

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-009-AIRE-2006, QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA ELABORAR EL ÍNDICE METROPOLITANO DE LA CALIDAD DEL AIRE.

Eduardo Vega López, Secretario del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal con fundamento en lo dispuesto en los artículos 1º, 2º, 15 fracción IV, 16 fracción I, II y IV, 26 fracción I, III, IV y IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal; 6 fracción II, 9 fracción IV, VII, XLII y XLVI, 36 al 41 y 151 de la Ley Ambiental del Distrito Federal, ordena la publicación de la Norma Ambiental para el Distrito Federal: Que establece los requisitos para elaborar el índice metropolitano de la calidad del aire; la publicación se ordena una vez publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, las respuestas a los comentarios ingresados durante la consulta pública del Proyecto de Norma PROY- NADF-009-AIRE-2006, publicado el 3 de noviembre de 2006, en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, por lo anterior, he tenido a bien expedir la siguiente:

NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-009-AIRE-2006, QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA ELABORAR EL ÍNDICE METROPOLITANO DE LA CALIDAD DEL AIRE.

ÍNDICE

1. **Introducción**
2. **Objetivo**
3. **Campo de aplicación**
4. **Definiciones**
5. **Disposiciones Generales**
6. **Bibliografía**
7. **Observancia**
8. **Vigencia**
9. **Anexos**

1. INTRODUCCIÓN

La gestión ambiental abocada a atender el problema de la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), requiere de mecanismos para informar a la población de manera adecuada y oportuna sobre los niveles de contaminación y su variación en el tiempo, con el fin de salvaguardar la salud pública. En 1977 la Dirección General de Saneamiento de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, desarrolló el Índice Mexicano de Calidad del Aire o IMEXCA. En 1982 se diseñó el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), cuya metodología transforma a una escala adimensional las concentraciones de los contaminantes criterio. Su fundamento es el Índice Estándar de Contaminantes (Pollutant Standard Index o PSI por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de América (EUA), un indicador basado en una función lineal segmentada y las normas primarias de calidad del aire¹, y las normas mexicanas de protección a la salud vigentes, de forma tal que establece en 100 puntos el límite de protección a la salud para cada contaminante. A partir de enero de 1986 el IMECA se empezó a difundir a la población a través de diversos medios. Actualmente su difusión comprende la radio, la prensa, la televisión y la Internet (1,2,3,4).

Aunado a lo anterior, no existe un documento oficial que defina el significado y utilidad del IMECA, así como los lineamientos para su generación, uso y difusión, lo que ha provocado una falta de homologación de sus procedimientos entre distintos usuarios. Por otra parte, los resultados de un estudio de percepción social en la ZMVM (5), señalan que la población piensa que la contaminación atmosférica es alta y que el IMECA no refleja la realidad del problema de contaminación atmosférica. Esta actitud representa un obstáculo para lograr que la población comprenda la magnitud del problema de la contaminación atmosférica en la ZMVM o que modifique su relación con la ciudad y el ambiente, y tenga así una participación activa. El estudio concluye también que el IMECA no es una herramienta que motive acciones de protección de la salud.

¹ El PSI es el resultado de la investigación realizada por Thom y Ott en 1975, con más de 50 índices de contaminación existentes en los EUA y Canadá para identificar las características óptimas de un índice de contaminación del aire. En 1976 se propuso el PSI y posteriormente se modificó y adoptó por el Gobierno de los EUA como un índice uniforme de la contaminación del aire. El PSI tiene las siguientes características estructurales: seis variables de contaminación del aire: CO, NO₂, O₃, SO₂, PST y el producto SO₂ x PST; utiliza funciones lineales segmentadas para el cálculo de los subíndices y se calcula de modo máximo, reportando únicamente el subíndice máximo (1).

Con el propósito de mejorar y actualizar un índice con las características del IMECA, éste se debe revisar periódicamente (6) y modificarlo cuando existan cambios en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de salud ambiental o una nueva evidencia de riesgo. El IMECA debe ser información cotidiana para que la población tenga una visión objetiva acerca del problema de la contaminación atmosférica (7) y actúe de forma tal que disminuya los riesgos de exposición a los contaminantes.

Por lo expuesto anteriormente, la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal consideró pertinente elaborar la presente Norma Ambiental para establecer los lineamientos que debe cumplir el IMECA, a fin de que sea empleado como una herramienta veraz, sencilla y oportuna de protección a la salud de la población, con información sobre el riesgo por la exposición a los contaminantes del aire y las acciones de protección que puede realizar. Esto permitirá que la población tenga un mejor conocimiento del grado de deterioro del aire y su efecto en la salud, y que al mismo tiempo se motiven su conducta y conciencia ambientales (8).

La elaboración de esta Norma Ambiental requirió la integración de un grupo de trabajo conformado por investigadores y funcionarios con experiencia en esta materia. Las propuestas y comentarios de este grupo se integraron en lineamientos de uso, obtención, diseño y difusión del IMECA (8,9), los cuales se fundamentan en la evidencia de riesgo que sustentan las NOM de salud ambiental y en la consideración del principio de precaución ante la posibilidad del riesgo que tienen las personas cuando se exponen de forma continua a concentraciones de los contaminantes atmosféricos criterio inferiores a los límites que establecen las NOM. También se considera la elaboración de mensajes y herramientas complementarios al IMECA para prever situaciones adversas de contaminación atmosférica.

