



Octubre de 2025

Boletín Mensual

Mercurio



GOBIERNO DEL
ESTADO DE
MÉXICO

SALUD
SECRETARÍA DE SALUD



CRÉDITOS

Delfina Gómez Álvarez

Gobernadora del Estado de México

Macarena Montoya Olvera

Secretaria de Salud

Colaboradores CEVECE

Víctor Manuel Torres Meza

Ma. de Jesús Mendoza Sánchez

Ignacio Miranda Guzmán

Luis Anaya López

Mauricio R. Hinojosa Rodríguez

Víctor Flores Silva

Mildreth Alejandra Garduño Medina

Subdirección de Epidemiología

Luis Estaban Hoyo García de Alba

Diseño

Ana Laura Toledo Avalos

Contaminantes Criterio de Importancia en el Valle de Toluca

Uno de los principales problemas ambientales en el mundo, que afectan a la salud pública, es la contaminación del aire. El aire es el fluido que forma la atmósfera de la Tierra. Éste es una mezcla gaseosa que se compone principalmente de 21 partes de oxígeno y 78 partes de nitrógeno, el resto lo componen vapor de agua, gases nobles y bióxido de carbono. El equilibrio de esta concentración permite que los seres humanos puedan respirar sin tener afectaciones a la salud.

Sin embargo, el aire que respiramos puede ser alterado debido a la presencia de otros compuestos. En este sentido definimos como contaminante del aire al compuesto o compuestos que modifican nocivamente la concentración normal del aire ambiente; y calidad del aire, como el estado de la concentración de los diferentes contaminantes atmosféricos en un periodo de tiempo y lugar determinados.

Los contaminantes pueden ser emitidos de manera natural, mediante los procesos de erosión del suelo, descomposición de materia orgánica, incendios forestales, y procesos volcánicos, entre otros. Los contaminantes emitidos por causa de las actividades del hombre son conocidos como contaminantes antropogénicos, y en su mayoría son resultado de la quema de combustibles fósiles.

Los contaminantes que son emitidos de manera directa, ya sea de una fuente natural o antropogénica, son llamados contaminantes primarios (por ejemplo, el monóxido de carbono y el dióxido de nitrógeno). También existen los llamados contaminantes secundarios, los cuales son resultado de las reacciones químicas entre contaminantes primarios y otros componentes del aire (por ejemplo, el ozono, que se forma de la reacción entre el dióxido de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles).

Algunos de los contaminantes del aire, por sus efectos en la salud de la población, han sido normados y se han establecido límites máximos de concentración en el aire ambiente. Estos contaminantes son conocidos como criterio. Los contaminantes criterio incluyen: el ozono (O3), el monóxido de carbono (CO), el bióxido de azufre (SO2), el bióxido de nitrógeno (NO2), el plomo (Pb), las partículas suspendidas totales (PST), y las partículas suspendidas menores a 10 y a 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5).

La exposición prolongada a los contaminantes atmosféricos puede ser causa de varias afectaciones a la salud, desde irritación hasta la muerte. En el Cuadro 1 se muestra el resultado de la exposición a contaminantes criterio en la salud.

Cuadro 1. Efectos a la salud por exposición a contaminantes criterio

Contaminante	Efecto a la salud
Ozono	Iritación ocular y en las vías respiratorias
Monóxido de carbono	Formación de carboxihemoglobina ocasionando apnea
Plomo	Acumulación crónica en sistema hematopoyético y alteraciones en el desarrollo del sistema nervioso central
Partículas suspendidas	Iritación en los tejidos respiratorios, fibrosis, asma.
Bióxido de azufre	Iritante (garganta y bronquios), broncoconstricción, alteraciones en la función pulmonar.
Bióxido de nitrógeno	Disminución en la capacidad de difusión pulmonar

La contaminación atmosférica es uno de los problemas de mayor dificultad para su comprensión, evaluación, regulación y control; entre otras causas, por la gran cantidad y variedad de las fuentes emisoras, la dilución y/o transformación de los contaminantes en la atmósfera y los efectos que tienen los contaminantes sobre la salud humana y los ecosistemas. Para medir y evaluar el impacto de la contaminación del aire en la población y los recursos naturales, es indispensable contar con sistemas, redes y programas adecuados de medición de la calidad del aire bajo esquemas uniformes de operación y aseguramiento de calidad.

Los contaminantes criterio tienen asignado un límite máximo normado en el aire ambiente para determinar si éste es respirable sin afectar la salud humana. Para poder determinar la concentración de cada contaminante se han desarrollado numerosas técnicas para medir estas concentraciones.

El inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos es un instrumento estratégico para la gestión de la calidad del aire. Un inventario permite conocer las fuentes emisoras de contaminantes, así como el tipo y cantidad de contaminantes que emite cada una de ellas.

Los inventarios de emisiones están integrados por:

- Fuentes de punto (industrias),
- Fuentes móviles (vehículos automotores que circulan por calles y carreteras),
- Fuentes de área (comercios, servicios, casas habitación y vehículos automotores que no circulan por carreteras), y
- Fuentes naturales (erosión de suelo y emisiones biogénicas, entre otras).

Al detectar la concentración de contaminantes del aire ambiente estamos determinando su calidad. Así entonces, la calidad del aire puede ser definida por indicadores o índices preestablecidos que determinan la concentración de contaminantes en el aire ambiente ligada a escalas que califican esa calidad de forma cualitativa, cromáticas o numérica.

REFERENCIAS:

1. O'Neill, M.S., Loomis, D., Borja Aburto, V.H., Gold, D., Hertz-Picciotto, I., Castillejos, M. (2004). Do associations between airborne particles and daily mortality in Mexico City differ by measurement method, region, or modeling strategy? J. Exp. Anal. Environ. Epidemiol. 14, pp. 429-439. RAMA <http://www.sma.df.gob.mx/simat/prama.htm>.
2. Báez A.P., Torres M.D.C.B., García R.M., Padilla H.G. (2002). Carbonyls in the metropolitan area of Mexico City: Calculation of the total photolytic rate constants Kp(S-1) and photolytic lifetime (τ) of ambient formaldehyde and acetaldehyde. Env. Sci. Poll. Res. 9, 230-233.
3. Zhang Y., Huang W., London S.J., Song G., Chen G., Jiang L., Zhao N., Chen B. y Kan H. (2006). Ozone and daily mortality in Shanghai, China. Environ. Heal. Persp. 114, 1227-1232.
4. Filleul L., Cassadou S., Médina S., Fabres P., Lefranc A., Eilstein D., Le Terre A., Pascal L., Chardon B., Blanchard M., Declercq C., Jusot J.F., Prouvost H., Ledrans M. (2006). The relation between temperature, ozone, and mortality in nine French cities during the heat wave of 2003. Env. Health Pers. 114, 1344-1347.
5. De Pablo F., López A., Rivas Soriano L., Tomás C., Diego L., González M., Borrueco M. (2006). Relationships of daily mortality and hospital admissions to air pollution in Castilla-León, Spain. Atmósfera, 19, 23-39

Semáforo del índice nacional aire y salud

Calidad del aire	Nivel de riesgo asociado	PM ₁₀ ^A	PM _{2.5} ^B	O ₃ ^C	O ₃ ^D	NO ₂ ^E	SO ₂ ^F	CO ^G
Buena	Bajo	≤45	≤15	≤0.058	0.051	≤0.053	≤0.035	≤5.00
Aceptable	Moderado	>45 a 60	>15 a 33	>0.058 a 0.090	>0.051 y 0.070	>0.053 a 0.106	>0.035 a 0.075	>5.00 a 9.00
Mala	Alto	>60 a 132	>33 a 79	>0.090 a 0.135	>0.070 y 0.092	>0.106 a 0.160	>0.075 a 0.185	>9.00 a 12.00
Muy Mala	Muy Alto	>132 a 213	>79 a 130	>0.135 a 0.175	>0.092 y 0.114	>0.160 a 0.213	>0.185 y 0.304	>12.00 a 16.00
Extremada- mente Mala	Extremada- mente Alto	>213	>130	> 0.175	> 0.114	>0.213	>0.304	>16.00

A: promedio móvil ponderado de 12 horas (µg/m3)
B: promedio móvil ponderado de 12 horas (µg/m3)
C: promedio de una hora (ppm)
D: promedio móvil de ocho horas (ppm)
E: promedio de una hora (ppm)
F: promedio de una hora (ppm)
G: promedio móvil de ocho horas (ppm)

Actualizado al 25 de enero de 2024

Comportamiento de los contaminantes

Contaminantes en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca Máximo diario Septiembre 2025

