

2,4-DINITROTOLUENO

Resumen

El 2,4-dinitrotolueno se descompone con el calor emitiendo gases de óxidos de nitrógeno, los cuales son muy irritantes y pueden causar alergias; se absorben fácilmente por la piel causando resequead. La exposición puede causar fatiga, vértigo, y disnea; la exposición prolongada provoca anemia, metahemoglobinemia, cianosis y daño en el hígado. Se ha informado que es carcinógeno en animales.

Fórmula química: $C_7H_6N_2O_4$

Nombre IUPAC: 2,4-Dinitrotolueno

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 108 g/g mol

Punto de fusión: 70.5°C

Soluble en alcohol y éter

Escasamente soluble en agua

Cristal amarillo

Transporte y destino

El dinitrotolueno es un cristal poco soluble en agua; la ruta de transporte principal en las aguas naturales puede ser la fotólisis. También se ha observado biodegradación en ambiente aerobio, con vida media de menos de una hora. Para la biotransformación total de 2,4-DNT, se requieren 14 días. No se ha encontrado evidencia de transformación de DNT en el suelo, pero en general los compuestos nitroaromáticos en el suelo se reducen a compuestos amino y se absorben en la materia orgánica del suelo, especialmente en un ambiente escaso de oxígeno. No se ha encontrado en peces el 2,4-DNT, por lo que es probable que no se bioacumule.

Efectos sobre la salud

La inhalación prolongada de dinitrotolueno causa dolor de cabeza, vértigo y fatiga; a las personas expuestas constantemente les puede producir palpitación, insomnio, temblores musculares y narcosis; estos síntomas llevan a una depresión del sistema nervioso central, lesión en el hígado, metahemoglobinemia y anemia.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

No hay información disponible al respecto.

Reglamentación y normas

Norma ACGIH: valor del límite umbral 1.5 mg/m³.

Norma MAK: valor del límite umbral 1.5 mg/m³ (epidermis).

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 0.13 mg/l

Medidas de protección personal

EL lugar de trabajo debe tener ventilación adecuada. Los trabajadores deben usar gafas protectoras, mascarillas con filtro mecánico. Se recomienda usar ropa impermeable cuando se va a tener exposición al líquido. Excluir de la exposición a los individuos con enfermedades del hígado.

Exposición ocupacional

En los dos principales estudios de exposición ocupacional de DNT, se observa una excreción de metabolitos después de terminar los trabajos de transporte del compuesto; también se encontraron cantidades variables de ácido 2,4-dinitrobenzónico excretado en la orina a exposiciones "normales".

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Trabajadores de síntesis de sustancias químicas orgánicas

Trabajadores de explosivos

Trabajadores de tintes o colorantes

HEPTACLORO

Resumen

El heptacloro es un plaguicida organoléptico. Junto con su metabolito activo, el epóxido del heptacloro es muy persistente en el ambiente. Cuando se administra oralmente a ratones ambas sustancias causan tumores al hígado. También tienen efectos mutagénicos. Estos químicos tienen un número de efectos reproductivos y teratogénicos, incluyendo el decremento del tamaño de las crías, la disminución del lapso de lactancia y el desarrollo de cataratas en los vástagos. La toxicidad aguda de el heptacloro y de su epóxido es muy alta. La exposición crónica provoca cambios en el hígado y puede causar daño al riñón. El heptacloro es también un tóxico fuerte para los peces y la vida salvaje.

Información adicional

El heptacloro en grado técnico es una mezcla compleja que contiene aproximadamente 72% de heptacloro y 28% de compuestos afines. Es una cera suave con un punto de fusión de 46-74 °C.

Fórmula química: $C_{10}H_5Cl_7$

Nombre IUPAC: 1,4,5,6,7,8,8-Heptacloro-3a,4,7,7a-tetrahidro-4,7-metano indeno

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 373.3 g/g mol

Punto de fusión: 95-96°C

Gravedad específica: 1.57-1.59 a 9°C

Solubilidad en el agua: 0.056 a 0.180 mg/litro a 25-29°C dependiendo del tamaño de la partícula

Solubilidad en compuestos orgánicos: Soluble en etanol, éter, benceno, acetona, tetracloruro de carbono, xileno, keroseno, ciclohexanona y ligroína.

Presión de vapor: 0.0003 mm Hg a 25°C

Transporte y destino

El heptacloro y su metabolito activo, el epóxido de heptacloro, son muy persistentes en el ambiente, impidiendo la descomposición química y biológica a sustancias inofensivas. La sorción de heptacloro en los sedimentos parece ser un proceso importante para la remoción del plaguicida en el agua, ya que la concentración residual en sedimentos es mayor que en el agua.

El heptacloro y el epóxido de heptacloro se ligan estrechamente a las partículas del suelo y persisten por años en el suelo después de su aplicación en la superficie. Sin embargo, el heptacloro aplicado como emulsificante concentrado se volatiliza más fácilmente que

cuando se aplica como una formulación granular. Algunos cultivos acumulan residuos de estos compuestos por absorción en los suelos.

Puede ocurrir el transporte atmosférico de vapores y partículas de polvo contaminadas a partir de los sitios aplicados con heptacloro. El heptacloro y su epóxido están dispersos en el aire, pero esto sucede generalmente a concentraciones bajas. Sin embargo, los niveles varían de acuerdo a la geografía y a la estación del año.

Efectos sobre la salud⁷

El heptacloro y el epóxido del heptacloro son carcinogénicos para el hígado de ratones cuando se les administra en forma oral. Los resultados de los bioensayos de mutagenicidad sugieren que estos compuestos pueden presentar también actividad genotóxica. Los efectos reproductivos y teratogénicos en ratas incluyen un pequeño decremento en tamaño, un período de vida corto para ratas lactantes y el desarrollo de cataratas en la descendencia.

Las pruebas con animales de laboratorio, principalmente roedores, demostraron efectos tóxicos crónicos y agudos debido a la exposición a heptacloro. Sin embargo, el heptacloro y el epóxido del heptacloro se absorben más fácilmente a través del sistema gastrointestinal, otras rutas posibles de exposición son la inhalación y el contacto con la piel. Una exposición aguda a través de diferentes vías puede causar el desarrollo de coágulos en las venas hepáticas, afectar el sistema nervioso central y causar la muerte. La exposición crónica provoca cambios en el hígado, afecta la actividad enzimática microsomal del hígado y origina el incremento en la mortalidad de la descendencia. El LD₅₀ oral en ratas es de 40 mg/kg para el heptacloro y de 47 mg/l para el epóxido del heptacloro.

