

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

M. en C. Tanya Müller García, Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México y Presidenta del Comité de Normalización Ambiental del Distrito Federal, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 1º párrafo tercero, 4º párrafo quinto y 122 Apartado A, Bases III y V de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 1º, 12 fracción X y 118 fracción IV del Estatuto de Gobierno del Distrito Federal; 1º, 2º, 5º, 15 fracción IV, 16 fracción IV y 26 fracciones I, III, IV, V, VI, IX, XIII y XX de la Ley Orgánica de la Administración Pública de la Ciudad de México; 1º fracciones I, II y V, 2º fracciones VI y VIII, 3º fracción IV, 6º fracción II, 9º fracciones VII, XXVII, XXXIX, XLVI, XLII y LIII, 13 fracción II, 18 fracciones II y III, 19 fracción IV, 23 fracción VIII, 36 fracción I, 37, 38, 40 fracción VI, 76, 86 fracción II, 128, 131, 132 fracción I y 133 fracciones VI, VIII y X de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal; 1º, 7º fracción IV, numeral 2, y 55 fracción I del Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal; el Acuerdo por el que se crea el Comité de Normalización Ambiental del Distrito Federal, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el día 23 de abril de 2002; y los Acuerdos por los que se reforma el diverso por el que se crea el Comité de Normalización Ambiental del Distrito Federal, publicados en la Gaceta Oficial del Distrito Federal los días 19 de agosto de 2005 y 4 de julio de 2007, derivados de las reformas al Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal, publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, los días 19 de enero y 28 de febrero de 2007, respectivamente, he tenido a bien emitir el siguiente:

AVISO POR EL QUE SE DA A CONOCER LA NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-009-AIRE-2017, QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA ELABORAR EL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

ÍNDICE

1. Introducción.
2. Objetivo.
3. Campo de Aplicación.
4. Referencias Normativas.
5. Definiciones.
6. Disposiciones Generales.
7. Observancia.
8. Vigencia.
9. Bibliografía.

Anexo A. Normas Oficiales Mexicanas para los Métodos de Medición y Expresión y Reporte de la Concentración de Contaminantes Criterio utilizadas para la Aplicación de esta Norma.

Anexo B. Criterios de Representación Física y Espacial.

Anexo C. Metodología del Cálculo del Índice de Calidad del Aire.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la contaminación atmosférica constituye, por sí sola, uno de los riesgos ambientales que tiene mayor impacto en la salud. En 2012, la Organización Mundial de la Salud (OMS) informó que cada año mueren más de 7 millones de personas -una de cada ocho muertes en el mundo- como consecuencia de la exposición a la contaminación atmosférica intra y extramuros. Así mismo, en 2013, la Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer (IARC por sus siglas en inglés) designó a la contaminación atmosférica como agente cancerígeno en humanos del Grupo 1.

Los hallazgos científicos en el mundo indican de manera general, que el aumento de la contaminación del aire incrementa la mortalidad y morbilidad en las personas por causas respiratorias o cardiovasculares. De igual manera, se ha asociado la contaminación del aire con el aumento en las admisiones hospitalarias y las visitas a las salas de emergencia.

Los estudios realizados en la Ciudad de México son consistentes con las investigaciones en otras partes del mundo. Los resultados comprueban la asociación entre la contaminación atmosférica, la morbilidad y la mortalidad.

La magnitud de los efectos depende de diversos factores como el tiempo, la frecuencia de exposición a los contaminantes atmosféricos, las concentraciones que se encuentran en el aire que se inhala, y las características de la población expuesta,

entre otros. Actualmente, en la Ciudad de México se rebasan los límites máximos permisibles de ozono y de partículas suspendidas en varios días al año, y como consecuencia la población vulnerable es la más afectada debido al deterioro en la calidad del aire.

Por lo anterior, se requieren 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 el pasado, se implementaron metodologías que transformaban las concentraciones de los contaminantes a una escala adimensional criterio, las cuales se fundamentaban en el Índice Estándar de Contaminantes (Pollutant Standard Index o PSI por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de América (EUA). El PSI fue propuesto por Ott y Thorn (1975), modificado y adaptado por el Gobierno de los EUA como un índice uniforme de la contaminación del aire; con base en seis variables de contaminación del aire: CO, NO₂, O₃, SO₂, PST y el producto SO₂ x PST. El PSI utiliza funciones lineales segmentadas para el cálculo de los subíndices y se reporta únicamente el subíndice máximo.

En la Ciudad de México la metodología para el cálculo del Índice de Calidad del Aire, utiliza las Normas Oficiales Mexicanas en materia de Salud Ambiental vigentes, documentos de los cuales se deriva el valor límite permisible para la protección de la salud que equivale a los 100 puntos del Índice de cada contaminante.

En 1986, se empezó a difundir oficialmente a la población el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) a través de los medios disponibles de la época. Actualmente, su difusión comprende radio, medios impresos, televisión, internet, redes sociales y aplicaciones para teléfonos móviles; sin embargo, antes de 2006, no se había elaborado un documento oficial que definiera el significado y utilidad del IMECA, así como los lineamientos para su generación, uso y difusión, lo que provocó una falta de homologación de sus procedimientos entre distintos usuarios.

Lo anterior, motivó a la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México a elaborar y publicar en la Gaceta Oficial del Distrito Federal de fecha 29 de noviembre de 2006, la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-009-AIRE-2006, para establecer los lineamientos que debe cumplir el Índice de Calidad del Aire, con el fin de que fuera empleada 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 pueden realizar. Esto permitió que la población tenga un mejor conocimiento del grado de deterioro de la calidad del aire, así como sus efectos en la salud, lo que ha permitido al mismo tiempo que modifique su conducta y conciencia ambientales.

No obstante lo anterior, el Índice de Calidad del Aire debe ser revisado periódicamente y modificado cuando existan cambios en las Normas Oficiales Mexicanas en materia de Salud Ambiental o una nueva evidencia de riesgo.

En los últimos años, las Normas Oficiales Mexicanas fueron modificadas con base en los hallazgos científicos más recientes. En 2010, fue modificada la Norma Oficial Mexicana “NOM-022-SSA1-2010, 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”; y en 2014, tocó el turno a la Norma Oficial Mexicana “NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente y criterios para su evaluación” y la “NOM-025-SSA1-2014 salud ambiental. 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. Secretaría de Salud”, en estas modificaciones los valores límites se redujeron e integraron nuevos indicadores.

En consecuencia, es claro que se debe fortalecer la gestión ambiental para continuar el mejoramiento de la calidad del aire y alcanzar los límites permisibles establecidos; pero, además, es necesario realizar las modificaciones pertinentes a la presente Norma, que establece los requisitos para elaborar el Índice de Calidad del Aire.