En la presente norma se considera que el IMECA debe obtenerse mediante el proceso transparente de la información y de forma numérica mediante algoritmos; que la información que proporcione sea entendible para la población y que comunique los riesgos a la salud asociados a la exposición a los contaminantes atmosféricos criterio.

Para cumplir con lo anterior, la norma aborda los siguientes aspectos, los cuales se explican en el apartado de disposiciones generales:

- (I) Propósito
- (II) Uso de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos criterio para obtener el IMECA
- (III) Comunicación de riesgos y difusión del IMECA

2. OBJETIVO

Establecer los lineamientos para la obtención, el uso y la comunicación de riesgos del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) para el Distrito Federal.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

La presente norma aplica en el territorio del Distrito Federal. El IMECA se dará a conocer con base a las zonas de contaminación definidas como Noroeste, Noreste, Centro, Suroeste y Sureste. Su empleo puede extenderse a los municipios conurbados del Estado de México que comprende la ZMVM (10).

4. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se entiende por:

4.1 Calidad del aire: Características del aire ambiente con relación al tipo de sustancias, la concentración de las mismas y período en que se presentan en un lugar y tiempo determinado.

4.2 Concentración promedio de una hora. Es el promedio aritmético de las concentraciones registradas en una hora.

4.3 Conciencia ambiental: Es la formación de conocimientos, la interiorización de valores y la participación en la prevención y solución de problemas ambientales.

4.4 Condiciones de referencia. Son la temperatura absoluta de 298° K (25° C) y presión barométrica de 101 kPa (760 mm de Hg). Estas condiciones son la referencia para calcular los resultados de los muestreos y análisis de un contaminante en el aire (adaptado de 11).

4.5 Condiciones locales: Son la temperatura absoluta (en °K y su equivalente en °C) y presión barométrica (en kPa y su equivalente en mm de Hg) que se registran en el lugar donde se mide un contaminante atmosférico.

4.6 Contaminación atmosférica. Es la presencia en el aire de uno o más contaminantes o la combinación de éstos (12).

4.7 Contaminante atmosférico. Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse y actuar en la atmósfera altera o modifica su composición y condición natural (12).

4.8 Contaminante atmosférico criterio. Término adoptado de la definición que hace la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA, por sus siglas en inglés) para describir a los contaminantes atmosféricos que afectan el bienestar y la salud humana, y que cuentan con criterios para establecer o revisar límites máximos permisibles. Los contaminantes considerados son: ozono (O₃), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), plomo (Pb) y partículas suspendidas (adaptado de 13).

4.9 Comunicación de riesgo. Proceso de interacción e intercambio de información (datos, opiniones y sensaciones) entre individuos, grupos o instituciones sobre amenazas para la salud, la seguridad o el ambiente con el propósito de que la comunidad conozca los riesgos a los que está expuesta y participe en su mitigación. Idealmente este proceso es interactivo y permanente

4.10 Evidencia de riesgo. Certeza científica acerca de que se produzca daño a la salud.

4.11 Exposición. Contacto de un ser humano con un agente químico, físico o biológico. Puede incluir la intensidad, frecuencia y duración del contacto, así como la vía de entrada y la dosis (14).

4.12 Gestión ambiental. Conjunto de políticas públicas mediante las cuales una entidad pública propone alternativas de solución a los problemas ambientales.

4.13 Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA). Escala adimensional que sirve para calificar la calidad del aire con respecto a los contaminantes atmosféricos considerados criterio.

4.14 Método de referencia. El procedimiento de análisis y medición descrito en una norma oficial mexicana que debe aplicarse para determinar la concentración de un contaminante en el aire ambiente (11).

4.15 Microgramo por metro cúbico (µg/m³). Es la expresión de concentración en masa del contaminante por unidad de volumen de aire ambiente (adaptado de 15).

4.16 Partes por millón (ppm). Es la relación de un volumen de un contaminante en un millón de volúmenes de aire.

4.17 Peligro a la salud pública: Condición de exposición a sustancias peligrosas en la que se pueden presentar efectos dañinos en la salud de la comunidad.

4.18 Población susceptible. Grupo social con mayor probabilidad de padecer una enfermedad o morir, debido a que es especialmente "vulnerable" como resultado de la interacción de características biológicas, genéticas, ambientales, psicológicas, sociales, económicas, entre otras. (16).

4.19 Promedio móvil de "n" horas. Media aritmética de las "n" concentraciones horarias de un contaminante, a partir de la hora de interés y considerando las n-1 horas consecutivas previas.

4.20 Redondeo: Formato que modifica la información después de una cifra de interés, de tal manera que si la siguiente cifra es 4 ó menor no se considera y no cambia la cifra de interés. Cuando la cifra siguiente es 5 ó mayor, entonces la cifra de interés se incrementa en una unidad (17). Por ejemplo: el redondeo de la cifra 0.1105 es 0.111, y en el caso de la cifra 0.1104 el resultado es 0.110.

