

4.7

Benceno

- 4.7.1 IDENTIDAD DE LA SUSTANCIA QUÍMICA
 - 4.7.1.1 SINONIMOS
 - 4.7.1.2 DESCRIPCION
 - 4.7.1.3 COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES
 - 4.7.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS
 - 4.7.1.5 PROPIEDADES QUÍMICAS
 - 4.7.1.5.1 Incompatibilidades
- 4.7.2 PRODUCCION, APLICACIONES Y USOS
 - 4.7.2.1 PRODUCCION
 - 4.7.2.2 APLICACIONES Y USOS
- 4.7.3 EFECTOS SOBRE LA SALUD
 - 4.7.3.1 INHALACION
 - 4.7.3.2 CONTACTO CON PIEL / OJOS
 - 4.7.3.3 INGESTION
 - 4.7.3.4 EFECTOS CRÓNICOS
 - 4.7.3.5 EFECTOS SISTÉMICOS
- 4.7.4 INFORMACIÓN TOXICOLOGICA
- 4.7.5 RESPUESTA A ACCIDENTES
 - 4.7.5.1 PRIMEROS AUXILIOS
 - 4.7.5.1.1 Exposición en Ojos
 - 4.7.5.1.2 Exposición en la piel
 - 4.7.5.1.3 Inhalación
 - 4.7.5.1.4 Ingestión
 - 4.7.5.1.5 Rescate
 - 4.7.5.2 INCENDIOS
 - 4.7.5.3 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DERRAMES O FUGAS
- 4.7.6 NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

4.7.7 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

4.7.7.1 PROTECCIÓN RESPIRATORIA

4.7.8 CONDICIONES PARA MANEJO Y ALMACENAMIENTO SEGURO ORIENTADAS A DISMINUIR EL RIESGO A LA SALUD HUMANA

4.7.8.1 FRASES DE SEGURIDAD

4.7.8.2 ALMACENAMIENTO

4.7.9 USOS Y CONTROLES

4.7.10 COMPORTAMIENTO EN EL AMBIENTE

4.7.10.1 AIRE

4.7.10.2 AGUA

4.7.10.3 SUELO

4.7.11 ECOTOXICIDAD

4.7.12 LINEAMIENTOS DE GESTION AMBIENTAL PARA SU DISPOSICION

4.7.13 BIBLIOGRAFÍA

4.7.1 IDENTIDAD DE LA SUSTANCIA QUÍMICA ^(2, 5, 7, 8)

Fórmula Molecular: C₆H₆

Estructura Molecular:



CAS: 71-43-2

Número UN: 1114

Clase de Riesgo Primario UN: 3

4.7.1.1 SINÓNIMOS ^(1, 5)

Benzol; Nafta de Carbón; Ciclohexatrieno; Pirobenzol; Hidruro de Fenilo; Benzene (Inglés); Benzolo (Italiano).

4.7.1.2 DESCRIPCIÓN ^(3, 5, 6)

A temperatura ambiente, el Benceno es un líquido incoloro o amarillo claro con olor dulce y aromático. Es altamente inflamable. Se volatiliza muy rápido en el aire y se disuelve poco en agua por sus características no polares, aunque es muy soluble en la mayoría de solventes orgánicos. Debido a su volatilidad, puede esparcirse por el aire hasta cualquier fuente de ignición distante.

El Benceno está presente en el aire, agua y suelo, y como su densidad es menor a la del agua, en medio acuático, permanece en la superficie de ésta. El Benceno que se encuentra en el ambiente proviene tanto de procesos naturales como de actividades humanas. Las fuentes naturales incluyen volcanes e incendios forestales; el Benceno también es componente natural del petróleo crudo y la gasolina además del humo de cigarrillos. La mayoría de las personas pueden percibir el olor del Benceno en el aire a concentraciones de 1.5 – 4.7 ppm y percibir su sabor en el agua a 0.5 – 4.5 ppm.

4.7.1.3 COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES

El Benceno comercial 535 refinado es libre de sulfuro de hidrógeno y dióxido de azufre, pero contiene un máximo de 1 ppm de tiofeno y un máximo de 0.15% de no aromáticos. El Benceno de grado de nitración es libre de sulfuro de hidrógeno y dióxido de azufre. También se encuentra disponible comercialmente libre de tiofeno, 99% molar, 99.94% molar y de calidad de nanogrado ⁽⁵⁾.