Aún cuando existen reportes de la toxicidad aguda y crónica en humanos, que incluyen síntomas como son temblores, convulsiones, daños en los riñones, colapso respiratorio y la muerte, los detalles de tales episodios no están bien documentados. El epóxido de heptacloro se ha encontrado en muestras de tejido adiposo humano en gran porcentaje, así como también en muestras de leche materna, efectuándose una bioacumulación de heptacloro/epóxido del heptacloro. Este compuesto también se ha encontrado en los tejidos de los infantes que nacen muertos, lo cual indica que posee habilidad para atravesar la barrera placentaria y bioacumularse en el feto.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

El heptacloro es tóxico a bajas concentraciones en algunas especies de peces e invertebrados acuáticos. El epóxido de heptacloro aparece en los sistemas acuáticos como un producto secundario de las transformaciones del heptacloro, pero la capacidad de diferentes organismos ante los efectos de la epoxidación varía. Los valores agudos promedio para las especies de agua dulce se encuentran entre 0.9 y 78 µg/litro para invertebrados y entre 13.1 y 320 µg/litro para pescados. Una prueba del ciclo de vida realizado con peces pequeños que se usan como cebo proporcionó un valor crónico de 126 µg/litro y una relación aguda-crónica de 80 para estas especies. Los valores agudos promedio en agua salada varían de 0.04 a 194 µg/litro para una variedad de especies de peces e invertebrados

Un valor crónico de 1.58 $\mu\text{g}/\text{litro}$ y una relación aguda-crónica de 3.9 se reportan para los cebos de los sargos (pez teleosteo acantopterigio marino de color plateado con franjas transversales negras).

El heptacloro muestra una fuerte tendencia a la bioacumulación. Se puede concentrar a niveles miles de veces mayores que aquéllos que se encuentran en una variedad de organismos acuáticos en los alrededores del agua. Debido a esta tendencia de bioacumulación, la exposición crónica a niveles mayores de 0.004 $\mu\text{g}/\text{litro}$ se considera potencialmente nociva para la vida acuática. Sin embargo, este valor puede ser demasiado alto porque la concentración promedio en especies altas en lípidos será a niveles de acción FDA para consumo humano.

Residuos de heptacloro y epóxido de heptacloro se encuentran en una gran variedad de especies de animales domésticos y de vida salvaje, pero generalmente a niveles relativamente bajos. El empleo del heptacloro como abono para la semilla de granos de cereal se ha relacionado con la mortalidad entre pájaros granívoros y con el incremento de residuos en los tejidos de pájaros y mamíferos granívoros. También se encontraron residuos en aves pero no se ha establecido una relación casual con los efectos de toxicidad observados. El incremento en la mortalidad entre pájaros, mamíferos, pescados y especies acuáticas se reportaron en áreas que fueron tratadas con heptacloro. Los residuos de heptacloro y de epóxido de heptacloro se encuentran regularmente en la comida y en siembras de alimentos, carne, pescado, gallineros, productos lácteos y huevos. Los valores de LC_{50} orales para el heptacloro varían de 92 a 480 ppm en su dieta (alrededor de 20 mg/kg en peso del cuerpo) se refirieron para especies de pájaros silvestres

Reglamentación y normas

Criterios en calidad del agua (USEPA):

Vida acuática

Agua dulce:

Toxicidad crítica: 0.52 $\mu\text{g}/\text{litro}$

Toxicidad crónica: 0.0038 $\mu\text{g}/\text{litro}$

Agua salada:

Toxicidad crítica: 0.053 $\mu\text{g}/\text{litro}$

Toxicidad crónica: 0.0036 $\mu\text{g}/\text{litro}$

Salud humana

Se estima de los riesgos carcinogénicos asociados con la exposición de un tiempo de vida para varias concentraciones de heptacloro en agua:

Riesgo	Concentración
10^{-5}	2.78 ng/litro
10^{-6}	0.28 ng/litro
10^{-7}	0.028 ng/litro

Unidades de riesgo CAG (USEPA): $3.37 \text{ (mg/kg/día)}^{-1}$

Norma OSHA (piel): $0.5 \text{ mg/m}^3 \text{ TWA}$

Valor del límite umbral ACGIH: $0.5 \text{ mg/m}^3 \text{ TWA}$
 $2 \text{ mg/m}^3 \text{ STEL}$

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 0.008 mg/l

Medidas de protección personal

El heptacloro debe manejarse como carcinogénico con extrema precaución. Cuando sea posible, trabajar en sitios cerrados con extractores locales en el sitio de liberación química, si esto no es posible se deben usar respiradores. Utilizar ropa y guantes de protección, así como gafas a prueba de polvo. Lavar abundantemente después de una exposición al heptacloro y al final de la jornada de trabajo. Los trabajadores con ropa contaminada deben cambiarse inmediatamente. Tanto la ropa como el equipo de protección utilizados deben lavarse diariamente.

Exposición ocupacional

No hay información disponible al respecto.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

No hay información disponible al respecto.

HEXACLOROBENCENO

Resumen

El hexaclorobenceno es muy persistente en el ambiente y puede bioacumularse. Es carcinógeno en ratones, ratas y hamsters, causando en las tres especies tumoraciones en el hígado, tumores en el bazo y en la tiroides en los hamsters. Existe una evidencia errónea de que el hexaclorobenceno es teratogénico; efectos en la reproducción se han observado en ratas y monos. Los humanos que accidentalmente se han expuesto al hexaclorobenceno manifiestan numerosos efectos adversos incluyendo una extensión del hígado, síntomas reumáticos como la artritis y severos daños en la piel.

Información adicional

Fórmula química: C_6Cl_6

Nombre IUPAC: Hexaclorobenceno

Sinónimos importantes y nombres comerciales: HCB, perclorobenceno.