4.21 Representación espacial. Referencia a la parcela de aire que caracteriza una estación de monitoreo de contaminantes atmosféricos, en la cual se considera una concentración homogénea del contaminante. La representación espacial se relaciona con el objetivo del monitoreo. En la presente norma se consideran las escalas de representación espacial documentadas en el Código de Regulaciones Federales 50 (CFR, por sus siglas en Inglés), parte 58 del apéndice D ["Network Design for State and Local Air Monitoring Stations (SLAMS), National Air Monitoring Stations (NAMS), and Photochemical Assessment Monitoring Stations (PAMS)"] de los Estados Unidos de América (18).

4.22 Representación física. Referencia a las características físicas que debe cumplir el entorno y la infraestructura donde se establece una estación de monitoreo de contaminantes atmosféricos, con la finalidad de que sus registros sean confiables. En la presente norma se consideran los criterios de representación física documentadas en el Código de Regulaciones Federales 50 (CFR, por sus siglas en Inglés), parte 58 del apéndice E ("Probe and Monitoring Path Siting Criteria for Ambient Air Quality Monitoring") de los Estados Unidos de América (18).

4.23 Representatividad: Medida en que un dato de contaminación atmosférica describe a la población de datos.

4.24 Riesgo. Es la probabilidad de la ocurrencia de un efecto adverso ante la exposición a un agente biológico, químico o físico u otra amenaza (14).

4.25 Zonas de calidad del aire. División espacial de la Zona Metropolitana del Valle de México, con la finalidad de informar los niveles de concentración de los contaminantes atmosféricos criterio, a saber Noroeste, Noreste, Centro, Suroeste, Sureste .

4.26 ZMVM. Zona Metropolitana del Valle de México que integra a las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal y 18 municipios conurbados del Estado de México (10).

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 PROPÓSITO DEL IMECA

5.1.1. El IMECA tiene como propósito *informar a la población de manera clara, oportuna y continua, sobre los niveles de contaminación atmosférica, los probables daños a la salud que ocasiona y las medidas de protección que puede tomar.*

5.2. USO DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS CRITERIO PARA OBTENER EL IMECA

5.2.1 Las concentraciones de los contaminantes criterio O₃, NO₂, SO₂ y CO se expresarán en partes por millón (ppm), mientras que las concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5} se expresarán en microgramos por metro cúbico (µg/m³). La medición y reporte de ambos tipos de partículas se realiza a condiciones locales de presión y temperatura. En el Anexo 1 se indica la forma como se miden y reportan las concentraciones de partículas medidas en la ZMVM con equipos manuales o automáticos, por parte de la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal.

Al momento de elaborar la presente norma el grupo de trabajo mantuvo la discusión acerca de las condiciones en que deben reportarse las concentraciones de los contaminantes. Se considera que esta situación debe motivar una revisión técnica por parte de las autoridades federales y locales, y los centros de investigación. Los resultados de esta revisión técnica pueden dar lugar a la actualización y promulgación de normas técnicas, las cuales se considerarán para actualizar la presente norma ambiental.

5.2.2 La información de los contaminantes para obtener el IMECA, provendrá de las estaciones de monitoreo que cumplan con los criterios de representación física y espacial (vecinal o media en el caso del CO y vecinal o urbana para el resto de contaminantes criterio), en apego a las recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) para instalar estaciones de monitoreo y llevar a cabo la vigilancia de la calidad del aire con fines de información pública (17). En el Anexo 2 se presenta una relación de las estaciones del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México, que en el momento de elaborar la presente norma proporcionan información idónea para obtener un índice con las características del IMECA y que cumplen con los criterios de representación física y una escala espacial vecinal o urbana. El mismo anexo también contiene una descripción sobre la cobertura y el tipo de información que provee una estación de monitoreo en función de su escala espacial.

5.2.3 Las concentraciones promedio de una hora deberán contar con un número delimitado de cifras decimales y redondear cuando sea necesario. En el caso del O₃, NO₂ y SO₂, sus concentraciones promedio de una hora en partes por millón se obtendrán con tres cifras decimales, en el caso de las PM₁₀ y PM_{2.5}, sus concentraciones promedio de una hora en µg/m³ se obtendrán sin cifras decimales y en el caso del CO sus concentraciones promedio de una hora en partes por millón se obtendrán con 2 cifras decimales.

5.2.4 El IMECA se adaptará a los límites de protección a la salud que establecen las NOM de los contaminantes criterio O₃, NO₂, SO₂, CO, PM₁₀ y PM_{2.5} (Anexo 3). En el caso del O₃ y el NO₂, el IMECA se obtendrá a