4.7.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS ^(5, 6, 7, 8, 10)

Tabla 25. Propiedades físicas del Benceno

PROPIEDAD	VALOR
Peso Molecular (g/mol)	78,11
Estado Físico	Líquido
Punto de Ebullición (°C)	5,5
Punto de Fusión (°C)	80,1; 760 mmHg
Presión de Vapor (mmHg)	75; 20 °C
Gravedad Específica (Agua = 1)	0,8787
Densidad del Vapor (Aire = 1)	2,7
pH	No Reportado
Solubilidad en Agua (% peso)	Insoluble
Koc	60 - 83
Constante de la Ley de Henry	5,5X10 ⁻³ atm/m ³ *mol
Límites de Inflamabilidad (% vol)	1,2 – 7.8
Temperatura de Autoignición (°C)	498
Punto de Inflamación (°C)	-11; copa cerrada

C₆H₆

Benceno

4.7.1.5 PROPIEDADES QUÍMICAS

El Benceno es una sustancia altamente inflamable, y sus vapores forman mezclas explosivas con gran facilidad. Cuando se quema Benceno, se liberan vapores y gases tóxicos como Monóxido de Carbono, entre otros. La sustancia ataca algunas formas de plástico, cauchos y recubrimientos ⁽¹⁰⁾.

4.7.1.5.1 Incompatibilidades

El Benceno reacciona de forma explosiva con oxidantes fuertes como percloratos, Acido Nítrico, Cloro, Bromo con Hierro, Oxígeno y muchos fluoruros ^(6, 10).

4.7.2 PRODUCCIÓN, APLICACIONES Y USOS

4.7.2.1 PRODUCCIÓN

En la actualidad, el Benceno se recupera de las fuentes de carbón y petróleo. La gran mayoría del Benceno producido en el mundo se deriva de las industrias petroquímicas y de refinación de petróleo. Estas fuentes incluyen corrientes de refinerías (reformado catalítico), pirolisis de gasolina e hidrodealquilación de tolueno; no obstante, el reformado catalítico constituye su mayor fuente de producción. Durante este proceso, las cicloparfinas (también conocidas como "naftenos") como el ciclohexano, metil ciclohexano y el dimetil ciclohexano se convierten a Benceno mediante isomerización, deshidrogenación y desalquilación y las parafinas se convierten a Benceno por ciclodeshidrogenación. Las condiciones del proceso y el catalizador determinan cuál reacción predomina. De esta corrientes, el Benceno se recupera mediante extracción con un solvente (tetra etilen glicol).

Para la obtención de Benceno a partir de gasolina, se emplea un tipo de gasolina subproducto obtenido del craqueo de parafinas o hidrocarburos pesados. La gasolina de pirolisis contiene hidrocarburos alifáticos insaturados (como etileno y propileno) y aromáticos. Se encuentran disponibles muchos procesos de tratamiento de gasolina de pirolisis, incluyendo la hidrogenación parcial y la destilación extractiva; hidrogenación, hidrodesulfurización y extracción con un solvente; o hidrogenación parcial, desulfurización, hidrocrackeo hidrodesalquilación y destilación para la optimización del rendimiento del Benceno y la recuperación del mismo.

En el proceso de hidrodesalquilación, el tolueno o las mezclas tolueno / xileno reaccionan con el hidrógeno produciendo Benceno y metano.

En la producción de Benceno, también se usa la transalquilación del tolueno. Se producen pequeñas cantidades de Benceno mediante la destilación destructiva del carbón usado en la producción de coque ⁽⁵⁾.

4.7.2.2 APLICACIONES Y USOS

Se ha utilizado el Benceno como solvente en la industria farmacéutica y química, como material de inicio e intermedio en la síntesis de diversos químicos y como aditivo de gasolina. Los principales usos del Benceno son en la producción de etilbenceno, cumeno y ciclohexano. También se usa en la fabricación de tinturas, detergentes, explosivos, caucho, plásticos y productos farmacéuticos ^(5, 10).

4.7.3 EFECTOS SOBRE LA SALUD

Frases de Riesgo ⁽⁸⁾

R45: Puede causar cáncer.

R11: Fácilmente inflamable.

R48/23/24/25: Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

La absorción, distribución, metabolismo y excreción del Benceno se ha investigado de forma extensa, tanto en animales como en humanos. El Benceno se absorbe rápidamente por ingestión y por inhalación. La absorción por contacto con la piel también es muy rápida, pero se considera inferior debido a la rápida volatilización del Benceno en

contacto con el aire. El Benceno se distribuye rápidamente a través del cuerpo después de cualquier tipo de exposición o contacto con la sustancia y se observa acumulación en los tejidos grasos ⁽²⁾.