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 285 g/g mol

Punto de ebullición: 326°C

Punto de fusión: 230°C

Gravedad específica: 1.57 a 20°C

Solubilidad en agua: 10 µg/litro a 25°C

Solubilidad en compuestos orgánicos: Soluble en acetona, éter, benceno y cloroformo

Coefficiente de partición Log octanol/Agua: 6.18

Prestión de vapor: 1×10^{-15} mm de Hg a 20°C

Densidad de vapor: 918

Punto de inflamación: 242°C

Transporte y destino

El hexaclorobenceno (HCB) es persistente en el ambiente. Aún cuando tiene una presión de vapor baja se puede volatilizar debido a su escasa solubilidad y alto nivel de actividad en agua. El HCB tiene un elevado coeficiente de partición log octanol/agua, por lo que no se esperará que tenga una fácil movilidad en el suelo. También, su alta gravedad específica sugiere que probablemente se moviliza a través del suelo como una fase líquida no acuosa (NAPL) y no necesariamente en el agua subterránea.

El destino principal del hexaclorobenceno es la absorción momentánea en materiales orgánicos en suelo y sedimento. Aunque este enlace inmobilizará al HCB, no lo hará permanentemente, puede haber continuamente concentraciones de bajo nivel de HCB en los alrededores. Los organismos pueden bioacumular el HCB, ya que ocurre un bioaumento en

la cadena alimenticia. La degradación en el ambiente ocurre muy lentamente. Las dos posibles rutas de degradación son la fotólisis, que posiblemente se manifiesta por la presencia de materiales orgánicos fotosensibles en medio acuoso y la biodegradación por organismos terrestres y acuáticos.

Efectos sobre la salud

El hexaclorobenceno es carcinógeno en ratones, ratas y hamsters. En las tres especies se presentan tumoraciones en el hígado, además los tumores del bazo y de la tiroides se originaron en hamsters tratados por HCB (Cabral et al. 1977). Existe una evidencia errónea que sugiere que el HCB es teratogénico a altos niveles de dosis en ratas (Khera 1974) y ratones (Courtney et al. 1976). La adición de HCB a las dietas de ratas produce efectos adversos en la reproducción a 160 ppm (aproximadamente 10 mg/kg/día) o más (Grant et al. 1977). El HCB presenta también efectos adversos en la reproducción de monos (Iatropoulos et al. 1976). En la epidemia por intoxicación de HCB en Turquía, en la cual el intervalo de mortandad total entre las personas expuestas fue cercano al 10%, el 95% de los niños lactantes cuyas madres estuvieron expuestas al HCB murieron. Este incidente fue originado por el consumo de semillas que habían sido tratadas con fungicidas que contenían HCB, se afectaron más de 3 000 personas por infecciones de la piel, los individuos afectados presentaron reacciones severas en la piel, incluyendo fotosensibilidad, incremento en la pigmentación, escoriaciones profundas y atropía en la piel. Varios niños presentaron síntomas reumáticos como artritis y cerca de un tercio de las víctimas manifestaron una extensión del hígado (Courtney 1979). Al parecer el HCB tiene un efecto adverso en el sistema inmunológico en ratones y provoca la mezcla de las funciones de las enzimas oxidantes en el hígado.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

Se ha probado el hexaclorobenceno en algunos bioensayos acuáticos a corto plazo, pero no se observó toxicidad al límite de solubilidad del compuesto. Las codornices alimentadas con 20 ppm o más de HCB en su dieta para 90 días tuvieron un incremento en el peso del hígado y decreció el tamaño y el tiempo de incubación de sus huevos. Los cernícalos (aves de rapiña) alimentados con 20 a 80 ppm de HCB sufrieron daño histológico en sus hígados y riñones. Estudios de campo en depredadores y específicamente en pájaros que se alimentan de peces mostraron alguna correlación entre el incremento de los niveles de HCB y el incremento de la mortalidad, bajo índice de progenie e incremento en la porfiria. Sin embargo, otros contaminantes pudieron ser responsables de estos efectos.

Se observó una reducción en la reproducción de visón alimentado con 1, 5, o 25 ppm de HCB en su dieta (Bleavins et al. 1984). Los efectos involucraron un decremento en el tamaño de las crías, un incremento en la frecuencia de partos con productos muertos, un aumento en la mortalidad fetal y una disminución en el crecimiento postnatal.

Reglamentación y normas

Criterios en calidad de agua (USEPA):

Vida acuática

Los resultados disponibles no son adecuados para el establecimiento de un criterio.

Salud humana

Se estima que los riesgos carcinogénicos asociados con la exposición de un tiempo de vida para varias concentraciones de hexaclorobenceno en agua:

Riesgo	Concentración
10^{-5}	7.2 ng/litro
10^{-6}	0.72 ng/litro
10^{-7}	0.07 ng/litro

Unidad de riesgo CAG (USEPA): $1.67 \text{ (mg/kg/día)}^{-1}$

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 0.13 mg/litro

Medidas de protección

Buenas medidas preventivas son el uso de cremas, ropa protectora como guantes, botas y gafas protectoras resistentes a los compuestos químicos, así como una buena higiene personal. Se recomienda el uso de respiradores en áreas donde hay altas concentraciones de vapor. Evitar el contacto con la piel, ojos y boca. Excluir de la exposición a los individuos que padezcan del hígado y riñones. En cuanto a controles de ingeniería, se recomienda proporcionar un control adecuado de polvos y mantenerse por debajo del límite de exposición. Almacenar en áreas secas lejos de productos comestibles.

Exposición ocupacional

El benceno clorado se utiliza como intermediario en las tinturas y como disolvente. No se usa en la industria, pero sí como intermediario químico y en menor medida como insecticida y disolvente.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Fabricantes y manipuladores de insecticidas
Fumigadores
Sintetizadores de sustancias químicas orgánicas
Químicos

HEXACLOROBUTADIENO

Resumen

La exposición al hexaclorobutadieno puede causar severos daños a los riñones y al hígado, puede afectar la respiración y pasar a través de la piel, provocando irritación y quemaduras; el contacto prolongado puede ser carcinógeno sobre todo para las manos. Puede ser teratógeno.

Fórmula química: C_4Cl_6
Sinónimos: Perclorobutadieno

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 261.24 g/gmol
Punto de fusión: $-21^{\circ}C$
Punto de ebullición: $212^{\circ}C$
Densidad de vapor: 0.3 mm Hg a $77^{\circ}C$
Insoluble en agua
Soluble en alcohol y éter

Transporte y destino

No hay información disponible al respecto.

