiento de los valores normados de 24 horas para PST, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>**

- Un sitio cumple con la norma de PST para el promedio de 24 horas cuando el valor del percentil 98, calculado como se indica en la sección 5.4.5.1., es menor o igual a 210 µg/m<sup>3</sup>.
- Un sitio cumple con la norma de PM<sub>10</sub> para el promedio de 24 horas cuando el valor del percentil 98, calculado como se indica en la sección 5.4.5.1., es menor o igual a 120 µg/m<sup>3</sup>.
- Un sitio cumple con la norma de PM<sub>2.5</sub> para el promedio de 24 horas cuando el valor del percentil 98, calculado como se indica en la sección 5.4.5.1., es menor o igual a 65 µg/m<sup>3</sup>.

**5.4.4. Determinación del cumplimiento de los valores normados del promedio anual para PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>**

- Un sitio cumple con la norma anual de PM<sub>10</sub> cuando el promedio anual de los valores diarios, calculado como se indica en la sección 5.4.5.2., es menor o igual a 50 µg/m<sup>3</sup>.
- Un sitio cumple con la norma anual de PM<sub>2.5</sub> cuando el promedio anual de los valores diarios, calculado como se indica en la sección 5.4.5.2., es menor o igual a 15 µg/m<sup>3</sup>.

**5.4.5. Cálculos****5.4.5.1. Cálculo del percentil 98**

Cuando los datos de algún sitio en particular cumplen con el requisito especificado en la sección 5.4.2, el valor del percentil 98 se calcula como se indica a continuación.

**a.** Se ordenan los valores diarios de concentración obtenidos durante un año en una serie ascendente ( $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ) en la que cada valor es igual o mayor que el valor anterior ( $x_n \geq x_{n-1}$ ).

**b.** Se multiplica el número total de valores,  $n$ , por 0.98. Se toma la parte entera del valor resultante,  $i$ , y el valor del percentil 98 se calcula con la ecuación:

$$P_{0.98} = x_{i+1}$$

donde:

$P_{0.98}$  = percentil 98

$i$  = la parte entera del producto de 0.98 y  $n$

$x_{i+1}$  = es el número  $(i + 1)$ -ésimo número en la serie ordenada

**c.** El percentil 98,  $P_{0.98}$ , es el valor de concentración con índice  $i + 1$  en la serie ordenada de valores.

**5.4.5.2. Cálculo del promedio anual**

Para poder calcular el promedio anual será necesario que los datos cumplan con el requisito especificado en la sección 5.4.2. Se calcula el promedio trimestral aplicando la siguiente fórmula:

$$x_t = \frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^{n_i} x_{i,t}$$

donde:

$\bar{x}_t$  = promedio para el trimestre  $t$

$n_i$  = número de datos válidos en el trimestre  $t$

$x_{i,t}$  = valor de concentración correspondiente al día  $i$  dentro del trimestre  $t$

El promedio anual se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$x_a = \frac{1}{n_t} \sum_{i=1}^{n_t} x_i$$

donde:

$x_a$  = promedio anual

$n_t$  = número de trimestres válidos en el año

#### 5.4.6. Reporte del índice de calidad de aire

Para fines de información al público, el algoritmo del índice de calidad de aire para PST, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> deberán calcularse con base en el valor diario de concentración (promedio de 24 horas), obtenido directamente de la medición. Los promedios trimestrales o anuales y los valores de percentil 98 no podrán utilizarse como base para calcular dicho índice.

### 6. Métodos de prueba

6.1 El método de prueba para la determinación de la concentración de PST en el aire ambiente y el procedimiento de calibración de los equipos de medición, estaciones o sistemas de monitoreo de la calidad del aire con fines de difusión o cuando los resultados tengan validez oficial, es el establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-035-ECOL-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición señala en sus incisos 13.1.4, 14.1 y 14.2 que “si se desea la concentración actual de PST se puede calcular de la siguiente manera  $PST_a = PST P_3/P_{ptn} T_{ptn}/T_3$ ”, y consideramos que tratándose de unidades de masa/volumen, no se debe corregir por diferencias de presión y temperatura, ya que no se trata de gases y por consiguiente, el reporte debe realizarse obligatoriamente en condiciones ambientales, o sea, locales. En cambio, si existen condiciones fisiológicas que alteran la dosis de partículas inhaladas por el ser humano que se modifican con la altitud sobre el nivel del mar, la variación fisiológica que más influye en la dosis inhalada de partículas suspendidas en el aire, es el aumento en la ventilación a medida que el hombre asciende sobre el nivel del mar. La ecuación que hace referencia a este cambio es:  $VE = \{172.6/(-4.46A)+40\}/1-\{-0.0134A+0.33\}$ , en la cual A significa altitud en kilómetros sobre el nivel del mar, considerando que el valor de la norma para partículas deberá reducirse en 28%, lo cual protegerá a toda la población de la República Mexicana.