FECHA	PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	NO ₂	CO	SO ₂
01/09/2025	41	21	0.036	0.022	0.9	0.002
02/09/2025	64	22	0.073	0.028	0.9	0.002
03/09/2025	52	27	0.076	0.045	1.0	0.004
04/09/2025	48	30	0.051	0.032	1.0	0.004
05/09/2025	56	27	0.071	0.059	1.2	0.002
06/09/2025	52	31	0.096	0.054	1.1	0.004
07/09/2025	50	30	0.074	0.028	0.9	0.006
08/09/2025	63	33	0.080	0.046	0.9	0.003
09/09/2025	69	35	0.073	0.040	1.0	0.006
10/09/2025	56	33	0.078	0.034	1.0	0.005
11/09/2025	44	28	0.056	0.027	0.9	0.003
12/09/2025	43	22	0.046	0.026	0.9	0.002
13/09/2025	46	22	0.048	0.042	1.0	0.002
14/09/2025	42	27	0.078	0.028	1.1	0.003
15/09/2025	42	25	0.075	0.025	1.0	0.002
16/09/2025	47	25	0.056	0.021	1.0	0.002
17/09/2025	44	23	0.062	0.037	1.2	0.002
18/09/2025	64	32	0.082	0.036	1.2	0.006
19/09/2025	56	29	0.079	0.028	1.1	0.005
20/09/2025	57	28	0.075	0.023	1.0	0.004
21/09/2025	54	27	0.067	0.022	1.0	0.003
22/09/2025	53	24	0.088	0.049	0.9	0.002
23/09/2025	62	26	0.069	0.026	1.1	0.002
24/09/2025	57	25	0.056	0.033	0.6	0.002
25/09/2025	45	26	0.045	0.026	0.6	0.002
26/09/2025	45	25	0.067	0.032	1.2	0.002
27/09/2025	45	25	0.052	0.026	1.2	0.002
28/09/2025	37	24	0.095	0.017	0.7	0.002
29/09/2025	40	24	0.045	0.026	0.7	0.002
30/09/2025	59	33	0.094	0.029	0.8	0.004

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la ZMVT Septiembre 2025

Con base en las Especificaciones de los Contaminantes Criterio, su comportamiento en el mes de Septiembre de 2025 fue el siguiente: en partículas PM₁₀ se registraron 5 días (16.06%) fuera de la NOM-025-SSA1-2021; en cuanto a partículas PM_{2.5} se registró solo 1 día (3.33%) con concentraciones fuera de la NOM-025-SSA1-2021. Los valores de ozono (O₃) registraron 3 días (10.00%) en que la calidad del aire sobrepasó los valores límites de la NOM-020-SSA1-2021.

El bióxido de nitrógeno (NO₂) no sobrepasó los límites de la NOM-023-SSA1-2021 durante 30 días (100.00%); el monóxido de carbono (CO) tampoco sobrepasó los límites de la NOM-021-SSA1-2021 durante 30 días (100.00%). El dióxido de azufre (SO₂) no sobrepasó los límites de la NOM-022-SSA1-2010 durante 30 días (100.00%).

Para partículas PM₁₀ hubo un valor máximo de 69 registrado el día 9 de Septiembre y un registro mínimo de 40 el día 29 de Septiembre y un valor promedio de 51. Para las partículas PM_{2.5}, su valor máximo fue de 35 registrado el 9 de septiembre, el valor mínimo fue de 21 registrado el día 1 de Septiembre y el valor promedio fue de 27. Para ozono el valor máximo fue de 0.096 registrado el día 6 de Septiembre, el valor mínimo fue de 0.036 el día 1 de Septiembre y el valor promedio de 0.068.

Descripción del Mercurio

Comencemos definiendo al mercurio como un metal que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre y puede hallarse tanto en forma mineral como líquida. Sin embargo, debido a sus características químicas, se utiliza ampliamente en procesos industriales y otras actividades humanas que acaban contaminando el medio ambiente.

Existe en diversas formas:

- metilmercurio y otros compuestos orgánicos,
- mercurio elemental (metálico),
- compuestos de mercurio inorgánico.

Además, el metilmercurio y otros compuestos de mercurio orgánico se forman cuando el mercurio se combina con el carbón. Los organismos microscópicos convierten el mercurio en metilmercurio, compuesto de mercurio orgánico más común del medio ambiente. (1)

Entre las principales características del mercurio se encuentran las siguientes:

Características físicas

- Estado a temperatura ambiente: líquido (único metal que lo es).
- Color: plateado brillante.
- Densidad: muy alta (13.5 g/cm³), lo que lo hace más pesado que muchos metales.
- Punto de fusión: muy bajo para un metal: -38.83 °C.
- Punto de ebullición: 356.73 °C.