Respirar niveles de Benceno muy altos puede causar la muerte, mientras que niveles moderados pueden causar somnolencia, mareo, aceleración del ritmo cardíaco, dolor de cabeza, temblor, confusión y pérdida del conocimiento. Comer o tomar altos niveles de Benceno puede causar vómitos o irritación del estómago, mareo, somnolencia o convulsiones; en casos severos se presenta aceleración del ritmo cardíaco y la muerte.

El efecto principal de la exposición de larga duración (365 días o más) al Benceno se presenta en la sangre. Produce efectos nocivos en la médula ósea y puede causar una disminución en el número de glóbulos rojos, lo que conduce a la generación de anemia. El Benceno también puede producir hemorragias y daño al sistema inmunológico, aumentando así las posibilidades de contraer infecciones.

Algunas mujeres estudiadas que respiraron altos niveles de Benceno por varios meses tuvieron menstruaciones irregulares y el tamaño de sus ovarios disminuyó. No se sabe si la exposición al Benceno afecta al feto durante el embarazo o la fertilidad en hombres. Estudios en animales que respiraron Benceno durante la preñez han descrito bajo peso del crío, retardo en la formación de hueso y daño en la médula ósea ⁽⁶⁾.



Benceno

4.7.3.1 INHALACIÓN

La principal ruta de exposición a Benceno generalmente ocurre por inhalación directa o de materiales que contienen Benceno. Estudios consultados indican que la absorción de Benceno en humanos debida a una exposición por vía respiratoria es aproximadamente el 50% de la cantidad inhalada, aunque esta disminuye al incrementar los niveles de exposición debido probablemente a la saturación del metabolismo y por lo tanto, la excreción de una mayor cantidad de Benceno sin metabolizar. Una exposición corta a concentraciones muy altas (10000 – 20000 ppm) puede causar la muerte. Bajos niveles de Benceno (700 – 3000 ppm) pueden provocar somnolencia, mareo, incremento del ritmo cardíaco, dolor de cabeza, temblores, confusión e inconciencia. En la mayoría de los casos, los síntomas desaparecen al dejar de respirar la sustancia y respirar aire fresco ^(2,3,5).

4.7.3.2 CONTACTO PIEL / OJOS ^(3,5)

Estudios consultados permitieron determinar que la absorción de Benceno a través de la piel es probable. El contacto con la piel, además de contribuir con la sintomatología presentada por la exposición por inhalación, causa enrojecimiento de la piel y generación de úlceras. El contacto de Benceno con los ojos causa irritación general y daño en la córnea.

4.7.3.3 INGESTIÓN

El consumo de alimentos o bebidas que contengan altos niveles de Benceno puede causar vómito, irritación del estómago, mareo, somnolencia, convulsiones, incremento del ritmo cardíaco, coma e incluso la muerte. No se conocen los efectos causados en la salud debido al consumo de alimentos o bebidas con niveles bajos de Benceno durante largos periodos de tiempo ⁽³⁾.

4.7.3.4 EFECTOS CRÓNICOS

Una exposición crónica a Benceno en el aire puede causar cáncer de los órganos productores de sangre; esta condición se denomina leucemia. Se ha asociado la exposición a esta sustancia con un tipo de leucemia en particular llamado Leucemia Aguda Aplástica (AML). No se conocen los efectos en la salud presentados después de una exposición crónica a comida y agua contaminada con Benceno ⁽³⁾.

Se ha reportado que exposiciones crónicas a Benceno producen anormalidades neurológicas que sugieren que la sustancia puede inducir efectos tóxicos en el sistema nervioso, involucrando los nervios secundarios o la columna vertebral ⁽⁵⁾.

4.7.3.5 EFECTOS SISTÉMICOS

4.7.3.5.1 Cardiovasculares

No se encontraron estudios relacionados con los efectos Cardiovasculares después de inhalación, ingestión o contacto con la piel con Benceno, sin embargo, se ha propuesto la fibrilación ventricular como la causa de la muerte en algunos envenenamientos en humanos ⁽⁵⁾.

4.7.3.5.2 Hematológicos

El Benceno causa problemas en la sangre. Las personas que estén expuestas a Benceno durante períodos largos de tiempo pueden experimentar efectos perjudiciales en los tejidos que producen las células sanguíneas, especialmente la médula ósea. Estos efectos pueden trastornar la producción normal de sangre y provocar un decrecimiento en los componentes importantes de la sangre. La reducción en otros componentes puede causar sangrado excesivo. La producción de sangre puede volver a la normalidad después de detener la exposición a Benceno ^(3,5).

4.7.3.5.3 Musculares

Se han reportado casos de trabajadores afectados por mielofibrosis y neutropenia a consecuencia de exposiciones bajas durante períodos largos de tiempo ⁽⁵⁾.

