

NORMA Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al monóxido de carbono (CO). Valores normados para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

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

ALEJANDRO ERNESTO SVARCH PÉREZ, Comisionado Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 3o, fracción XIII, 13, apartado A, fracciones I y IX, 17 Bis, fracciones II, III y XI, 104, fracción II, 116, 117, 118, fracción I y 119, fracción I de la Ley General de Salud; 38, fracción II, 40, fracción XI, 43 y 47, fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 3, fracción I, inciso n y 10, fracciones IV y VIII del Reglamento de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 25 de septiembre de 2020, en cumplimiento del acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario y de lo previsto por el artículo 47, fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Proyecto de la presente Norma, a efecto de que dentro de los 60 días naturales siguientes a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios ante dicho Comité;

Que con fecha previa, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación, la respuesta a los comentarios recibidos por el mencionado Comité, en los términos del artículo 47, fracciones II y III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

Que la presente Norma se sometió al procedimiento de mejora regulatoria de conformidad con lo dispuesto por la Ley General de Mejora Regulatoria; indicando que no afecta a la industria actualmente establecida, obteniéndose la exención de análisis de impacto regulatorio el 3 de septiembre de 2020, y

Que en atención a las anteriores consideraciones, contando con la aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, he tenido a bien expedir y ordenar la publicación en el Diario Oficial de la Federación de la

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-021-SSA1-2021, SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO AL MONÓXIDO DE CARBONO (CO). VALORES NORMADOS PARA LA CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCIÓN A LA SALUD DE LA POBLACIÓN

PREFACIO

En la elaboración de esta Norma participaron:

Secretaría de Salud

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios

Instituto Nacional de Salud Pública

Centro de Investigación en Salud Poblacional

Secretaría de Energía

Subsecretaría de Hidrocarburos

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental

Petróleos Mexicanos

Dirección Corporativa de Planeación, Coordinación y Desempeño

Instituto Mexicano del Petróleo

Dirección de Investigación en Transformación de Hidrocarburos

Gobierno de la Ciudad de México

Servicios de Salud

Secretaría de Medio Ambiente

Gobierno del Estado de Guanajuato

Dirección General de Protección contra Riesgos Sanitarios

Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial

Gobierno del Estado de Campeche

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Gobierno del Estado de Hidalgo

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Gobierno del Estado de Jalisco

Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Gobierno del Estado de México

Coordinación de Regulación Sanitaria

Secretaría de Medio Ambiente

Gobierno del Estado de Morelos

Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios

Secretaría de Desarrollo Sustentable

Gobierno del Estado de Puebla

Servicios de Salud del Estado de Puebla

Secretaría del Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial.

Gobierno del Estado de Tlaxcala

Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios

Coordinación General de Ecología

Gobierno del Estado de Tamaulipas

Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente

Universidad Nacional Autónoma de México

Centro de Ciencias de la Atmósfera

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

Departamento de Toxicología

Greenpeace México**Red por los Derechos de la Infancia en México****ÍNDICE**

0. Introducción.

1. Objetivo y campo de aplicación.

2. Referencias normativas.

3. Términos y definiciones.

4. Símbolos y términos abreviados.

5. Especificaciones.

6. Métodos de prueba.

7. Concordancia con normas internacionales y mexicanas.

8. Bibliografía.

9. Observancia de la Norma.

10. Vigencia.

0. Introducción.

Para el cumplimiento del artículo 4 constitucional, párrafo cuarto y quinto respectivamente, los cuales disponen que toda persona tenga derecho a la protección de la salud y a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar; una obligación gubernamental es que las autoridades sanitarias establezcan la normatividad, tomen las medidas y realicen las actividades tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente, para tal efecto, el artículo 118, fracción I de la Ley General de Salud, señala que corresponde a la Secretaría de Salud: determinar los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente.

De acuerdo al Inventario Nacional de emisiones de México 2016 (SEMARNAT, 2019), considerando las emisiones de monóxido de carbono (CO) se emiten 8,242,497.35 toneladas anuales, donde las fuentes móviles son la principal fuente de emisión de CO con 63.40%, seguida de las fuentes de área con 33.09% y las fuentes fijas con 3.51%.

En esta Norma Oficial Mexicana se establecen los límites máximos permisibles para el contaminante criterio monóxido de carbono (CO) para 1 y 8 horas considerando los valores guía recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y con fundamento en la evidencia de estudios experimentales y epidemiológicos que documentan efectos adversos en la salud humana por la exposición en diversos niveles de concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente, especialmente en órganos con alto consumo de oxígeno como el cerebro y corazón (WHO, 2016).

