



Marzo 2023

Boletín Mensual

CRÉDITOS

Alfredo Del Mazo Maza

Gobernador del Estado de México

Francisco Javier Fernández Clamont

Secretario de Salud

Colaboradores CEVECE

Víctor Manuel Torres Meza

Ma. de Jesús Mendoza Sánchez

Luis Anaya López

Mauricio R. Hinojosa Rodríguez

Víctor Flores Silva

Silvia Cruz Contreras

Lázaro Camacho Peralta

Subdirección de Epidemiología

Luis Estaban Hoyo García de Alba

Diseño

Ana Laura Toledo Avalos

Contaminantes Criterio de Importancia en el Valle de Toluca

Especificaciones de los Contaminantes Criterio

Contaminante	Concentración Promedio	Valor límite	Unidades	Norma Oficial Mexicana
PM10	24 hrs.	70	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	NOM-025-SSA1-2021
PM2.5	24 hrs.	41	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	NOM-025-SSA1-2021
O3	1 hr.	0.090	ppm	NOM-020-SSA1-2021
NO2	1 hr.	0.106	ppm	NOM-023-SSA1-2021
CO	8 hrs. móvil	9.0	ppm	NOM-021-SSA1-2021
SO2	24 hrs.	0.110	ppm	NOM-022-SSA1-2010

De acuerdo con las Especificaciones de los Contaminantes Criterio, que se resumen en el cuadro anterior, podemos decir lo siguiente:

Las **partículas PM10**, este contaminante se mide cada hora y se realiza un promedio a las 24 horas, el valor límite para este año 2023 es de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de acuerdo con la NOM-025-SSA1-2021; el riesgo para la salud es la exacerbación de casos de asma principalmente en niños. De acuerdo con el estudio sobre la carga global de enfermedades atribuibles a la contaminación atmosférica de la Organización Mundial de Salud (OMS), la exposición a partículas finas en el aire ambiente representa el quinto factor de riesgo de muertes prematuras en la población a nivel mundial. En México, las estimaciones corresponden a cerca de 29,00 muertes y casi 558,000 años de vida ajustados por discapacidad atribuibles a la mala calidad del aire.

Para el caso de PM2.5, este contaminante se mide cada hora y se realiza un promedio a las 24 horas, el valor límite para este año 2023 es de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de acuerdo con la NOM-025-SSA1-2021; el riesgo para la salud es la exacerbación de casos de asma principalmente en niños. Existe evidencia científica que apoya una relación causal entre la exposición a PM2.5 en el aire ambiente e incremento en la prevalencia de cardiopatías isquémicas, enfermedades cerebrovasculares e incremento en infecciones de las vías respiratorias inferiores y enfermedades pulmonares obstructivas crónicas. En los estudios con población infantil, se han evidenciado efectos como el incremento en la prevalencia del asma, bajo peso al nacer, parto prematuro y trastornos neurológicos o cognitivos.

En cuanto al ozono (O3), este contaminante se mide cada hora, el valor límite es de 0.090 ppm de acuerdo con la NOM-020-SSA1-2021; el riesgo para la salud por exacerbaciones respiratorias en población general y disminución en la función pulmonar aunado a un mayor uso de medicamentos en niños asmáticos.

El bióxido de nitrógeno (NO2), este se mide cada hora, el valor límite es de 0.106 ppm de acuerdo con la NOM-023-SSA1-2021; el riesgo para la salud es la exacerbación de casos de asma principalmente en niños. Este contaminante se deriva de los procesos de combustión, siendo ésta la fuente principal de su vertimiento a la atmósfera.

El monóxido de carbono (CO), este contaminante se mide por 8 hrs. móvil, el valor límite es de 9.0 ppm de acuerdo con la NOM-021-SSA1-2021; el riesgo para la salud es la exacerbación de casos de asma principalmente en niños. Este contaminante, se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono, consecuentemente pueden verterlo al aire los vehículos automotores y la industria, aunque en menor escala; algunos procesos naturales son capaces de emitirlo, tales como los incendios forestales o su emisión de los procesos naturales que se llevan a cabo en los océanos.