4.7.3.5.4 Hepáticos

No se encontraron reportes de efectos adversos específicos referidos a la inhalación, contacto con la piel o ingestión de Benceno, sin embargo, se han reportado casos de crecimiento del hígado en trabajadores expuestos de forma crónica ⁽⁵⁾.

4.7.3.5.5 Renales

Se encuentra disponible muy poca información acerca de los efectos renales en humanos después de la inhalación de Benceno. En un caso de dosis letal consultado se encontró congestión aguda de los riñones ⁽⁹⁾.

4.7.3.5.6 Endocrinos

Estudios de laboratorio realizados en animales permitieron determinar que no se producen lesiones en las glándulas salivares, la tiroides, paratiroides, páncreas y glándula pituitaria después de inhalación o ingestión de Benceno ⁽⁵⁾. No se encontraron estudios referidos a los efectos endocrinológicos debidos al contacto de Benceno con la piel.

4.7.3.5.7 Inmunológicos

La exposición excesiva a Benceno puede ser perjudicial para el sistema inmunológico, generando un incremento en las posibilidades de contraer cualquier enfermedad y quizás aumenta las probabilidades de generación de cáncer ⁽³⁾.

4.7.3.5.8 Neurológicos

Se han reportado casos en los cuales se presentaron síntomas que indicaron efectos adversos en el sistema nervioso central después de una exposición aguda. Estos síntomas se presentaron a niveles de Benceno de 300 a 3000 ppm, e incluyeron somnolencia, mareo, dolor de cabeza, vértigo, temblor, delirio y pérdida de la conciencia. La exposición aguda que produce la muerte está asociada con daños en los vasos sanguíneos en el cerebro ⁽⁵⁾.

4.7.4 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

CL₅₀ (Inhalación, ratas): 43770 mg/m³/4 horas ^(5,7)

CL₅₀ (Inhalación, ratas): 32600 mg/m³/7 horas ⁽⁷⁾

CL₅₀ (Inhalación, ratones): 61125 mg/m³/2 horas ⁽⁷⁾

DL₅₀ (Ingestión, ratas de 14 días de vida): 3000 mg/kg peso corporal ⁽⁷⁾

DL₅₀ (Ingestión, ratas adultas): 3300 mg/kg peso corporal ⁽⁷⁾

Tanto la Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC) como el Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos (DHHS) han determinado que el Benceno es un reconocido carcinógeno en seres

humanos. La exposición de larga duración a altos niveles de Benceno en el aire puede producir leucemia que consiste en un tipo de cáncer a los tejidos que fabrican las células de la sangre ⁽⁶⁾.

La exposición a Benceno puede ser perjudicial para los órganos reproductivos, aunque no se conocen los efectos de dicha exposición en el desarrollo fetal en mujeres embarazadas y en la fertilidad de los hombres ⁽³⁾.

4.7.5 RESPUESTA A ACCIDENTES

Toda persona que entre en contacto con un material químico peligroso no solo debe estar atento a realizar medidas preventivas sino también debe conocer acerca de procedimientos de emergencia, que pueden ayudar a evitar que un incidente menor se transforme en una catástrofe.

4.7.5.1 PRIMEROS AUXILIOS

En el evento de emergencia, se debe retirar a la víctima de la zona de exposición, suministrar procedimientos de primeros auxilios y remitir a la víctima para asistencia médica.



Benceno

4.7.5.1.1 Exposición en Ojos ⁽¹⁰⁾

El Benceno entra en contacto con los ojos, se deben lavar inmediatamente con grandes cantidades de agua por aproximadamente 15 minutos, levantando el párpado superior e inferior ocasionalmente para retirar cualquier acumulación de sustancia en estas áreas. Se debe acudir por atención médica tan pronto como sea posible. Objetos extraños, como lentes de contacto, no se deben usar cuando se este trabajando con esta sustancia.

4.7.5.1.2 Exposición en la Piel ⁽¹⁰⁾

Si el Benceno entra en contacto con la piel, lavar la piel inmediatamente con jabón y agua. Si la ropa se humedece con Benceno, ésta se debe remover inmediatamente y se debe lavar la piel afectada con jabón y agua. Si la irritación persiste después del lavado, se debe recibir atención medica lo más pronto posible.

4.7.5.1.3 Inhalación ⁽⁸⁾

En caso de inhalación de Benceno, se deben mover las víctimas hacia áreas donde puedan respirar aire fresco. Si la víctima ha cesado de respirar se debe realizar el procedimiento de respiración artificial hasta que se recupere o hasta que llegue personal calificado de atención. En el caso de respiración dificultosa y si en las instalaciones existe equipo de respiración auxiliar con Oxígeno, este procedimiento se debe administrar hasta la llegada de personal de atención de emergencias calificado.