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro, producto de la combustión incompleta de material que contiene carbono, como gasolina, gas natural, petróleo, carbón, tabaco y otros materiales orgánicos (Casas Castillo, *et al.*, 1999). El CO tiene una fuerte capacidad de unirse a la hemoglobina y su inhalación produce hipoxia en el ser humano, que es un estado de deficiencia de oxígeno en las células y los tejidos, lo que compromete su función. Esto puede suceder aunque el flujo sanguíneo sea normal y puede llevar a complicaciones fisiológicas graves, algunas potencialmente mortales. Estudios epidemiológicos han documentado ampliamente una asociación entre la exposición a corto plazo a CO y el incremento de riesgo en la mortalidad por causas cardiovasculares (Chen R., *et al.*, 2011, Liu C., *et al.*, 2018, Tian L., *et al.*, 2015).

De igual forma, la exposición crónica por rango intercuartil de 0.25 ppm de CO se asoció a un riesgo 3 veces mayor de padecer eventos vasculares, en una cohorte de individuos sanos sin antecedentes de enfermedad cardiovascular (Kim H., *et al.*, 2017). Recientemente, se ha documentado la asociación entre la exposición aguda a CO en el ambiente y las enfermedades respiratorias. En un estudio llevado a cabo en hospitales de China se documentó que por cada incremento de 280 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.244 ppm, a condiciones de referencia: 25 °C y 1 atm) de CO en el ambiente se asociaba a un aumento de consultas por todas las causas respiratorias de 5.62%, por asma de 8.86%, bronquitis de 6.67% y neumonía de 7.20% (Zhao Y., *et al.*, 2019).

Con la finalidad de proteger a los grupos de población de no fumadores, de mediana y avanzada edad con enfermedad arterial coronaria latente o franca, de ataques cardíacos isquémicos agudos, así como para la protección a fetos de mujeres no fumadoras de los efectos hipóxicos adversos, la OMS señala que no se debe exceder el nivel de 2.5% de COHb y establece los valores de referencia para los periodos de exposición promedio ponderados en el tiempo de tal manera que no se exceda el nivel de COHb señalado, incluso cuando el sujeto normal se involucra en ejercicio ligero o moderado, estos valores se basan en el modelo matemático de la ecuación exponencial de Coburn-Foster-Kane, que considera todas las variables fisiológicas que afectan la captación de monóxido de carbono (WHO, 2016).

De acuerdo al Informe Nacional de Calidad del Aire 2017 del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, de los 20 Sistemas de Monitoreo de Calidad del Aire que se analizaron, 46 ciudades y zonas metropolitanas contaron con capacidad para medir monóxido de carbono en 126 estaciones de monitoreo.

La Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población", en su Capítulo 4 Especificaciones señalaba que la concentración de monóxido de carbono, como contaminante atmosférico, no debía rebasar el valor permisible de 11.00 ppm o lo que es equivalente a 12 598 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (a condiciones de referencia: 25 °C y 1 atm) en promedio móvil de ocho horas una vez al año, el cual es más alto que el valor recomendado por la OMS, el estándar de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA, por sus siglas en inglés) y de la Unión Europea, por esta razón se emite la presente Norma Oficial Mexicana con el fin de que cumpla como medida de protección a la salud (UE, 2014; USEPA, 2014; WHO, 2000).

1. Objetivo y campo de aplicación.

1.1 Objetivo

Esta Norma tiene por objeto establecer los valores límites permisibles de concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida para la protección a la salud humana; así como los criterios para su evaluación.

1.2 Campo de aplicación

Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, para las autoridades federales y locales que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, las cuales deberán tomar como referencia los valores límite establecidos en esta Norma, para efectos de proteger la salud de la población.

2. Referencias normativas.

Para la correcta aplicación de esta Norma es necesario consultar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas o las que la sustituyan:

2.1 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.*

2.2 Norma Oficial Mexicana **NOM-156-SEMARNAT-2012**, *Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.*

3. Términos y definiciones.

Para efectos de esta Norma se entiende por:

3.1 Aire ambiente

A la mezcla de elementos y compuestos gaseosos, líquidos y sólidos, orgánicos e inorgánicos, presentes en la atmósfera.

3.2 Año calendario

Al periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de un mismo año.

3.3 Concentraciones horarias

Al promedio o media aritmética de las concentraciones de contaminantes registradas en el intervalo de tiempo de 60 minutos delimitado por los minutos 1 y 60 de la hora local.

3.4 Concentración promedio móvil de 8 horas

Al promedio de 8 horas continuas, que representa el promedio de la hora de interés y las 7 horas previas, ya sea que correspondan al mismo día o al día anterior (como en el caso de las horas 1 a 7 de la mañana, que requieren hasta de la hora 18 del día anterior).

3.5 Microgramo por metro cúbico

A la expresión de concentración en masa del contaminante (en microgramos) en un volumen de aire (metro cúbico) a 25 °C (298.16 K) de temperatura y con una atmósfera (101.3 kPa) de presión.