El dióxido de azufre (SO2), de acuerdo con la NOM-022-SSA1-2019, para este contaminante se establecen dos valores límite para las concentraciones ambientales del SO2 para efecto de la protección a la salud de la población más susceptible: valor límite de 1 hora: 0.075 ppm ($196.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales, obtenidos de los máximos diarios; y valor límite de 24 horas: 0.04 ppm ($104.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como el máximo de 3 años consecutivos, obtenidos de los promedios de 24 horas.

Es responsable en buena medida de las «lluvias ácidas» y de la contaminación del aire que afectan a las zonas urbanas e industriales. Recientemente, se han reconocido a las emisiones de SO2 por su contribución a la formación de aerosoles inorgánicos secundarios, partículas finas que son perjudiciales para la salud humana.

Comportamiento de los contaminantes en el mes de marzo

Contaminantes en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca Máximo diario Marzo 2023

FECHA	PM10	PM2.5	O3	NO2	CO	SO2
01/03/2023	122	108	76	26	16	5
02/03/2023	125	108	55	22	15	5
03/03/2023	122	106	43	40	16	5
04/03/2023	122	110	82	28	14	4
05/03/2023	121	116	67	18	13	5
06/03/2023	126	117	107	25	15	6
07/03/2023	123	107	71	30	15	5
08/03/2023	116	102	57	30	14	7
09/03/2023	119	107	96	24	13	7
10/03/2023	121	110	104	27	14	5
11/03/2023	122	110	94	33	14	5
12/03/2023	111	108	76	22	14	5
13/03/2023	109	97	50	34	14	4
14/03/2023	108	93	59	20	15	4
15/03/2023	104	96	43	16	12	5
16/03/2023	91	88	41	18	12	5
17/03/2023	103	96	73	25	15	5
18/03/2023	106	104	49	23	15	5
19/03/2023	104	91	39	16	13	4
20/03/2023	93	82	43	18	10	4
21/03/2023	102	97	103	20	12	5
22/03/2023	108	112	82	23	14	5
23/03/2023	111	116	109	23	12	5
24/03/2023	113	99	104	21	12	5
25/03/2023	112	111	103	22	13	6
26/03/2023	110	107	111	23	12	5
27/03/2023	113	102	102	40	18	5
28/03/2023	119	108	88	21	14	7
29/03/2023	118	106	90	27	12	12
30/03/2023	106	99	101	23	12	10
31/03/2023	107	93	118	24	13	6

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la ZMVT. Marzo 2023

Con base en las Especificaciones de los Contaminantes Criterio, el comportamiento en el mes de marzo de 2023, fue el siguiente: en partículas PM10, hubo 29 días con mala calidad del aire (93.54%) y 2 días de regular calidad (6.46%) a mediados de mes, para el caso de partículas PM2.5, hubo 20 días con mala calidad del aire (64.51%), 11 días de regular calidad del aire (35.48%) a mediados de mes (días en que se presentaron lluvias esporádicas).

En el mes de marzo, respecto al ozono (O3) sólo se registraron 10 días en que la calidad del aire fue mala (32.25%), 14 días de regular calidad del aire (45.16%) y 7 días de buena calidad del aire (22.58%).

El bióxido de nitrógeno (NO2), por tercera vez no sobrepasó los límites de la Norma y hubo 31 días de buena calidad del aire; el monóxido de carbono (CO) tampoco sobrepasó los límites de la Norma, al igual que el dióxido de azufre (SO2) y tuvieron 31 días con buena calidad del aire (100%). El valor máximo en PM10 fue de 126 y se registró el 06 de marzo, en PM2.5 fue de 117 en la misma fecha (en enero el valor máximo de PM10 fue de 316) y en ozono de 118 el día 31 de marzo. En cuanto a los valores mínimos, fue de 91 para partículas PM10 el 16 de marzo, para partículas PM2.5 fue de 82 el 20 del mismo mes y de ozono de 39 el día 19 de marzo.