- 5.2.5** partir de concentraciones promedio de una hora; para el SO₂ derivará de una concentración obtenida como promedio móvil de 24 horas; para el CO derivará de una concentración obtenida como promedio móvil de 8 horas. En el caso del O₃ la NOM actual establece un segundo límite permisible definido como promedio móvil de 8 horas; al momento de elaborar la presente norma se consideró pertinente incorporar este límite al cálculo del IMECA, cuando en la ZMVM se cumpla con el límite definido como concentración promedio de una hora. El IMECA para las PM₁₀ y las PM_{2.5} derivará de concentraciones obtenidas como promedio móvil de 24 horas (15, 18, 19, 20, 21).
- 5.2.6** Las concentraciones promedio de una hora para cada uno de los contaminantes criterio, se obtendrán considerando un criterio de suficiencia del 75%, de tal forma que las concentraciones de una hora se calcularán promediando las concentraciones registradas en al menos 45 minutos. Este criterio garantiza la representatividad de los datos (13).
- 5.2.7** Las concentraciones obtenidas como promedios móviles se calcularán a partir de concentraciones promedio de una hora con al menos un 75% de datos horarios válidos. De esta forma el promedio móvil de CO se puede obtener con 8, 7 o 6 horas de información, y los promedios móviles para SO₂, PM₁₀ y PM_{2.5} se pueden obtener con 24 a 18 horas de información previa. Este criterio garantiza la representatividad de los datos (13).
- 5.2.8** El IMECA se reportará regularmente cada hora en todos los días del año, de las 08:00 a las 20:00 horas.
- 5.2.9** El IMECA se reportará en las 5 zonas de calidad del aire de la ZMVM, definidas como Noroeste, Noreste, Centro, Suroeste y Sureste en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la ZMVM, 2002-2010 (10).
- 5.2.10** El IMECA de cada zona estará representado por el mayor de los valores del IMECA de cualquier contaminante que sea registrado en cualquiera de las estaciones de monitoreo ubicadas en la zona. El IMECA se identificará por medio de un color y un calificativo de acuerdo con el grado de riesgo que represente para la salud humana.

En la siguiente escala de números y colores, entre el 0 y 50, el color verde, corresponderá a la condición recomendable de calidad del aire para que cualquier persona pueda realizar todo tipo de actividades al aire libre; entre el 51 y el 100, la asignación del color amarillo indicará que las condiciones de calidad del aire con relación a las concentraciones de los contaminantes criterio, aún son adecuadas para que la población realice actividades al aire libre. Conforme se incrementa la magnitud de las concentraciones de estos contaminantes se asignará un número mayor y colores que señalan un aumento del riesgo. En orden creciente los colores son naranja, rojo y morado, este último asociado con los eventos de mayor riesgo.

Al momento de elaborar la presente norma el grupo de trabajo mantuvo la discusión acerca del uso de una escala de colores para informar a la población. Se considera que esta situación debe motivar una revisión técnica y fundamentarse en estudios de caso para la Ciudad de México, para lo cual deben impulsarse proyectos con este perfil.

Escala de colores

Verde	Amarillo	Naranja	Rojo	Morado

- 5.2.11** La asignación del número y el color a la concentración del contaminante atmosférico criterio que se encuentre en mayor concentración y que sea registrada en cualquiera de las estaciones de monitoreo, se realiza conforme los siguientes intervalos. Los dos primeros intervalos se definieron a partir de la mitad del valor que tiene el límite que especifica la NOM de cada contaminante (15, 19, 20, 21, 22), de esta forma se intenta prevenir ante los riesgos que causa la exposición continua a concentraciones de contaminantes consideradas como bajas. En los tres intervalos superiores de O₃, NO₂, SO₂ y CO, se consideran los valores actuales que integran sus algoritmos (23). Para las PM₁₀ los intervalos se definieron conforme al valor del límite que señala la NOM (22) y para las PM_{2.5} se considera la forma de cálculo que sigue el Air Quality Index (AQI) de los Estados Unidos de América (23). En ambos tipos de partículas la definición de intervalos contempla que hay una mayor probabilidad de riesgo conforme se incrementa su concentración, esto a pesar de la falta de evidencia acerca de umbrales a partir de los cuales se incrementa el riesgo. De forma general, se puede señalar que en la adopción de estos intervalos se considera que ante la falta de evidencia científica se opta por un sentido precautorio del posible riesgo a los niveles de contaminación atmosférica que se registran en la actualidad en la ZMVM.






Intervalos de concentración para asignación de colores:

IMECA	O ₃ [ppm] (15)	NO ₂ [ppm] (20)	SO ₂ [ppm] (19)	CO [ppm] (21)	PM ₁₀ [µg/m ³] (22)	PM _{2.5} [µg/m ³] (22, 23)
0 - 50	0.000 - 0.055	0.000 - 0.105	0.000 - 0.065	0.00 - 5.50	0 - 60	0 - 15.4
51 - 100	0.056 - 0.110	0.106 - 0.210	0.066 - 0.130	5.51 - 11.00	61 - 120	15.5 - 40.4
101 - 150	0.111 - 0.165	0.211 - 0.315	0.131 - 0.195	11.01 - 16.50	121 - 220	40.5 - 65.4
151 - 200	0.166 - 0.220	0.316 - 0.420	0.196 - 0.260	16.51 - 22.00	221 - 320	65.5 - 150.4
> 200	>0.220	> 0.420	> 0.260	> 22.00	>320	> 150.4

5.3. COMUNICACIÓN DE RIESGOS

5.3.1. La asignación de un color para el contaminante atmosférico criterio de mayor magnitud y un calificativo comprensible es un mecanismo que facilitará a la población comprender el estado de la calidad del aire de la zona donde reside o realiza sus actividades. Los calificativos de la calidad del aire son: buena, regular, mala, muy mala y extremadamente mala, y se refieren a la importancia del riesgo que implica la concentración de un contaminante atmosférico criterio. El uso del calificativo mala o muy mala, implica que la población debe estar atenta a los niveles de concentración del contaminante atmosférico criterio y su evolución en el tiempo, así como a los mensajes de prevención. En la siguiente tabla se indican los colores de calidad del aire y el calificativo correspondiente.


