



Información básica sobre la contaminación atmosférica

Datos importantes sobre los contaminantes atmosféricos más peligrosos de Houston



Glosario, abreviaturas y acrónimos

EPA: Agencia de Protección Ambiental de EE. UU.

DHHS: Departamento de Sanidad y Servicios Humanos

CIIC: Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer

NEI: Inventario nacional de emisiones

NOx: óxidos de nitrógeno

COV: compuestos orgánicos volátiles, que son compuestos de carbono altamente reactivos que pueden ser nocivos como tal o cuando reaccionan con otros gases del aire para crear compuestos tóxicos. Tienen una elevada presión de vapor y una baja solubilidad en agua.

Carcinógeno: sustancia que puede causar cáncer en los tejidos vivos.

Sistema cardiovascular: sistema formado por el corazón, los vasos sanguíneos y la sangre, que se encarga de que el cuerpo reciba oxígeno, nutrientes y otras cosas que necesita, mientras se deshace de lo que no necesita.

Sistema gastrointestinal: sistema que incluye la boca, la faringe (garganta), el esófago, el estómago, los intestinos y el hígado. Su función principal es absorber nutrientes y eliminar residuos.

Genotoxicidad: cualidad de las sustancias químicas o agentes que pueden causar daños en el ADN o los cromosomas.

Sistema inmunitario: sistema conformado por la médula ósea, el timo, los ganglios linfáticos, el bazo y la piel. Su función principal es proteger al organismo de gérmenes y toxinas. La respuesta externa puede incluir mucosidad y producción de lágrimas, tos, etc.; la respuesta interna puede incluir anticuerpos y fiebre, etc.

Sistema tegumentario: red de órganos que forman una barrera física con el entorno exterior, tales como la piel, el pelo, las uñas y las glándulas asociadas. Este sistema es una parte importante de la respuesta externa del sistema inmunitario.

Sistema linfático: parte del sistema inmunitario del organismo. El líquido linfático pasa a través de los ganglios linfáticos. Una red de vasos linfáticos conecta los ganglios linfáticos entre sí. Hay ganglios por todo el cuerpo.

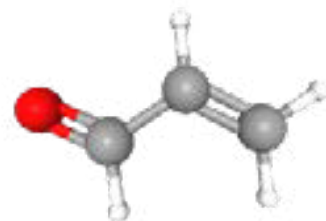
Sistema nervioso: sistema conformado por el cerebro, la médula espinal y los nervios que recorren todo el cuerpo. Estos órganos y nervios se encargan de funciones que van desde respirar hasta lanzar una pelota.

Sistema respiratorio: sistema que incluye las vías respiratorias, los pulmones y los vasos sanguíneos. Como los pulmones están conectados a los vasos sanguíneos, los contaminantes atmosféricos, como los que veremos, pueden afectar gravemente la salud.

Acroleína

¿De qué se trata?

La acroleína es un líquido transparente o amarillo con olor a quemado, dulce y acre. Se utiliza principalmente para fabricar otros productos químicos y también puede encontrarse en suplementos alimenticios para animales.^{1 2} La acroleína también puede usarse como plaguicida y, en ocasiones, se añade al agua de riego y de abastecimiento de algunas plantas industriales para controlar el crecimiento de plantas submarinas, algas y limo. En concentraciones mucho más altas, se utiliza como componente de armas químicas.¹ Sin embargo, como la acroleína se degrada rápidamente en el aire, el agua y el suelo, en raras ocasiones se acumula en el medio ambiente.²

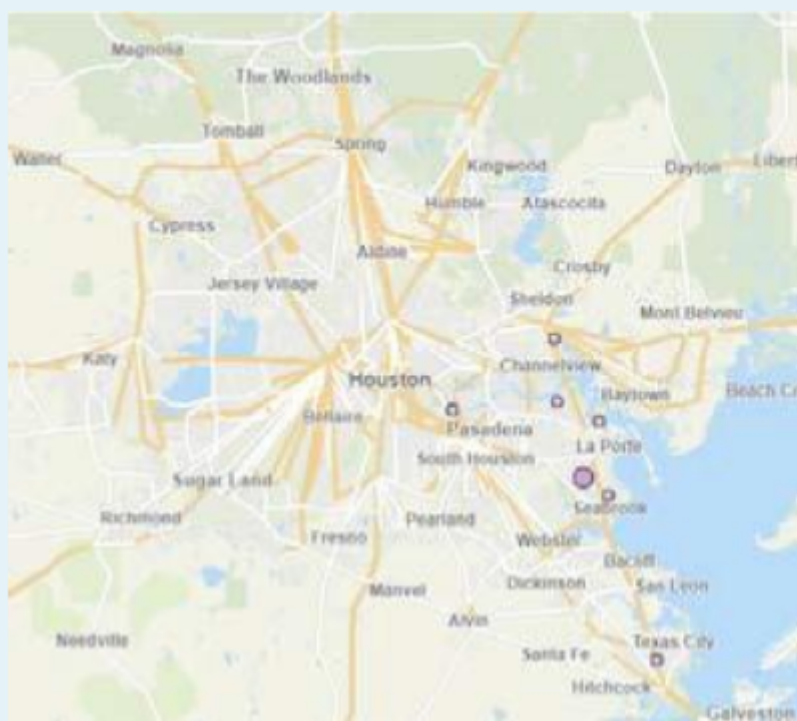


Fuentes de emisión

En la industria química, la acroleína se produce mediante la oxidación del propileno, que se obtiene del craqueo al vapor del propano procedente de combustibles fósiles.

La acroleína se libera principalmente a través de fuentes industriales, como incineradoras de residuos, hornos, centrales eléctricas y la combustión de combustibles petroquímicos y ciertos plásticos.^{1 3} La acroleína también llega al medio ambiente a partir de procesos humanos como las emisiones de gases y diésel de los automotores, la combustión de tabaco, el sobrecalentamiento de los aceites de cocina y la quema de materia orgánica. La acroleína también se forma a través de las reacciones y la descomposición de otros contaminantes atmosféricos, como el 1,3-butadieno.³

Según el Inventario Nacional de Emisiones (NEI) de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), en el área de Houston se emitieron aproximadamente 100,000 libras de acroleína en 2017. De estas emisiones, aproximadamente el 88% se atribuyen a fuentes móviles (como el tráfico de automóviles), el 4% a fuentes industriales, el 4% a fuentes de combustión y el 4% a incendios.⁴



Mapa del inventario de emisiones tóxicas de acroleína de plantas de Houston (2020)

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 2007. "Toxicological Profile for Acrolein". Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp124.pdf>.
- Faroon, O., N. Roney, J. Taylor, A. Ashizawa, M. H. Lumpkin y D. J. Plewak. "Acrolein health effects". Toxicology and industrial health 24, n.º 7 (2008): 447-490.
- Gomes, R., M. E. Meek y Organización Mundial de la Salud. Acrolein. Organización Mundial de la Salud, 2002.
- Agencia de Protección Ambiental. 2017. "2017 National Emissions Inventory (NEI) Data". Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. <https://www.epa.gov/air-emissions-inventories/2017-national-emissions-inventory-nei-data>.

Efectos en la salud

La acroleína puede causar efectos tóxicos por exposición inhalatoria, oral y dérmica. La acroleína entra en el organismo principalmente por inhalación y puede penetrar en los tejidos en cuestión de segundos. En la actualidad se desconoce si el consumo de alimentos o de agua que contengan acroleína afectará a la salud, pero los estudios en animales muestran que la exposición oral a la acroleína puede provocar irritación estomacal, vómitos, úlceras estomacales y hemorragias.¹

SISTEMA RESPIRATORIO:

- Si se inhala, la acroleína puede causar irritación de la nariz, la garganta y los pulmones, acompañada de congestión y disminución de la frecuencia respiratoria.
- Una cantidad más elevada de acroleína en el aire puede provocar problemas de salud más graves, tales como hemorragias pulmonares y muerte.^{2,3}

SISTEMA TEGUMENTARIO:

El contacto con vapor o líquido de acroleína provoca irritación grave de la piel y los ojos.

- A niveles bajos en el aire, se produce irritación ocular y aumento del parpadeo. A estos niveles bajos, parece que los humanos logran adaptarse a la irritación ocular provocada por la acroleína.
- A niveles elevados, sentirán un aumento de la irritación ocular y del lagrimeo. Se desconoce el nivel al cual la acroleína en forma de líquido o vapor causará daños estructurales en el ojo.¹

¿ES CARCINÓGENO?

No hay muchas evidencias para comprobar si la acroleína es carcinógena. El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) no ha clasificado la acroleína en función de su carcinogenicidad y la EPA declaró que no se puede determinar su carcinogenicidad potencial debido a que no hay investigaciones ni datos suficientes.¹

¿Quiénes están en riesgo?

La población general puede estar expuesta a la acroleína a través de la respiración de aire contaminado, el tabaquismo, el humo exhalado por fumadores y la ingestión de determinados alimentos fritos.^{1,2} Las poblaciones que viven o trabajan cerca de centrales eléctricas alimentadas con combustibles fósiles y otras fuentes industriales, así como las zonas con un elevado volumen de tráfico de automóviles, pueden estar expuestas a niveles más elevados de acroleína por inhalación de aire contaminado.²

¿Qué se puede hacer?

Comuníquese con sus funcionarios electos y pida controles técnicos, de emisiones y de seguridad más estrictos para las plantas que manipulan, procesan y emiten acroleína, así como un mayor seguimiento local para garantizar que las comunidades vecinas no estén expuestas a concentraciones altas.

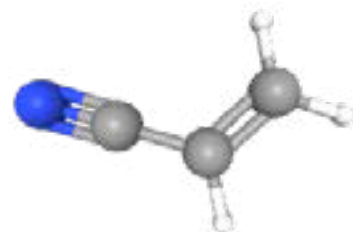
A nivel personal, trate de pasar el menor tiempo posible cerca de zonas de alto tráfico vehicular. En lo posible, evite pasar tiempo al aire libre cerca de carreteras concurridas e instalaciones industriales. Asimismo, reduzca su exposición al humo del tabaco, la combustión de productos de madera y los gases de escape de vehículos diésel o de gasolina.² Use también correctamente los equipos de protección personal.

Se recomienda que las personas que puedan trabajar con acroleína usen el equipo de protección personal (EPP) adecuado.⁵

Acrilonitrilo

¿De qué se trata?

El acrilonitrilo es un material que se usa para crear fibras acrílicas, plásticos de estireno, resinas, cauchos y adhesivos. Se utilizan como componentes de productos de nailon, ropa, muebles, electrodomésticos, automotores y empaques de alimentos.⁶



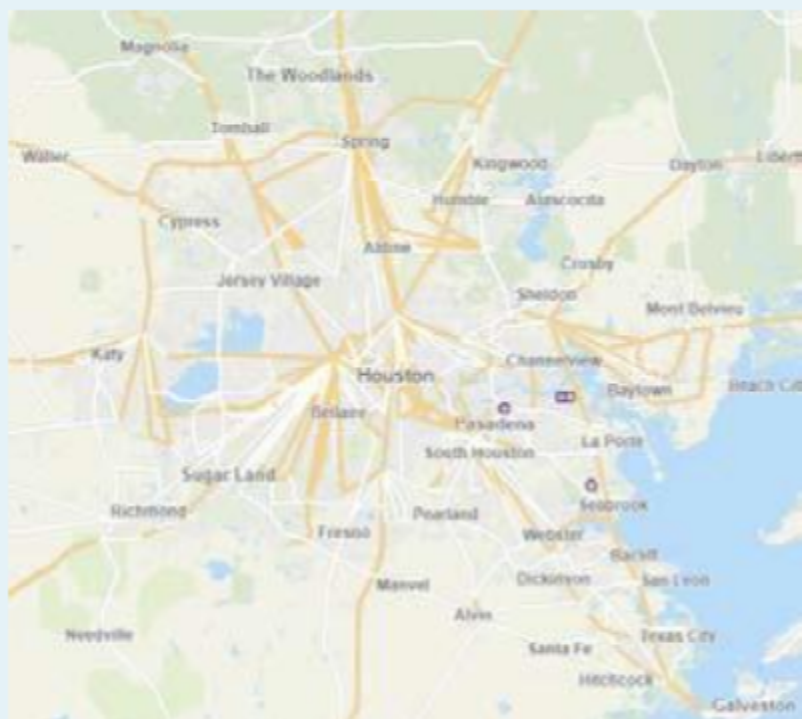
A temperatura ambiente, el acrilonitrilo es un líquido transparente, incoloro o ligeramente amarillo. Es volátil y emite vapores tóxicos a temperatura ambiente. Aunque tiene un olor desagradable a cebolla o ajo, no indica una alerta fiable porque las concentraciones peligrosas son demasiado bajas para que el ser humano las detecte.⁶ Por lo tanto, podría sobreexponerse al acrilonitrilo sin saberlo. Solo los análisis de sangre y orina pueden evaluar con precisión la exposición.