Descripción del Contaminante

Criterio: Dióxido de Azufre

Dióxido de azufre (SO₂)

De acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2019, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO₂). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. El dióxido de azufre en la actualidad esta considerado como uno de los principales precursores de la contaminación atmosférica, el cual se origina comúnmente por la combustión del carbón y el petróleo en las centrales termoeléctricas, las refinerías, la fundición de metales, los hornos, los motores diésel o las calderas de calefacción. Así mismo, de manera natural, el dióxido de azufre tiene su origen en las erupciones volcánicas u oceánicas (fumarolas). Si se la compara con las emisiones causadas por el ser humano (antropogénicas), su proporción es menor, pues se estima que el SO₂ de origen natural representa el 25% de la totalidad que llega a la atmósfera.

Los daños a la salud ocasionados por el dióxido de azufre varia de persona a persona, debido en gran medida al estado de salud de cada una de ellas, por lo que cabe señalar que a unas las afecta más que a otras. De igual manera influye el tiempo y cantidad a la que estén expuestas las personas a este elemento como lo analizaremos a continuación.

El dióxido de azufre es irritante a los ojos, garganta y vías respiratorias. La sobre exposición en el corto tiempo causa inflamación e irritación, provocando ardor en los ojos, tos, dificultades respiratorias y sensación de tensión en el pecho. Las personas asmáticas son especialmente sensibles al SO₂ (Baxter, 2000) y pueden reaccionar ante concentraciones tan bajas como 0.2 a 0.5 ppm. Una exposición prolongada o repetida a concentraciones bajas (1-5 ppm) puede ser peligrosa para personas con enfermedades cardíacas o pulmonares previas.

También se ha demostrado que la presencia de altos niveles de SO₂ en el ambiente puede causar diversos problemas de salud en niños (Ware et al., 1986). Aun así, los estudios realizados en el Mt. Sakurajima no indican una correlación entre la prevalencia de asma en niños y la exposición prolongada a los gases volcánicos (Uda et al., 1999).

Efectos sobre la salud por exposición respiratoria al dióxido de azufre (Baxter, 2000; Nemery, 2001; NIOSH 1981; Wellburn, 1994)

Límite de exposición (ppm)	Efectos sobre la salud
1-5	Umbral de respuesta respiratoria al ejercicio o respiración profunda en individuos sanos
3-5	El gas es fácilmente detectable. Caída de la función respiratoria en reposo y resistencia a la corriente de aire
5	Aumento de la resistencia en individuos sanos
6	Inmediata irritación en ojos nariz y garganta
10	Empeora la irritación en ojos, nariz y garganta
10-15	Umbral de toxicidad por exposición prolongada
20+	Parálisis o muerte después de exposición prolongada
150	Máxima concentración que puede ser resistida durante algunos minutos por individuos sanos

Casos Nuevos de Enfermedades asociadas a la Calidad del Aire

Daños a la salud	No. de Casos en el mes de marzo 2023
Asma	249
Conjuntivitis	1,216
Infección respiratoria aguda	32,412
Otitis media aguda	229
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	44
Enfermedad cerebrovascular	50
Enfermedad isquémica del corazón	97

FUENTE: Subdirección de Epidemiología del ISEM

Daños a la Salud

En el Valle de Toluca durante el mes de marzo del 2023, se estima que la contaminación del aire ocasionó los siguientes daños a la salud:

- Se exacerbaron los síntomas del asma y de la conjuntivitis en 249 y 1,216 personas, respectivamente.
- El tres por ciento de las personas que padecieron una IRA, en esta ocasión 972 personas, se puede atribuir a la contaminación del aire.
- Durante el mes de marzo, 229 personas padecieron de otitis media aguda, por su probable exposición a altos niveles de contaminación del aire.
- En el mes se identificaron 39 personas con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), un porcentaje de ellas podrían estar relacionadas con el humo del tabaco y otro más con la contaminación ambiental.
- Considerando el estimador del 25% de las muertes por la OMS para la Enfermedad Cerebrovascular podríamos decir que 12 personas afectadas por esta enfermedad, se dañaron por su exposición a la contaminación del aire.
- Considerando el estimador del 25% de las muertes por la OMS para la Enfermedad Isquémica del Corazón podríamos decir que 24 personas afectadas por esta enfermedad, se dañaron por su exposición a la contaminación del aire.