La actualización de la Norma Ambiental NADF-009-AIRE-2017 establece nuevos lineamientos para la generación, uso y difusión del Índice de Calidad del Aire, a fin de consolidarla como una herramienta simple, veraz, transparente y oportuna que motive acciones de protección a la salud, mediante la información de los riesgos asociados y recomendaciones preventivas.

Asimismo, la difusión cotidiana del Índice de Calidad del Aire fomenta una cultura de prevención y proporciona una visión objetiva de la magnitud del problema de contaminación atmosférica, lo cual contribuye a crear una conciencia ambiental y a fomentar la participación corresponsable en la solución del problema.

Las modificaciones a esta Norma toman en consideración las experiencias adquiridas desde su entrada en vigor, así como las recomendaciones elaboradas por investigadores y funcionarios especializados en el tema, motivo por el cual se acordó que el Índice de Calidad del Aire se debe obtener mediante un proceso transparente, de forma numérica, con base en un algoritmo de cálculo; que tome como referencia los límites de protección a la salud vigentes y valores asociados a riesgos en salud.

2. OBJETIVO

Establecer los lineamientos para la obtención, el uso y la comunicación de riesgos a la salud a través del Índice de Calidad del Aire para la Ciudad de México.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

La presente Norma es aplicable en el territorio de la Ciudad de México. El Índice de Calidad del Aire se dará a conocer por cada Estación de Monitoreo que conforma el Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT). Su empleo puede extenderse a los municipios conurbados del Estado de México, que comprenden la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

4. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos referidos, son indispensables para la aplicación de esta Norma:

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988.

Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 13 de enero de 2000.

Norma Oficial Mexicana NOM-034-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-036-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-037-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-038-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012. Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de julio de 2012.

Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 2014.

Norma Oficial Mexicana 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, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 1994.

Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, 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, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 08 de septiembre de 2010.

Norma Oficial Mexicana 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, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 1994.

Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014 Salud ambiental. 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, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de agosto de 2014.

5. DEFINICIONES

Para los fines de la presente Norma Ambiental, además de las definiciones previstas en la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal y demás ordenamientos jurídicos y técnicos aplicables, se entenderá por:

Calidad del aire. Características del aire ambiente con relación a los contaminantes atmosféricos criterio, su concentración en un lugar y tiempo determinado.

Concentración promedio de una hora. Es el promedio aritmético de las concentraciones registradas en una hora con suficiencia de información.

Concentración promedio móvil de ocho horas. Es el promedio aritmético de las concentraciones registradas en ocho horas continuas previas a la concentración reportada con suficiencia de información.

Concentración promedio móvil de veinticuatro horas. Es el promedio aritmético de las concentraciones registradas en 24 horas continuas previas a la concentración reportada con suficiencia de información.

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

Condiciones locales. La temperatura y la presión barométrica que se registran en el lugar donde se mide un contaminante atmosférico.

Condiciones estándar. La temperatura a 298.15 K y una atmósfera de presión.

Contaminación atmosférica. Es la presencia en el aire de uno o más contaminantes, o bien la combinación de éstos.

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.

Contaminante atmosférico criterio. Contaminantes atmosféricos que afectan el bienestar y la salud humana, los cuales 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) y partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM₁₀) y 2.5 micrómetros (PM_{2.5}).

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.

Escala espacial de representatividad. Referencia a la parcela de aire que caracteriza a 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.

Estación de Monitoreo. Infraestructura que alberga o resguarda los instrumentos de medición para determinar la concentración de uno o más contaminantes criterio, las variables meteorológicas u otros compuestos atmosféricos, con el fin de evaluar la calidad del aire en un área determinada.

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

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.

Exposición aguda: Contacto con una sustancia tóxica que causa efectos a la salud, por una exposición de corta duración, ya sea en una sola vez o en varias dosis durante un periodo de tiempo corto, generalmente minutos u horas.

Exposición crónica: Contacto con una sustancia tóxica que causa efectos a la salud por una exposición a repetidas y/o bajas dosis, por un periodo de tiempo largo (más de 1 año).

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

Grupos susceptibles. Población sensible a la exposición de los contaminantes del aire, la cual comprende adultos mayores, niños, mujeres embarazadas y personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares preexistentes.

Índice de Calidad del Aire. Escala adimensional que sirve para calificar la calidad del aire con respecto a la concentración de los contaminantes atmosféricos criterio. Utiliza funciones lineales segmentadas para el cálculo de los índices y se reporta únicamente el índice máximo.

Microgramo por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Es la concentración en masa de una sustancia por unidad de volumen de aire.

Micrómetro (μm). Es la longitud equivalente a una millonésima parte de un metro.

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

Promedio móvil de “n” horas. Es el promedio aritmético de las concentraciones registradas en “n” horas continuas de un contaminante, a partir de la hora de interés y considerando las n-1 horas consecutivas previas, con suficiencia de información.

Redondeo. Formato que modifica la información después de una cifra de interés, de tal manera que si la siguiente cifra es 4 o menor, no se considera y no cambia la cifra de interés. Cuando la cifra siguiente es 5 o mayor, entonces la cifra de interés se incrementa al valor inmediato superior.

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.

Representatividad. Conjunto de datos atmosféricos que reproducen las características de la población de datos.

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

Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT). Consiste en un conjunto organizado de recursos humanos, técnicos y administrativos empleados para operar estaciones de monitoreo y/o muestreo que miden la calidad del aire, a cargo de la Dirección de Monitoreo Atmosférico adscrita a la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México.

Suficiencia de información. Cantidad necesaria de datos para considerar válido un indicador. La cantidad necesaria requiere al menos 75% de datos válidos, esto es, para el promedio horario debe contar con 45 o más minutos válidos; para el promedio de 8 horas debe contar con 6 o más horas válidas y para el promedio de 24 horas debe contar con 18 o más horas válidas.

US EPA (por sus siglas en inglés). Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos encargada de proteger la salud humana y el medio ambiente, la cual maneja y soporta sus investigaciones en documentación científica de alta calidad, por lo que hoy en día la comunidad internacional toma en consideración los métodos que utiliza para el establecimiento de sus propios estándares nacionales.

6. DISPOSICIONES GENERALES

6.1. PROPÓSITO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE

El Índice de Calidad del Aire tiene como propósito informar a la población de manera clara, oportuna y continua, los niveles de contaminación atmosférica, los probables daños a la salud que ocasiona y las medidas de protección que debe tomar.

6.2. USO DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS CRITERIO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE

Las concentraciones de los contaminantes criterio O_3 , NO_2 , SO_2 y CO se expresan en partes por millón (ppm), mientras que las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ se expresan en microgramos por metro cúbico ($\mu g/m^3$). La concentración en las que se reportan las partículas suspendidas en la ZMVM, es a condiciones locales de temperatura y presión. En el caso de que se requiera hacer comparaciones de los niveles de concentración con otros sitios, deberá referirse a condiciones estándar. Los métodos de medición se describen en las Normas Oficiales Mexicanas (ver Tabla A.1).