Fuentes de emisión

El acrilonitrilo se fabrica industrialmente mediante la combinación de propileno, amoníaco y aire a través de un catalizador en un proceso denominado amnoxidación.

El acrilonitrilo es liberado al medio ambiente principalmente por las plantas industriales durante su fabricación y uso.⁷ También pueden encontrarse pequeñas cantidades en el humo del tabaco.⁸ Los humanos están expuestos al acrilonitrilo principalmente por inhalación, aunque puede ingerirse a través del agua potable e irritar la piel por contacto directo. Sin embargo, a menos que trabaje o viva cerca de una fábrica de acrilonitrilo o de un vertedero de residuos peligrosos, es poco probable que se exponga a este producto.⁵

Según el NEI de la EPA, en el área de Houston se emitieron aproximadamente 20,000 libras de acroleína en 2017. De estas emisiones, aproximadamente el 91% corresponden a procesos industriales (el 85% procede exclusivamente de la fabricación de productos químicos), el 7% a la eliminación de residuos y el 2% a terminales de gasolina a granel y disolventes.⁴



Mapa del inventario de emisiones tóxicas de acrilonitrilo de plantas de Houston (2020)

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 2014. "Medical Management Guidelines for Acrylonitrile". Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. <https://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmq125.pdf>.
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 2011. "Toxicological Profile for Acrylonitrile". Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. <https://www.cdc.gov/TSP/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=447&tid=78>.
- CIIC: Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer de la Organización Mundial de la Salud. 1999. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Vol. 71:43-103. <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono71.pdf>.

Efectos en la salud

Los trabajadores expuestos al acrilonitrilo informaron síntomas respiratorios como irritación de nariz y garganta, presión en el pecho, tos y dificultad para respirar.^{6,7} En los casos mortales, se desarrolló un edema pulmonar (acumulación de líquido en los pulmones).⁶



SISTEMA NERVIOSO:

La exposición aguda (de corta duración) al acrilonitrilo produce varios efectos sistémicos, que afectan principalmente a los pulmones y al sistema nervioso.

- Los síntomas iniciales suelen ser generales e incluyen irritabilidad nerviosa, mareos, náuseas, vómitos, dolor de cabeza y debilidad de las extremidades.
- Si la exposición continúa, las respuestas del sistema nervioso pueden incluir somnolencia, convulsiones, alucinaciones, pérdida de conciencia y coma.⁶

SISTEMA CARDIOVASCULAR:

Al entrar en el cuerpo humano, el acrilonitrilo se descompone en muchas sustancias químicas, como el cianuro.

- Las personas expuestas al acrilonitrilo pueden presentar taquicardia (aumento de la frecuencia cardíaca) seguida de bradicardia (disminución de la frecuencia cardíaca).^{6,7}
- Las alteraciones químicas pueden provocar otros efectos negativos en el sistema cardiovascular, como hipertensión arterial y latidos irregulares. Estos compuestos también pueden causar disfunción hepática, que pueden producir ictericia y anorexia.⁶

SISTEMA TEGUMENTARIO:

El contacto con el acrilonitrilo, ya sea en forma líquida o gaseosa, puede tener efectos sobre la salud de la piel y los ojos.

- El acrilonitrilo puede causar ampollas en la piel y quemaduras de aspecto similar a las de segundo grado.
- El contacto del acrilonitrilo con los ojos puede provocar irritación y aumento del lagrimeo.⁶

¿ES CARCINÓGENO?

El CIIC clasificó el acrilonitrilo como carcinógeno del Grupo 2B, lo que significa que posiblemente es carcinógeno para los seres humanos.⁶ La exposición prolongada al acrilonitrilo en el aire o el agua puede aumentar el riesgo de contraer cáncer. Los estudios demuestran que los trabajadores expuestos en repetidas ocasiones al acrilonitrilo tienen una probabilidad superior al promedio de contraer cáncer pulmonar.⁷

¿Quiénes están en riesgo?

Las personas que trabajan en industrias con acrilonitrilo estarán más expuestas y, por lo tanto, pueden sufrir más efectos en su salud.⁷ Algunos ejemplos de los trabajadores con mayor riesgo de exposición al acrilonitrilo son los empleados de fábricas de productos de caucho de nitrilo y de industrias de adhesivos y revestimientos.⁹

Los niños pueden ser más sensibles al acrilonitrilo que los adultos. Los niños expuestos al vapor de acrilonitrilo pueden recibir dosis mayores porque tienen una mayor relación entre la superficie pulmonar y el peso corporal. El acrilonitrilo es más pesado que el aire y se deposita más cerca del suelo, por lo que los niños tienden a inhalar más vapores.⁶

¿Qué se puede hacer?

[Comuníquese](#) con sus funcionarios electos y pida controles técnicos, de emisiones y de seguridad más estrictos para las [plantas](#) que manipulan, procesan y emiten acrilonitrilo, así como un mayor seguimiento local para garantizar que las comunidades vecinas no estén expuestas a concentraciones altas.

Para reducir su exposición al cromo hexavalente a nivel personal, use correctamente el equipo de protección personal. Se recomienda que las personas que puedan trabajar con acrilonitrilo usen el equipo de protección personal (EPP) adecuado.¹⁰

¹⁰ CDC - Niosh Pocket Guide to Chemical Hazards - Acrylonitrile. HYPERLINK "<https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0014.html>" \h
<https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0014.html>

Benceno

¿De qué se trata?

El benceno es un líquido incoloro de olor dulce. Como compuesto orgánico volátil (COV), se evapora en el aire muy rápidamente. También es muy inflamable y se disuelve ligeramente en agua. Dado que se trata de una sustancia química muy utilizada que se forma a partir de procesos naturales y artificiales, el benceno se encuentra en el aire, el agua y el suelo.¹¹

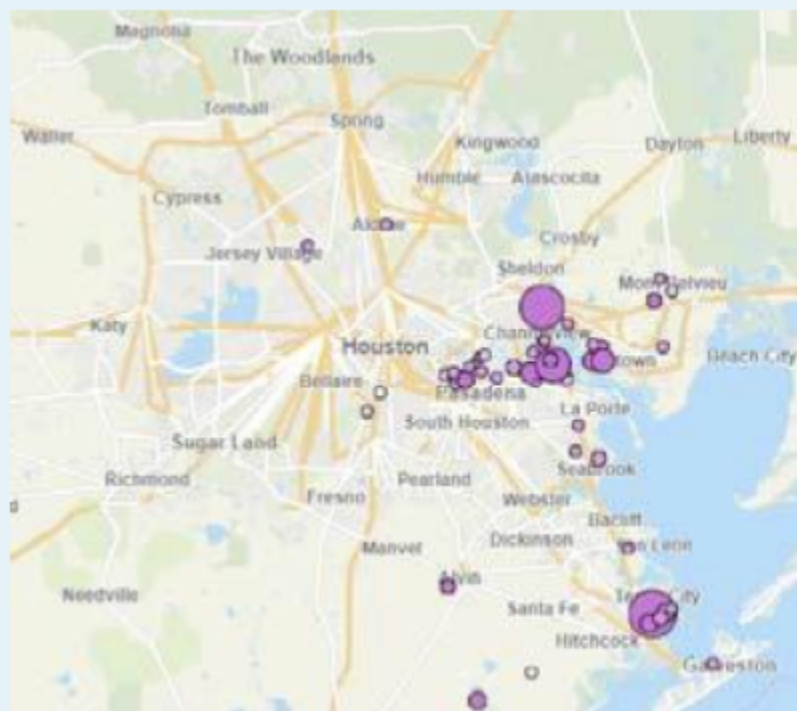


El benceno tiene una gran variedad de usos, como componente de los combustibles para motores, disolvente de grasas, componente de plásticos/caucho e intermediario químico. También se usa en la fabricación de productos farmacéuticos, detergentes y plaguicidas.^{11 12}

Fuentes de emisión

El benceno se produce a nivel industrial a través de cuatro mecanismos de procesamiento petroquímico: reformado catalítico, hidrodealkilación del tolueno, desproporción del tolueno y craqueo al vapor. La mayor parte del benceno producido procede del petróleo. Debido a su uso generalizado en todas las industrias, el benceno figura entre las 20 sustancias químicas más producidas a escala nacional.¹³

Los procesos industriales son la principal fuente de benceno de origen humano en el medio ambiente. Por lo general, las emisiones se deben a la quema de combustibles fósiles, las operaciones de refinado del petróleo, eliminación y almacenamiento de benceno, los gases de escape de automotores y la evaporación en estaciones de servicio. Otras fuentes de exposición son los vapores gaseosos de productos que contienen benceno, como pegamentos, pinturas y detergentes. El consumo de cigarrillos representa aproximadamente la mitad de la exposición total al benceno de la población estadounidense.¹¹



Mapa del inventario de emisiones tóxicas de benceno de plantas de Houston (2020)

Según el NEI de la EPA, en el área de Houston se emitieron aproximadamente 1,540,000 libras de benceno en 2017. De estas emisiones, aproximadamente el 65% se atribuyen a fuentes móviles (como el tráfico de automóviles), el 26% a fuentes industriales, el 4% a terminales de gasolina a granel y el 2% a fuentes de combustión.⁴

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 2007. "Toxicological Report for Benzene". Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.pdf>.
- Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. 2016. "Benzene Hazard Summary". Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-09/documents/benzene.pdf>.
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. 2018. "Facts about Benzene". HYPERLINK <https://emergency.cdc.gov/agent/benzene/basics/facts.asp> \h <https://emergency.cdc.gov/agent/benzene/basics/facts.asp>.

Aunque haya fuentes naturales (como los volcanes y los incendios forestales), las fuentes industriales de origen humano, como las mencionadas, contribuyen a la gran mayoría del benceno en el aire.¹¹

Efectos en la salud

La inhalación es la principal vía de exposición al benceno. La exposición aguda (a corto plazo) a concentraciones más bajas puede causar somnolencia, mareos, taquicardia, dolores de cabeza, temblores, confusión e inconsciencia.