Efectos sobre la salud

El contacto directo puede irritar y quemar la piel y los ojos. La exposición a altas concentraciones daña los riñones y también el hígado. El hexaclorobutadieno puede tener potencial para causar daño en la reproducción humana y el desarrollo fetal, las mujeres expuestas al compuesto deben tener cuidado al manipular dicha sustancia. Puede ser un carcinógeno en los humanos, se informó que causa cáncer en los riñones de animales.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

No hay información disponible al respecto.

Reglamentación y normas

Norma ACGIH: Límite de exposición recomendada; 0.02 ppm promedio en 8 horas de trabajo. No se pueden establecer concentraciones de exposición a un carcinógeno.

Medidas de protección

Los trabajadores que pudieran contaminar sus ropas con hexaclorobutadieno deben cambiarse rápidamente. No llevar ropa contaminada a casa porque los miembros de la familia podrían ser expuestos.

La ropa contaminada se debe lavar por individuos que tengan información de la exposición al compuesto. Es importante que los trabajadores que manipulan el hexaclorobutadieno no coman, fumen o beban en el lugar de trabajo, se deben lavar las manos perfectamente antes de comer o fumar. Al manipular el hexaclorobutadieno se recomienda usar protector de ojos y guantes resistentes a los solventes, así como equipo de respiración autónoma. Si por accidente cae hexaclorobutadieno a la piel o a los ojos lavar con agua en abundancia y vigorosamente hasta eliminarlo.

Exposición ocupacional

No hay información disponible al respecto.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

No hay información disponible al respecto.

HEXACLOROCICLOHEXANO

Resumen

El hexaclorociclohexano (HCH) tiene cuatro isómeros, alfa, beta, gamma y delta de los cuales el isómero gamma (lindano) es comúnmente el más activo. El HCH es bastante persistente en el ambiente. Tres de estos isómeros causaron tumores en el hígado de ratones cuando se administran separadamente. La exposición al lindano disminuye el número de cachorros vivos en perras preñadas. El lindano es bastante tóxico para la vida acuática.

Información adicional

La siguiente información puede aplicarse a todos los isómeros del HCH a menos que se especifique alguno de ellos.

Fórmula química: $C_6H_6Cl_6$

Nombre IUPAC: 1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano

Sinónimos y nombres comerciales: hexacloruro de benceno, HCH, lindano (gamma HCH).

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 290.82 g/g mol

Punto de fusión: alfa-HCH: 158°C

beta-HCH: 310°C

gamma-HCH: 112°C

delta-HCH: 138°C

HCH grado técnico: 65°C

Solubilidad en agua: alfa-HCH: 10 mg/litro

beta-HCH: 5 mg/litro

gamma-HCH: 10 mg/litro

delta-HCH: 10 mg/litro

HCH grado técnico: 10-32 mg/litro

Coefficiente de partición Log octanol/agua: 3.8

Presión de vapor: alfa-HCH: 2.5×10^{-5} mm Hg a 20°C

beta-HCH: 2.8×10^{-7} mm Hg a 20°C

gamma-HCH: 2.0×10^{-4} mm Hg a 20°C

delta-HCH: 1.7×10^{-5} mm Hg a 20°C

Transporte y destino

En general, el transporte y destino de los isómeros de hexaclorociclohexano son similares y se consideran como un grupo para su discusión. Los principales procesos de transporte y destino para el hexaclorociclohexano en sistemas acuáticos son adsorción en partículas orgánicas, el transporte en sedimentos anaerobios y la biodegradación por organismos anaerobios. La volatilización puede ser en algunos casos importante en ambientes acuáticos y es probablemente el principal proceso de transporte en suelos. Es importante señalar, que la biodegradación del hexaclorociclohexano se produce de manera similar al pentaclorociclohexano, a tetraclorobenceno y al triclorofenol, y la destoxificación no se lleva a cabo completamente. Se ha demostrado que el lindano es bastante persistente cuando se aplica al suelo, más del 10% de una muestra aplicada permanece después de 10 años.

Efectos sobre la salud

Los isómeros alfa, beta y gamma del hexaclorociclohexano se ha comprobado que causan tumores en el hígado de ratones pero no en otras especies de prueba. No se ha comprobado completamente que el HCH pueda ser mutagénico. No se ha comprobado que los isómeros alfa, beta y delta, sean teratogénicos o con un potencial toxicológico reproductivo. El lindano no es teratogénico, pero dos estudios han demostrado la reducción en el número de crías vivas (Earl et al. 1973). El alfa-HCH causa lesiones en el hígado de animales de prueba a dosis bajas, éstas inducen tumores. El lindano se relaciona con el desarrollo de anemia aplásica en humanos (West 1967).

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

El lindano (gamma-HCH) es responsable de la eficiencia del hexaclorociclohexano, como un insecticida y es generalmente más tóxico que los otros isómeros o el HCH grado técnico. En realidad la presencia de los otros isómeros de HCH decrecen la toxicidad del lindano en organismos acuáticos, por sus efectos antagónicos o por la baja solubilidad de los compuestos químicos. Sin embargo, la toxicidad del lindano y HCH son diferentes.

El lindano es un tóxico peligroso en peces de agua dulce con un intervalo de LC_{50} de 2 $\mu\text{g/litro}$ a 141 $\mu\text{g/litro}$; y en peces marinos los niveles se encuentran entre 7.3 $\mu\text{g/litro}$ a 104 $\mu\text{g/litro}$. El lindano tiene efectos tóxicos para el camarón rosa a 0.17 $\mu\text{g/litro}$. Los efectos crónicos agudos para el lindano se encuentran en el intervalo de 7.5 a 63, pero el valor crónico final para la protección de especies de agua dulce se determinó como 0.08 $\mu\text{g/litro}$. Los organismos acuáticos presentan bioacumulación entre 100 y 500 veces más que la concentración del lindano que se encuentra en el agua.

El hexaclorociclohexano grado técnico es mucho menos tóxico que el lindano, con una toxicidad aguda que está en el intervalo de 100 $\mu\text{g/litro}$ a 15 000 $\mu\text{g/litro}$ para peces de agua dulce. Los datos para especies de agua salada también indican que este compuesto de grado técnico fue menos tóxico. No hay información disponible para la toxicidad crónica del HCH, así como no se ha determinado el factor de bioacumulación, pero probablemente es similar al del lindano.