3.6 Partes por millón

A la expresión de la concentración en unidades de volumen del gas contaminante relacionado con el volumen de aire ambiente. Para el monóxido de carbono su equivalente en unidades de peso por volumen, 1 ppm de CO es equivalente a 1145 µg/m³, a 25 °C (298.16 K) de temperatura y 1 atmósfera (101.3 kPa) de presión.

3.7 Sitio de monitoreo

Al lugar en donde se miden, de forma continua, las concentraciones ambientales de contaminantes criterio como el monóxido de carbono con el objetivo de determinar la exposición de la población a este contaminante.

3.8 Valor límite

A la concentración máxima permisible de un contaminante en el aire ambiente.

4. Símbolos y términos abreviados.

- 4.1 atm** Atmósfera de presión
- 4.2 °C** Grado Celsius
- 4.3 K** Kelvin
- 4.4 kPa** Kilopascal
- 4.5 µg/m³** Microgramo por metro cúbico
- 4.6 CO** Monóxido de carbono
- 4.7 OMS** Organización Mundial de la Salud
- 4.8 ppb** Partes por billón
- 4.9 ppm** Partes por millón
- 4.10 %** Por ciento

5. Especificaciones.

5.1 Valores límite para la concentración ambiental de monóxido de carbono (Tabla 1):

Tabla 1 - Valores límite de CO en el aire ambiente

Concentración	CO (µg/m ³)	CO (ppm)	Forma de cálculo
De 1 hora	30 000	26.0	Obtenido como el máximo de las concentraciones horarias, calculado como se especifica en el inciso 5.2 de esta Norma.
De 8 horas	10 000	9.0	Obtenido como el máximo de los promedios móviles de 8 horas de CO, calculado como se especifica en el inciso 5.2 de esta Norma.

Nota: Los valores límite están establecidos a condiciones de referencia, temperatura de 25°C (298K) y 1 atm de presión (101.3 kPa).

5.2. Manejo de datos para determinar el cumplimiento de los valores límites de CO.

5.2.1 Redondeo. En cada sitio de monitoreo, las concentraciones horarias en ppm, deberán tener una cifra decimal significativa. Si se cuenta con valores de 2 o más cifras decimales, el valor será redondeado de la siguiente manera: si el segundo decimal es un número entre 5 y 9, el valor del primer decimal se incrementará al inmediato superior; si el valor del segundo decimal es 4 o menor el valor del primer decimal no se incrementa.

Para determinar el cumplimiento de los valores límite, la concentración deberán tener una cifra decimal significativa, de acuerdo al redondeo descrito en el párrafo anterior.

5.2.2 Requerimientos de suficiencia de datos para la obtención de promedios en equipos de monitoreo (Tabla 2):

Tabla 2 - Requerimientos de suficiencia de datos

Concentración	Requerimiento
Promedio horario	Para el cálculo del promedio horario se requerirá un mínimo de 75% de las concentraciones por minuto válidas en una hora (45 registros).
Promedio móvil de 8 horas	Para el cálculo del promedio móvil de ocho horas se requerirá al menos 6 de las 8 horas con concentraciones válidas.

5.2.3. Un sitio de monitoreo cumple con lo establecido en esta Norma para CO si no rebasa los valores límites del promedio de 1 hora y promedio móvil de 8 horas.

5.2.4 Determinación del cumplimiento de la Norma de CO en un año calendario.

Para determinar el cumplimiento de los niveles de CO en un sitio de monitoreo durante un año calendario, se deberá considerar lo siguiente:

5.2.4.1 Un sitio de monitoreo cumple con el valor límite de 1 hora cuando el máximo de las concentraciones horarias sea menor o igual a 26.0 ppm. En caso de que se tenga menos del 75% de los registros horarios en el periodo y al menos 1 de las concentraciones horarias sea mayor que 26.0 ppm, se incumplirá la Norma.

5.2.4.2 Un sitio de monitoreo cumple con el límite de 8 horas cuando el valor máximo de los promedios móviles de 8 horas sea menor o igual a 9.0 ppm. En caso de que se tenga menos del 75% de los registros en el periodo y al menos 1 de las concentraciones de los promedios móviles de 8 horas sea mayor que 9.0 ppm, se incumplirá la Norma.

6. Métodos de prueba.

El método de prueba para la determinación de la concentración de CO en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición, estaciones o sistemas de monitoreo de la calidad del aire con fines de difusión o cuando los resultados tengan validez oficial, son los establecidos en la Norma Oficial Mexicana citada en el inciso 2.1 de esta Norma del capítulo de Referencias normativas.

7. Concordancia con Normas internacionales y mexicanas.

Esta Norma no es equivalente a ninguna norma internacional ni mexicana.