El Índice de Calidad del Aire se adaptará a los límites de protección a la salud que establecen las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental aplicables a los contaminantes criterio: O_3 , NO_2 , SO_2 , CO , PM_{10} y $PM_{2.5}$ (ver Tabla A.2. del Anexo A):

- a) Para el O_3 y el NO_2 , el Índice de Calidad del Aire se obtendrá a partir de concentraciones promedio de una hora;
- b) El SO_2 derivará de una concentración obtenida como promedio móvil de 24 horas;
- c) El CO derivará de una concentración obtenida como promedio móvil de 8 horas; y
- d) Las PM_{10} y las $PM_{2.5}$ derivarán de concentraciones obtenidas como promedio móvil de 24 horas.

La información de los contaminantes para obtener el Índice de Calidad del Aire, provendrá de las Estaciones de Monitoreo que cumplan con los criterios de representación física y espacial (ver Anexo B), y atenderá a los objetivos de monitoreo del SIMAT, destinadas a informar y prevenir a la población sobre los niveles de contaminación en la zona representativa de la Ciudad de México y en su caso podrá extenderse a los municipios conurbados.

El resultado del cálculo del Índice de Calidad del Aire se representará sin cifras decimales, por medio del redondeo. Ejemplo 1: El redondeo de la cifra 0.110512 a tres decimales es 0.111, y en el caso de la cifra 0.110421 el resultado es 0.110.

Cabe señalar que, cada Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental establece los decimales para los contaminantes criterio, por lo tanto, en el proceso de esta Norma, se consideran dichos decimales para el cálculo de los indicadores en concentración: tres decimales para ozono, uno para monóxido de carbono, tres para dióxido de nitrógeno, tres para dióxido de azufre, sin decimales para PM_{10} y un decimal para $PM_{2.5}$.

Las concentraciones promedio de 1 hora para cada uno de los contaminantes criterio, se obtendrán considerando la suficiencia de información.

Las concentraciones obtenidas como promedios móviles se calcularán a partir de concentraciones promedio de 1 hora con suficiencia de información.

6.3. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE

El Índice de Calidad del Aire se reportará regularmente cada hora, todos los días del año.

El Índice de Calidad del Aire se calculará para cada uno de los contaminantes reportados en las Estaciones de Monitoreo continuo consideradas para el uso del algoritmo que integra el SIMAT.

El Índice de Calidad del Aire reportado por las Estaciones de Monitoreo consideradas para el uso del algoritmo, corresponderá al valor máximo estimado para el contaminante que registre la mayor concentración. Adicionalmente, se reportará el índice máximo obtenido por el SIMAT.

El Índice de Calidad del Aire se identificará por medio de un color y un calificativo de acuerdo con el grado de riesgo que represente para la salud humana y se representará por una escala de números y colores (ver Tabla 1). Entre el 0 y 50, el color verde corresponderá a la condición satisfactoria donde existe poco o ningún riesgo para la salud, por lo que se puede realizar cualquier actividad al aire libre. Entre el 51 y el 100, la asignación del color amarillo indicará que la calidad del aire es regular; sin embargo, las personas que son susceptibles pueden presentar síntomas moderados en el caso de algunos contaminantes, por lo que se sugiere limitar los esfuerzos prolongados al aire libre. Conforme se incremente la magnitud de las concentraciones de los contaminantes se asignará un número mayor y colores que señalan un aumento del riesgo. En orden creciente los colores son naranja, rojo, morado y granate, este último asociado con los eventos de mayor riesgo (ver Tabla 2).

Tabla 1. Modelos de colores del Índice de Calidad del Aire

Intervalos del Índice de Calidad del Aire		0 - 50	51 - 100	101 - 150	151 - 200	201 - 300	301 - 500
Modelo de color							
Dispositivos digitales	RGB	R: 154 G: 202 B: 60	R: 247 G: 236 B: 15	R: 248 G: 153 B: 29	R: 237 G: 33 B: 36	R: 125 G: 40 B: 125	R: 126 G: 0 B: 35
	Hexadecimal	#9ACA3C	#F7EC0F	#F8991D	#ED2124	#7D287D	#7E0023
Medios impresos	CMYK	C: 45% M: 0% Y: 99% K: 0%	C: 7% M: 0% Y: 97% K: 0%	C: 0% M: 47% Y: 98% K: 0%	C: 1% M: 98% Y: 98% K: 0%	C: 61% M: 100% Y: 15% K: 3%	C: 30% M: 100% Y: 80% K: 38%

Un modelo de color es un código universal para representar los colores en medios digitales como monitores y pantallas de dispositivos móviles o en medios impresos como revistas o folletos.

El modelo **RGB** (Red, Green, Blue, por sus siglas en inglés) se forma mediante diversos valores de intensidad, rojo, verde y azul, por lo cual se trata de una tricromía. La intensidad de cada uno de ellos se establece por una gama que va del 0 al 255.

El modelo **CMYK** (Cyan, magenta, yellow, key, por sus siglas en inglés) es una cuatricromía que se expresa en series de valores que van del 0% al 100%. Este porcentaje indica la cantidad de pigmento de cada color básico: cian, magenta, amarillo y negro, respectivamente.

Otra forma de expresar un color en particular es el código **hexadecimal**, el cual se expresa por una serie alfanumérica, (compuesta por números y letras) de 6 caracteres precedidos por el signo “#”.

Actualmente, el Índice de Calidad del Aire se relaciona con el promedio anual del límite máximo permisible de las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental asociado con la exposición a largo plazo (crónica), mientras que la exposición a corto plazo (aguda) se asocia con el promedio horario o diario. Para los contaminantes O₃, PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂, se cuenta con ambos límites; sin embargo, para el caso de CO y NO₂ no existe un límite asociado con la exposición crónica, para lo cual se utiliza el límite referido al punto de corte 50 correspondiente. (ver Tabla A.2.).