4.7.5.1.4 Ingestión ⁽⁸⁾

En caso de ingestión de Benceno, se debe enjuagar la boca con agua en abundancia evitando tragarla para retirar los restos de la sustancia, no se debe inducir el vómito y es necesario proporcionar asistencia médica.

4.7.5.1.5 Rescate ⁽¹⁰⁾

Si un trabajador se encuentra incapacitado debido a la exposición, se debe retirar del lugar de exposición. Se deben poner en práctica los procedimientos de rescate de emergencia establecidos en el plan de emergencias de la instalación. Para mejor desempeño en momentos de emergencia, se deben aprender los procedimientos de emergencia de la instalación y conocer la ubicación del equipo de rescate antes que se presente la necesidad.

4.7.5.2 INCENDIOS

El Benceno es una sustancia inflamable, no se debe exponer a llamas abiertas, chispas ni se debe fumar cerca de cualquier fuente de Benceno o almacenamiento del mismo. En caso de incendio, se debe usar polvo químico seco, Dióxido de Carbono, espuma resistente al Alcohol, cualquier químico seco extintor es efectivo. El agua puede ser poco efectiva en este caso, pero se puede usar para mantener fríos los contenedores de almacenamiento de Benceno ^(8, 10).

4.7.5.3 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DERRAMES O FUGAS ⁽¹⁰⁾

Si se derrama o libera Benceno, deben realizarse los siguientes procedimientos:

- Retirar cualquier posible fuente de ignición.
- Ventilación del área de fuga o derrame.
- Para pequeñas cantidades de líquido que contenga Benceno, absorber con toallas de papel y colocarlas en un contenedor apropiado
- Grandes cantidades de líquido que contenga Benceno pueden ser absorbidas con arena seca, tierra o materiales similares no combustibles y colectados en un contenedor apropiado.
- Los derrames de líquidos que contengan Benceno pueden recolectarse mediante un sistema apropiado de aspiración. Si se usa este sistema, no deben haber fuentes de ignición cerca del derrame, y se debe disponer de suficientes dispositivos de prevención.

En casos en los cuales los niveles de Benceno en el ambiente excedan los límites permitidos de exposición, las personas que no tengan puesto equipo y ropa protectores se deben restringir de las áreas de fugas hasta que la limpieza se haya completado.

4.7.6 NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

TLV (TWA; ACGIH): 10 ppm (1992 - 1993) ⁽¹⁰⁾

PEL (TWA; 8 horas; OSHA para la industria general): 1 ppm (Fecha de estudio no reportada) ^(6, 10)

STEL (TWA; 15 minutos; OSHA): 5 ppm (Fecha de estudio no reportada) ^(6, 10)

IDLH (NIOSH): 500 ppm (Fecha de estudio no reportada) ⁽⁶⁾

TLV: Threshold Limit Value (Valor Límite Umbral).

PEL: Permissible Exposure Limit (Límite Permissible de Exposición).

STEL: Short Time Exposure Limit (Límite de Exposición en Periodos Cortos)

IDLH: Immediately Dangerous to Life and Health (Peligroso Inmediatamente para la vida y la Salud).

4.7.7 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ⁽¹⁰⁾

- Se debe seleccionar la ropa de protección para químicos después de analizar los datos disponibles acerca del desempeño del material y evaluar la ropa bajo las condiciones de uso reales.
- Los empleados deben estar provistos y obligados a usar ropa de protección para químicos, guantes, caretas y otros tipos de ropas protectoras necesarias para prevenir cualquier contacto de la piel con Benceno.
- Donde exista alguna posibilidad de contacto de Benceno con los ojos de los trabajadores, se debe ubicar una ducha lavajos para emergencias en las cercanías inmediatas al lugar de trabajo.
- Donde exista alguna posibilidad de contacto de Benceno con el cuerpo de los trabajadores, se debe ubicar una ducha de emergencia para lavado general en el área inmediata del lugar de trabajo.

4.7.7.1 PROTECCIÓN RESPIRATORIA ⁽¹⁰⁾

Se debe hacer énfasis en que el uso de respiradores es el último método que se debe usar para controlar la exposición de un trabajador y normalmente no debería ser utilizado como única vía de prevención o minimización de la exposición durante una operación de rutina. Sin embargo, existen algunas excepciones donde los respiradores pueden usarse para controlar la exposición. Se debe usar respiradores (máscaras de respiración) cuando las prácticas de control de ingeniería y de operación no son técnicamente alcanzables; cuando tales controles están en proceso de instalación o cuando fallan y necesitan ser reemplazados. Los equipos de respiración pueden ser también usados para operaciones donde se requiere ingresar en tanques o recipientes cerrados y en situaciones de emergencia.