### 7. Concordancia con normas internacionales y mexicanas

7.1 Esta Norma no es equivalente a ninguna norma internacional ni mexicana por no existir al momento de su elaboración.

### 8. Bibliografía

8.1 Alfaro-Moreno Ernesto, Martínez Leticia, García-Cuéllar Claudia, Bonner James C, Murray J. Clifford Rosas, Irma, Ponce de León Rosales Sergio, y Osornio-Vargas Alvaro R. Biologic Effects Induced in Vitro by PM<sub>10</sub> from Three Different Zones of Mexico City, Environ Health Perspect 110 pp. 715-720 (2002).

8.2 Bates D. (2000), Lines that connect: Assessing the casuality inference in the case of particulate pollution, Environ, Health Perspect, 91-92, Vol. 108 (2).

8.3 Bonner J. C., Rice A. B., Lindroos P. M., O'Brien P. O., Dreher K. L., Alfaro Moreno E., Rosas Pérez I., Osornio Vargas A. R. (1998), Induction of the lung myofiblast PDGF receptor system by urban ambient particles from Mexico City. Am. J. Respir. Cell. Mol. Biol., 19(4), pp. 672-680.

8.4 Borja-Aburto V. H., Castillejos M., Cold R. D., Bierzwinsk S. and Loomis D. (1998), Mortality and ambient fine particles in southwest Mexico City, 1993-1995. Environ Health Perspect, 106 (12), pp. 849-855.



**8.5** Borja-Aburto V. H., Loomis D. P., Shy C. M., Bangdiwala S. I., Rascon-Pacheco R. A. (1997), Ozone, suspended particulates and daily in Mexico City. *Am. J Epidemiol.*, 145, pp. 258-268.

**8.6** Castillejos M., Borja Aburto H., Dockery, Douglas, Gold, Biane, Loomis Dana (2000), Air Borne Course Particulate Mortality, Inalation Toxicology. 12 Supplement 1, pp. 61-72, 2000.

**8.7** Dockery D. W., Pope III C. A., Xiping X., Spengler J. D., Ware J. H., Fay D. M., Ferris B. G. and Speizer F. E. (1993), An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *The New England Journal of Medicine*, 9, pp. 1754-1759.

**8.8** Finlayson-Pitts B. J., Pitts J. N. (1986), *Atmospheric Chemistry: Fundamentals and experimental Tecniques*. Ed. John Wiley & Sons. pp. 727-869.

**8.9** Téllez –Rojo, MM, Romi I, Ruíz –Velasco S. Lezama MA, Hernández-Avila M. Daily respiratory mortality and PM10 pollution in Mexico City: Importance of Considering place of death.(2000) *Eur Respir J*; 16:391-396.

**8.10** Gold R. D. Damoksh A.I., Pope III C.A., Dockery D.W., McDonell W.F., Serrano P., Retama A., Castillejos M. (1999), Particulate and Ozone Pollutant Effects on the Respiratory Function of children un Southwest Mexico City. *Epidemiology*, 10, pp. 8-16.

**8.11** Hilda Villegas-Castrejón, Jaime Villalba-Caloca, Manuel Meneses-Flores, Michelle Marie Haselbarth-López, Ernestina Flores-Rivera, and José Pérez Neria, (1999), Transmission Electron Microscopy Findings in the Respiratory Epithelium of Guinea Pigs Exposed to the Polluted Air of Sourthwest Mexico City. *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology*, 18(4): 323-334 (1999).

**8.12** Holguin F, Téllez-Rojo M M, Hernández M. Cortés M, Chow C J. Watson G J Mannino D, Romiu I. (2002) Effects of particulate, and ambient ozonbe concentration on autonomic cardiac dysfunction among elderly residents of Mexico City. *Epidemiology*.

**8.13** Holian A., Hamilton R. F., Morandi M. T., Brown S. D., Li L. (1998), Urban particle-induced apoptosis and phenotipe shifts in human alveolar macrophages. *Environ. Health Perspect.*, 106, pp. 127-132.

**8.14** Lee S.D., Sheneider T., Grant L. D.; Verkerk P. J. (1986). *Aerosols: Research, Risk Assesment and Control Strategies*. Proceedings of the Second U.S.- Ducht International Symposium, Williamsburg, Virginia, May 19-25, 1985. Lewis Publishers, Inc. pp. 3-17, 1.9-41.