Por lo general, una vez que las personas se alejan de la exposición al benceno y respiran aire fresco, dejan de sentir estos efectos.¹²

SISTEMA REPRODUCTOR:

En la actualidad, no se sabe si el benceno causa o no problemas en el sistema reproductor masculino.¹²

- En un estudio en trabajadoras expuestas a altos niveles de benceno, los investigadores descubrieron que las participantes tenían ciclos menstruales irregulares como consecuencia de la disminución del tamaño de los ovarios.¹¹ Sin embargo, no es seguro que el benceno fuera la causa de estos efectos.
- Los estudios con animales demuestran que la inhalación de benceno tiene efectos nocivos en el desarrollo fetal, como bajo peso al nacer, retraso en la formación de los huesos y daños en la médula ósea.¹¹

GENOTOXICIDAD:

Los datos de estudios realizados tanto en humanos como en animales señalan que el benceno es genotóxico, es decir, tóxico para los genes. Las anomalías cromosómicas, como deleciones y roturas en los glóbulos blancos periféricos y en las células de la médula ósea, son los efectos predominantes que se han observado en seres humanos.¹¹

SISTEMA LINFÁTICO E INMUNITARIO:

- El benceno provoca efectos nocivos en los tejidos que producen la sangre, en especial la médula ósea. Estos efectos interrumpen la producción normal de sangre y provocan una disminución de sus componentes.
- Una disminución de los glóbulos rojos puede provocar anemia, mientras que una disminución de otros componentes puede causar hemorragias excesivas.
- La exposición excesiva al benceno puede dañar el sistema inmunitario y aumentar así las posibilidades de infección y reducir potencialmente las defensas del organismo contra el cáncer.¹¹

¿ES CARCINÓGENO?

El CIIC ha clasificado el benceno como carcinógeno del Grupo 1, lo que significa que provoca cáncer en los seres humanos.¹⁴ La exposición prolongada al benceno puede provocar cáncer de los órganos hematopoyéticos, también conocido como leucemia. La exposición al benceno también se ha asociado a un tipo específico de leucemia denominada leucemia mieloide aguda (LMA).^{11 15}

¿Quiénes están en riesgo?

Las personas que viven en ciudades o zonas industriales suelen estar expuestas a niveles más altos de benceno en el aire que las que viven en zonas rurales. Las personas que viven cerca de vertederos de residuos peligrosos, operaciones de refinado de petróleo, operaciones petroquímicas, fábricas y estaciones de servicio también pueden estar expuestas a niveles más altos de benceno. Además, los fumadores están expuestos a niveles de benceno significativamente más altos. Los niños expuestos a los mismos niveles de vapor de benceno que los adultos pueden recibir dosis mayores porque la relación entre su superficie pulmonar y el cuerpo es mayor y están más cerca del suelo, donde tiende a

-
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 2015. "Medical Management Guidelines for Benzene". Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. <https://wwwn.cdc.gov/TSP/MMG/MMGDetails.aspx?mmgid=35&toxid=14>.
 - Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer. 2018. "BENZENE". IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans. <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono100F-24.pdf>.

encontrarse el vapor de benceno.¹⁴

¿Qué se puede hacer?

[Comuníquese](#) con sus funcionarios electos y pida controles técnicos, de emisiones y de seguridad más estrictos para las [plantas](#) que manipulan, procesan y emiten benceno, así como un mayor seguimiento local para garantizar que las comunidades vecinas no estén expuestas a concentraciones altas.

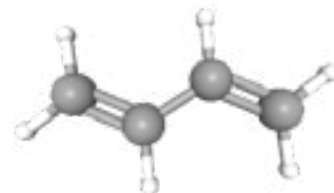
Puede reducir la exposición al benceno a nivel personal si reduce el consumo de cigarrillo o deja de fumar, especialmente en interiores. Además, reducir el contacto directo con la gasolina ayudará a disminuir la exposición al benceno.¹¹

Asegúrese también de usar correctamente el equipo de protección personal. Se recomienda que las personas que puedan trabajar con benceno usen el equipo de protección personal (EPP) adecuado.¹⁶

1,3-butadieno

¿De qué se trata?

El 1,3-butadieno es un gas incoloro muy reactivo con un olor suave similar al de la gasolina.¹⁷ Además de las propiedades tóxicas del 1,3-butadieno, esta sustancia química es un COV que contribuye a la formación de ozono.¹⁸ El 1,3-butadieno se utiliza sobre todo para fabricar cauchos sintéticos, que luego se emplean en productos industriales y de consumo como neumáticos, resinas y ropa de protección. El 1,3-butadieno también se utiliza para fabricar productos petroquímicos y plásticos como el poliestireno resistente a los golpes.

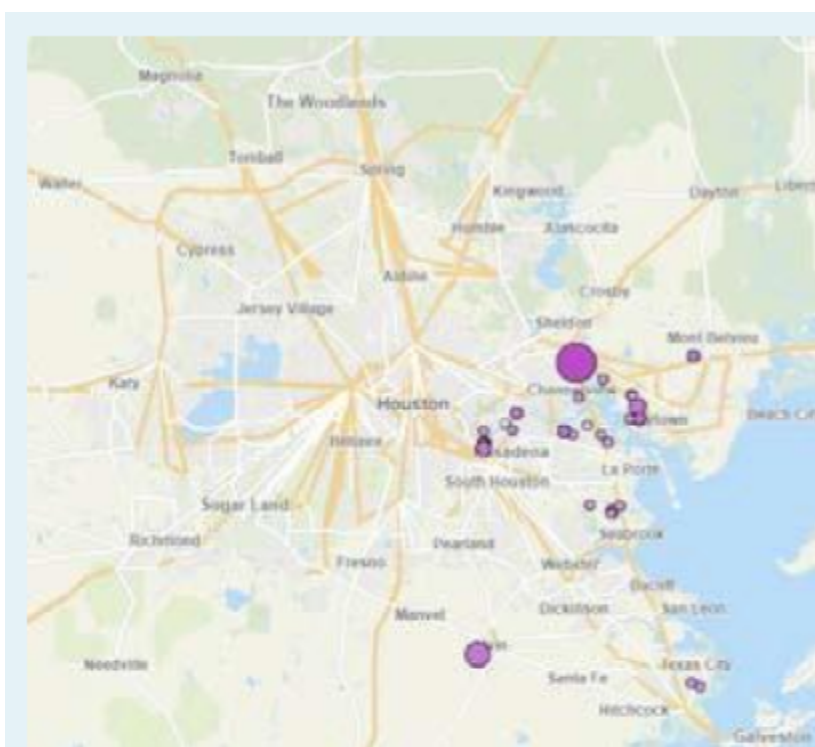


Fuentes de emisión

En Estados Unidos, el 1,3-butadieno se produce principalmente a través del procesamiento del petróleo como subproducto durante el proceso de producción de etileno. Ocupa el lugar 36 entre los productos químicos más producidos en volumen en Estados Unidos.¹⁹

Las fuentes más importantes de 1,3-butadieno son las instalaciones industriales y los gases de escape de los automotores. En consecuencia, los mayores niveles de 1,3-butadieno tienden a encontrarse en ciudades muy industrializadas, cerca de refinerías de petróleo, fábricas de productos químicos y de plástico y caucho. Otras fuentes son los incendios forestales, el humo de los cigarrillos y otros tipos de combustión.^{20 21}

Según el NEI de la EPA, en el área de Houston se emitieron aproximadamente 526,000 libras de 1,3-butadieno en 2017. De estas emisiones, aproximadamente el 58% se atribuyen a fuentes industriales, el 37% a fuentes móviles, el 2% a terminales de gasolina a granel y el 2% a fuentes de combustión.⁴



Mapa del inventario de emisiones tóxicas de 1,3-butadieno de plantas de Houston (2020)

- Ashizawa, Annette, Diana Cronin, Carolyn Harper, Lisa Ingerman, Nickolette Roney y Pamela G. Tucker. "Toxicological profile for 1, 3-butadiene". (2012).
- Czader, Beata H. y Bernhard Rappenglück. "Modeling of 1,3-butadiene in urban and industrial areas". *Atmospheric Environment* 102 (2015): 30-42.
- ATSDR. Toxic Substances Portal. 1,3-butadieno:
- Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer. 2018. "1,3-BUTADIENO". IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans. <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono100F-26.pdf>.
- Gordon, Sydney M., Lance A. Wallace, Marielle C. Brinkman, Patrick J. Callahan y Donald V. Kenny. "Volatile organic compounds as breath bio-markers for active and passive smoking". *Environmental health perspectives* 110, n.º 7 (2002): 689-698.



Efectos en la salud

La exposición al 1,3-butadieno suele producirse por inhalación. En estudios con animales, el 1,3-butadieno se relaciona con una gran variedad de efectos no carcinógenos sobre la salud, como inflamación nasal, cambios en los tejidos pulmonares, cardíacos y reproductivos, efectos en el cerebro y la conducta, y alteraciones sanguíneas. En estudios en ratones, el 1,3-butadieno provocó efectos sobre la reproducción y el desarrollo, incluida la atrofia y el deterioro de los ovarios. Sin embargo, actualmente no existen datos sobre estos efectos en humanos.¹⁷

SISTEMA RESPIRATORIO Y TEGUMENTARIO:

En un estudio en el que participaron trabajadores industriales del caucho, aquellos que tuvieron una exposición aguda al gas 1,3-butadieno sufrieron irritación ocular, nasal, laríngea y pulmonar. Algunos también presentaron tos, fatiga y somnolencia.

SISTEMA NERVIOSO:

También se han informado casos de visión borrosa, fatiga, dolor de cabeza y vértigo a niveles de exposición muy elevados.

SISTEMA CARDIOVASCULAR:

- La exposición crónica (prolongada) al 1,3-butadieno por inhalación puede provocar un aumento de las enfermedades cardiovasculares y un exceso de mortalidad por cardiopatías reumáticas y arterioscleróticas.
- Los estudios también han descubierto que la exposición crónica puede afectar a la sangre y al hígado.^{17 22}

¿ES CARCINÓGENO?

La CIIC clasificó el 1,3-butadieno como carcinógeno del Grupo 1. Existen pruebas que demuestran que una mayor exposición puede aumentar el riesgo de padecer neoplasias hematolinfoides, es decir, cánceres de los tejidos hematopoyéticos o de las células del sistema inmunitario. El 1,3-butadieno también se ha relacionado con una extraordinaria cantidad de muertes por leucemia entre los trabajadores y con una elevada incidencia de casos de

leucemia entre los niños del sureste de Texas.²⁰

¿Quiénes están en riesgo?

Las mayores exposiciones al 1,3-butadieno se producen en ambientes de trabajo. Los trabajadores de actividades industriales como el refinado de petróleo y la fabricación de caucho son los que tienen más probabilidades de estar expuestos.²⁰ Los residentes que viven cerca de plantas industriales como refinerías de petróleo, fábricas de productos químicos o de plástico y caucho también corren un alto riesgo de exposición al 1,3-butadieno.¹⁷

¿Qué se puede hacer?

Comuníquese con sus funcionarios electos y pida controles técnicos, de emisiones y de seguridad más estrictos para las plantas que manipulan, procesan y emiten 1,3-butadieno, así como un mayor seguimiento local para garantizar que las comunidades vecinas no estén expuestas a concentraciones altas.

Para reducir su exposición al 1,3-butadieno a nivel personal, intente pasar el menor tiempo posible cerca de zonas de tráfico de vehículos pesados, carreteras concurridas e instalaciones industriales. Si no puede evitar estas zonas, asegúrese de utilizar correctamente los equipos de protección personal. Se recomienda que las personas que puedan trabajar con 1,3-butadieno usen el equipo de protección personal (EPP) adecuado.²³

Además, asegúrese de que las chimeneas de leña tienen una ventilación adecuada y, cuando se encuentre en un espacio cerrado como un garaje, asegúrese de apagar todos los automotores. Por último, evite el humo del tabaco, sobre todo en espacios cerrados.¹⁷

¿De qué se trata?