El algoritmo para el cálculo del índice es el siguiente:

$$k = \frac{I_{sup} - I_{inf}}{PC_{sup} - PC_{inf}} \quad \dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

- k = Constante de proporcionalidad, en ppm^{-1} para O_3 , NO_2 , SO_2 y CO , mientras que para PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$, en $\text{m}^3/\mu\text{g}$.
 PC_{sup} = Concentración del punto de corte superior o igual a la concentración a evaluar, en ppm para O_3 , NO_2 , SO_2 y CO , mientras que para PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$, en $\mu\text{g m}^{-3}$.
 PC_{inf} = Concentración del punto de corte inferior o igual a la concentración a evaluar, en ppm para O_3 , NO_2 , SO_2 y CO , mientras que para PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$, en $\mu\text{g m}^{-3}$.
 I_{sup} = Índice de la PC_{sup} , adimensional.
 I_{inf} = Índice de la PC_{inf} , adimensional.

$$\text{Índice} = (k \times (C_{obs} - PC_{inf})) + I_{inf} \quad \dots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

- Índice = Índice de Calidad del Aire, adimensional.
 C_{obs} = Concentración observada del contaminante, en ppm para O_3 , NO_2 , SO_2 y CO , y $\mu\text{g m}^{-3}$ para PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$.

Una vez obtenidos los intervalos, se asigna un color y un mensaje de riesgo y prevención. De forma general, 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.

6.4. COMUNICACIÓN DE RIESGOS

La asignación de un color y un calificativo para el contaminante atmosférico criterio de mayor magnitud, sirve como mecanismo de comunicación 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, extremadamente mala y peligrosa, todos ellos se refieren a la importancia del riesgo que implica la concentración de un contaminante atmosférico criterio. El uso de los calificativos “mala” o “muy mala” implican que la población debe estar atenta al índice del contaminante atmosférico criterio de mayor magnitud, su evolución en las horas siguientes, así como a los mensajes de prevención que se recomiendan.

La difusión del Índice de Calidad del Aire por medio de un color y un calificativo deberá incorporar información sencilla de los riesgos a la salud humana, así como las acciones de prevención y protección que puede realizar la población.

Los mensajes son breves y consideran que si el valor de un contaminante atmosférico criterio supera el nivel de 100, es necesario informar a la población que dicho contaminante puede ocasionar un efecto negativo en la salud, por lo que debe estar pendiente y atenta a las recomendaciones sobre medidas de protección y que, en su caso, las adopte.

Tabla 2. Mensajes de riesgos a la salud y recomendaciones asociados al color de la calidad del aire

Categoría	Intervalo	Riesgo a la salud	Recomendaciones
BUENA	0 - 50	Bajo Existe poco o ningún riesgo para la salud	Se puede realizar cualquier actividad al aire libre

REGULAR	51 - 100	Moderado Los grupos susceptibles pueden presentar síntomas en la salud	Las personas que son extremadamente susceptibles a la contaminación deben considerar limitar la exposición al aire libre
MALA	101 - 150	Alto Los grupos susceptibles presentan efectos en la salud	Los niños, adultos mayores, personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, así como personas que realizan actividad física al aire libre deben limitar la exposición al aire libre
MUY MALA	151 - 200	Muy alto Todos pueden presentar efectos en la salud; quienes pertenecen a los grupos susceptibles experimentan efectos graves	Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben evitar la exposición al aire libre y el resto de la población debe limitar la exposición al aire libre
EXTREMADAMENTE MALA	201 - 300	Extremadamente alto Toda la población tiene probabilidades de experimentar efectos graves en la salud	Toda la población debe evitar la exposición al aire libre
PELIGROSA	301 - 500	Peligro Toda la población experimenta efectos graves en la salud	Suspensión de actividades al aire libre

La difusión del Índice de Calidad del Aire a la población infantil podrá reforzarse mediante el uso de imágenes, que reflejen el impacto en la salud que provoca la contaminación del aire.

La difusión del Índice de Calidad del Aire 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 (teléfono, sitio web, redes sociales, app, entre otros), adaptando a cada uno las características (color, calificativo, imagen, mensaje de riesgo y recomendaciones) mencionadas anteriormente.

El Índice de Calidad del Aire (color, calificativo, mensajes de riesgo y recomendaciones) podrá reportarse con fines preventivos empleando herramientas de modelación y pronóstico, con la finalidad de notificar de manera anticipada el estado de la calidad del aire o la posible presencia de una situación de riesgo o emergencia ambiental. El SIMAT cuenta con el “Sistema de pronóstico de la calidad del aire y meteorología”, mismo que puede ser consultado vía internet, mediante la liga electrónica: www.aire.cdmx.gob.mx.

7. OBSERVANCIA

El Índice de Calidad del Aire se dará a conocer por cada una de las Estaciones de Monitoreo localizadas dentro del territorio de la Ciudad de México. Su empleo puede extenderse a los municipios conurbados del Estado de México que comprende la ZMVM.

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México en el ámbito de su competencia.

La Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México podrá verificar los requerimientos indicados en esta Norma, 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

La presente Norma entrará en vigor, con carácter obligatorio, a partir del 01 de enero de 2019.

Esta Norma deberá revisarse cuando se elaboren o modifiquen las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental de carácter federal o Normas Ambientales de carácter local, cuando exista nueva evidencia de riesgo o nuevos resultados de estudios de percepción social relacionados con la temática de contaminación atmosférica.

9. BIBLIOGRAFÍA

Amador-Muñoz O., Bazán-Torija S., Villa-Ferreira S.A., Villalobos-Pietrini R., Bravo-Cabrera J.L., Munive-Colín Z., Hernández-Mena L., Saldarriaga-Noreña H., Murillo-Tovar M.A. [en línea]. **Opposing seasonal trends for polycyclic aromatic hydrocarbons and PM₁₀, health risk and sources in Southwest Mexico City**. Atmospheric Research 122, 199-212. Disponible en: <http://www.ciq.uaem.mx/wp-content/uploads/2017/06/10.MMT2013ATR199.pdf> [Consultado el 23 de septiembre del 2018].

A. Wallace Hayes, Claire L. Kruger, **Principles and Methods of Toxicology**. 6th Edition, CRC Press Taylor & Francis Group. 2014. ISBN 9781842145364.

CAMe. **Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la ZMVM 2011 – 2020** [en línea]. Comisión Ambiental Metropolitana (CAMe). México, 2011. Disponible en: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/proaire2011-2020/> [Consultado el 15 de junio de 2018].

Carbajal-Arroyo. **Effect of PM₁₀ and O₃ on infant mortality among residents in the Mexico City Metropolitan Area: a case-crossover analysis, 1997–2005** [en línea]. L. Miranda-Soberanis, V., Medina-Ramón, M., Rojas-Bracho, L., Tzintzun, G., Solís-Gutiérrez, P., Méndez-Ramírez, I., Hurtado-Díaz, M., Schwartz, J., Romieu, I. Journal of Epidemiology & Community Health. 2011. 65:715-721. Disponible en: <http://jech.bmj.com/content/65/8/715> [Consultado el 15 de junio de 2018].

IARC, Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths [en línea]. **International Agency of Research on Cancer**. World Health Organization. 2013. Disponible https://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf [Consultado el 20 de septiembre de 2018].