No se han encontrado en la literatura estudios sobre la toxicidad de los isómeros del HCH para animales terrestres o domésticos. Sin embargo, en los ratones campestres del Canal del Amor ha disminuido su tiempo de vida media y su capacidad reproductiva, cuando se han encontrado niveles altos de lindano en sus hígados (Rowley et al. 1983).

Reglamentación y normas

Criterios de calidad del ambiente acuático (USEPA):

Vida acuática

Hexaclorociclohexano mezcla

Los datos no son adecuados para establecer criterios para el hexaclorociclohexano mezcla. Sin embargo, La EPA informa de valores bajos conocidos en organismos acuáticos.

Agua dulce:

Toxicidad crítica: 100 $\mu\text{g/litro}$
Toxicidad crónica: no hay dato disponible

Agua salada:

Toxicidad crítica: 0.34 $\mu\text{g/litro}$
Toxicidad crónica: no hay dato disponible

Lindano (gamma-HCH)

Agua dulce:

Toxicidad crítica: 2.0 $\mu\text{g/litro}$
Toxicidad crónica: 0.08 $\mu\text{g/litro}$

Agua salada:

Toxicidad crítica: 0.16 $\mu\text{g/litro}$
Toxicidad crónica: No hay datos disponibles

Salud Humana

Los valores estimados para el riesgo carcinogénico asociado con el tiempo de exposición para varias concentraciones de los isómeros del HCH en agua son:

	Alfa HCH	Beta HCH	Gamma HCH	HCH grado técnico
Riesgo	Concentración	Concentración	Concentración	Concentración
10 ⁻⁵	92 ng/litro	163 ng/litro	186 ng/litro	123 ng/litro
10 ⁻⁶	9.2 ng/litro	16.3 ng/litro	18.6 ng/litro	12.3 ng/litro
10 ⁻⁷	0.9 ng/litro	1.63 ng/litro	1.86 ng/litro	1.23 ng/litro

Reglamentación interina primaria para agua potable: Gamma-HCH: 0.004 mg/litro.

Unidades de riesgo CAG (USEPA): Alfa-HCH: 11.1 (mg/kg/día)⁻¹
 Beta-HCH: 1.84 (mg/kg/día)⁻¹
 Gamma-HCH: 1.33 (mg/kg/día)⁻¹
 HCH-grado técnico: 4.75 (mg/kg/día)⁻¹

Norma OSHA (aire): gamma-HCH: 500 µg/m³ TWA

Medidas de protección personal

Es aconsejable el uso de ropa que proteja todo el cuerpo. En caso de contacto se sugiere lavado de ojos con agua, lavado con agua y jabón de las partes contaminadas del cuerpo y lavado gástrico, si se ha ingerido.

Exposición ocupacional

Los trabajadores más expuestos a este compuesto son los que laboran en fábricas de insecticidas, así como también los fumigadores.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Fabricantes de insecticidas
 Fumigadores

HEXACLOROETANO

Resumen

El hexacloroetano produce tumores en el hígado de los ratones cuando se les suministra mediante un régimen de administración forzada. Causa efectos adversos sobre el sistema nervioso central y alteraciones hepáticas; y en los animales estudiados, ocasiona daños renales cuando las dosis son altas.

Fórmula química: C_2Cl_6

Nombre IUPAC: Hexacloroetano

Sinónimos importantes y nombres comerciales: Hexacloruro de etileno, hexacloroetileno, hexacloruro de carbono

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 237 g/g mol

Punto de ebullición: 187°C (sublima)

Punto de fusión: 187°C (sublima)

Gravedad específica: 2.09

Solubilidad en el agua: 50 mg/litro

Solubilidad en orgánicos: Soluble en alcohol, benceno, cloroformo y éter

Coefficiente de partición Log octanol/ Agua: 3.34

Presión de vapor: 0.4 mm de Hg a 20°C

Transporte y destino

El hexacloroetano es relativamente persistente en el ambiente. La volatilización, puede ser un proceso de transporte importante pero es probable que ocurra lentamente en aguas naturales. El alto coeficiente de partición log octanol/agua del hexacloroetano sugiere que se adsorbe en los compuestos orgánicos en el suelo y sedimentos y que puede ser bioacumulado. Es muy improbable que la biodegradación sea un proceso de destino importante.

Efectos sobre la salud

Existe una evidencia limitada de que el hexacloroetano sea carcinogénico en animales experimentales. En un estudio del Instituto del Cáncer de Estados Unidos, el hexacloroetano administrado por alimentación forzada produjo tumores malignos de hígado en ratones machos y ratones hembras. No causó un incremento estadísticamente importante de tumores en ratas Osborne-Mendel, pero algunos tumores renales extraños se desarrollaron. No se han presentado pruebas por la mutagenicidad del hexacloroetano. Se observaron crías de tamaño reducido después de una administración oral de 5 500 mg/kg en ratas gestantes.

El efecto principal del hexacloroetano se presenta en el sistema nervioso central. Dosis orales de 1-1.4 g/kg causan debilidad. Produce vértigos y tirones en los músculos en perros. Se informaron de alteraciones hepáticas y daños renales al realizar varios experimentos. El valor oral LD₅₀ para ratas fue de 4 460 mg/kg. El valor dermal LD₅₀ para conejos fue mayor de 32 000 mg/kg.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

El hexacloroetano se deposita en los animales obesos, y se esperaría algo de bioacumulación en los animales mayores de la cadena alimenticia.

El valor de LC₅₀ de 48 horas para *Daphnia magna* es de 8 070 µg/litro y para la larva enana, *Tanytarsus dissimilis*, es de 1 700 µg/litro. El valor estático de LC₅₀ de 96 horas es 980 µg/litro para el pez de branquia azul y la trucha arcoiris, y es de 2400 µg/litro para el pez sargo. En pruebas embrio-larvales del pez lerdo, el valor de toxicidad crónica que se refirió fue de 540 µg/litro.

Reglamentación y normas

Criterios en calidad del agua (USEPA):

Vida acuática:

Los resultados disponibles no son los adecuados para establecer un criterio.