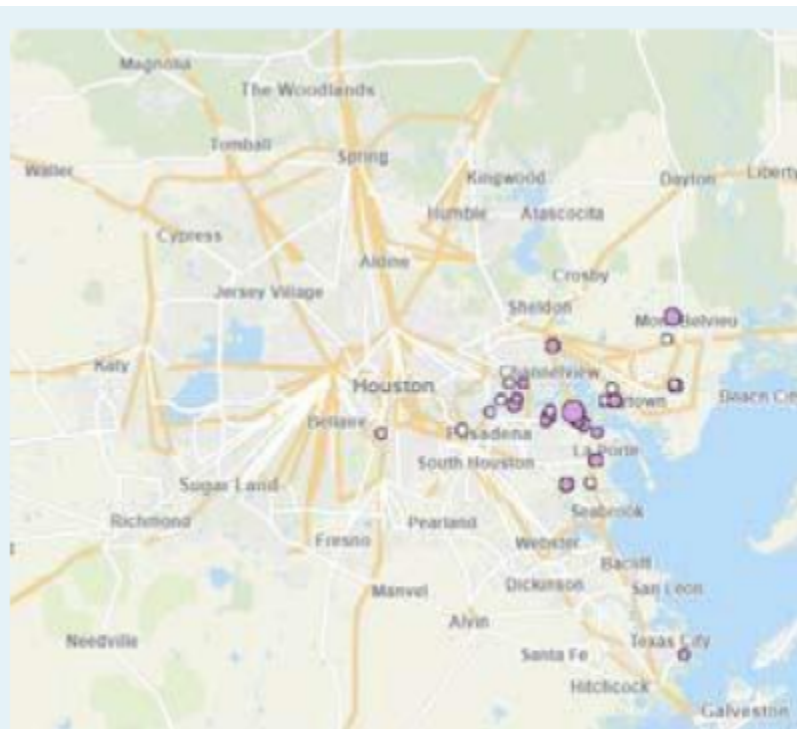
El cloro es un gas amarillo verdoso con un olor acre e irritante similar al de la lejía.²⁴ Es uno de los productos químicos más fabricados en Estados Unidos y se utiliza bastante en la industria y como ingrediente de productos domésticos como la lejía.^{24 25} Durante el transporte, se presuriza y se enfría para convertirlo en un líquido transparente de color ámbar.^{24 26} Cuando el líquido se libera, se convierte en un gas que permanece cerca del suelo y se propaga rápidamente. En forma de gas, el cloro es venenoso.^{24 26} El uso más importante del cloro es como blanqueador en la fabricación de papel y tela. El cloro también es esencial para eliminar las bacterias nocivas de las piscinas y es parte del proceso de saneamiento de residuos industriales y aguas residuales.²⁴



Fuentes de emisión

La mayor parte del cloro se fabrica electrolíticamente mediante el proceso de diafragma, membrana o célula de mercurio. En cada proceso, una solución salina (cloruro sódico o potásico) se electroliza por la acción de la corriente eléctrica continua que convierte los iones de cloruro en cloro elemental.

La exposición al cloro suele producirse durante accidentes como la rotura de un depósito de cloro en una planta o un vertido de cloro líquido durante el transporte. Cuando se libera cloro en estos incidentes, reaccionará con otras sustancias químicas presentes en el aire para formar una nube de gas cloro de color amarillo verdoso, que puede exponer a las poblaciones cercanas a altos niveles de gas por inhalación.²⁵ Además, las personas que mezclan soluciones ácidas con lejía o determinados tipos de productos químicos para piscinas pueden exponerse accidentalmente al gas cloro.



Mapa del inventario de emisiones tóxicas de cloro de plantas de Houston (2020)

Según el NEI de la EPA, en el área de Houston se emitieron aproximadamente 40,000 libras de cloro en 2017. De estas emisiones, aproximadamente el 96% corresponden a fuentes industriales (el 85% procede exclusivamente de la fabricación de productos químicos) y el 3% a fuentes de combustión.⁴

- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. 2018. "Facts About Chlorine". Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. <https://emergency.cdc.gov/agent/chlorine/basics/facts.asp>.
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 2010. "Toxicological Profile for Chlorine". Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp172.pdf>.
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 2014. "Medical Management Guidelines for Chlorine". Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. <https://www.cdc.gov/TSP/MMG/MMGDetails.aspx?mmgid=198&toxid=36>.

Efectos en la salud

Los efectos tóxicos del cloro se deben a sus propiedades corrosivas.²⁶ Los órganos que más sufren daño por el gas cloro son las vías respiratorias y los ojos. La exposición prolongada al cloro, generalmente en los trabajadores, puede provocar corrosión en los dientes.

SISTEMA RESPIRATORIO Y TEGUMENTARIO:

- La exposición a bajas concentraciones de cloro puede causar irritación ocular y nasal, dolor de garganta y tos.²⁵
26
- En concentraciones más elevadas, la inhalación de gas cloro puede producir dolor torácico inmediato, náuseas y vómitos, dificultad para respirar, tos y acumulación de líquido en los pulmones (edema pulmonar). La inhalación de gas cloro puede ser mortal, pero solo si se está expuesto a concentraciones extremadamente altas.^{25 26}
- Además, las exposiciones múltiples al cloro han provocado síntomas gripales y un alto riesgo de contraer el síndrome de disfunción reactiva de las vías respiratorias (RADS).²⁶

¿ES CARCINÓGENO?

El cloro no ha sido implicado en estudios sobre el cáncer. La EPA, el CIIC y el Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) no han clasificado el cloro como carcinógeno²⁵ debido a la falta de datos.

¿Quiénes están en riesgo?

Los adultos mayores, los fumadores y las personas con enfermedades pulmonares crónicas pueden correr un mayor riesgo de sufrir problemas respiratorios tras una exposición aguda.²⁷

Sin embargo, las personas en oficios en los que se utiliza cloro pueden estar expuestas a concentraciones mayores que el público en general, como los trabajadores de las instalaciones de tratamiento de aguas y alcantarillado, las industrias de fabricación de lejía y plásticos, los trabajadores que utilizan productos de limpieza, limpian piscinas o instalaciones ganaderas, como las granjas lecheras.²⁸

¿Qué se puede hacer?

Comuníquese con sus funcionarios electos y pida controles técnicos, de emisiones y de seguridad más estrictos para las plantas que manipulan, procesan y emiten cloro, así como un mayor seguimiento local para garantizar que las comunidades vecinas no estén expuestas a concentraciones altas.

Para reducir su exposición al cloro a nivel personal, use correctamente el equipo de protección personal. Se recomienda que las personas que puedan trabajar con cloro usen el equipo de protección personal (EPP) adecuado.²⁹ En caso de fuga o accidente con cloro, abandone la zona donde se liberó el producto y busque aire fresco. Diríjase al terreno más alto posible porque el cloro es más pesado que el aire y descenderá a las zonas bajas. Si el escape se produjo en el interior, salga del edificio.

²⁷ Michigan Department of Community Health. Chlorine - Public Fact Sheet.

[https://www.michigan.gov/-/media/Project/Websites/mdhhs/Folder1/](https://www.michigan.gov/-/media/Project/Websites/mdhhs/Folder1/Folder23/Chlorine_fact_sheet.pdf?rev=9554e6cee85442ae8519902c91bd066e)

[Folder23/Chlorine_fact_sheet.pdf?rev=9554e6cee85442ae8519902c91bd066e](https://www.michigan.gov/-/media/Project/Websites/mdhhs/Folder1/Folder23/Chlorine_fact_sheet.pdf?rev=9554e6cee85442ae8519902c91bd066e)

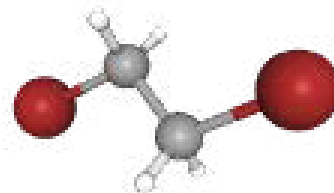
²⁸ CDC - NIOSH Workplace Safety and Health Topics - Chlorine. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/chlorine/default.html>

²⁹ CDC - NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards - Chlorine. <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0115.html>

1,2-dibromoetano

¿De qué se trata?

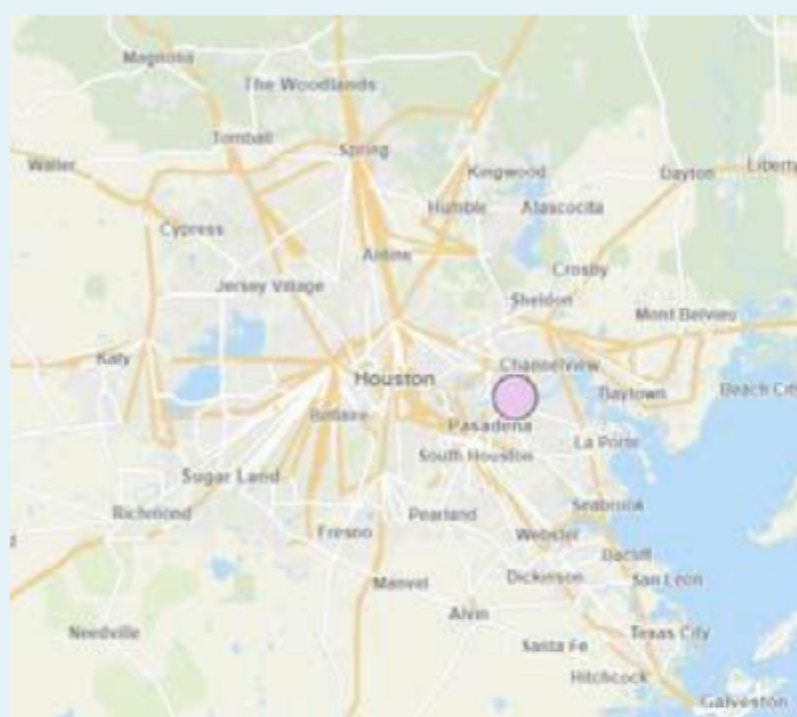
El 1,2-dibromoetano es un líquido incoloro con un olor suave y dulce. Tradicionalmente, se usaba como aditivo en la gasolina con plomo y como plaguicida fumigante, pero ya no. En la actualidad, el 1,2-dibromoetano se utiliza como plaguicida en el tratamiento de troncos talados y colmenas, así como intermediario en la producción de tintes, resinas, gomas y ceras.³⁰ Sus nombres comerciales son Bromofume y Dowfume.³¹



Fuentes de emisión

El 1,2-dibromoetano se produce cuando el etileno gaseoso entra en contacto con el bromo. Uno de los procesos de fabricación más comunes implica una bromación en fase líquida del etileno, a la que sigue la neutralización de la mezcla y su posterior purificación por destilación.

Las principales fuentes de 1,2-dibromoetano en el aire son las plantas industriales de producción y transformación.²¹ Los vertederos que contienen 1,2-dibromoetano también pueden contaminar las aguas y los suelos circundantes. La exposición al 1,2-dibromoetano puede producirse al respirar aire contaminado o al beber o tocar agua contaminada, en particular agua de pozos cerca de vertederos industriales o granjas. Los niños, en particular, pueden estar expuestos al jugar en suelos situados en vertederos o cerca de ellos que contengan 1,2-dibromoetano.³¹



Mapa del inventario de emisiones tóxicas de 1,2-dibromoetano de plantas de Houston (2020)

Según el NEI de la EPA, en el área de Houston se emitieron 454 libras de 1,2-dibromoetano en 2017, procedentes en su totalidad de procesos industriales, con un 95% procedente únicamente de refinerías de petróleo.⁴

- * Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 2018. "Toxicological Profile for 1,2-Dibromoethane". Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp37.pdf>.
- * Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 1999. "1,2-Dibromoethane ToxFaq's". Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts134.pdf>.

Efectos en la salud

La exposición al 1,2-dibromoetano puede causar graves efectos sistémicos en la salud, incluidos el hígado, los riñones, el tracto gastrointestinal y los órganos reproductores.