Además de la selección del respirador, debe ser instituido un programa completo de protección respiratoria, que cumpla con los requerimientos mínimos de seguridad para los empleados. El programa debe incluir como mínimo, una

evaluación del desempeño del trabajador al usar el respirador, el entrenamiento regular al personal, monitoreo periódico del ambiente, evaluación adecuada, mantenimiento, inspección y limpieza. La implementación de un programa adecuado de protección respiratoria, incluyendo la selección del respirador correcto, requiere que una persona con suficientes conocimientos se encuentre a cargo del programa y de su evaluación periódica.

Tabla 26. Protección respiratoria mínima para Benceno en el aire

Condición	Protección Respiratoria Mínima (OSHA)
Cualquier concentración detectable.	Cualquier aparato de respiración autocontenido con pieza facial completa operado en modo de demanda de presión u otro modo de presión positiva. Cualquier respirador de suministro de aire con pieza facial completa y operado en modo de demanda de presión u otro modo de presión positiva en combinación con un aparato de respiración autónomo auxiliar operado en modo de demanda de presión u otro modo de presión positiva.
Situaciones planeadas o de emergencia, en las cuales la concentración sea desconocida.	Cualquier aparato de respiración autocontenido con pieza facial completa operado en modo de demanda de presión u otro modo de presión positiva. Cualquier respirador de suministro de aire con pieza facial completa y operado en modo de demanda de presión u otro modo de presión positiva en combinación con un aparato de respiración autocontenido auxiliar operado en modo de demanda de presión u otro modo de presión positiva.
En caso de lucha contra fuego.	Cualquier aparato de respiración autocontenido con careta completa operado en modo de demanda de presión u otro modo de presión positiva.
Evacuación	Cualquier respirador de purificación de aire con pieza facial completa (máscara de gases) provista de protección contra vapores orgánicos. Cualquier aparato de respiración autocontenido para evacuación. Cualquier aparato de respiración autocontenido para evacuación.

Tomada de "OSHA; Occupational Safety and Health Guideline for Benzene Potential Human Carcinogen" (10)

4.7.8 CONDICIONES PARA MANEJO Y ALMACENAMIENTO SEGURO ORIENTADAS A DISMINUIR EL RIESGO A LA SALUD HUMANA ⁽¹⁰⁾

La ropa contaminada con Benceno debe ser removida de forma inmediata y colocada en contenedores cerrados para su almacenamiento hasta que se pueda desechar o se pueda remover la sustancia contaminante. Si la ropa se va a descontaminar, la persona encargada de dicha tarea debe ser informada de las propiedades peligrosas del Benceno.

Se deben adecuar habitaciones para cambio de ropa y que permitan a los trabajadores tomar una ducha con armarios diferentes para colocar la ropa de calle y la de trabajo.

Se debe prohibir el almacenamiento, preparación o consumo de alimentos o bebidas, el almacenamiento o aplicación de cosméticos, almacenamiento o consumo de tabaco en las lugares de trabajo cercanos a áreas de almacenamiento, manipulación o transformación de Benceno.

Los trabajadores que deben manipular Benceno se deben lavar las manos, rostro y antebrazos antes de consumir alimentos, fumar o usar el sanitario.

4.7.8.1 FRASES DE SEGURIDAD ⁽⁸⁾

S45: En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrela la etiqueta).

S53: Evítese la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso.

4.7.8.2 ALMACENAMIENTO

Debido a sus características de inflamabilidad, el Benceno se debe almacenar en contenedores sellados a prueba de incendio. También es necesario tener en cuenta que debe estar separado de alimentos, oxidantes e incompatibles en general ⁽⁹⁾.

4.7.9 USOS, GENERACIÓN Y CONTROLES ⁽¹⁰⁾

La siguiente lista incluye algunas operaciones comunes en las cuales puede ocurrir una exposición a Benceno, y los respectivos controles que pueden ser efectivos en cada caso:

Tabla 27. Usos, generación y control de emisiones de Benceno

Uso / Generación	Control
Durante la producción y procesamiento de Benceno; durante su uso como materia prima para la síntesis de otros compuestos aromáticos y derivados.	Proceso contenido; ventilación de extractor local; equipo de protección personal.
Durante el uso de químicos en los cuales el Benceno puede estar presente como impureza (naftas, Tolueno, Xileno).	Proceso contenido; ventilación de extractor local; equipo de protección personal.
Durante la fabricación y uso de combustibles de motor en los cuales el Benceno se usa como ingrediente; durante su uso como solvente de extracción.	Proceso contenido (cuando sea posible); ventilación de extractor local; equipo de protección personal; sustitución de material..
Durante la preparación y uso de pinturas y barnices, removedores, cauchos cementos y lacas.	Proceso contenido (cuando sea posible); ventilación de extractor local; equipo de protección personal; sustitución de material..