Salud humana:

Se estima que los riesgos carcinogénicos asociados con la exposición de tiempo de vida para varias concentraciones de hexacloroetano en agua son:

Criterio

Riesgo	Concentración
10 ⁻⁵	19 µg/litro
10 ⁻⁶	1.9 µg/litro
10 ⁻⁷	0.19 µg/litro

Unidad de riesgo CAG (USEPA): 1.4x10⁻² (mg/kg/día)⁻¹

Norma OSHA (epidermis): 10 mg/m³ TWA

Valor del límite umbral ACGIH: 100 mg/m³ TWA

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 3.0 mg/l

Medidas de protección

Generales: Aislar el área de peligro, mantenerse contra el viento, mantener a las personas innecesarias alejadas.

Ropa de protección: Utilizar equipo de respiración autónoma y ropa de protección.

Exposición Ocupacional

No hay información disponible al respecto.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

No hay información disponible al respecto.

ISOBUTANOL

Resumen

Un estudio muestra que las ratas inyectadas por vía subcutánea con alcohol isobutílico desarrollaron tumores renales y gastrointestinales. A altas concentraciones inhibe al sistema nervioso central e irrita la piel, ojos y garganta en animales y humanos. También se ha reportado que en ratones expuestos a altas concentraciones de este compuesto se presentan alteraciones leves en el hígado y los riñones.

Fórmula química: $\text{CH}_3\text{CHCH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Nombre IUPAC: 2-Metil propanol

Sinónimos importantes y nombres comerciales: Isobutanol

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 74 g/g mol

Punto de ebullición: 108°C

Punto de fusión: -108°C

Gravedad específica: 0.805 a 20°C

Solubilidad en agua: 95000 mg/litro a 18°C

Solubilidad en sustancias orgánicas: Soluble en alcohol y éter

Coefficiente de partición Log octanol/Agua: 1.0 (calculada)

Transporte y destino

En las fuentes revisadas no se encontró información sobre el transporte y destino del alcohol isobutílico. Sin embargo, los procesos de transporte y destino se pueden determinar basándose en las reacciones generales de los alcoholes y en las propiedades físicas y químicas de este compuesto.

Los alcoholes son altamente solubles en agua, por lo tanto no son muy volátiles, aunque se puede presentar poca evaporación. El proceso de oxidación es probablemente un destino importante tanto para aguas superficiales como para la atmósfera. En el suelo el alcohol isobutílico puede ser biodegradado por microorganismos del suelo.

Efectos sobre la salud

Aunque la evidencia muestra que el alcohol isobutílico es un agente tumorogénico, cuando se administra a ratas por vía oral resulta equívoca; este compuesto es carcinogénico cuando se inyecta por vía subcutánea produciendo tumores en el hígado y gastrointestinales. Se ha dictaminado que el alcohol isobutílico causa mutaciones de tipo A en *Escherichia coli* y efectos citogénicos en *Saccharomyces cerevisiae*. No se han detectado efectos reproductivos o teratogénicos.

El alcohol isobutílico a altas concentraciones destruye el sistema nervioso central en animales y hombres. Otros síntomas de una exposición excesiva es la irritación de los ojos y garganta, formación de vacuolas en la capa superficial de la córnea, y pérdida del apetito. Una aplicación directa de alcohol isobutílico irrita la piel, causa eritema e hiperemia. Una dosis de 19 370 mg/m³ inhalada por 136 horas tiene efectos narcóticos en ratones y causa alteraciones leves en hígado y riñones. El valor oral de LD₅₀ para ratas es de 2.46 g/kg, mientras que el LD₅₀ dérmico para conejos es 4.24 g/kg.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

Hay poca información disponible para los efectos del alcohol isobutílico en el medio ambiente. La inhibición de la división de las células ocurre a 280 mg/litro para las bacterias *Pseudomonas patida* y a 290 mg/litro para el alga *Microcystis aeruginosa*.

Reglamentación y normas

Normas OSHA (aire): 300 mg/m³ TWA

Valores del límite umbral ACGIH: 150 mg/m³ TWA
225 mg/m³ STEL

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 36 mg/l

Medidas de protección personal

En caso de que en el área de trabajo no existan los métodos de control de ingeniería como es la ventilación mecánica, se requiere entonces usar equipo de protección personal, incluyendo máscaras de respiración autónoma, purificadores de aire, máscaras con filtros de vapores orgánicos. Usar lentes de protección y máscaras de seguridad, guantes, botas y ropa de protección y/o ropa de protección resistente.

Se debe contar con lugares en los que se puedan lavar fácilmente los ojos así como también regaderas en las áreas de trabajo.

Generales: Aislar el área de peligro, mantenerse contra el viento, mantener a las personas innecesarias alejadas, mantenerse a distancia de las áreas bajas.

Exposición Ocupacional

Se utiliza como solvente en pinturas y lacas, como removedor de pinturas, intermediario para algunas resinas, se emplea en las determinaciones fluorométricas y en la cromatografía líquida, se usa en la síntesis de concentrados de saborizantes de frutas.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Pintores

Fabricantes de resinas

Químicos

MERCURIO

Resumen

Ambas formas del mercurio, la orgánica y la inorgánica, son referidas como teratogénicas y embriotóxicas en animales experimentales. En humanos, la exposición prenatal al metilmercurio ha sido asociado con daño cerebral. Otros órganos expuestos para los compuestos orgánicos del mercurio en los humanos son el sistema nervioso central y periférico y el riñón. En los animales los efectos tóxicos también ocurren en el hígado, corazón, gónadas, páncreas y tracto gastrointestinal. El mercurio inorgánico es generalmente un tóxico menos agudo que los compuestos orgánicos del mercurio, pero afecta al sistema nervioso central adversamente.

Información adicional

Varias formas del mercurio, incluyendo el mercurio insoluble elemental, especies inorgánicas, y especies orgánicas, pueden existir en el medio ambiente. En general las sales mercuricas (+1) son mucho menos solubles que la forma más comúnmente encontrada, las sales mercúricas (+2). El mercurio también forma muchos complejos orgánicos estables que son generalmente mucho más solubles en líquidos orgánicos que en agua. La naturaleza y solubilidad de las especies químicas que están presentes en el sistema ambiental dependen de su potencial redox y del pH del medio ambiente.