Calificación asociada al color de la calidad del aire **

Color	Calificativo de la calidad del aire
	Buena
	Regular
	Mala
	Muy Mala
	Extremadamente Mala

** Al momento de elaborar la presente norma el grupo de trabajo mantuvo la discusión acerca del uso de calificativos para informar a la población. Se considera que esta situación debe motivar una revisión técnica y fundamentarse en estudios de caso para la Ciudad de México.

5.3.2. La difusión del IMECA por medio de un color y un calificativo deberá incorporar información sencilla de los riesgos a la salud humana y las acciones de prevención y protección que puede realizar la población. Los mensajes son breves y consideran que si un contaminante atmosférico criterio tiene concentraciones cuyo riesgo es bajo para la salud, no es necesario preocupar a la población; de lo contrario, es necesario señalarle que el contaminante atmosférico criterio puede ocasionar un efecto negativo a la salud, que esté pendiente y atenta a las recomendaciones sobre medidas de protección y que en su caso las adopte.

Mensajes de riesgos a la salud y acciones asociados al color de la calidad del aire

	<i>La calidad del aire es:</i>
 Buena	<i>Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre</i>

Regular	<p><i>Se pueden llevar a cabo actividades al aire libre</i></p> <p><i>Posibles molestias en niños, adultos mayores y personas con enfermedades</i></p>
Mala	<p><i>Causante de efectos adversos a la salud en la población, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma</i></p> <p><i>Evite las actividades al aire libre, esté atento a la información de calidad del aire</i></p> <p>“Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardíacos”</p>
Muy Mala	<p><i>Causante de mayores efectos adversos a la salud en la población en general, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma</i></p> <p><i>Evite salir de casa y mantenga las ventanas cerradas, esté atento a la información de la calidad del aire</i></p> <p>“Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardíacos”</p>
Extremadamente Mala	<p><i>Causante de efectos adversos a la salud de la población en general</i></p> <p><i>Se pueden presentar complicaciones graves en los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma</i></p> <p><i>Proteja su salud, evite salir de casa y mantenga las ventanas cerradas, esté atento a la información de la calidad del aire</i></p> <p>“Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardíacos”</p> <p>“No use el automóvil”</p>

- 5.3.2.** La información del IMECA a la población infantil podrá reforzarse mediante el uso de imágenes de “mascotas”, las cuales reflejarán con su estado de ánimo y expresión corporal el impacto en la salud que provoca la contaminación del aire.
- 5.3.3.** La información del IMECA a la población deberá ser ágil y oportuna, de tal forma que le permita adoptar medidas precautorias. Para cumplir con lo anterior deberán emplearse los medios y la tecnología disponible (fax, teléfono, Internet, etc.), adaptando a cada uno los aspectos (color, calificativo, mascota, mensaje de riesgo y acciones sugeridas) mencionados anteriormente.
- 5.3.4.** La información del IMECA (color, calificativo, mensajes de riesgo y acciones sugeridas) con fines preventivos, para notificar con anticipación una posible emergencia ambiental o la calidad del aire del día siguiente, requerirá el uso de herramientas de pronóstico (modelos empíricos, modelos estadísticos, modelos fotoquímicas, entre otros). Esto permitirá informar que la calidad del aire será “amarilla / regular”, “naranja / mala” o “roja / muy mala” con anticipación.

6. BIBLIOGRAFÍA

- (1) SSA. Índice Mexicano de Calidad del Aire (IMEXCA).- Memorándum Técnico AT/02-78. Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente. Secretaría de Salubridad y Asistencia. Talleres Gráficos de la Nación, agosto de 1979.
- (2) Procedimientos de cálculo del IMECA y lineamientos para contar violaciones a las normas, 1994. (Informe técnico interno del GDF-SMA).
- (3) Muñoz, B. 1997. Índices de contaminación atmosférica. Neumología y Cirugía de Tórax, volumen 56, num. 2, abril-junio, 1997. 56 (2):48:58.