INE. 2010. Manual 3, Redes Estaciones y Equipos de Medición de la Calidad del Aire. [En línea] Instituto Nacional de Ecología, México, s.a. Disponible en: <http://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/guias/3%20-%20Redes,%20Estaciones%20y%20Equipos%20de%20Medici%C3%B3n%20de%20la%20Calidad%20del%20Aire.pdf> [Consultado el 19 de septiembre del 2018].

Landrigan et al. [en línea]. **The Lancet Commission on pollution and health**. 2018. Lancet 391, 462-512. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673617323450?via%3Dihub> [Consultado el 23 de septiembre del 2018].

Muñoz, B.B. **Índices de contaminación atmosférica**. Neumología y Cirugía de Tórax, Volumen 56 (2): 48:58, abril-junio, 1997. Ficha disponible en Biblioteca Virtual de la Salud: [http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&lang=p&nextAction=lnk&base=LILACS&exprSearch=%22Neumol.%20cir.%20t%F3rax/1997,56\(2\)%22&indexSearch=TA](http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&lang=p&nextAction=lnk&base=LILACS&exprSearch=%22Neumol.%20cir.%20t%F3rax/1997,56(2)%22&indexSearch=TA) [Consultado el 15 de junio del 2018].

Nystrom, M., Larsen, L.C. **Guidance for Using Air Quality-Related Indicators in Reporting Progress in Attaining the State Ambient Air Quality Standards** [en línea]. California Air Resources Board, California, USA, 1993. Disponible en: https://www.arb.ca.gov/research/single-project.php?row_id=49659 [Consultado el 15 de junio del 2018].

O'Neill. **Air Pollution and Mortality in Latin America: The Role of Education** [en línea]. M., Bell, M., Ranjit, N., Cifuentes, L., Loomis, D., Gouveia, N., & Borja-Aburto, V. Epidemiology, University of Michigan. 2008. 19(6), 810-819. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/25662642> [Consultado el 15 de junio de 2018].

Ott, W.R. **Air Pollution Index Systems in the United States and Canada** [en línea]. Thorn, G.C., Journal of the Air Pollution Control Association. 1976. 26:5, 460-470. DOI: 10.1080/00022470.1976.10470272. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00022470.1976.10470272> [Consultado el 15 de junio de 2018].

PAHO, **An Assessment of Health Effects of Ambient Air Pollution in Latin America and the Caribbean** [en línea]. Pan American Health Organization (PAHO). Washington, D.C. 2015. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsea/fulltext/assess.pdf> [Consultado el 14 de junio de 2018].

Romieu, I. **Multicity study of air pollution and mortality in Latin America (the ESCALA study)** [en línea]. Health Effects Institute. Research Report 171. Boston, USA. 2012. Disponible en: <https://www.healtheffects.org/publication/multicity-study-air-pollution-and-mortality-latin-america-escala-study> [Consultado el 15 de junio de 2018].

SEDEMA. **Documento base para revisión del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire**, Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA), Ciudad de México, 2018.

SEDEMA. **Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México, SIMAT**, [en línea]. Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA), Ciudad de México, 2018. Disponible en: <http://www.aire.cdmx.gob.mx> [Consultado el 15 de junio del 2018].

SMA, **Procedimientos de cálculo del IMECA y lineamientos para contar violaciones a las normas** (Informe técnico interno). Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMA). 1994.

SMA. **Revisión del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire. Integración de comentarios y sugerencias del equipo de trabajo**, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México, Ciudad de México, 2003.

SMA. **Taller de mejoramiento del IMECA (documento técnico para grupo de trabajo)**, (2003). Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México, Ciudad de México, 2003.

SSA, **Índice Mexicano de Calidad del Aire (IMEXCA)**. Memorándum Técnico AT/02-78. Secretaría de Salubridad y Asistencia. Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente (SSA). Talleres Gráficos de la Nación. SAHOP, 1978.

US EPA, **Code of Federal Regulations Part 58, Air Quality Index Reporting; Final Rule** [en línea]. United States Environmental Agency (US EPA), 1999. Disponible en: https://www3.epa.gov/airnow/40cfrpt58_aqi-reporting.pdf [Consultado el 15 de junio del 2018].

US EPA, **Code of Federal Regulations Part 58, Appendix D—Network Design Criteria for Ambient Air Quality Monitoring** [en línea], United States Environmental Agency (US EPA), 1994. Disponible en https://ecfr.io/Title-40/pt40.6.58#ap40.6.58_161.d [Consultado el 15 de junio del 2018].

US EPA, **Code of Federal Regulations Part 58, Appendix E—Probe and Monitoring Path Siting Criteria for Ambient Air Quality Monitoring** [en línea], United States Environmental Agency (US EPA), 1994. Disponible en: https://ecfr.io/Title-40/pt40.6.58#ap40.6.58_161.e [Consultado el 15 de junio del 2018].

US EPA, **Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems. Volume II: Part 1, Ambient Air Quality Monitoring Program. Quality System Development** [en línea]. United States Environmental Protection Agency (US EPA), 1998. Disponible en: <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/qa/Final%20Handbook%20Document%2017.pdf> [Consultado el 15 de junio del 2018].

WHO, **Preventing disease through healthy environments: A global assessment of the burden of disease from environmental** [en línea]. World Health Organization (WHO), 2016. Disponible en: http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventing-disease/en/ [Consultado el 21 de junio de 2018].

WHO, **Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease** [en línea]. World Health Organization (WHO), 2016. Disponible en: <http://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/> [Consultado el 14 de junio de 2018].

ANEXO A

NORMAS OFICIALES MEXICANAS PARA LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN Y EXPRESIÓN Y REPORTE DE LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIO UTILIZADAS PARA LA APLICACIÓN DE ESTA NORMA

Tabla A.1. Normas Oficiales Mexicanas que describen los métodos de medición para el monitoreo de los contaminantes criterio

Contaminante	Norma Oficial Mexicana
O ₃	NOM-036-SEMARNAT-1993
NO ₂	NOM-037-SEMARNAT-1993
SO ₂	NOM-038-SEMARNAT-1993
CO	NOM-034-SEMARNAT-1993
PM ₁₀	No se cuenta con una Norma Oficial Mexicana sobre métodos de medición; sin embargo, se considera el método equivalente que recomienda la US EPA*
PM _{2.5}	
* Los métodos para medir las concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos especificados se han designado por la normatividad nacional correspondiente y en caso de no existir se considera la información de la US EPA para los “métodos de referencia” o “métodos equivalentes”.	