Características químicas

- Símbolo químico: Hg (del latín hydrargyrum, “plata líquida”).
- Número atómico: 80.
- Grupo en la tabla periódica: metales de transición.
- Reactividad: no se oxida fácilmente al aire, forma compuestos con ácidos fuertes.
- Formación de amalgamas: se mezcla fácilmente con el oro y la plata.

Es importante mencionar que el mercurio es altamente tóxico, por lo que se deben tomar precauciones

- Altamente tóxico, especialmente en forma de vapor o compuestos orgánicos (como el metilmercurio).
- Puede acumularse en organismos vivos y causar daños neurológicos.
- Su uso está regulado y restringido en muchos países.

Entre los usos más comunes del mercurio se encuentran los siguientes:

- Termómetros y barómetros (ya casi obsoletos).
- Interruptores eléctricos y lámparas fluorescentes.
- Amalgamas dentales.
- Procesos industriales como la extracción de oro (con alto impacto ambiental).

El mercurio se extrae principalmente de un mineral llamado cinabrio (sulfuro de mercurio, HgS), y puede recuperarse como subproducto de otros procesos industriales; a continuación, se mencionan las principales formas de su obtención:

1. Extracción minera directa (mercurio primario)

- Se calienta el cinabrio a más de 540 °C.
- El calor vaporiza el mercurio, que luego se condensa y se recoge como líquido metálico.
- Este método se ha usado desde la antigüedad, especialmente en regiones como Almadén (España), famosa por sus minas de mercurio.

2. Subproducto de otras actividades mineras

- El mercurio puede aparecer durante la extracción de zinc, oro o plata.
- En estos casos, se recupera durante el proceso de refinación de esos metales.

3. Reciclaje industrial

- Se recupera mercurio de productos usados como:
 - Termómetros antiguos
 - Lámparas fluorescentes
 - Interruptores eléctricos
 - Amalgamas dentales
- También se extrae de residuos industriales que contienen mercurio.

4. Refinación de gas natural

- En algunos procesos de refinación de gas natural, se libera mercurio como subproducto, que luego se recupera.

5. Reservas gubernamentales o privadas

- Algunos países almacenan mercurio en inventarios estratégicos.
- Hay reservas privadas, especialmente para industrias como la cloroalcalina. (2)

Descripción del Mercurio

Cabe señalar que el mercurio es un elemento natural que se encuentra en la corteza terrestre, y puede aparecer de forma natural o como resultado de la actividad humana:

1. En minerales

- Se encuentra principalmente en el cinabrio (HgS), un mineral de color rojo intenso, este mineral es la fuente principal de mercurio metálico.
- Se localiza en zonas geológicas con actividad volcánica o hidrotermal.

2. Emisiones naturales

- Volcanes: liberan mercurio al aire durante erupciones.
- Erosión de rocas: el desgaste natural de rocas que contienen cinabrio puede liberar mercurio.
- Incendios forestales: pueden liberar mercurio acumulado en suelos y vegetación.

3. En el medio ambiente

- Se encuentra en suelos, sedimentos, ríos, lagos y océanos, en diferentes formas químicas:
 - Mercurio elemental (Hg^0): forma gaseosa, puede viajar largas distancias por el aire.
 - Mercurio inorgánico (Hg^{2+}): se disuelve en agua y se une a partículas del suelo.
 - Metilmercurio (CH_3Hg^+): forma orgánica altamente tóxica, se acumula en peces y organismos acuáticos.

4. Actividad humana

Aunque el mercurio existe naturalmente, muchas de sus concentraciones actuales en el ambiente provienen de:

- Quema de carbón
- Procesos industriales
- Extracción de oro artesanal
- Desechos contaminados

Una vez liberado, el mercurio puede circular entre el aire, el agua y el suelo durante décadas, lo que lo convierte en un contaminante persistente. (3)

Impacto del mercurio en el medio ambiente

También es preciso mencionar que el mercurio es uno de los contaminantes más peligrosos y persistentes en la naturaleza. Aunque se encuentra de forma natural en la corteza terrestre, la actividad humana ha multiplicado su presencia en el aire, el agua y los suelos:

Contaminación atmosférica

- La quema de carbón, petróleo y residuos libera mercurio gaseoso al aire.
- El mercurio puede viajar miles de kilómetros y depositarse en ecosistemas lejanos.
- En la atmósfera, puede transformarse en formas más reactivas y tóxicas.

Contaminación acuática

- En ríos, lagos y océanos, el mercurio se convierte en metilmercurio, una forma orgánica altamente tóxica.
- El metilmercurio se bioacumula en peces y organismos acuáticos.
- A medida que los depredadores comen presas contaminadas, el mercurio se biomagnifica en la cadena alimentaria.