- (4) Herrera, A. 1990. Contaminación en Aire, Agua y Suelo en la Ciudad de México, en Medio Ambiente y Desarrollo en México. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades – UNAM, Vol. 2: 547:572.
- (5) Taller de mejoramiento del IMECA (documento técnico para grupo de trabajo). Secretaría de Medio Ambiente, 2003.
- (6) Ezcurra, E. 1998. De las Chinampas a la Megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México. Colección La Ciencia para Todos, #91; Segunda edición. Fondo de Cultura Económica.
- (7) Lezama, J.L. 2000. Aire dividido, crítica a la política del aire en el Valle de México. El Colegio de México. México.
- (8) Documento base para revisión del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire. Documento técnico de la Secretaría de Medio Ambiente, 2003.
- (9) Revisión del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire. Integración de comentarios y sugerencias del equipo de trabajo. Documento técnico de la Secretaría de Medio Ambiente, 2003.
- (10) Comisión Ambiental Metropolitana., Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la ZMVM 2002 – 2010. México D.F. 2002.
- (11) NOM-035-ECOL-1993. "Métodos de medición para determinar la concentración de Partículas Suspensas Totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.
- (12) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. México. 12ª edición.
- (13) Guidance for Using Air Quality-Related Indicators in Reporting Progress in Attaining the State Ambient Air Quality Standards.
- (14) Hayes AE. (2001). Principles and Methods of Toxicology. 4th Edition. Taylor and Frances.
- (15) NOM-020-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al ozono. Valores normados para la concentración de ozono en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población".
- (16) Organización Panamericana de la Salud (1999). Manual sobre el enfoque de riesgo en la atención materno Infantil.
- (17) *Handbook of Physics*, 2nd. edition, E. U. Condon and H. Odishaw, McGraw Hill Co., Chap. 1 Fundamentals, pags. 1-5 a 1-6 (1967).
- (18) Environmental Protection Agency Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II: Part 1, Ambient Air Quality Monitoring Program. Quality System Development. August 1998.
- (19) NOM-022-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de azufre. Valor permisible para la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población".
- (20) NOM-023-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno. Valor permisible para la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población".
- (21) NOM-021-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono. Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población".
- (22) NOM-025-SSA1-1993. "Salud ambiental. Propuesta de criterios para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas totales, las partículas menores de 10 micrómetros y las partículas menores de 2.5 micrómetros.
- (23) Documento base para revisión del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire. Documento técnico de la Secretaría de Medio Ambiente. 2003.

7. OBSERVANCIA

- 7.1. El IMECA se dará a conocer en el Distrito Federal con base a las 5 zonas de calidad del aire de la ZMVM, definidas como Noroeste, Noreste, Centro, Suroeste y Sureste. Su empleo puede extenderse a los municipios conurbados del Estado de México que comprende la ZMVM (11).
- 7.2. La vigilancia del cumplimiento de esta Norma corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal en el ámbito de su competencia.
- 7.3. La Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal podrá verificar los requerimientos indicados en esta Norma en forma periódica cuando lo considere conveniente, debiendo ejecutar en el

corto plazo, las medidas, recomendaciones u observaciones que se deriven de esta verificación, haciendo públicos los resultados y los documentos probatorios.

8. VIGENCIA

- 8.1. La presente Norma entrará en vigor con carácter de obligatorio, al día siguiente de su publicación en la Gaceta Oficial del Distrito Federal.
- 8.2. La presente Norma se revisará cuando se elaboren o modifiquen las Normas Oficiales Mexicanas de Protección a la Salud con carácter federal o local, cuando exista nueva evidencia de riesgo o nuevos resultados de estudios de percepción social relacionados con la temática de contaminación atmosférica.

9. ANEXOS

Anexo 1

FORMA DE MEDICIÓN Y REPORTE DE LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIO EN LA SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

Contaminante	Norma Oficial Mexicana	Forma de medición y reporte
PM ₁₀ manual	No existe	La concentración se reporta a las condiciones locales de presión y temperatura.
PM _{2.5} manual	No existe	La concentración se reporta a las condiciones locales de presión y temperatura.
PM ₁₀ automático	No existe	La concentración se reporta a las condiciones locales de presión y temperatura.
PM _{2.5} automático	No existe	La concentración se reporta a las condiciones locales de presión y temperatura.
O ₃	NOM-036-ECOL-1993	
NO ₂	NOM-037-ECOL-1993	
SO ₂	NOM-038-ECOL-1993	
CO	NOM-034-ECOL-1993	

Anexo 2

Representación espacial de las estaciones de monitoreo

Estación	Clave	O ₃	CO	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
Aragón	ARA		Media	Vecinal			
Atizapán	ATI		Vecinal	Urbana	Urbana		
Azcapotzalco	AZC	Vecinal	Vecinal	Vecinal	Vecinal		
Camarones	CAM						Urbana
Cerro de la estrella	CES		Media	Vecinal		Vecinal	
Coyoacán	COY						Urbana
Cuajimalpa	CUA	Urbana					
ENEP-Acatlán	EAC	Vecinal	Media	Urbana	Vecinal	Vecinal	
Instituto Mexicano del Petróleo	IMP		Vecinal				
Lagunilla	LAG		Media	Vecinal			
La Presa	LPR			Vecinal			
La Villa	LVI			Vecinal		Vecinal	
Los Laureles	LLA			Urbana			
Merced	MER		Media	Vecinal		Vecinal	
Pedregal	PED	Urbana	Vecinal	Urbana	Urbana	Vecinal	
La Perla	PER						Vecinal

Plateros	PLA	Urbana	Media	Urbana	Urbana	Vecinal	
San Agustín	SAG	Vecinal	Vecinal	Vecinal	Vecinal		
San Juan de Aragón	SJA						Vecinal
Santa Úrsula	SUR	Urbana	Vecinal	Urbana	Urbana	Urbana	
Tacuba	TAC	Vecinal	Vecinal	Vecinal	Vecinal		
Tlahuac	TAH					Vecinal	
Taxqueña	TAX			Vecinal			
Tlalnepantla	TLA		Vecinal	Vecinal		Vecinal	Vecinal
Tultitlán	TLI		Vecinal	Urbana	Urbana	Vecinal	
Tlálpán	TPN	Urbana					
UAM-Iztapalapa	UIZ	Vecinal	Media	Vecinal	Vecinal		Vecinal
Vallejo	VAL		Media	Vecinal			
Villa de las Flores	VIF		Vecinal		Urbana	Urbana	
Xalostoc	XAL		Media				

Definición de las escalas de representación espacial.