Tabla A.2. Indicadores de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de Salud Ambiental para la aplicación de la NADF-009-AIRE-2017

Contaminante	NOM	Valores límite permisibles vigentes	Forma de integración al Índice de Calidad del Aire
O ₃	NOM-020-SSA1-2014*	0.095 ppm, promedio horario	Promedio horario referido al punto de corte 100
		0.070 ppm, máximo anual del promedio móvil de 8 horas	Valor considerado como promedio horario referido al punto de corte 50
NO ₂	NOM-023-SSA1-1993*	0.210 ppm, promedio horario	Promedio horario referido al punto de corte 100
SO ₂	NOM-022-SSA1-2010*	0.110 ppm, máximo promedio de 24 horas	Promedio móvil de 24 horas referido al punto de corte 100
		0.025 ppm, promedio anual	Valor considerado como el promedio móvil de 24 horas referido al punto de corte 50
CO	NOM-021-SSA1-1993*	11.0 ppm, máximo anual como promedio móvil de 8 horas	Promedio móvil de 8 horas referido al punto de corte 100
PM ₁₀	NOM-025-SSA1-2014*	75 µg/m ³ , promedio 24 horas	Promedio móvil de 24 horas referido al punto de corte 100
		40 µg/m ³ , promedio anual	Valor considerado como el promedio móvil de 24 horas referido al punto de corte 100
			Promedio móvil de 24 horas referido

PM _{2.5}	NOM-025-SSA1-2014*	45 µg/m ³ , promedio 24 horas	al punto de corte 100
		12 µg/m ³ , promedio anual	Valor considerado como el promedio móvil de 24 horas referido al punto de corte 100
* o aquellas normas que las sustituyan.			

ANEXO B CRITERIOS DE REPRESENTACIÓN FÍSICA Y ESPACIAL

Las Estaciones de Monitoreo deben cumplir con ciertos criterios para el diseño y establecimiento de una Red de Monitoreo, los cuales contemplan la ubicación en función de la descripción física del entorno, asociada a una escala espacial de representatividad. En términos generales se describen a continuación:

- a) **Altura de la toma de muestra:** En las Estaciones de Monitoreo, se sugiere que la altura de la toma de muestra sea entre 3 a 15 metros sobre el nivel del piso.
- b) **Distancia a la fuente emisora:** Para evitar el arrastre de plumas de chimeneas domésticas o industriales se recomienda instalar las Estaciones de Monitoreo a una distancia de al menos 30 metros de fuentes estacionarias de acuerdo con la cantidad de emisión, como gasolineras, los talleres de pintura, así como el flujo de hornos e incineradores o cualquier otra fuente de alta emisión.
- c) **Distancia a vialidades:** Se recomienda instalar la Estaciones de Monitoreo a una distancia de por lo menos 20 metros de cualquier vialidad con alto tránsito vehicular.
- d) **Obstrucciones espaciales:** Dentro de las obstrucciones espaciales se consideran árboles y edificios; no obstante, dejan de ser obstrucciones cuando la distancia es mayor a dos veces la altura que sobrepasa la toma de muestra. Además, a 2 metros o menos no debe haber paredes, barandales, azoteas, tanques de agua o algún otro objeto que obstruya el flujo de aire. El flujo de aire debe estar libre de obstáculos al menos 270° alrededor del sitio de monitoreo.
- e) **Distancia entre equipos de monitoreo y/o muestreo:** En el sitio de monitoreo se pueden tener varios equipos de medición, razón por la cual, es importante mantener una distancia entre ellos para evitar interferencias en las mediciones. Los equipos automáticos utilizan la misma toma de muestra, por lo que es importante que entre los equipos manuales y automáticos haya una distancia mayor a 1.5 metros, y en el caso de equipos de alto volumen la distancia debe ser de mínimo 3 metros.

Para efectos de esta Norma se tomarán en cuenta las escalas espaciales de representatividad en función de los objetivos de monitoreo siguientes:

Tabla B.1. Escalas espaciales de representatividad

Microescala	Define las concentraciones en volúmenes de aire asociados con dimensiones de área de algunos metros hasta 100 metros.
Escala Media	Define concentraciones típicas de áreas que pueden comprender dimensiones desde 100 metros, hasta 0.5 kilómetros.
Escala Vecinal	Define concentraciones en un área con uso de suelo relativamente uniforme, cuyas dimensiones abarcan de 0.5 a 4 kilómetros.
Escala Urbana	Define todas las condiciones de una ciudad con dimensiones en un rango de 4 a 50 kilómetros.
Escala Regional	Define generalmente un área rural de geografía razonablemente homogénea y se extiende desde decenas hasta cientos de kilómetros.
Escala Nacional y Global	Las mediciones que corresponden a esta escala representan concentraciones características de la nación y del mundo como un todo.

ANEXO C

METODOLOGÍA DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE

En este Anexo se presenta el algoritmo para el cálculo del Índice de Calidad del Aire, un ejemplo de cálculo y las tablas de equivalencias para el cálculo del índice por contaminante criterio y considerando las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental vigentes. Estos intervalos pueden cambiar de acuerdo con las modificaciones o actualizaciones que tengan las Normas referidas.

C.1. Algoritmos de cálculo

Los algoritmos de cálculo son:

$$k = \frac{I_{sup} - I_{inf}}{PC_{sup} - PC_{inf}} \quad \dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

- k = Constante de proporcionalidad, en ppm^{-1} para O_3 , NO_2 , SO_2 y CO , mientras que para PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$, en $\text{m}^3/\mu\text{g}$.
- PC_{sup} = Concentración del punto de corte superior o igual a la concentración a evaluar, en ppm para O_3 , NO_2 , SO_2 y CO , mientras que para PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$, en $\mu\text{g m}^{-3}$.
- PC_{inf} = Concentración del punto de corte inferior o igual a la concentración a evaluar, en ppm para O_3 , NO_2 , SO_2 y CO , mientras que para PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$, en $\mu\text{g m}^{-3}$.
- I_{sup} = Índice de la PC_{sup} , adimensional.
- I_{inf} = Índice de la PC_{inf} , adimensional.

$$\text{Índice} = (k \times (C_{obs} - PC_{inf})) + I_{inf} \quad \dots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

- Índice = Índice de Calidad del Aire, adimensional.
- C_{obs} = Concentración observada del contaminante, en ppm para O_3 , NO_2 , SO_2 y CO , y $\mu\text{g m}^{-3}$ para PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$.

C.2. Ejemplo para calcular la constante de proporcionalidad para PM_{10}

La Figura C.1. muestra un ejemplo para calcular la constante de proporcionalidad de PM_{10} en el intervalo de los índices para los puntos de corte 0 a 50.