4.7.10 COMPORTAMIENTO EN EL AMBIENTE

El Benceno se encuentra comúnmente en el ambiente. Los procesos industriales representan la principal fuente de Benceno en el ambiente. Los niveles de Benceno en el aire se pueden incrementar por las emisiones provenientes de la combustión de carbón y petróleo, operaciones de desecho y almacenamiento de Benceno, tubos de escape de vehículos automotores y vaporización en estaciones de gasolina. Debido a que el tabaco contiene altos niveles de Benceno, el humo de los cigarrillos constituye otra fuente de emisiones. Las descargas industriales, la disposición de productos que contienen la sustancia y los derrames de gasolina provenientes de tanques subterráneos representan fuentes de emisiones de Benceno al agua y al suelo.

El Benceno se puede transferir al aire desde del agua y el suelo. Una vez en el aire, el Benceno reacciona con otros químicos y se descompone dentro de unos pocos días. En el aire se puede fijar a la lluvia o nieve y volver al suelo por deposición húmeda.

4.7.10.1 AIRE

El Benceno se libera a la atmósfera a partir de fuentes naturales, como emanaciones de petróleo crudo e incendios forestales, e industriales como tubos de escape, operaciones de abastecimiento de combustible a automóviles entre otros. Mediante un modelo de fuente de exposición consultado, se determinó que las emisiones de Benceno más altas provienen de hornos operados con coque. Otras fuentes que contribuyen a las

emisiones de Benceno son los automóviles, la industria petroquímica, las plantas de tratamiento de aguas residuales y las industrias petroleras.

El Benceno existe en la atmósfera en la fase vapor principalmente. El proceso de degradación más significativo de la sustancia es su reacción con los radicales hidroxilo presentes en la atmósfera. Se consultaron estudios de la reacción del Benceno con el Óxido Nítrico en una campana de gases con el fin de determinar el papel del Benceno en la formación fotoquímica de polución. Los resultados mostraron que la sustancia presenta una baja reactividad fotoquímica. Se concluyó entonces que el Benceno probablemente no juega un papel importante en la formación fotoquímica de polución. Sin embargo, los resultados muestran que en presencia de especies activas como óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre, la velocidad de fotodegradación del Benceno en la fase gaseosa es mayor que la encontrada para el aire solo. La vida media en presencia de dichas especies activas (100 ppm Benceno en presencia de 10 – 110 ppm NO_x o 10 – 100 ppm SO₂) fue de 4-6 horas.

Algunos de los productos de la reacción del Benceno con el gas de monóxido de nitrógeno (nitrobenceno, *o*- y *p*- nitrofenol, y 2,4- y 2,6-dinitrofenol) pueden tener efectos potenciales adversos para la salud humana. La foto-oxidación del Benceno en un sistema aire – dióxido de nitrógeno / monóxido de nitrógeno produce formaldehído, Acido fórmico, anhídrido maléico, fenol y nitrobenceno. La fotólisis directa del Benceno en la atmósfera no es probable debido a que la sustancia no absorbe ondas de luz de longitud mayor a 260 nm⁽⁵⁾.



Benceno

4.7.10.2 AGUA

El Benceno se libera al agua a partir de aguas de desecho industriales tratadas y sin tratar, del lixiviado de rellenos de seguridad y otros suelos contaminados, fugas de gasolina de tanques subterráneos y por derrames accidentales durante el transporte marítimo de productos químicos. Sin embargo, la mayoría del Benceno se biodegrada durante los procesos de tratamiento, una pequeña cantidad indeterminada se volatiliza y otra permanece inalterable. La descarga final de agua de desecho tratada libera Benceno a los cuerpos naturales de agua.

Estudios consultados reportan un valor de vida media del Benceno de 16.9 días por fotólisis de la sustancia disuelta en agua saturada de Oxígeno y expuesta a la luz del sol. Se calcula una vida media estimada de 0.71 años para la reacción con radicales hidroxilo, que es mucho más lenta que en el aire.