Tipo	Dimensión de la parcela de aire que caracteriza
Micro	Hasta 100 mts.
Media	Entre 100 y 500 mts.
Vecinal	Entre 500 mts y 4 Km., con uso de suelo homogéneo.
Urbana	Entre 4 y 50 Km.
Regional	Entre algunas decenas a cientos de kilómetros. Se localizan en áreas rurales.
Nacional y global	Caracteriza a un país.

Relación entre el objetivo de monitoreo y la representatividad espacial.

Objetivo de Monitoreo	Escala Espacial
Altas concentraciones	Micro, media, vecinal (en ocasiones urbana***)
Impacto a la Población	Vecinal y urbana
Impacto de fuentes	Micro, media, vecinal
Concentraciones en general y de fondo	vecinal, urbana, regional
Transporte de contaminantes	Urbana y regional
Impacto al bienestar (construcciones y vegetación)	Urbana y regional

***Urbana. Escala aplicable tanto a ciudades como áreas rurales.

Anexo 3

LIMITES PERMISIBLES DE PROTECCIÓN A LA SALUD QUE ESTABLECEN LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Contaminante	Norma Oficial Mexicana	Valor del límite permisible	Forma de integración al IMECA
PM ₁₀	NOM-025-SSA1-1993	120 µg/m ³	Promedio móvil de 24 horas. Adaptación para la obtención horaria del IMECA.
PM _{2.5}	NOM-025-SSA1-1993	65 µg/m ³	Promedio móvil de 24 horas. Adaptación para la obtención horaria del IMECA.
O ₃	NOM-020-SSA1-1993	0.11 ppm	Promedio de una hora.

NO ₂	NOM-023-SSA1-1993	0.21 ppm	Promedio de una hora.
SO ₂	NOM-022-SSA1-1993	0.13 ppm	Promedio móvil de 24 horas. Adaptación para la obtención horaria del IMECA.
CO	NOM-021-SSA1-1993	11 ppm	Promedio móvil de 8 horas.

Anexo 4

**ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DEL IMECA (I) DE A PARTIR DE LAS CONCENTRACIONES (C)
DE CADA CONTAMINANTE CRITERIO
OZONO (O₃)**

Intervalo del IMECA	Intervalo de concentraciones [ppm]	Ecuaciones de transformación	Ecuación simplificada
0 - 50	0.000 - 0.055	$I [O_3] = C[O_3] * 50/0.055$	$IO_3 = C[O_3] * 100/0.11$
51 - 100	0.056 - 0.110	$I[O_3] = 50-0.055 * 50/0.055 + C[O_3] * 50/0.055$ $[O_3] = C[O_3] * 50/0.055$	
101 - 150	0.111 - 0.165	$I[O_3] = 100-0.11 * 50/0.055 + C[O_3] * 50/0.055$ $I[O_3] = C[O_3] * 50/0.055$	
151 - 200	0.166 - 0.220	$I[O_3] = 150-0.165 * 50/0.055 + C[O_3] * 50/0.055$ $I[O_3] = C[O_3] * 50/0.055$	
> 200	>0.220	$I [O_3] = C[O_3] * 200/0.22$	

DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂)

Intervalo del IMECA	Intervalo de concentraciones [ppm]	Ecuaciones de transformación	Ecuación simplificada
0 - 50	0.000 - 0.105	$I[NO_2] = C [NO_2] * 50/0.105$	$I[NO_2] = C[NO_2] * 100/0.21$
51 - 100	0.106 - 0.210	$I[NO_2] = 50-0.105 * 50/0.105 + C[NO_2] * 50/0.105$ $I[NO_2] = C[NO_2] * 50/0.105$	
101 - 150	0.211 - 0.315	$I[NO_2] = 100-0.21 * 50/0.105 + C[NO_2] * 50/0.105$ $I[NO_2] = C[NO_2] * 50/0.105$	
151 - 200	0.316 - 0.420	$I[NO_2] = 150-0.315 * 50/0.105 + C[NO_2] * 50/0.105$ $I[NO_2] = C[NO_2] * 50/0.105$	
> 200	> 0.420	$I[NO_2] = C[NO_2] * 200/0.42$	

DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

Intervalo del IMECA	Intervalo de concentraciones [ppm]	Ecuaciones de transformación	Ecuación de transformación simplificada
0 - 50	0.000 - 0.065	$I[SO_2] = C[SO_2] * 50/0.065$	$I[SO_2] = C[SO_2] * 100/0.13$
51 - 100	0.066 - 0.130	$I[SO_2] = 50-0.065 * 50/0.065 + C[SO_2] * 50/0.065$ $I[SO_2] = C[SO_2] * 50/0.065$	
101 - 150	0.131 - 0.195	$I[SO_2] = 100-0.13 * 50/0.065 + C[SO_2] * 50/0.065$ $I[SO_2] = C[SO_2] * 50/0.065$	
151 - 200	0.196 - 0.260	$I[SO_2] = 150-0.195 * 50/0.065 + C[SO_2] * 50/0.065$ $I[SO_2] = C[SO_2] * 50/0.065$	