Impacto en la fauna

- Afecta el sistema nervioso de peces, aves y mamíferos que consumen organismos contaminados.
- Puede alterar el comportamiento, la reproducción y la supervivencia de especies silvestres.
- Los animales en la cima de la cadena alimentaria (como aves rapaces y mamíferos marinos) son los más afectados.

Contaminación del suelo y la vegetación

- El mercurio depositado en el suelo puede ser absorbido por plantas o liberado nuevamente al aire.
- En zonas mineras, los suelos pueden quedar contaminados por décadas, afectando cultivos y biodiversidad. (4)

Notas de referencia bibliográfica:

1. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2025). Información básica sobre el mercurio. Consultado el 07 de octubre de 2025. Disponible en <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-el-mercurio>
2. Enciclopedia Humanidades (2025). Mercurio. Consultado el 07 de octubre de 2025. Disponible en <https://humanidades.com/mercurio-metal/>
3. Física Diaonia (2025). Descubre el estado natural del mercurio en el medio ambiente. Consultado el 07 de octubre de 2025. Disponible en <https://fisica.diaonia.com/descubre-el-estado-natural-del-mercurio-en-el-medio-ambiente/>
4. National Geographic (2023). Cómo contamina el mercurio el medio ambiente y cuáles son sus consecuencias. Consultado el 06 de octubre de 2025. Disponible en <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2023/02/como-contamina-el-mercurio-el-medio-ambiente-y-cuales-son-sus-consecuencias>

Efectos nocivos del Mercurio

Aproximadamente el 80% del mercurio que es liberado por actividades humanas es mercurio elemental liberado al aire, principalmente como consecuencia del uso de combustibles fósiles, la minería, fundiciones y de la incineración de desecho sólido. Cerca del 15% del total se libera al suelo y proviene de abonos, fungicidas y desecho sólido municipal (por ejemplo, de basura que contiene baterías, interruptores eléctricos o termómetros). Un 5% adicional es liberado al agua ambiental desde aguas residuales de industrias.

Debido a que el mercurio ocurre naturalmente en el ambiente, todo el mundo está expuesto a niveles muy bajos de mercurio en el aire, el agua y los alimentos. Se han detectado entre 10 y 20 nanogramos de mercurio por metro cúbico de aire (ng/m^3) en el aire de zonas urbanas. Estos niveles son cientos de veces más bajos que niveles que se considera que no constituyen riesgo para la salud. Los niveles normales en áreas suburbanas son aún más bajos, generalmente alrededor de $6 \text{ ng}/\text{m}^3$ o menos. Los niveles de mercurio en el agua superficial generalmente son menores de 5 partes de mercurio por trillón de partes de agua (5 ppt, o 5 ng por litro de agua), aproximadamente 1,000 veces más bajos que las normas establecidas para el agua potable. Los niveles normales en el suelo varían entre 20 y 625 partes de mercurio por billón de partes de suelo (20 a 625 ppb; o 20,000 a 625,000 ng por kilogramo de suelo). Una parte por billón es mil veces mayor que una parte por trillón. Una fuente potencial de exposición al mercurio metálico para la población general es el mercurio que se libera desde amalgamas dentales.

El sistema nervioso es muy susceptible al mercurio; en intoxicaciones algunas personas que consumieron pescado contaminado con altas cantidades de metilmercurio o semillas de granos tratadas con metilmercurio u otros compuestos de mercurio sufrieron daño permanente del cerebro y los riñones. El daño permanente del cerebro también ha ocurrido después de exposición a altas cantidades de mercurio metálico. No se sabe con certeza si la exposición a compuestos de mercurio inorgánico también daña el cerebro y los nervios, ya que no pasa fácilmente de la sangre al cerebro.

Los vapores de mercurio metálico o el mercurio orgánico pueden afectar diferentes áreas del cerebro y las funciones que se asocian con estas áreas, lo que se manifiesta en una variedad de síntomas. Éstos incluyen cambios de personalidad (irritabilidad, timidez, nerviosidad), temblores, alteraciones de la visión (reducción del campo visual), sordera, incoordinación muscular, pérdida de la sensación y dificultades de la memoria.

Las diferentes formas de mercurio tienen efectos diferentes sobre el sistema nervioso debido a que no todas se movilizan de manera similar a través del cuerpo. Cuando se inhalan vapores de mercurio metálico, éstos rápidamente entran a la corriente sanguínea y se distribuyen a través del cuerpo y llegan al cerebro. Respirar o tragar grandes cantidades de metilmercurio también afecta al sistema nervioso porque alguna cantidad de mercurio entra al cerebro. Las sales de mercurio inorgánicas, como el cloruro mercúrico, no entran al cerebro tan fácilmente como el metilmercurio o el vapor de mercurio metálico.