SISTEMA RESPIRATORIO:

Los síntomas respiratorios por la inhalación de 1,2-dibromoetano incluyen irritación de nariz y garganta.

- Las exposiciones de moderadas a graves al 1,2-dibromoetano pueden producir problemas respiratorios que van desde tos, dolor torácico y dificultad para respirar hasta bronquitis, edema pulmonar (exceso de líquido en los pulmones) y hemorragia.³²

SISTEMA LINFÁTICO Y NERVIOSO:

- El 1,2-dibromoetano también puede afectar al cerebro y a la médula espinal. Los trabajadores han informado que la inhalación de 1,2-dibromoetano les ha provocado somnolencia y confusión.³⁰
- La inhalación de vapores en un espacio cerrado y con poco oxígeno ha causado inconsciencia, coma e incluso la muerte.³²

SISTEMA TEGUMENTARIO:

- El 1,2-dibromoetano líquido es irritante para la piel. En estudios realizados con trabajadores, el contacto con la piel produjo eritema (enrojecimiento de la piel) y malestar. El contacto prolongado puede causar ampollas y úlceras cutáneas.^{30 32}

SISTEMA GASTROINTESTINAL:

- La inhalación o ingestión de 1,2-dibromoetano ha provocado insuficiencia hepática y necrosis.
- En varios casos de intoxicación por 1,2-dibromoetano, se informaron lesiones renales.
- La ingestión de 1,2-dibromoetano también puede provocar vómitos, diarrea, náuseas y dolor abdominal.
- En estudios con animales, la ingestión provocó lesiones gastrointestinales.

SISTEMA REPRODUCTOR:

- Los estudios en trabajadores muestran que la exposición oral y por inhalación al 1,2-dibromoetano puede provocar infertilidad y daños en los órganos reproductores masculinos y en el esperma. Las investigaciones con animales muestran resultados similares en materia de salud reproductiva.^{30 32}

¿ES CARCINÓGENO?

- El CIIC clasificó el 1,2-dibromoetano como carcinógeno del Grupo 2A, lo que significa que es “probablemente carcinógeno para los seres humanos”. Esto significa que no hay pruebas suficientes de carcinogenicidad en humanos, pero sí en animales.³³ Los estudios en animales indican que la exposición oral puede provocar cáncer endocrino, mientras que la inhalación puede causar cáncer reproductivo y respiratorio.³⁰

¿Quiénes están en riesgo?

Por lo general, la exposición al 1,2-dibromoetano es muy inferior a los niveles nocivos. Sin embargo, las personas en trabajos donde se utiliza 1,2-dibromoetano pueden estar expuestas a concentraciones mayores que el público en general.³¹ Además, las personas con mayor riesgo son las que padecen trastornos cutáneos preexistentes, problemas

• Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 2014. "Medical Management Guidelines for Ethylene Dibromide". Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. <https://wwwn.cdc.gov/TSP/MMG/MMGDetails.aspx?mmgid=1143&toxid=251>.

• CIIC: Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer de la Organización Mundial de la Salud. 1999. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*. Vol. 71:(641):669. <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono71.pdf>.

oculares y alteraciones hepáticas, renales y de las vías respiratorias. Los niños también pueden ser más vulnerables debido a que la relación entre su superficie pulmonar y el cuerpo es mayor.³²

¿Qué se puede hacer?

[Comuníquese](#) con sus funcionarios electos y pida controles técnicos, de emisiones y de seguridad más estrictos para las [plantas](#) que manipulan, procesan y emiten 1,2-dibromoetano, así como un mayor seguimiento local para garantizar que las comunidades vecinas no estén expuestas a concentraciones altas.

Si vive cerca de una fábrica industrial de tintes, resinas, gomas o ceras, trate de evitar que sus hijos jueguen en el suelo y se bañen en las aguas próximas. Además, el 1,2-dibromoetano puede impregnar la ropa, el cuero y el caucho normal, por lo que, en caso de exposición, asegúrese de quitarse la ropa contaminada y enjuáguese bien la piel con agua y jabón.³²

Para reducir su exposición al 1,2-dibromoetano a nivel personal, use correctamente el equipo de protección personal. Se recomienda que las personas que puedan trabajar con 1,2-dibromoetano usen el equipo de protección personal (EPP) adecuado.³⁴

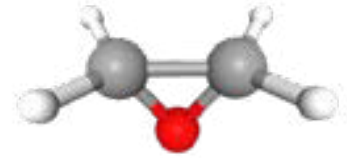


³⁴ CDC - Niosh Pocket Guide to Chemical Hazards - 1,2-Dibromoethane. HYPERLINK "<https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0270.html>" \h
<https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0270.html>

Óxido de etileno

¿De qué se trata?

El óxido de etileno es un gas inflamable, incoloro y con un olor un poco dulce. Se utiliza para esterilizar equipos médicos y también como componente básico de otras sustancias químicas para fabricar toda una serie de productos, como anticongelantes, textiles, plásticos, detergentes y adhesivos.³⁵

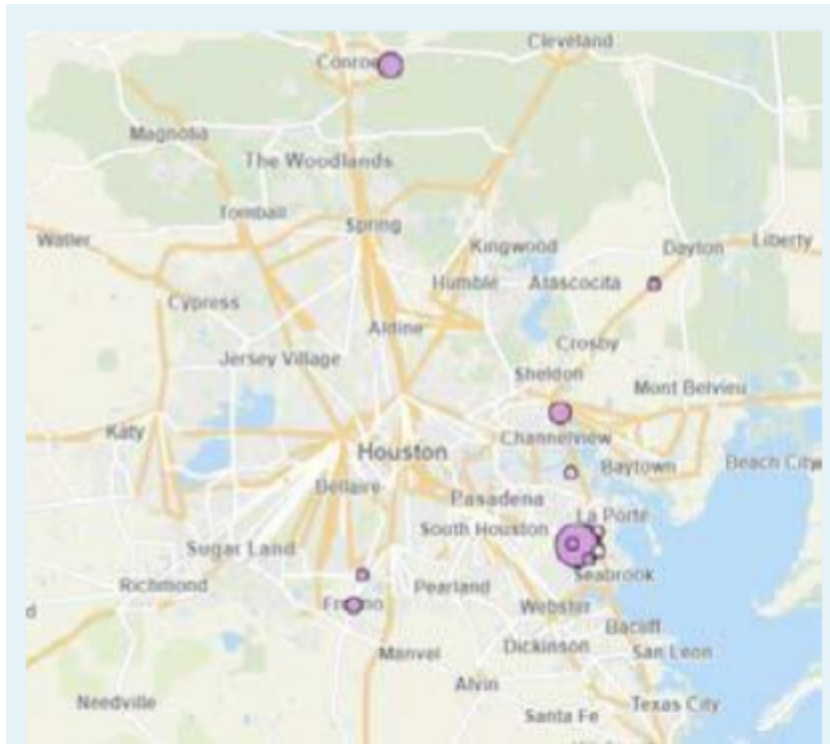


Fuentes de emisión

El óxido de etileno se produce a nivel industrial por oxidación del etileno en presencia de un catalizador de plata.

El óxido de etileno en el aire puede proceder de distintas fuentes, tales como las industrias de fabricación de productos químicos y esterilizadores. Las personas también pueden estar expuestas al óxido de etileno a través del humo del tabaco y el uso de productos que se han esterilizado con óxido de etileno, incluidos los productos médicos.³⁶

Según el NEI de la EPA, en el área de Houston se emitieron aproximadamente 16,000 libras de óxido de etileno en 2017, procedentes casi en su totalidad de procesos industriales, con un más de 95% procedente únicamente de la fabricación de químicos.⁴



Mapa del inventario de emisiones tóxicas de óxido de etileno de plantas de Houston (2020)

Efectos en la salud

La exposición a corto plazo puede provocar irritación de los ojos y efectos neurológicos, mientras que la exposición crónica puede causar daños más graves en los ojos, la piel, la nariz, la garganta y los pulmones, así como el cerebro y el sistema neurológico.³⁷

- * Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. 2017. "Ethylene oxide CASRN 75-21-8 | DTXSID0020600". [EPA.gov. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=1025](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=1025).
- * Instituto Nacional del Cáncer. 2018. "Ethylene Oxide". [Cancer.org. https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/substances/ethylene-oxide](https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/substances/ethylene-oxide).
- * Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. 2021. "Hazardous Air Pollutants: Ethylene Oxide". [Epa.gov. https://www.epa.gov/hazardous-air-pollutants-ethylene-oxide](https://www.epa.gov/hazardous-air-pollutants-ethylene-oxide).



¿ES CARCINÓGENO?

Respirar aire contaminado con óxido de etileno durante muchos años puede aumentar el riesgo de algunos tipos de cáncer, incluidos varios cánceres linfoides y el cáncer de mama.³⁶ A finales de 2016, la EPA concluyó que el óxido de etileno es al menos 30 veces más cancerígeno de lo que se sabía hasta ahora.²⁵ El CIIC clasificó el óxido de etileno como carcinógeno del Grupo 1.³⁸

¿Quiénes están en riesgo?

Las mayores exposiciones al óxido de etileno se producen en las proximidades de las plantas que emiten la sustancia química. Por lo tanto, los trabajadores y las personas que viven cerca de plantas industriales que producen o utilizan óxido de etileno tienen un riesgo elevado de exposición.³⁶

¿Qué se puede hacer?

Averigüe si vive cerca de una planta que emite óxido de etileno con [esta herramienta](#) (escriba "ethylene oxide" [óxido de etileno] en Filters [Filtros] > Chemical [Químicos]) y consulte también la lista de plantas en [este informe de la OIG](#) (página 11). Si es así, [comuníquese](#) con sus funcionarios electos y pida controles técnicos, de emisiones y de seguridad más estrictos para las [plantas](#) que manipulan, procesan y emiten óxido de etileno. Además, solicite un mayor seguimiento para garantizar que las comunidades circundantes no estén expuestas a altas concentraciones.

Para reducir su exposición al óxido de etileno a nivel personal, use correctamente el equipo de protección personal. Se recomienda que las personas que puedan trabajar con óxido de etileno usen el equipo de protección personal (EPP) adecuado.³⁹

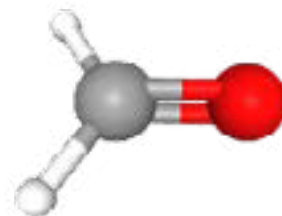
Por lo demás, es poco lo que puede hacer a nivel personal para reducir los niveles de óxido de etileno. Si vive cerca de una de las plantas mencionadas, puede ser beneficioso reducir el tiempo que pasa al aire libre y evitar el ejercicio intenso en la zona. También puede conocer las últimas medidas de la EPA para regular el óxido de etileno en [esta página web](#).

38 Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 100: A Review of Human Carcinogens Part F: Chemical Agents and Related Occupations. 2012. [HYPERLINK "https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono100F-28.pdf"](https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono100F-28.pdf)
<https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono100F-28.pdf> 39 CDC - Niosh Pocket Guide to Chemical Hazards - Ethylene Oxide.
<https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0275.html>

Formaldehído

¿De qué se trata?