Normatividad Ambiental

NORMA Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2019, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO₂). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

Esta norma establece los valores límites permisibles de concentración de SO₂ en el ambiente como medida de protección para la salud, así como los lineamientos para su evaluación. De igual manera, señala las concentraciones de SO₂ aceptables durante diferentes periodos de exposición, ya que una concentración menor durante un tiempo de exposición mayor representa un riesgo para la salud.

En nuestro país, la Secretaría de Salud es la dependencia responsable de evaluar la evidencia de los impactos de la contaminación atmosférica en la salud y de establecer los límites permisibles de concentración de los contaminantes en la atmósfera. Además de promover la participación multisectorial para la prevención de la exposición a la contaminación atmosférica, y de elaborar y aplicar políticas y programas encaminados a reducir la contaminación del aire y mejorar la salud general.

Los dos valores límite para las concentraciones ambientales del SO₂ para efecto de la protección a la salud de la población de acuerdo a la norma son los siguientes:

Concentración	SO ₂ (µg/m ³) Microgramo por metro cúbico	SO ₂ (ppm) Partes por millón
Valor límite de 1 hora	196.5	0.075
Valor límite de 24 horas	104.8	0.04

Valor límite de 1 hora: 0.075 ppm (196.5 µg/m³) como promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales como promedio diario.

El promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales se considera válido si se cumplen los siguientes criterios de compleción de datos: que en los 3 años los datos estén completos; un año tiene datos completos cuando los 4 trimestres de un año reporten datos completos. Un trimestre está completo cuando en al menos el 75% de los días del trimestre se reporta el máximo diario.

Valor límite de 24 horas: 0.04 ppm (104.8 µg/m³) como el máximo de 3 años consecutivos, obtenidos de los promedios de 24 horas. El máximo de 3 años consecutivos, obtenido de los promedios de 24 horas se considera válido si se cumplen los siguientes criterios de compleción de datos: a) En los 3 años los datos estén completos o b) en 2 de los 3 años los datos estén completos y el máximo de los promedios de 24 horas es menor que 0.03 ppm, o c) en uno de los tres años los datos estén completos y el máximo de los promedios de 24 horas es menor que 0.02 ppm.

Un año tiene datos completos cuando los 4 trimestres de un año reporten datos completos o bien los meses en los que de acuerdo a los análisis de los datos se presentan las concentraciones más altas estén completos. Un trimestre está completo cuando en al menos el 75% de los días del trimestre se reporta el promedio de 24 horas. Para el cálculo de cada promedio de 24 horas se requiere un mínimo del 75% de las concentraciones horarias válidas del día (18 registros).