Llabaca M, Olaeta I, Campos E, Villaire J. Téllez-Rojo MM, Romiu I. (1999) Association between levels of fime particulate and emergency visits pneumonia and other respiratory illnesses among children in Santiago, Chile. *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 49: PM-154-163.

**8.15** Loomis D., Castillejos M. Gold D.R., Mc Donnell W., Borja-Aburto V.H.(1999), Air Pollution and Infant Mortality in Mexico City. *Epidemiology* 1999, 10:118-123.

**8.16** Monn Ch., Becker S. (1999), Cytotoxicity and induction of proinflamatory cytokines from human monocytes exposed to fine (PM<sub>2.5</sub>) and coarse particles (PM<sub>10-2.5</sub>) in outdoor and indoor air. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 155, pp. 245-252.

**8.17** Nehls, G. J., Akland, G. G. (1973), *Procedures for Handling Aerometric Data*, JAPCA, Vol. 23.

**8.18** Osornio Vargas A. R., Alfaro Moreno E., Rosas Pérez I. y García Cuéllar C. (1999), ¿Tienen las PM<sub>10</sub> de diferentes zonas de la Ciudad de México el mismo potencial tóxico? Reporte Técnico CONSERVA.

**8.19** Pope III C. A., Schwartz J., Ransom M. R. (1992), Daily Mortality and PM<sub>10</sub> Pollution in Utah Valley. *Arch. Environ. Health*, 47(3), pp. 211-217.

**8.20** Programa Nacional de Salud 2001-2006, SSA

**8.21** Programa Nacional de Medio Ambiente 2001-2006, SEMARNAP.

**8.22** Reyes D. C., Mireles B. R., Chimal H. J., Carranza E., Aguirre A., Alfaro M. E., Osornio V. A. (1995), Evaluación de la capacidad hemolítica in vitro de muestras de polvo casero de la Delegación Benito Juárez (D.F.), Rev. Inst. Nal. Enf. Resp., 8(2), pp. 38-42.

**8.23** Romieu I., Meneses F., Ruiz S., Huerta J., White M., Etzel R., Hernández M. (1998), Effects of air pollution on the respiratory health of children with mild asthma living in Mexico City. Journal of the air & waste management association 48 8, pp. 327-335.

**8.24** US Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. V. II. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; report no. EPA-600/8-82-029bF.

**8.25** US Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. V. III. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; report no. EPA-600/8-82-029cF.

**8.26** US Environmental Protection Agency (1996a) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, National Center for Environmental Assessment. Office of Research and Development. April 12, 1996.

**8.27** US Environmental Protection Agency (1997a) National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter-Final Rule. 40 CFR part 50. Federal Register, 62(138): 38651-38760. July 18, 1997.

**8.28** US Environmental Protection Agency (1997b) Revised Requirements for Designation of reference and Equivalent Methods for PM<sub>2.5</sub> and Ambient Air Quality Surveillance for Particle Matter-Final Rule. 40 CFR parts 53 and 58. Federal Register, 62(138): 38763-38854. July 18, 1997.

**8.29** Villalobos R., Blanco S., Gómez S. (1995), Mutagenicity assessment of airborne particles in Mexico City. Atmosf. Environ., 29(4), pp. 517-524.

**8.30** Villegas-Castrejón H., Villalba-Caloca J., Meneses-Flores H., Haselbarth-López M. M., Flores-Rivera E. y Pérez-Neria J. (1999), Transmission electron microscopy findings in pigs exposed to the polluted air of southwest Mexico City. Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology, 18(4), pp. 323-334.

## 9. Observancia de la Norma

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia en todo el territorio nacional y aplica a las autoridades federales y locales que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población.

**9.1** La vigilancia de esta Norma corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las Entidades Federativas, en sus respectivos ámbitos de competencia.

## 10. Transitorios

**Artículo Primero.-** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 60 días de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**Artículo Segundo.-** Dentro de los 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, las autoridades competentes propondrán los planes para la verificación periódica, seguimiento y control de los valores establecidos.

**Artículo Tercero.-** La presente Norma Oficial Mexicana cancela a la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a Partículas Suspendidas Totales (PST). Valor permisible para la concentración de Partículas Suspendidas Totales (PST) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población, publicada el 23 de diciembre de 1994.

México, D.F., a 22 de junio de 2005.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, **Ernesto Enríquez Rubio**.- Rúbrica.