Los riñones también son susceptibles a los efectos del mercurio porque el mercurio se acumula en los riñones. Esto significa alta exposición para estos tejidos y a su vez más daño. Todas las formas del mercurio pueden dañar los riñones si cantidades suficientemente altas entran al cuerpo. Si el daño causado no es demasiado serio, los riñones pueden recuperarse una vez que el cuerpo se deshace de la contaminación.

La exposición breve (horas) a altos niveles de vapores de mercurio metálico en el aire puede dañar el revestimiento de la boca e irritar los pulmones y las vías respiratorias, produciendo opresión del pecho, una sensación de ardor en los pulmones y tos. La inhalación de vapor de mercurio también puede producir náusea, vómitos, diarrea, aumento de la presión o aceleración de los latidos del corazón, erupción de la piel e irritación de los ojos. El daño del revestimiento de la boca y los pulmones también puede ocurrir a raíz de exposición a niveles más bajos de vapores de mercurio durante períodos más prolongados (por ejemplo, en algunas ocupaciones en las que los trabajadores se expusieron al mercurio durante muchos años).

Efectos nocivos del Mercurio

Los niveles de mercurio metálico en el aire del trabajo son generalmente mucho más altos que a los que está expuesta la población general. En la actualidad, los niveles de mercurio en el aire del trabajo son bajos debido al mayor conocimiento que se tiene de los efectos tóxicos del mercurio. Debido a la reducción de la cantidad de mercurio que se permite en el aire del trabajo, el número de trabajadores que sufren síntomas de toxicidad a causa del mercurio también se ha reducido.

La mayoría de los estudios de seres humanos que respiraron mercurio metálico durante mucho tiempo indican que la exposición a este tipo de mercurio no afecta la capacidad para tener niños. Los estudios de trabajadores expuestos a vapores de mercurio metálico tampoco han demostrado incrementos de la tasa de cáncer asociadas con la exposición al mercurio. El contacto de la piel con mercurio metálico ha producido una reacción alérgica (erupción de la piel) en algunas personas.

Además de los efectos sobre los riñones, el mercurio inorgánico puede dañar el estómago y los intestinos, produciendo náusea, diarrea o úlceras graves si se tragan grandes cantidades. En niños que tragaron accidentalmente cloruro mercúrico también se observaron efectos del corazón. Los síntomas que se observaron fueron latido rápido del corazón y aumento de la presión sanguínea. Hay poca información acerca de los efectos de la exposición prolongada a bajos niveles de mercurio inorgánico en seres humanos.

Los estudios en animales indican que la exposición oral prolongada a sales de mercurio inorgánico daña el riñón y afecta el estómago, la presión sanguínea y el latido del corazón. Algunos resultados también sugieren que poblaciones con alta susceptibilidad podrían sufrir alteraciones del sistema inmunitario después de ingerir sales de mercurio inorgánico. Algunos estudios en animales indican que la exposición prolongada a niveles altos de mercurio inorgánico daña al sistema nervioso. Se ha demostrado que la exposición breve de animales a altos niveles de mercurio inorgánico afecta al feto y que puede producir término de la preñez.

La exposición oral prolongada de animales a niveles altos de metilmercurio o fenilmercurio produjo daño del riñón, el estómago y el intestino grueso; alteró la presión sanguínea y el latido del corazón; afectó al feto, los espermatozoides y los órganos sexuales masculinos; y aumentó el número de abortos espontáneos y de crías nacidas muertas. En animales, los efectos adversos sobre el sistema nervioso ocurren con dosis más bajas que los efectos sobre otros sistemas del cuerpo. Esta diferencia indica que el sistema nervioso es más susceptible al metilmercurio que otros órganos del cuerpo. Los estudios en animales también demuestran que la exposición al metilmercurio durante el desarrollo daña al sistema nervioso, y que los efectos empeoran con la edad de la cría, aun cuando la exposición ha cesado.

Cuando algunas cepas de ratas y ratones susceptibles a reacciones auto-inmunitarias son expuestas a niveles relativamente bajos de vapores de mercurio o cloruro de mercurio, sufren daño del riñón como resultado de la reacción inmunitaria.