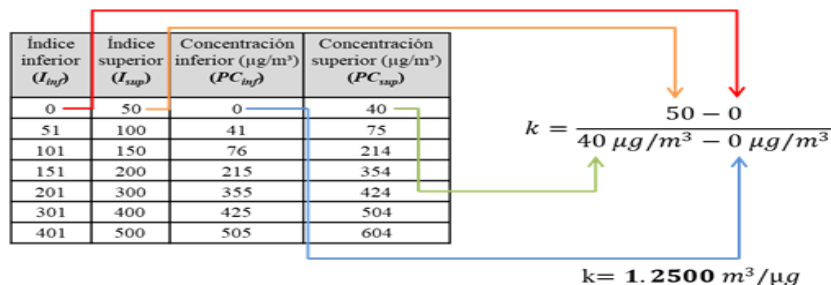


Figura C.1. Cálculo del valor de la k .

La Figura C.2. muestra la constante de proporcionalidad en función de los diferentes intervalos de los índices y de las concentraciones de los puntos de corte para PM_{10} .

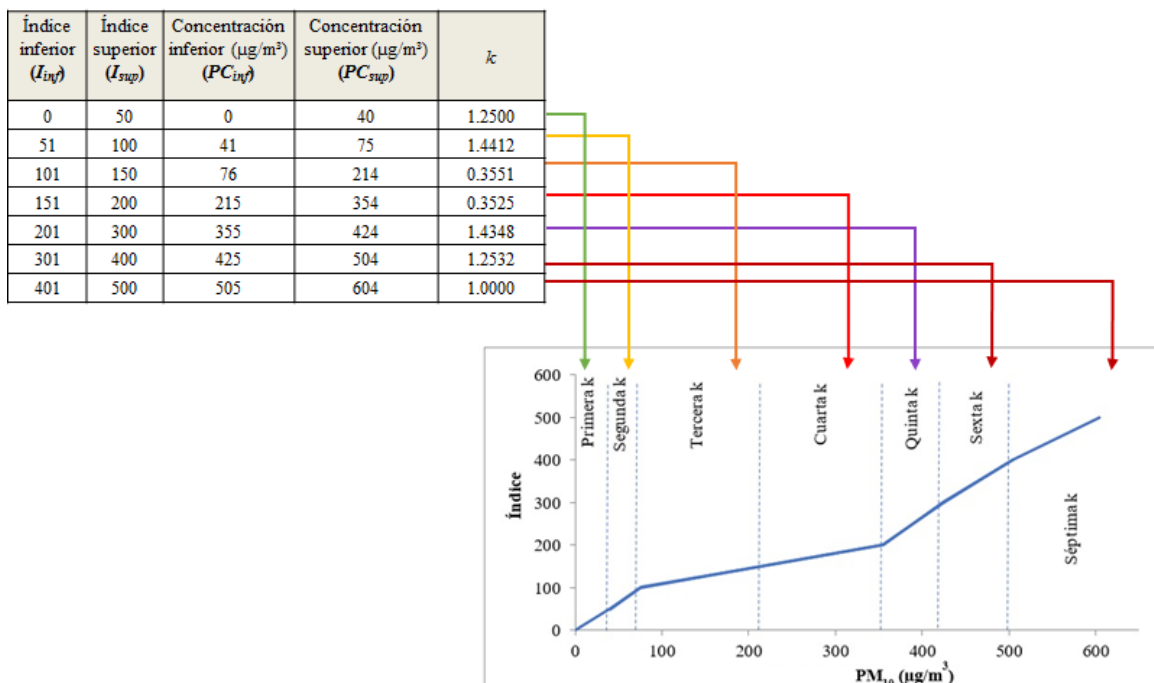


Figura C.2. Constante de proporcionalidad (k) en función del intervalo de los índices y de los puntos de corte para PM_{10} .

C.3. Ejemplo para calcular el Índice de Calidad del Aire de PM_{10}

Las Figuras C.3. y C.4., ilustran un ejemplo para calcular el Índice de calidad del aire de PM_{10} para una concentración registrada en $45 \mu g/m^3$ de promedio móvil reportada en cierta estación de monitoreo.

La Figura C.3. indica la constante de proporcionalidad calculada con la Ecuación 1, para $45 \mu g/m^3$, igual a $k = 1.4412$

$45 \mu g/m^3$ se encuentra entre $41 \mu g/m^3$ y $75 \mu g/m^3$, por lo tanto $k=1.4412$

Calidad del Aire	Índice inferior (I_{inf})	Índice superior (I_{sup})	Concentración inferior ($\mu g/m^3$) (PC_{inf})	Concentración superior ($\mu g/m^3$) (PC_{sup})	k
BUENA	0	50	0	40	1.2500
REGULAR	51	100	41	75	1.4412
MALA	101	150	76	214	0.3551
MUY MALA	151	200	215	354	0.3525
EXTREMADAMENTE MALA	201	300	355	424	1.4348
PELIGROSA	301	400	425	504	1.2532
	401	500	505	604	1.0000

Figura C.3. Constante de proporcionalidad para $45 \mu g/m^3$ de PM_{10}

Finalmente, la Figura C.4., muestra el índice de calidad del aire aplicando la Ecuación 2:

45 µg/m³					
Calidad del Aire	Índice inferior (I _{inf})	Índice superior (I _{sup})	Concentración inferior (µg/m ³) (PC _{inf})	Concentración superior (µg/m ³) (PC _{sup})	k
BUENA	0	50	0	40	1.2500
★ REGULAR	51	100	41	75	1.4412
MALA	101	150	76	214	0.3551
MUY MALA	151	200	215	354	0.3525
EXTREMADAMENTE MALA	201	300	355	424	1.4348
PELIGROSA	301	400	425	504	1.2532
	401	500	505	604	1.0000

$$\text{Índice} = (k \times (C_{obs} - PC_{inf})) + I_{inf}$$

$$\text{Índice} = (1.4412 \times (45 - 41)) + 51$$

$$\text{Índice} = 56.7 \longrightarrow \begin{cases} \bullet \text{ Redondear al entero más cercano} \\ \bullet \text{ el decimal es mayor a 4, el redondeo es hacia arriba} \end{cases}$$

$$\text{Índice} = 57$$

Figura C.4. Cálculo del índice de Calidad del Aire para 45 µg/m³ de PM₁₀

Las Tablas C.1. a C.6. muestran las equivalencias para el cálculo del Índice de Calidad del Aire de los contaminantes criterio normados.

Tabla C.1. Equivalencias para el cálculo del Índice de Calidad del Aire para ozono

Equivalencias para Ozono (O ₃)						
Concentración de O ₃ (Promedio de 1 hora, ppm)	Concentraciones para los puntos de corte (ppm)		Equivalencia en el índice para los puntos de corte		k	Categoría
	PC _{inf}	PC _{sup}	I _{inf}	I _{sup}		
0.000 - 0.070	0.000	0.070	0	50	714.2900	BUENA
0.071 - 0.095	0.071	0.095	51	100	2 041.6700	REGULAR
0.096 - 0.154	0.096	0.154	101	150	844.8300	MALA
0.155 - 0.204	0.155	0.204	151	200	1 000.0000	MUY MALA
0.205 - 0.404	0.205	0.404	201	300	497.4900	EXTREMADAMENTE MALA
0.405 - 0.504	0.405	0.504	301	400	1 000.0000	PELIGROSA
0.505 - 0.604	0.505	0.604	401	500	1 000.0000	

Nota: Estas equivalencias están calculadas con las Normas Oficiales Mexicanas vigentes en 2018.