Recomendaciones

Dióxido de Azufre

Índice AIRE Y SALUD	Nivel de riesgo asociado	Recomendaciones	
		Grupos sensibles	Para toda la población
Buena	Bajo Se considera que el riesgo es mínimo.	Disfruta las actividades al aire libre.	
Aceptable	Moderado Personas sensibles como niñas, niños, adultas y adultos mayores, personas con asma, enfermedades cardíacas o pulmonares; además trabajadores/as de plantas donde el SO ₂ se produce como subproducto (plantas generadoras de electricidad); personas que viven cerca de actividades industriales como la fundición de cobre y quienes están cerca de una erupción volcánica. Posible agravamiento de enfermedad pulmonar y cardíaca en personas con enfermedad cardiopulmonar y adultos mayores. Estornudos y tos; opresión en el pecho; quemaduras en nariz, garganta y pulmones; dificultad para respirar; daño al sistema respiratorio; agravamiento de enfermedades como el asma y el enfisema.	Considerar reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso al aire libre y prestar atención a la aparición de síntomas como tos o dificultad para respirar, y por ello reducir esfuerzos.	Disfruta las actividades al aire libre.
Mala	Alto Probabilidad de disminución en la capacidad pulmonar en personas sanas. Incremento en la probabilidad de aparición de síntomas respiratorios en personas sensibles. En personas con enfermedades respiratorias (EPOC, asma) y cardíacas (angina de pecho) hay aumento en la probabilidad de agravamiento y disminución en la tolerancia de la actividad física, así como mayor probabilidad de muertes prematuras en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar.	Evitar realizar actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Pueden realizar actividades al aire libre pero deben hacer pausas continuas para descansar, y considerar actividades menos intensas. Prestar atención a la aparición de síntomas como tos o dificultad para respirar. Las personas con padecimiento confirmado de asma, deben seguir sus planes de acción y tener a la mano medicamentos de acción rápida. En caso de padecer una cardiopatía; síntomas como palpitaciones, dificultad para respirar o fatiga inusual pueden indicar un problema grave. Si sufre cualquiera de estos síntomas, debe acudir con un profesional de la salud.	Reduce las actividades físicas vigorosas al aire libre.
Muy Mala	Muy Alto Mayor probabilidad de presencia de síntomas respiratorios en población general. Agravamiento de síntomas respiratorios en poblaciones sensibles (niños, adultos mayores, personas que trabajan en exteriores, ciclistas) y en personas con enfermedad pulmonar (EPOC y asma). Incremento en síntomas cardiovasculares, como dolor precordial, en personas enfermas del corazón, así como mayor probabilidad de muertes prematuras en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar.	Evitar la realización de actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso y tener en cuenta la posibilidad de realizar las actividades al interior de edificios o reprogramarlas. Sobre todo, acudir al médico si se presentan síntomas respiratorios o cardíacos.	Evita las actividades físicas moderadas y vigorosas al aire libre.
Extremadamente Mala	Extremadamente Alto Incremento en la probabilidad de síntomas severos respiratorios en población general. Serios efectos respiratorios y agravamiento de síntomas en personas sensibles (niños, adultos mayores, persona con deficiencias nutricionales) y en personas con enfermedad pulmonar (asma y EPOC). Agravamiento de síntomas cardiovasculares en enfermos del corazón (como angina de pecho) e incremento en la probabilidad de muerte prematura en personas con enfermedad pulmonar y cardíaca.	Toda la población debe permanecer en espacios interiores y acudir al médico si se presentan síntomas respiratorios o cardíacos.	

Recomendaciones

Dióxido de Azufre

Adicionalmente:

El SO₂ y otros dióxidos de azufre pueden contribuir a la lluvia ácida que es cualquier forma de precipitación, húmeda o seca, con componentes ácidos. Este contaminante y otros dióxidos de azufre pueden reaccionar con otros compuestos generando una neblina como forma básica de contaminación del aire que degrada la visibilidad en lugares como las ciudades y las zonas escénicas. Por eso es recomendable:

- **Vivir lo más lejos posible, de cualquier planta de energía** u otras áreas con procesos industriales pesados.
- **Utilizar equipo de seguridad en el ambiente laboral**, toda vez que las y los trabajadores normalmente respiran el dióxido de azufre de su entorno de trabajo. Pueden limitar su exposición usando máscaras y otros equipos de seguridad necesarios.
- **Participar en los programas de restricción vehicular** para limitar el tráfico de vehículos que utilizan combustibles fósiles.
- **Preferir el uso de combustibles con menor contenido de azufre.**
- Si eres propietario o administrador en la industria, instala **sistemas adecuados de depuración en procesos productores de este contaminante.**
- **Reducir consumo de luz eléctrica.**
- **Plantar árboles** para ayudar a la absorción del aire contaminado.



FUENTE:

- IBERDROLA. La lluvia ácida, un peligro real para los seres vivos. <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/lluvia-acida>
- TRU-SENS. Dióxido de azufre: Reduciendo la exposición tanto en el interior como en el exterior. <https://www.trusens.com/es-cl/guides/ultimate-guide-to-air-pollutants/sulfur-dioxide-reducing-exposure-both-indoor-and-outdoor/>
- EPA. Estándar Nacional Primario de Calidad del Aire Ambiental (NAAQS) para Dióxido de Azufre. <https://www.epa.gov/so2-pollution/primary-national-ambient-air-quality-standard-naaqs-sulfur-dioxide>