Algunos animales a los que se administró oralmente sales de mercurio inorgánico durante la mayor parte de su vida mostraron un aumento de la tasa de ciertos tumores del hígado. Algunas ratas y ratones machos que recibieron mercurio orgánico (metilmercurio o fenilmercurio) en el agua o los alimentos durante la mayor parte de su vida mostraron un aumento de la tasa de cáncer del riñón; sin embargo, esto no se observó en las hembras. Debido a que las dosis que produjeron cáncer del riñón produjeron grave daño del riñón antes de que se manifestara el cáncer, estos estudios no proveen suficiente información para determinar si el mercurio produce cáncer en seres humanos. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) no han clasificado al mercurio en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos. La Agencia para la Protección del Ambiente (EPA) de los Estados Unidos ha determinado que el cloruro de mercurio y el metilmercurio son posiblemente carcinogénicos en seres humanos.

Casos Nuevos de Enfermedades asociadas a la Calidad del Aire

Daños a la salud	No. de Casos en el mes de septiembre 2025
Asma	130
Conjuntivitis	810
Infección respiratoria aguda (IRA)	29,179
Otitis media aguda	94
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)	9*
Enfermedad cerebrovascular	67
Enfermedad isquémica del corazón	114

* Fuente: Dirección General de Epidemiología, SUAVE Canal Endémico, Consultado el 02 de octubre del 2025. Disponible en https://www.sinave.gob.mx/SUAVE/DirApp/Reportes/Canal_Endemico.aspx

Daños a la Salud

En el Valle de Toluca durante el mes de septiembre del año 2025, se estima que la contaminación del aire ocasionó los siguientes daños a la salud:

- Se exacerbaron los síntomas del asma y de conjuntivitis en 130 y 810 personas, respectivamente.
- El tres por ciento de las personas que padecieron una IRA, en esta ocasión 875 personas, se puede atribuir a la contaminación del aire.
- Durante el mes de septiembre del 2025, 94 personas padecieron de otitis media aguda, por su probable exposición a altos niveles de contaminación del aire.
- En el mes de septiembre del 2025 se identificaron 9* personas con EPOC; un porcentaje de ellas podría estar relacionado con el humo del tabaco y otro más a la contaminación ambiental.
- Considerando el estimador de la Organización Mundial de la Salud (OMS) del 25% para la Enfermedad Cerebrovascular, se podría decir que 17 personas afectadas por esta enfermedad se dañaron por su exposición a la contaminación del aire.
- Considerando el estimador de la Organización Mundial de la Salud (OMS) del 25% para la Enfermedad Isquémica del Corazón, se podría decir que 29 personas afectadas por esta enfermedad se dañaron por su exposición a la contaminación del aire.

* Fuente: Dirección General de Epidemiología, SUAVE Canal Endémico, 02 de octubre del 2025. Disponible en https://www.sinave.gob.mx/SUAVE/DirApp/Reportes/Canal_Endemico.aspx

Normatividad

El mercurio (Hg) es un metal pesado altamente tóxico que se presenta en formas elemental, inorgánica y orgánica. Su exposición puede ocurrir a través del aire, agua, suelo o alimentos contaminados. Las formas más peligrosas son el vapor de mercurio elemental y el metilmercurio, este último capaz de bioacumularse en organismos acuáticos, afectando el sistema nervioso, renal e inmunológico de humanos y fauna silvestre (1).

La NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, incluye al mercurio como constituyente tóxico. Según esta norma, los residuos que contengan más de 0.2 mg/L de mercurio en extracto PECT (acrónimo del Procedimiento de Extracción de Constituyentes Tóxicos: es el líquido resultante del proceso para determinar si un residuo es peligroso debido a su toxicidad Ambiental), se clasifican como peligrosos (2).

Metal	Límite máximo permisible (mg/L en extracto PECT)
Mercurio	0.2

La NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua; establece que el contenido de mercurio total en agua potable no debe exceder los 0.001 mg/L. Esta disposición es obligatoria para todos los sistemas de abastecimiento público (3).

Sustancia	Límite máximo permisible (mg/L)
Mercurio total	0.001

La NORMA Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por metales pesados, define niveles máximos permisibles de mercurio en función del uso del suelo. Para uso residencial, el límite es de 23 mg/kg, y para uso industrial, 310 mg/kg (4).

Uso del suelo	Límite máximo permisible de mercurio (mg/kg)
Residencial	23
Industrial	310

A nivel internacional, la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA) fija límites como 0.002 mg/L de mercurio en agua potable, 0.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en aire, y 1.1 mg/kg en suelos residenciales (5). Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un límite de 0.006 mg/L para agua potable y una ingesta semanal tolerable de metilmercurio de 1.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal (6).