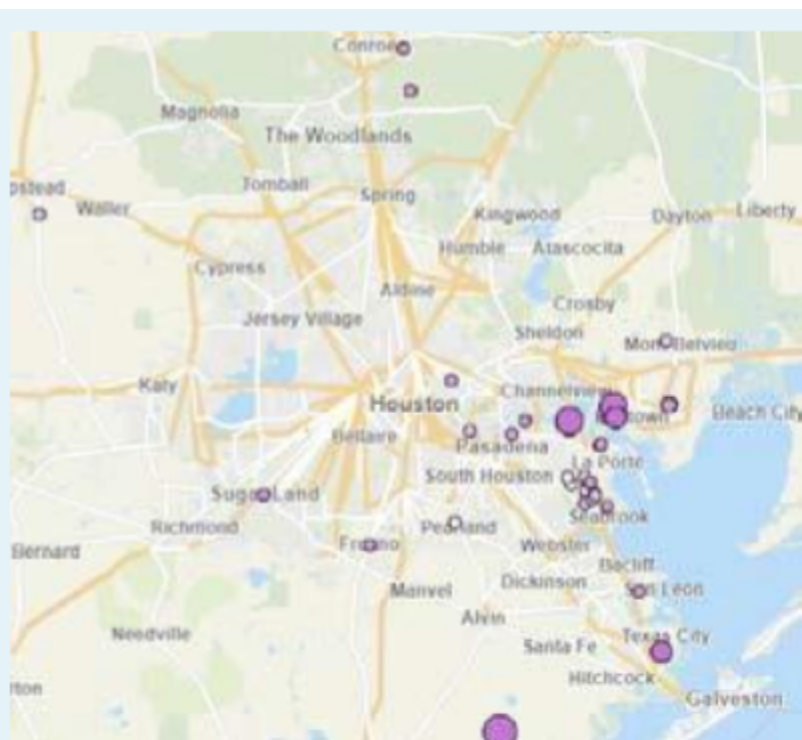
El formaldehído es un gas incoloro e inflamable a temperatura ambiente con un olor fuerte y característico. El formaldehído, una sustancia química omnipresente, se encuentra en productos comerciales como cigarrillos, alfombras, cosméticos, productos de madera, medicamentos y alimentos en conserva. A nivel industrial, el formaldehído se utiliza para fabricar resinas para productos de madera, fertilizantes, papel y madera contrachapada.



Fuentes de emisión

Existen varios procesos industriales de producción de formaldehído, aunque generalmente se produce por la oxidación en fase vapor del metanol. Los diversos procesos que siguen a esa etapa afectan los niveles de concentración del formaldehído producido.

Para la población general, las principales fuentes de formaldehído son las fuentes de combustión, el humo del tabaco, los artículos para viviendas y los productos de consumo. Las fuentes de combustión son los automóviles, las centrales eléctricas y las refinerías de petróleo.⁴⁰ Entre los artículos para viviendas que liberan formaldehído al aire están los productos prensados de madera fabricados con resinas de urea-formaldehído, los tableros de madera aglomerada y la madera contrachapada.^{40 41} Entre los productos de consumo que liberan formaldehído están los cosméticos, los jabones y los productos de limpieza para el hogar.⁴⁰ Además, los contaminantes atmosféricos preexistentes reaccionarán entre sí para crear formaldehído secundario. Como existe una gran diversidad de contaminantes atmosféricos que reaccionan para crear formaldehído, la cantidad de formaldehído secundario en el aire puede superar la que emiten directamente los automóviles y las fuentes industriales.⁴⁰



Mapa del inventario de emisiones tóxicas de formaldehído de plantas de Houston (2020)

Según el NEI de la EPA, en el área de Houston se emitieron aproximadamente 2,506,000 libras de formaldehído en 2017. De estas emisiones, cerca del 44% se atribuyeron a fuentes móviles (como el tráfico de automóviles), el 43% a fuentes biogénicas (emisiones de fuentes naturales como la vegetación y el suelo), el 8% a fuentes de combustión, el 2% a la cocina comercial y el 2% a fuentes industriales.⁴

* Costa, Solange y J. P. Teixeira. "Formaldehyde: Human exposure, metabolism and potential health effects". *Formaldehyde: Synthesis, Applications and Potential Health Effects* (2015): 1-29.

* Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 1999. "Toxicological Report for Formaldehyde". Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.pdf>.

Efectos en la salud

La exposición al formaldehído suele producirse por inhalación.

SISTEMA RESPIRATORIO Y TEGUMENTARIO:

Los vapores pueden causar irritación de ojos, nariz y garganta y la irritación ocular es la más sensible. Otros síntomas de exposición son estornudos, tos, dolor de garganta, aumento del lagrimeo y náuseas.⁴¹

SISTEMA NERVIOSO:

Los estudios indican que la exposición al formaldehído puede disminuir el desempeño en pruebas de memoria a corto plazo y afectar la capacidad de concentración.^{37 41}

GENOTOXICIDAD:

Los estudios han informado un aumento de la frecuencia de resultados anormales y daños en el ADN en los trabajadores que se han expuesto al formaldehído; los que están en mayor riesgo, en particular, son los trabajadores industriales, los embalsamadores y los trabajadores de patología y anatomía. Los estudios también han sugerido que estas interacciones tóxicas entre el formaldehído y el ADN pueden conducir en última instancia a la formación de cáncer.⁴⁰

¿ES CARCINÓGENO?

El CIIC clasificó el formaldehído como carcinógeno del Grupo 1.⁴² Los estudios han demostrado que la exposición al formaldehído puede causar un mayor riesgo de leucemia y cáncer nasofaríngeo (cáncer de la parte superior de la garganta). Además, puede existir una relación entre la exposición al formaldehído y el cáncer sinonasal, un cáncer poco frecuente que afecta a la cavidad nasal y los senos paranasales.^{40 41}

¿Quiénes están en riesgo?

Los entornos de trabajo suelen ser la mayor fuente de formaldehído en el aire. Los grupos de trabajadores que se consideran en mayor riesgo son los de las industrias químicas y fábricas de madera contrachapada, los embalsamadores y los de laboratorios de patología y anatomía. Además, las personas asmáticas pueden correr el riesgo de que empeoren los síntomas si se exponen al formaldehído durante períodos prolongados.⁴¹

¿Qué se puede hacer?

[Comuníquese](#) con sus funcionarios electos y pida controles técnicos, de emisiones y de seguridad más estrictos para las [plantas](#) que manipulan, procesan y emiten formaldehído, así como un mayor seguimiento local para garantizar que las comunidades vecinas no estén expuestas a concentraciones altas.

Para reducir su exposición al formaldehído a nivel personal, use correctamente el equipo de protección personal. Se recomienda que las personas que puedan trabajar con formaldehído usen el equipo de protección personal (EPP) adecuado.⁴³

⁴² Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 100: A Review of Human Carcinogens Part F: Chemical Agents and Related Occupations.* 2012. [HYPERLINK "https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono100F-29.pdf"](https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono100F-29.pdf)
⁴³ CDC - Niosh Pocket Guide to Chemical Hazards - Formaldehyde. <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0293.html>

Los niveles de formaldehído suelen ser más altos en interiores; por lo tanto, abrir las ventanas o usar ventiladores para ventilar la casa es la forma más fácil de reducirlos. Además, hay que limitar el uso de madera prensada en los hogares o sellar los productos de madera prensada descubiertos para reducir la cantidad liberada de formaldehído.⁴¹ En lo posible, hay que usar productos de madera prensada de emisiones más bajas y que tengan la certificación la fase 1 o 2 de la Junta de Recursos del Aire de California (California Resource Board, CARB) o que se fabriquen con resinas de ultrabaja emisión de formaldehído (ULEF) o sin formaldehído (NAF).⁴⁴

El formaldehído es un componente del humo del tabaco. Si es posible, fume menos o evite fumar cigarrillos en espacios cerrados, como el interior de la casa o el automóvil, para limitar la exposición de los niños y otros miembros de la familia. Por último, algunos tejidos con estampados permanentes emiten formaldehído. Por lo tanto, lavar la ropa nueva antes de ponérsela disminuirá la cantidad de formaldehído liberado y reducirá la exposición de las familias.⁴¹

⁴⁴ Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Medioambiental. 2021. "Formaldehyde". Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Medioambiental. <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/formaldehyde/index.cfm>.

- Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE.UU. y Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades. 2012. "Toxicological Profile for Chromium". Centro Nacional de Información Biotecnológica. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK158855/pdf/Bookshelf_NBK158855.pdf.
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. 2012. "Chromium-ToxFAQs". Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts7.pdf>.
- Administración de Salud y Seguridad Ocupacional. s. f. "1910.1026 - Chromium (VI) | Occupational Safety and Health Administration". Departamento de Trabajo de Estados Unidos. <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.1026>.
- Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. 1998. "Toxicological Review of Trivalent Chromium". Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0028tr.pdf

Según el NEI de la EPA, en el área de Houston se emitieron aproximadamente 560 libras de cromo hexavalente en 2017. De estas emisiones, aproximadamente el 74% se atribuyen a fuentes industriales, el 21% a fuentes de combustión, el 3% a solventes y el 2% a la eliminación de residuos.⁴

Efectos en la salud

SISTEMA RESPIRATORIO:

- Problemas respiratorios como tos, dificultad para respirar, secreción nasal y sibilancias.
- Aunque se necesitan más investigaciones, muchos estudios indican que la exposición crónica al cromo hexavalente puede inducir enfermedades respiratorias como bronquitis, neumonía y asma.

SISTEMA GASTROINTESTINAL:

- El consumo de alimentos y agua puede provocar dolor abdominal, vómitos, indigestión y diarrea sanguinolenta.
- En estudios con animales, el cromo hexavalente produjo tumores de estómago, intestino y pulmón.⁴⁵
- La inhalación o exposición oral prolongada al cromo hexavalente puede producir efectos en el hígado, riñón, tracto gastrointestinal, sistema inmunitario y, potencialmente, en la sangre.^{45 46 49}



SISTEMA TEGUMENTARIO:

- El contacto dérmico puede producir efectos como irritación, quemaduras y eczema alérgico.⁴⁶

¿ES CARCINÓGENO?

La CIIC clasificó el cromo hexavalente como carcinógeno del Grupo 1. La exposición ocupacional se asocia a un mayor riesgo de cánceres respiratorios.

¿Quiénes están en riesgo?

Los trabajadores de las industrias de producción de cromato o de acero inoxidable, cromado, soldadura y curtido están expuestos a concentraciones mucho mayores de cromo hexavalente que la población general. Además, quienes viven cerca de vertederos y centros de reciclaje que procesan materiales que contienen cromo o de plantas de fabricación y procesamiento de cromo tienen más probabilidades de estar expuestos a mayores cantidades de cromo hexavalente.⁴⁵

¿Qué se puede hacer?

Comuníquese con sus funcionarios electos y pida controles técnicos, de emisiones y de seguridad más estrictos para las plantas que manipulan, procesan y emiten cromo, así como un mayor seguimiento local para garantizar que las comunidades vecinas no estén expuestas a concentraciones altas.

Para reducir su exposición al cromo hexavalente a nivel personal, use correctamente el equipo de protección personal. Se recomienda que las personas que puedan trabajar con cromo hexavalente usen el equipo de protección personal (EPP) adecuado.⁵⁰

Como el cromo es un componente del humo del tabaco, dejar de fumar o evitar fumar en espacios cerrados limitaría la exposición. La madera vieja puede estar tratada con arseniato de cobre cromado. Trate de evitar la quema, corte o lijado de estos materiales. Los niños no deberían jugar en el suelo cerca de vertederos de residuos peligrosos donde pueda haberse eliminado cromo hexavalente. Por último, la ropa o los objetos que se quite del lugar de trabajo pueden ser portadores de cromo si trabaja en algún lugar con alta exposición al cromo. No olvide lavarlos después de usarlos.⁴⁶



⁵⁰ CDC - Niosh Pocket Guide to Chemical Hazards - Chromium (VI). HYPERLINK "<https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0138.html>" \h <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0138.html>

Diisocianato de hexametileno (HDI)

¿De qué se trata?