Fórmula química: Hg
Nombre IUPAC: Mercurio

Propiedades físicas y químicas

Peso atómico: 200.59 g/g mol
Punto de ebullición: 356.58°C
Punto de fusión: -38.87°C
Gravedad específica: 13.5939 a 20°C
Solubilidad en agua: 81.3 µg/litro a 30°C; algunas sales y compuestos orgánicos son solubles.
Solubilidad en orgánicos: Depende de la especie química.
Presión de vapor: 0.0012 mm de Hg a 20°C

Transporte y destino

El mercurio y algunos de sus compuestos, incluyendo varias especies inorgánicas y el dimetilmercurio, pueden volatilizarse a la atmósfera de fuentes acuáticas y terrestres. La volatilización se reduce por conversión de mercurio metálico a especies complejas y por la deposición de HgS en sedimentos reductores, pero aún así el transporte atmosférico es la mejor vía de distribución ambiental para el mercurio. La precipitación es el mecanismo primario para la remoción del mercurio de la atmósfera. La fotólisis es importante en la

interrupción del transporte aéreo de mercurio y puede ser importante en algunos sistemas acuáticos. La adsorción en los lechos suspendidos y en lechos sedimentados es probablemente el proceso más importante para determinar el destino del mercurio en el ambiente acuático. La sorción es más fuerte en los materiales orgánicos. El mercurio en suelos se presenta generalmente como compuestos orgánicos complejos.

Virtualmente cualquier compuesto del mercurio puede removerse en sistemas acuáticos por conversión microbiana a las formas metil y dimetil. Las condiciones referidas para mejorar la biometilación incluyen grandes cantidades de mercurio disponible, un gran número de bacterias, la ausencia de agentes complejantes fuertes, un pH casi neutro, altas temperaturas, y ambientes moderadamente aerobios. El mercurio bioacumula fácilmente por numerosos mecanismos. El metilmercurio es la forma más rápidamente acumulable y retenida del mercurio en la biota acuática, y algunas veces se introduce en sistemas biológicos en donde es muy difícil de eliminar.

Efectos sobre la salud

Cuando se administra mercurio metálico por inyección intraperitoneal produce la implantación de sarcomas en ratas. En ningún estudio se encontraron conexiones con la exposición de mercurio y efectos carcinogénicos en animales o humanos. Varios compuestos de mercurio muestran una variedad de efectos genotóxicos en eucariotes. En general, los compuestos orgánicos de mercurio son más tóxicos que los compuestos inorgánicos. Sin embargo, el daño cerebral debido a la exposición prenatal al metilmercurio ha ocurrido en poblaciones humanas. Ninguna evidencia concluyente está disponible para sugerir que el mercurio causa defectos anatómicos en humanos. La embriotoxicidad y la teratogenicidad del metilmercurio han sido estudiadas para una variedad de animales experimentales. El cloruro mercúrico es referido como teratogénico en animales experimentales. No hay resultados concernientes a los efectos teratogénicos del vapor de mercurio.

En humanos, los compuestos de alquilvercurio pasan a través de la sangre de la barrera sanguínea cerebral y la placenta muy rápidamente, en contraste a los compuestos inorgánicos del mercurio. Los órganos más susceptibles son el sistema nervioso central y periférico y el riñón. El metilmercurio es particularmente peligroso porque es difícil que se elimine del cuerpo. En animales experimentales, los compuestos orgánicos del mercurio pueden producir efectos tóxicos en el tracto gastrointestinal, páncreas, hígado, corazón y gónadas, involucrando los sistemas endócrino, inmunológico y el sistema nervioso central.

El mercurio elemental no es muy tóxico como un veneno agudo. Sin embargo, la inhalación de altas concentraciones de vapor de mercurio pueden causar pneumonitis, bronquitis, dolores de tórax, disnea, tos, estomatitis, gingivitis, salivación y diarrea. Se producen además dolores musculares, trastornos visuales y auditivos, confusión mental y parestesias. Las sales mercúricas solubles son altamente venenosas en ingestión, con valores orales determinados para una LD₅₀ de 20 a 60 mg/kg. Los compuestos mercuriosos son menos tóxicos cuando se administran oralmente. Una exposición aguda a los compuestos del mercurio a altas concentraciones causa una variedad de síntomas gastrointestinales y severa anuria con uremia. Signos y síntomas asociados con una exposición crónica envuelven al sistema nervioso central e incluyen disturbios neurológicos y de conducta.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

La toxicidad en los compuestos del mercurio ha sido probada en una gran variedad de organismos acuáticos. Aunque el metilmercurio parece ser una de las sales inorgánicas del mercurio más tóxicas, pocas pruebas de toxicidad crónica o crítica lo han demostrado. Entre las especies de agua dulce, los valores de LC_{50} a 96 horas para sales de mercurio inorgánicas están en un intervalo de $0.02 \mu\text{g/litro}$ para cangrejos a $2000 \mu\text{g/litro}$ para larvas de frigateo. Los valores críticos para los compuestos de metilmercurio y otros compuestos de mercurio solamente están disponibles para peces. En truchas arcoiris, el cloruro metilmercurio es cerca de 10 veces más tóxico que el cloruro de mercurio; el cual es críticamente tóxico en cerca de $300 \mu\text{g/litro}$ a 10°C . El metilmercurio es el tóxico más crónico de los compuestos probados, con valores crónicos para *Daphnia magna* y trucha de río de 1.00 y $0.52 \mu\text{g/litro}$, respectivamente. La relación crónica-aguda para *Daphnia magna* es de 3.2.

Los valores agudos medios para especies de agua salada están en el intervalo de 3.5 a $1680 \mu\text{g/litro}$. En general, los moluscos y crustáceos son más sensitivos que los peces a los efectos tóxicos críticos del mercurio. Un experimento de ciclo de vida con camarones mostró que el mercurio inorgánico a una concentración de $1.6 \mu\text{g/litro}$ influía significativamente a la aparición de su primer cría, el tiempo de su primera gestación y su productividad. La relación crónica-aguda para los camarones es de 2.9.

Una exposición crónica dietética en pollos al cloruro de mercurio en niveles inhibitorios del crecimiento, suprimen la inmunidad con un efecto de reducción diferencial sobre la inmunoglobulina específica.