Referencias:

- ATSDR. Toxicological Profile for Mercury. U.S. Dept. of Health and Human Services; 1999. Disponible en: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.html>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. NOM-052-SEMARNAT-2005. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Salud. NOM-127-SSA1-2021. Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT/SSA1. NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. Diario Oficial de la Federación.
- US EPA. Mercury Compounds Hazard Summary. Disponible en: <https://www.epa.gov/mercury>
- WHO. Mercury and health. Fact sheet. 2023. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>

Recomendaciones

La química atmosférica del mercurio, un contaminante global, es clave para entender los mecanismos de transporte y deposición del metal sobre las diversas superficies terrestres. La evaluación de sus riesgos, tanto para los seres humanos como para los ecosistemas del planeta, se basa en una comprensión precisa del ciclo global de este contaminante en la tierra.¹ El mercurio se emite a la atmósfera principalmente en su forma elemental Hg_0 , poco reactivo e insoluble en medios acuosos; no obstante, a través del tiempo (varios meses) se dispersa por toda la atmósfera y se oxida a compuestos solubles conteniendo Hg(II) y se reparten en aerosol depositándose fácilmente tanto por mecanismos secos como húmedos. También se cree que la asimilación directa del Hg(0) por las plantas y los océanos es importante.

La larga vida útil del Hg(0) conduce a la deposición de Hg lejos de sus fuentes de emisión a ecosistemas remotos, incluidos los océanos abiertos y las regiones polares. En los ecosistemas acuáticos, el Hg(II) se metila y puede biomagnificarse a lo largo de la cadena alimentaria hasta niveles que inducen efectos tóxicos en la vida silvestre y de los seres humanos (2).

Por ello, es necesario seguir algunas recomendaciones que podrían limitar o evitar la exposición ambiental a este metal.

RECOMENDACIONES:

- Elige comprar y usar productos sin mercurio.
- Recicla o desecha adecuadamente cualquier artículo que contenga mercurio.
- Infórmate sobre las opciones recomendadas para el manejo y la eliminación de productos que contienen mercurio, como piezas de automóviles, otros productos de consumo, productos médicos y farmacéuticos, y productos comerciales.
- Infórmate y participa en campañas que se desarrollen en tu región o lugar de residencia, para la recolección de productos que contienen mercurio.
- Ya que una fuente importante de mercurio son ciertos pescados para consumo humano, elige especies bajas en mercurio (salmón, sardinas, anchoas, merluza, lenguado, tilapia y mariscos como camarones, ostras, almejas y calamares).
- Limita el consumo de especies de pescado que suelen tener niveles más altos de mercurio (tiburón, atún rojo o de ojos grandes, caballa real, marlín, lucio y esturión, entre otros).
- Evita el uso de carbón como combustible.
- En ambiente laboral se debe atender al uso de equipo de protección personal que evite la inhalación de vapores de mercurio elemental desprendidos en procesos industriales.
- Si existe un derrame de mercurio, se debe ventilar el área y manipular con prudencia evitando exposición y aplicar aspiración en puntos críticos.
- El manejo de mercurio en laboratorio debe hacerse con prudencia, especialmente en áreas que cuenten con ventilador para evitar la exposición y propiciar aspiración en puntos críticos que eliminen la formación de aerosoles o niebla.



FUENTE:

- 1.- INSTITUTO DE QUÍMICA FÍSICA BLAS CABRERA. Madrid, España. Los niveles de mercurio en la atmósfera suponen un desafío para la química atmosférica. <https://www.iafr.csic.es/es/investigacion-oculto/762-los-niveles-de-mercurio-en-la-atmosfera-suponen-un-desafio-para-la-quimica-atmosferica>
- 2.- NATURE COMMUNICATIONS. La fotorreducción del mercurio oxidado gaseoso modifica la especiación, el transporte y la deposición del mercurio atmosférico global. Alfonso Saig-López, Sebastián P. Sitkiewicz, Daniel Roca-Sanjuán, et al. 10 de febrero 2022. <https://www.nature.com/articles/s41467-018-07075-3>
- 3.- EPA. Información básica sobre el mercurio. <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-el-mercurio>
- 4.- EPA. El mercurio en el entorno: medidas que puede tomar. <https://www.epa.gov/mercury/mercury-your-environment-steps-you-can-take#tab-2>
- 5.- ATSDR. ToxFAQs™ – Mercurio (Agogue) (Mercury). https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts46.html
- 6.- OMS. Mercurio. 24 de octubre de 2024. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>