HDI es el nombre común del diisocianato de hexametileno, conocido en la industria como Mondur HX y Desmodur H.⁵¹ El HDI es un líquido amarillo pálido con un olor penetrante e irritante.⁵² Más del 99% del HDI utilizado en EE. UU. se emplea como endurecedor en pinturas para automóviles y aviones. El 1% restante se vende como aglutinante de combustible para cohetes y espesante de pinturas.⁵¹

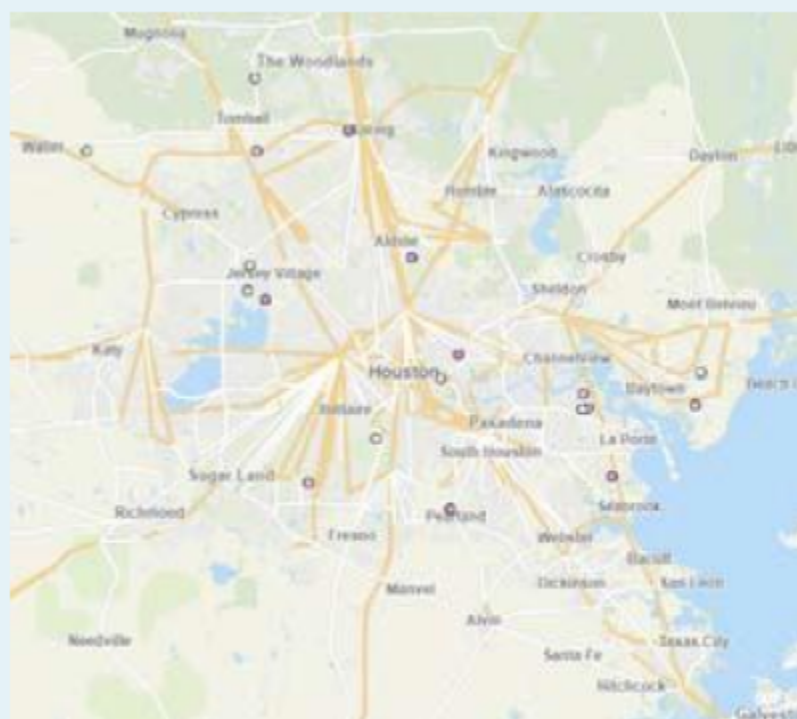


Fuentes de emisión

El HDI se produce a nivel industrial mediante la reacción controlada de fosgeno con sales de amina.

El HDI suele encontrarse en el aire cerca de lugares donde se utilizan pinturas pulverizadas que contienen HDI, como talleres industriales de revestimiento y carrocería. Sin embargo, el HDI se descompone rápidamente tanto en el aire como en el agua y, por lo tanto, es poco probable que se acumule en el medio ambiente. Como resultado, la población en general está expuesta al HDI al pintar un automóvil con un endurecedor de HDI pulverizado o al beber agua del grifo contaminada. Las personas también pueden estar expuestas por el medioambiente si viven cerca de un vertedero de residuos peligrosos donde se elimine HDI.³⁵

Según el NEI de la EPA, en el área de Houston se emitieron aproximadamente 670 libras de HDI en 2017, procedentes en su totalidad del recubrimiento de superficies industriales y del uso de disolventes.⁴



Mapa del inventario de emisiones tóxicas de diisocianato (incluido el HDI) de plantas de Houston (2020)

Efectos en la salud

Los efectos agudos (a corto plazo) sobre la salud pueden ocurrir inmediatamente o poco después de la exposición al HDI.

- Abadin, Henry y Wayne Spoo. "Toxicological profile for hexamethylene diisocyanate". (1998).
- Departamento de Salud de Nueva Jersey. 2009. "Hazardous Substances Fact Sheet - Hexamethylene Diisocyanate". Sitio oficial del estado de Nueva Jersey. <https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0995.pdf>.

SISTEMA RESPIRATORIO Y TEGUMENTARIO:

- El contacto con el HDI puede irritar y quemar gravemente la piel, los ojos, la nariz y la garganta.
- La inhalación de HDI puede irritar los pulmones, y provocar tos o dificultad respiratoria.
- Las exposiciones elevadas pueden causar problemas respiratorios graves, como edema pulmonar, que es una acumulación de líquido en los pulmones.⁵²
- Las investigaciones demuestran que la exposición prolongada al HDI puede causar problemas pulmonares crónicos.^{51 52 53}
- Los estudios en animales también muestran que la exposición prolongada al HDI puede tener efectos sobre el tejido nasal, el tracto respiratorio y los pulmones.⁵¹ Sin embargo, no está confirmado que estos efectos sean los mismos en los seres humanos.

SISTEMA NERVIOSO:

La exposición al HDI puede provocar dolor de cabeza, mareos, náuseas y vómitos.

¿ES CARCINÓGENO?

Actualmente, no existen estudios de investigación sobre la carcinogenicidad del HDI en humanos. Por lo tanto, la CIIC, la EPA y el DHHS no han elaborado una clasificación del HDI como carcinógeno o no.⁵⁴

¿Quiénes están en riesgo?

Las personas más expuestas al HDI son las que trabajan en industrias o empresas en la que se utiliza esta sustancia. Durante el proceso de pulverización del endurecedor de pintura, los trabajadores expuestos inhalan las pequeñas gotas de HDI en el aire o éstas caen sobre su piel.⁵¹

¿Qué se puede hacer?

Comuníquese con sus funcionarios electos y pida controles técnicos, de emisiones y de seguridad más estrictos para las plantas que manipulan, procesan y emiten HDI, así como un mayor seguimiento local para garantizar que las comunidades vecinas no estén expuestas a concentraciones altas.

Para reducir su exposición al HDI a nivel personal, use correctamente el equipo de protección personal. Es importante usar guantes y ropa que el HDI no impregne. Se recomienda que las personas que puedan trabajar con cromo hexavalente usen el equipo de protección personal (EPP) adecuado.⁵⁵



Los proveedores y fabricantes de equipos de seguridad pueden dar recomendaciones sobre el material más adecuado de los guantes y la ropa de protección contra el HDI. Para proteger sus ojos, utilice gafas de ventilación indirecta, resistentes a impactos y salpicaduras cuando trabaje con líquidos. En caso necesario, utilizar protección respiratoria

* Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos.. 2021. "Hexamethylene diisocyanate". Centro Nacional de Información Biotecnológica. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Hexamethylene-diisocyanate>.

* Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). 2014. "ToxFAQs for Hexamethylene Diisocyanate (HDI)* Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública. <https://www.cdc.gov/TSP/ToxFAQs/ToxFAQsDetails.aspx?faqid=873&toxid=170>

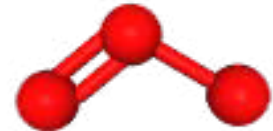
* CDC - Niosh Pocket Guide to Chemical Hazards - Hexamethylene Diisocyanate. HYPERLINK "https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0320.html" \h <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0320.html>

para evitar exposiciones por inhalación.⁵²

Ozono (O₃)

¿De qué se trata?

El ozono es un gas inodoro e incoloro compuesto por tres átomos de oxígeno.^{56 57} Dependiendo de dónde se encuentren estas moléculas de ozono en la atmósfera, pueden ser beneficiosas o perjudiciales para la salud humana.⁵⁶ Si el ozono está en la atmósfera a una distancia de 10 a 30 millas (16 a 48 km) por encima de la superficie de la Tierra (en la estratosfera) es beneficioso, pues bloquea la luz ultravioleta dañina para nuestra piel. Sin embargo, si el ozono existe a nivel del suelo (ozono troposférico) promueve la formación de smog fotoquímico y podría provocar efectos adversos para la salud.^{57 58}



Fuentes de emisión

El ozono troposférico no es un contaminante emitido directamente, sino un subproducto de las reacciones químicas entre los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los COV con el calor y la luz solar. Los NO_x y los COV son emitidos principalmente por los automóviles, las centrales eléctricas, las calderas industriales, las refinerías y las plantas químicas. Los COV también pueden proceder de la gasolina, los disolventes, las pinturas y otros productos químicos domésticos.⁵⁷ Por esta razón, los niveles de ozono troposférico tienden a ser los más altos cerca de los centros urbanos.



Efectos en la salud

El ozono en el aire que respiramos puede perjudicar nuestra salud, sobre todo en los días calurosos y soleados, cuando puede alcanzar niveles insalubres. Incluso niveles relativamente bajos de ozono pueden causar efectos sobre la salud.

SISTEMA RESPIRATORIO:

- La exposición al ozono a corto plazo puede causar irritación del sistema respiratorio, tos, inflamación de la garganta y opresión torácica.⁵⁷
- El ozono también puede reducir la función pulmonar y provocar dificultades para la respiración profunda o vigorosa, lo que puede inducir ataques de asma de mayor gravedad y frecuencia a largo plazo.
- El ozono también puede aumentar la susceptibilidad a las infecciones pulmonares y empeorar enfermedades pulmonares crónicas como el enfisema y la bronquitis.
- El ozono puede inflamarse y dañar las células del revestimiento pulmonar. Al cabo de unos días, las células dañadas se desprenden y son sustituidas por células nuevas. Sin embargo, si este daño se produce repetidamente, los pulmones pueden sufrir efectos a más largo plazo.⁵⁶

* Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. 2018. "Actions You Can Take to Reduce Air Pollution". Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. <https://www3.epa.gov/region1/airquality/reducepollution.html>.

* Chen, Tze-Ming, Ware G. Kuschner, Janaki Gokhale y Scott Shofer. "Outdoor air pollution: nitrogen dioxide, sulfur dioxide, and carbon monoxide health effects". *The American journal of the medical sciences* 333, n.º 4 (2007): 249-256.

* Gad, Shayne C. "Ozone In: Encyclopedia of Toxicology: 3.ª edición." (2014): 747-750.

- La exposición prolongada al ozono está relacionada con el agravamiento del asma, y es probable que sea una de las muchas causas del desarrollo del asma. Los estudios realizados en lugares con altas concentraciones también señalan asociaciones del ozono con muertes por causas respiratorias.⁵⁹

¿ES CARCINÓGENO?

Las investigaciones actuales no apuntan a que el ozono sea un carcinógeno humano; sin embargo, los estudios son escasos y anticuados.

¿Quiénes están en riesgo?

Las personas en mayor riesgo por los niveles elevados de ozono son:

- Personas con asma
- Trabajadores al aire libre
- Hijos
- Adultos mayores
- Personas con mayor sensibilidad al ozono. Por ejemplo, las personas con determinadas características genéticas o aquellos con una ingesta reducida de ciertos nutrientes como la vitamina C y E.^{56 59}

Los niños corren mayor riesgo de exposición al ozono porque sus pulmones aún están en desarrollo y es más probable que realicen actividades al aire libre cuando los niveles de ozono son altos, lo que aumenta su exposición.

¿Qué se puede hacer

La mejor forma de proteger su salud es averiguar el momento en que los niveles de ozono en su zona ascienden y minimizar la exposición potencial. La EPA y las agencias ambientales locales disponen de recursos (como [AirNow](#), [EnviroFlash](#) y [TCEQ Ozone Action Day alerts](#)) que proporcionan información actualizada, informes y alertas sobre los niveles actuales de ozono y sugieren medidas para reducir la exposición. El Índice de Calidad del Aire (ICA) revela los niveles actuales de ozono y otros contaminantes atmosféricos comunes. El esquema de colores puede ayudarle a determinar si la calidad del aire local puede afectar negativamente a su salud. Por ejemplo, naranja significa que las condiciones son "insalubres para los grupos sensibles", por lo que se recomienda que estos grupos reduzcan el ejercicio al aire libre. El color morado indica una calidad del aire "muy insalubre", lo que significa que todo el mundo debe evitar las actividades al aire libre.⁵⁷



⁵⁹ Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. 2021. "Health Effects of Ozone Pollution". Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/health-effects-ozone-pollution>.