El Benceno es biodegradable en el agua superficial y subterránea. La degradación microbiana de la sustancia en ambientes acuáticos está influenciada por muchos factores como la población microbiana, el Oxígeno disuelto, los nutrientes, inhibidores, temperatura y pH. Estudios consultados reportaron un valor de vida media para el Benceno en el agua superficial (agua de río) y subterránea de 16 y 28 días respectivamente. La biodegradación ocurre, con vida media de 8 días, en el agua superficial que contiene nutrientes y microbios. En otros estudios, se observa que bajo condiciones aerobias (pH 5.3, 20 °C) el Benceno se degrada completamente de forma microbiana en 16 días. Este proceso está influenciado por la presencia de otros compuestos aromáticos.

Estudios de laboratorio acerca de la degradación microbiana del Benceno en aguas contaminadas con gasolina revelan que tanto la concentración de Oxígeno como la de nitrógeno son los principales factores de control en la biodegradación del Benceno. La biodegradación del Benceno bajo condiciones anaeróbicas es mucho más lenta que bajo condiciones aerobias⁽⁵⁾.

4.7.10.3 SUELO

El Benceno se libera a los suelos mediante descargas industriales, eliminación de desechos que contienen esta sustancia y fugas de gasolina en almacenamientos subterráneos. El Benceno es biodegradable en el suelo bajo condiciones aerobias. No está disponible mayor información acerca del comportamiento del Benceno en el suelo⁽⁵⁾.

4.7.11 ECOTOXICIDAD

No se encontró información relativa a la toxicidad medioambiental del Benceno dentro de la bibliografía consultada para la elaboración de este documento.

4.7.12 LINEAMIENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA SU DISPOSICION

En el pasado, los rellenos de seguridad eran la mejor opción para la eliminación de los desechos industriales que contenían Benceno. Desafortunadamente, el Benceno, junto con otros contaminantes peligrosos, se filtra a través del suelo hasta las aguas subterráneas. En la actualidad, se recomienda la eliminación de desechos mediante la incineración de mezclas de solventes y los lodos a una temperatura tal que se asegure combustión completa. Los métodos de combustión recomendados son inyección de líquido de incineración dentro de un rango de temperatura (650 – 1600 °C) y un tiempo de residencia de 0.1 – 2 segundos; hornos incineradores rotatorios a un rango de temperatura de 82 – 1600 °C y tiempos de residencia de segundos para líquidos y gases y de horas para sólidos; un lecho fluidizado de incineración a un rango de temperatura de 450 – 980 °C y tiempos de residencia de segundos para líquidos y gases y más largos para sólidos. Se sugiere dilución con Alcohol o Acetona para minimizar la cantidad de humo ⁽⁵⁾.

4.7.13 BIBLIOGRAFIA

1. *United States Environmental Protection Agency (EPA). List of IRIS Substances, Benzene [en línea]. Enero de 1988 [citado agosto 18 de 2003]. Disponible en <http://www.epa.gov/iris/subst/0276.htm>*
2. *United States Environmental Protection Agency (EPA). List of IRIS Substances, Toxicological Review of Benzene [en línea]. Octubre de 2002 [citado agosto 18 de 2003]. Disponible en <http://www.epa.gov/iris/toxreviews/0276-tr.pdf>*
3. *Agency for Toxic Substances and Disease Registry; Toxicological Facts, Benzene [en línea]. Septiembre de 1997 [citado agosto 18 de 2003]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts3.pdf>*
4. *Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Public Health Statement for Benzene [en línea]. Septiembre de 1997 [citado agosto 18 de 2003]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/phs3.html>*
5. *Agency for Toxic Substances and Disease Registry; Toxicological Profile for Benzene [en línea]. Septiembre de 1997 [citado agosto 18 de 2003]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.pdf>*
6. *Agency for Toxic Substances and Disease Registry; Managing Hazardous Material Incidents, Benzene [en línea]. Fecha de publicación desconocida, actualizado agosto de 2001 [citado agosto 18 de 2003]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg3.html>*
7. *Organización Mundial de la Salud (OMS). Environmental Health Criteria 150, Benzene [en línea]. 1993 [citado agosto 18 de 2003]. Disponible en <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc150.htm>*
8. *Organización Mundial de la Salud (OMS). International Chemical Safety Cards, Benzene [en línea]. Abril de 1993 [citado agosto 18 de 2003]. Disponible en http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/_icsc00/icsc0015.htm*
9. *Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Chemical Sampling Information, Safety and Health Topics: Benzene [en línea]. Fecha de publicación desconocida, revisado Agosto de 2003. [citado agosto 18 de 2003]. Disponible en http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_220100.html*
10. *Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Occupational Health Guideline for Benzene Potential Human Carcinogen [en línea]. 1988 [citado agosto 18 de 2003]. Disponible en <http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/0049.pdf>*