Reglamentación y normas

Criterios en calidad del agua (USEPA):

Vida acuática (Criterios propuestos)

Agua dulce:

Toxicidad crítica: $1.1 \mu\text{g/litro}$

Toxicidad crónica: $0.20 \mu\text{g/litro}$

Agua salada:

Toxicidad crítica: $1.9 \mu\text{g/litro}$

Toxicidad crónica: $0.10 \mu\text{g/litro}$

Salud humana:

Criterio: 144 ng/litro

Norma recomendada por NIOSH: $0.05 \text{ mg/m}^3 \text{ TWA}$ (Mercurio inorgánico)

Norma OSHA: 0.1 mg/m^3 nivel máximo

Valor del límite umbral ACGIH:

0.01 mg/m³ TWA (Compuestos alquílicos)

0.03 mg/m³ STEL (Compuestos alquílicos)

0.05 mg/m³ TWA (Vapor)

0.1 mg/m³ TWA (Compuestos inorgánicos y arílicos)

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 0.2 mg/l

Norma Técnica Ecológica Mexicana para agua potable: 0.001 mg/l

Medidas de protección personal

En áreas donde la exposición es excesiva debe proveerse protección respiratoria, ya sea con máscara con filtro y recubrimiento facial completo, o con respirador de línea de aire, según la concentración de los humos de mercurio. Por encima de 50 mg de Hg/m³ de aire se requiere el uso de respiradores con línea de aire con presión positiva y con recubrimiento facial completo. Debe proporcionarse ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, así como calzado y protección de calzado y cascos, además de ropa limpia de trabajo todos los días. Deben existir instalaciones sanitarias y todos los trabajadores deben bañarse antes de vestir ropa de calle. La ropa de trabajo no puede guardarse en el mismo lugar que la ropa de calle. No deben ingerirse alimentos en las áreas de trabajo.

Exposición ocupacional

El elemento y los compuestos inorgánicos del mercurio se usan en la manufactura de instrumentos científicos (barómetros, termómetros, etc.), equipos eléctricos (medidores, interruptores, baterías, rectificadores, etc.), lámparas de vapor de mercurio, lámparas eléctricas incandescentes, tubos de rayos X, seda artificial, válvulas de radio, amalgamas con cobre, estaño, plata y oro y soldaduras con plomo y estaño. La industria química utiliza el mercurio como un fluido catódico para la producción electrolítica de sosa cáustica (hidróxido de sodio), cloro y ácido acético. Se usa también en el enchapado con oro, plata, bronce y estaño; en la curtiduría y la industria de la tinción; en la manufactura de fieltro; en taxidermia; en la manufactura textil; en la fotografía y en fotograbado en oro y plata y sus minerales; en pinturas y pigmentos; en la preparación de fármacos y desinfectantes; en la industria farmacéutica y como reactivo químico.

Los compuestos arilos de mercurio como el fenil mercurio se usan sobre todo como desinfectantes, fungicidas para el tratamiento de malezas, antisépticos, herbicidas, preservadores, agentes contra el tizón, desnaturalizantes del alcohol etílico, germicidas y bactericidas.

La exposición peligrosa puede presentarse durante la extracción del mercurio y en la utilización de sus compuestos. El mercurio elemental se volatiliza fácilmente a la temperatura ambiente.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

Extractores de oro
Fabricantes de amalgamas
Fabricantes de amalgamas dentales
Fabricantes de bactericidas
Fabricantes de baterías
Fabricantes de fungicidas
Fabricantes de papel
Fabricantes de sosa cáustica
Fotógrafos
Joyereros
Taxidermistas

METOXICLORO

Resumen

El metoxicloro se utiliza como insecticida. La exposición por inhalación o ingestión causa dolor de cabeza, vértigos, náuseas; La exposición prolongada puede dañar los riñones. Puede ser mutagénico y carcinogénico. Los vapores de cloro son altamente tóxicos.

Fórmula química: $C_{16}H_{15}Cl_3O_2$

Nombre IUPAC: 1,1,1-Tricloro-2,2-Bis; (p-Metoxifenil) etano

Sinónimos: DMDT, Dimetoxi-DDT, 1,1-(2,2-tricloroetilideno) bis(4-metoxibenceno), p,p -Dimetoxidifenil Tricloroetano, p.p -"Metoxicloro".

Propiedades físicas y químicas

Peso molecular: 345.52 g/g mol

Es un compuesto que se presenta en cristales blancos.

Se descompone abajo del punto de ebullición.

Punto de fusión: 89°C

Densidad de vapor: 12

Insoluble en agua

Soluble en alcohol

Transporte y destino

No hay información disponible al respecto.

Efectos sobre la salud

El metoxicloro se puede absorber mediante inhalación, ingestión o por vía dérmica. Es un estimulante del sistema nervioso central. Los signos y síntomas que se presentan al absorberlo son dolores de cabeza, alergias, vértigos, náuseas y vómitos, letargo, convulsiones y puede llegar a presentarse coma. La exposición prolongada puede causar daño al hígado; los vapores emitidos por la descomposición del compuesto son altamente tóxicos. En animales de experimentación se ha observado que es un inequívoco agente carcinogénico, mutagénico y puede originar tumoraciones.

Las pruebas de diagnóstico que se deben hacer para determinar la presencia del Metoxicloro son: análisis de tejidos, biopsia del tejido graso para las determinaciones de metoxicloro en las supuestas intoxicaciones crónicas.

Toxicidad en animales domésticos y silvestres

No hay información disponible al respecto.

Reglamentación y normas

Concentración máxima permisible: 15 mg/ m³ en aire. (Norma OSHA)

Norma ACGIH: 10 mg/m³

Norma Técnica Ecológica Mexicana: 10 mg/l

Medidas de protección personal

Generales: Aislar el área de peligro, mantenerse contra el viento, mantener a las personas innecesarias alejadas, mantenerse alejado de las áreas bajas.

Ropa de protección: Utilizar mascarilla de respiración autónoma y ropa de protección especial.

Medidas preventivas: Una ventilación adecuada, gafas protectoras, mascarilla con filtro mecánico, batas protectoras, guantes y delantales de neopreno.

Exposición Ocupacional

No hay información disponible al respecto.

Lista parcial de ocupaciones con riesgo de exposición

No hay información disponible al respecto.