Color del ICA diario	Niveles de preocupación	Valores del índice	Descripción de la calidad del aire
Verde	Bien	De 0 a 50	La calidad del aire es satisfactoria, y la contaminación atmosférica plantea poco o ningún riesgo.
Amarillo	Moderado	De 51 a 100	La calidad del aire es aceptable. Sin embargo, puede existir un riesgo para algunas personas, sobre todo las que son inusualmente sensibles a la contaminación atmosférica.
Orange	Insalubre para grupos sensibles	De 101 a 150	Los miembros de grupos sensibles pueden experimentar efectos en la salud. El público en general tiene menos probabilidades de verse afectado.
Rojo	Insalubre	De 151 a 200	Algunos miembros del público en general pueden experimentar efectos en la salud; los miembros de grupos sensibles pueden experimentar efectos más graves en la salud.
Morado	Muy insalubre	De 201 a 300	Alerta de salud: El riesgo de efectos en la salud aumenta para todos.
Granate	Peligroso	301 o más	Alerta sanitaria sobre las condiciones de emergencia: todo el mundo tiene más probabilidades de verse afectado.

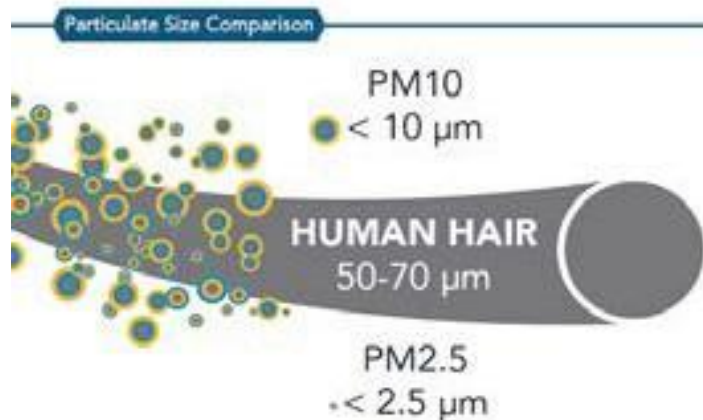
El Índice de Calidad del Aire (ICA) de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. para el Ozono y la Contaminación por Partículas.⁶⁰

Hay algunas cosas que puede hacer a nivel personal para reducir los niveles de ozono. En los días en que se prevén altos niveles de ozono, elija un medio de transporte más limpio (coche compartido o transporte público), evite dejar el vehículo en ralentí y reduzca el consumo de energía si es posible.⁵² Comuníquese también con los funcionarios electos y pídale controles más estrictos de las emisiones industriales y de fuentes móviles de precursores del ozono, así como una mayor vigilancia para crear más conciencia.

Partículas en suspensión

¿De qué se trata?

Las partículas en suspensión (PM), también llamada contaminación por partículas, es una mezcla de partículas sólidas y gotitas líquidas suspendidas en el aire. Las partículas más grandes con diámetros de 10 micrómetros o menos, conocidas como "PM gruesas" o "PM10", pueden verse a simple vista. Otras, conocidas como "PM finas" o PM2,5, tienen diámetros de 2,5 micrómetros o menos, esto es, un 1/30 del ancho de un cabello humano, y solo pueden detectarse con un microscopio.⁶¹



FUENTE: Junta de Recursos del Aire de California

Fuentes de emisión

La mayor parte de la contaminación por PM se forma en la atmósfera como resultado de reacciones complejas de sustancias químicas emitidas por centrales eléctricas, operaciones industriales, así como automóviles y camiones (p. ej., dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno). También pueden emitirse directamente desde obras, plantas de concreto, carreteras sin asfaltar, campos, chimeneas o incendios.⁵⁹ Cabe señalar que las PM no siempre se crean a nivel local, sino que pueden viajar largas distancias, incluso a través de continentes, como es el caso del polvo del desierto en suspensión.⁶²



En interiores, cocinar, fumar, quitar el polvo y pasar la aspiradora también pueden generar contaminación por PM.⁵⁹

Efectos en la salud

SISTEMA RESPIRATORIO Y TEGUMENTARIO:

- Cuando se inhala, las partículas en suspensión, especialmente las partículas finas, puede penetrar profundamente en los pulmones y entrar en el torrente sanguíneo.
- La exposición puede desencadenar graves problemas de salud, como un menor desarrollo pulmonar en los niños, mayores tasas de asma, bronquitis, enfermedades cardíacas, cáncer y muerte prematura.⁶³

• Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. 2021. "Particulate Matter (PM) Basics". HYPERLINK "<http://Epa.gov/>" \h Epa.gov <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>.

• Neophytou, A., Yiallourou, P., Coull, B. et al. Particulate matter concentrations during desert dust outbreaks and daily mortality in Nicosia, Cyprus. J Expo Sci Environ Epidemiol 23, 275–280 (2013). <https://doi.org/10.1038/jes.2013.10>.

• Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. 2021. "Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM)." [epa.gov https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm](https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm).

- Los efectos a corto plazo, incluso en personas sanas, pueden incluir irritación de ojos y garganta, dificultad para respirar, dolores de cabeza, mareos y náuseas, incluso en personas sanas.⁶⁴
- Las primeras investigaciones también indican una relación entre la exposición a la contaminación por partículas y el riesgo de muerte por el nuevo coronavirus.⁶⁵

¿ES CARCINÓGENO?

En 2013, el CIIC clasificó las PM como cancerígenas para los seres humanos. Tras su revisión de la literatura científica más reciente, el CIIC ha señalado una muy alta correlación entre la exposición a las PM y el cáncer de pulmón.⁶⁶

¿Quiénes están en riesgo?

Las personas que viven, trabajan o estudian cerca de operaciones industriales o carreteras con mucho tráfico están en alto riesgo de exposición a las PM, pues las concentraciones son muy elevadas cerca de estas fuentes. Sin embargo, como el viento puede transportar las PM a grandes distancias, no conoce fronteras, y los vecindarios situados a kilómetros de la fuente original de contaminación también pueden experimentar niveles elevados.

Las personas con enfermedades cardíacas o pulmonares corren un mayor riesgo por las PM porque las partículas pueden agravar estas enfermedades. Además, los niños con pulmones en desarrollo y los adultos mayores con posibles problemas de salud también corren un mayor riesgo, en particular cuando realizan actividad física pues ésta causa una respiración más rápida y profunda, atrayendo más partículas a los pulmones.⁶⁷ Las mujeres embarazadas son otro grupo de riesgo, pues la exposición a niveles elevados de partículas se asocia a efectos adversos en el desarrollo fetal y en la salud de los niños a largo plazo.⁶⁸

¿Qué se puede hacer?

Para reducir su exposición a la contaminación por partículas en el exterior, consulte el índice de calidad del aire diario de la EPA en [AirNow.gov](https://www.airnow.gov) para conocer la calidad del aire y programar sus actividades al aire libre en consecuencia. Además, puede utilizar la función del [Mapa de la red PurpleAir](#) para consultar en tiempo real los niveles de PM de zonas cercanas.

- En los días en los que el ICA sea insalubre según los pronósticos, re programe, reduzca o elija actividades al aire libre menos extenuantes. Una mascarilla ajustada (como una N95) también ayuda a minimizar la inhalación de PM.⁶⁹
- Puede inscribirse para recibir alertas sobre la calidad del aire y recibir información de los días en que se prevé que la escala del índice de calidad del aire de la EPA para el ozono y las PM alcance niveles nocivos.

Dado que los niveles más altos de contaminación por partículas tienden a encontrarse cerca de carreteras con mucho tráfico y vehículos al ralentí, pase menos tiempo al aire libre cerca de carreteras muy transitadas, en particular en las horas pico, para minimizar la exposición.⁷⁰

-
- Servicio Forestal de Estados Unidos. s.f. "Air Pollution Health Impacts". [fs.fed.us](https://www.fs.fed.us/air/health_impacts.htm). HYPERLINK "https://www.fs.fed.us/air/health_impacts.htm" \h https://www.fs.fed.us/air/health_impacts.htm.
 - Friedman, Lisa. 2020. "New Research Links Air Pollution to Higher Coronavirus Death Rates". The New York Times, 7 de abril de 2020. <https://www.nytimes.com/2020/04/07/climate/air-pollution-coronavirus-covid.html?action=click&module=Top%20Stories&pgtype=Homepage>.
 - Organización Mundial de la Salud (OMS). 2013. "Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths". <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/urban-health/news/news/2013/10/outdoor-air-pollution-a-leading-environmental-cause-of-cancer-deaths>.
 - Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. 2003. "Particle Pollution and Your Health". [airnow.gov](https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=P1001EX6.txt). <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=P1001EX6.txt>.
 - Johnson, Natalie M., Aline Rodrigues Hoffmann, Jonathan C. Behlen, Carmen Lau, Drew Pendleton, Nevada Harvey, Ross Shore et al. "Air pollution and children's health—a review of adverse effects associated with prenatal exposure from fine to ultrafine particulate matter". *Environmental health and preventive medicine* 26, n.º 1 (2021): 1-29.
 - CDC - NIOSH Approved Particulate Filtering Facepiece Respirators. https://www.cdc.gov/niosh/nppt/topics/respirators/disp_part/default.html.
 - Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. 2015. "Air Quality Guide for Particle Pollution". [https://www.airnow.gov/](https://www.airnow.gov/sites/default/files/2021-03/air-quality-guide_pm_2015_0.pdf). https://www.airnow.gov/sites/default/files/2021-03/air-quality-guide_pm_2015_0.pdf.

Color del ICA diario	Niveles de preocupación	Valores del índice	Descripción de la calidad del aire
Verde	Bien	De 0 a 50	La calidad del aire es satisfactoria, y la contaminación atmosférica plantea poco o ningún riesgo.
Amarillo	Moderado	De 51 a 100	La calidad del aire es aceptable. Sin embargo, puede existir un riesgo para algunas personas, sobre todo las que son inusualmente sensibles a la contaminación atmosférica.
Orange	Insalubre para grupos sensibles	De 101 a 150	Los miembros de grupos sensibles pueden experimentar efectos en la salud. El público en general tiene menos probabilidades de verse afectado.
Rojo	Insalubre	De 151 a 200	Algunos miembros del público en general pueden experimentar efectos en la salud; los miembros de grupos sensibles pueden experimentar efectos más graves en la salud.
Morado	Muy insalubre	De 201 a 300	Alerta de salud: El riesgo de efectos en la salud aumenta para todos.
Granate	Peligroso	301 o más	Alerta sanitaria sobre las condiciones de emergencia: todo el mundo tiene más probabilidades de verse afectado.

El Índice de Calidad del Aire (ICA) de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. para el Ozono y la Contaminación por Partículas.⁷¹

Para reducir su exposición a la contaminación por partículas en interiores, elimine el humo del tabaco, reduzca el uso de estufas de leña y chimeneas, utilice filtros de aire HEPA y limpiadores de aire diseñados para reducir las partículas, y evite quemar velas.

También puede tomar medidas sencillas para reducir la contaminación por PM en su comunidad. Como los autos y otros vehículos son grandes fuentes de esta contaminación, conducir menos, usar transporte público o ir en bicicleta y a pie son formas estupendas de reducir las PM. Si tiene que conducir, mantenga a punto el motor de su automóvil para reducir las emisiones. Otras formas son usar electrodomésticos ENERGY STAR siempre que sea posible y subir los termostatos en verano y bajarlos en invierno para reducir el consumo de energía y, por tanto, la contaminación atmosférica. Por último, evite quemar hojas, basura, plástico o caucho, ya que eso libera partículas en el aire.

Finalmente, inste a los [funcionarios electos](#) para que aborden las fuentes de contaminación por partículas y den prioridad a las energías limpias, y que amplíen la vigilancia del aire para crear mayor conciencia.