> 200	> 0.260	$I[\text{SO}_2] = C[\text{SO}_2] * 200/0.26$	
-------	---------	--	--

MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

Intervalo del IMECA	Intervalo de concentraciones [ppm]	Ecuaciones de transformación	Ecuación de transformación simplificada
0 – 50	0.00 – 5.50	$I[\text{CO}] = C[\text{CO}] * 50/5.5$	$I[\text{CO}] = C[\text{CO}] * 100/11$
51 – 100	5.51 - 11.00	$I[\text{CO}] = 50-5.5 * 50/5.5 + C[\text{CO}] * 50/5.5$ $I[\text{CO}] = C[\text{CO}] * 50/5.5$	
101 – 150	11.01 - 16.50	$I[\text{CO}] = 100-11 * 50/5.5 + C[\text{CO}] * 50/5.5$ $I[\text{CO}] = C[\text{CO}] * 50/5.5$	
151 – 200	16.51 – 22.00	$I[\text{CO}] = 150-16.5 * 50/5.5 + C[\text{CO}] * 50/5.5$ $I[\text{CO}] = C[\text{CO}] * 50/5.5$	
> 200	> 22.00	$I[\text{CO}] = C[\text{CO}] * 200/22$	

PARTÍCULAS MENORES A 10 MICROMETROS (PM₁₀)

Intervalo del IMECA	Intervalo de concentraciones [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ecuaciones de transformación	Ecuaciones de transformación simplificadas
0 – 50	0 – 60	$I[\text{PM}_{10}] = C[\text{PM}_{10}] * 50/60$	$I[\text{PM}_{10}] = C[\text{PM}_{10}] * 5/6$
51 – 100	61 – 120	$I[\text{PM}_{10}] = 50-60 * 50/60 + C[\text{PM}_{10}] * 50/60$ $I[\text{PM}_{10}] = C[\text{PM}_{10}] * 50/60$	
101 – 150	121 – 220	$I[\text{PM}_{10}] = 100-120 * 50/100 + C[\text{PM}_{10}] * 50/100$ $I[\text{PM}_{10}] = 40 + C[\text{PM}_{10}] * 50/100$	$I[\text{PM}_{10}] = 40 + C[\text{PM}_{10}] * 0.5$
151 – 200	221 – 320	$I[\text{PM}_{10}] = 150-220 * 50/100 + C[\text{PM}_{10}] * 50/100$ $I[\text{PM}_{10}] = 40 + C[\text{PM}_{10}] * 50/100$	
> 200	>320	$I[\text{PM}_{10}] = C[\text{PM}_{10}] * 200/320$	$I[\text{PM}_{10}] = C[\text{PM}_{10}] * 5/8$

PARTÍCULAS MENORES A 2.5 MICROMETROS (PM_{2.5})

Intervalo del IMECA	Intervalo de concentraciones [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ecuaciones de transformación	Ecuaciones de transformación simplificadas
0 – 50	0 – 15.4	$I[\text{PM}_{2.5}] = C[\text{PM}_{2.5}] * 50/15.4$	$I[\text{PM}_{2.5}] = C[\text{PM}_{2.5}] * 50/15.4$
51 – 100	15.5 – 40.4	$I[\text{PM}_{2.5}] = 51-15.5 * 49/24.9 + C[\text{PM}_{2.5}] * 49/24.9$ $I[\text{PM}_{2.5}] = 20.50 + C[\text{PM}_{2.5}] * 49/24.9$	$I[\text{PM}_{2.5}] = 20.50 + C[\text{PM}_{2.5}] * 49/24.9$
101 – 150	40.5 – 65.4	$I[\text{PM}_{2.5}] = 101-40.5 * 49/24.9 + C[\text{PM}_{2.5}] * 49/24.9$ $I[\text{PM}_{2.5}] = 21.30 + C[\text{PM}_{2.5}] * 49/24.9$	$I[\text{PM}_{2.5}] = 21.30 + C[\text{PM}_{2.5}] * 49/24.9$
151 – 200	65.5 – 150.4	$I[\text{PM}_{2.5}] = 151-65.5 * 49/84.9 + C[\text{PM}_{2.5}] * 49/84.9$ $I[\text{PM}_{2.5}] = 113.20 + C[\text{PM}_{2.5}] * 49/84.9$	$I[\text{PM}_{2.5}] = 113.20 + C[\text{PM}_{2.5}] * 49/84.9$
> 200	> 150.4	$I[\text{PM}_{2.5}] = C[\text{PM}_{2.5}] * 201/150.5$	$I[\text{PM}_{2.5}] = C[\text{PM}_{2.5}] * 201/150.5$

Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los 17 días del mes de noviembre del año dos mil seis.

EL SECRETARIO DEL MEDIO AMBIENTE

(Firma)

MTRO. EDUARDO VEGA LÓPEZ