8. Bibliografía.

8.1 CARB (California Air Resources Board), 2014, *State and National Air Quality Standards*, [En línea] [Consulta: 29 mayo 2019]. Disponible en: <http://www.arb.ca.gov/research/aaqs/aaqs2.pdf>.

8.2 Casas Castillo M. C., ALARCÓN JORDÁN M., 1999. *Meteorología y Clima*. ISBN: 84-8301-355-X.

8.3 Chen R., Pan G., Zhang Y., *et al.*, (2011), Ambient carbon monoxide and daily mortality in three Chinese cities: the China Air Pollution and Health Effects Study (CAPES), *Sci. Total Environ.* 409(23): 4923–4928.

8.4 Dallas M. L., Yang Z., Boyle J. P., Boycott H. E., Scragg J. L., Milligan C. J., *et al.*, 2012, *Carbon monoxide induces cardiac arrhythmia via induction of the late Na⁺ current*. *Am J Respir Crit Care Med.*, 186: 648-656

8.5 De Paula Santos U., Braga A. L., Giorgi D. M., Pereira L. A., Grupi C. J., Lin C. A., *et al.*, 2005, *Effects of air pollution on blood pressure and heart rate variability: a panel study of vehicular traffic controllers in the city of São Paulo, Brazil*, *Eur Heart J*, 26(2): 193-200.

8.6 Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2018. *Informe Nacional de Calidad del Aire 2017*, México. Coordinación General de Contaminación y Salud ambiental, Dirección de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos. Ciudad de México. Diciembre 2018.

8.7 Kim H., Kim J., Kim S., Kang S. H., Kim H. J., Kim H., Heo J., Yi S. M., Kim K. Youn T. J., Chae I. H., (2017), *Cardiovascular effects of long-term exposure to air pollution: a population-based study with 900 845 person-years of follow-up*. J Am Heart Assoc, 6(11), e007170.

8.8 Liu C., Yin P., Chen R., et al., (2018). *Ambient carbon monoxide and cardiovascular mortality: a nationwide time-series analysis in 272 cities in China*, The Lancet Planetary Health, 2; e12–e18.

8.9 Reboul C., Boissière J., André L., Meyer G., Bideaux P., Fouret G., et al., (2017), *Carbon monoxide pollution aggravates ischemic heart failure through oxidative stress pathway*, Sci Rep, 7:39715; doi 10.1038/srep39715.

8.10 Ritz B., Yu F., Fruin S., Chapa G., Shaw G. M., Harris J. A., (2002), *Ambient air pollution and risk of birth defects in Southern California*, Am J Epidemiol, 155(1): 17-25.

8.11 Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), *Inventario Nacional de Emisiones de México (INEM) 2016*, [En línea] [Consulta: 29 mayo 2019]. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-contaminantes-criterio-inem>.

8.12 Tian L., Qiu H., Pun V. C., et al., (2015), *Carbon monoxide and stroke: a time series study of ambient air pollution and emergency hospitalizations*, Int. J. Cardiol, 201: 4–9.

8.13 Unión Europea (UE), 2014, *Air Quality Standards*. [En línea] [Consulta: 29 mayo 2019]. Disponible en: <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>

8.14 USEPA (United States Environmental Protection Agency), 2014, *National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)*. <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>

8.15 World Health Organization–Regional Office for Europe. 2016, *WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting report. Bonn, Germany, 29 September-1 October 2015*. [En línea] [Consulta: 31 mayo 2019]. Disponible en: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0013/301720/Evidence-future-update-AQGs-mtg-report-Bonn-sept-oct-15.pdf

8.16 World Health Organization (WHO), 2000, *Guidelines for Air Quality*. [En línea] [Consulta: 31 mayo 2019]. Disponible en: WHO/SDE/OEH/00.02. World Health Organization, Geneva. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66537/WHO_SDE_OEH_00.02-eng.pdf;jsessionid=73996B0E3FEB8ED759552FD96866F1F1?sequence=18

8.17 Zhao Y., Hu J., Tan Z., Liu T., Zeng W., Li X., Wang S., Huang Z., Ma W., (2019), *Ambient carbon monoxide and increased risk of daily hospital outpatient visits for respiratory diseases in Dongguan, China*, Sci Total Environ., 668: 254-260.

9. Observancia de la Norma.

9.1 Las autoridades competentes en sus diferentes órdenes de gobierno, federal y local en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

10. Vigencia.

10.1 La presente Norma entrará en vigor a los 60 días naturales siguientes al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- La entrada en vigor de la presente Norma deja sin efectos a la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, “Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) 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.

SEGUNDO.- El inciso 5.2.4 de esta Norma será aplicable en el año calendario subsecuente al de la publicación de esta Norma.

Ciudad de México, a 15 de septiembre de 2021.- El Comisionado Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, Alejandro Ernesto Svarch Pérez.- Rúbrica.