Tabla C.2. Equivalencias para el cálculo del Índice de Calidad del Aire para dióxido de nitrógeno

Equivalencias para Dióxido de nitrógeno (NO ₂)						
Concentración de NO ₂ (Promedio de 1 hora, ppm)	Concentraciones para los puntos de corte (ppm)		Equivalencia en el índice para los puntos de corte		k	Categoría
	PC _{inf}	PC _{sup}	I _{inf}	I _{sup}		
0.000 - 0.105	0.000	0.105	0	50	476.1905	BUENA
0.106 - 0.210	0.106	0.210	51	100	471.1538	REGULAR

0.211 - 0.430	0.211	0.430	101	150	223.7443	MALA
0.431 - 0.649	0.431	0.649	151	200	224.7706	MUY MALA
0.650 - 1.249	0.650	1.249	201	300	165.2755	EXTREMADAMENTE MALA
1.250 - 1.649	1.250	1.649	301	400	248.1203	PELIGROSA
1.650 - 2.049	1.650	2.049	401	500	248.1203	

Nota: Estas equivalencias están calculadas con las Normas Oficiales Mexicanas vigentes en 2018.

Tabla C.3. Equivalencias para el cálculo del Índice de Calidad del Aire para dióxido de azufre

Equivalencias para Dióxido de azufre (SO ₂)						
Concentración de SO ₂ (Promedio móvil de 24 horas, ppm)	Concentraciones para los puntos de corte (ppm)		Equivalencia en el índice para los puntos de corte		k	Categoría
	PC _{inf}	PC _{sup}	I _{inf}	I _{sup}		
0.000 - 0.025	0.000	0.025	0	50	2 000.0000	BUENA
0.026 - 0.110	0.026	0.110	51	100	583.3333	REGULAR
0.111 - 0.207	0.111	0.207	101	150	510.4167	MALA
0.208 - 0.304	0.208	0.304	151	200	510.4167	MUY MALA
0.305 - 0.604	0.305	0.604	201	300	331.1037	EXTREMADAMENTE MALA
0.605 - 0.804	0.605	0.804	301	400	497.4874	PELIGROSA
0.805 - 1.004	0.805	1.004	401	500	497.4874	

Nota: Estas equivalencias están calculadas con las Normas Oficiales Mexicanas vigentes en 2018.

Tabla C.4. Equivalencias para el cálculo del Índice de Calidad del Aire para monóxido de carbono

Equivalencias para Monóxido de carbono (CO)						
Concentración de CO (Promedio móvil de 8 horas, ppm)	Concentraciones para los puntos de corte (ppm)		Equivalencia en el índice para los puntos de corte		k	Categoría
	PC _{inf}	PC _{sup}	I _{inf}	I _{sup}		
0 - 5.5	0.0	5.5	0	50	9.0909	BUENA
5.6 - 11.0	5.6	11.0	51	100	9.0741	REGULAR
11.1 - 13.0	11.1	13.0	101	150	25.7895	MALA
13.1 - 15.4	13.1	15.4	151	200	21.3043	MUY MALA
15.5 - 30.4	15.5	30.4	201	300	6.6443	EXTREMADAMENTE MALA
30.5 - 40.4	30.5	40.4	301	400	10.0000	PELIGROSA
40.5 - 50.4	40.5	50.4	401	500	10.0000	

Nota: Estas equivalencias están calculadas con las Normas Oficiales Mexicanas vigentes en 2018.

Tabla C.5. Equivalencias para el cálculo del Índice de Calidad del Aire para partículas menores a 10 micrómetros

Equivalencias para Partículas Menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)						
Concentración de PM ₁₀ (Promedio móvil de 24 horas, µg/m ³)	Concentraciones para los puntos de corte (µg/m ³)		Equivalencia en el índice para los puntos de corte		k	Categoría
	PC _{inf}	PC _{sup}	I _{inf}	I _{sup}		
0 - 40	0	40	0	50	1.2500	BUENA
41 - 75	41	75	51	100	1.4412	REGULAR

76 - 214	76	214	101	150	0.3551	MALA
215 - 354	215	354	151	200	0.3525	MUY MALA
355 - 424	355	424	201	300	1.4348	EXTREMADAMENTE MALA
425 - 504	425	504	301	400	1.2532	PELIGROSA
505 - 604	505	604	401	500	1.0000	
Nota: Estas equivalencias están calculadas con las Normas Oficiales Mexicanas vigentes en 2018.						

Tabla C.6. Equivalencias para el cálculo del Índice de Calidad del Aire para partículas menores a 2.5 micrómetros

Equivalencias para Partículas Menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5})						
Concentración de PM _{2.5} (Promedio móvil de 24 horas, µg/m ³)	Concentraciones para los puntos de corte (µg/m ³)		Equivalencia en el índice para los puntos de corte		k	Categoría
	PC _{inf}	PC _{sup}	I _{inf}	I _{sup}		
0.0 - 12.0	0.0	12.0	0	50	4.1667	BUENA
12.1 - 45.0	12.1	45.0	51	100	1.4894	REGULAR
45.1 - 97.4	45.1	97.4	101	150	0.9369	MALA
97.5 - 150.4	97.5	150.4	151	200	0.9263	MUY MALA
150.5 - 250.4	150.5	250.4	201	300	0.9910	EXTREMADAMENTE MALA
250.5 - 350.4	250.5	350.4	301	400	0.9910	PELIGROSA
350.5 - 500.4	350.5	500.4	401	500	0.6604	
Nota: Estas equivalencias están calculadas con las Normas Oficiales Mexicanas vigentes en 2018.						

TRANSITORIOS

PRIMERO.- Publíquese el presente Aviso en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México.

SEGUNDO.- Una vez que entre en vigor la presente Norma Ambiental, se deja sin efectos la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-009-AIRE-2006, que establece los requisitos para elaborar en Índice Metropolitano de la Calidad del Aire, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 29 de noviembre de 2006.

Dado en la Ciudad de México, a los doce días del mes de noviembre del año dos mil dieciocho.

(Firma)

M. EN C. TANYA MÜLLER GARCÍA
SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Y PRESIDENTA DEL
COMITÉ DE NORMALIZACIÓN AMBIENTAL DEL DISTRITO FEDERAL