

4.25

Tolueno

- 4.25.1 IDENTIDAD DE LA SUSTANCIA QUÍMICA
 - 4.25.1.1 SINONIMOS
 - 4.25.1.2 DESCRIPCION
 - 4.25.1.3 COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES
 - 4.25.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS
 - 4.25.1.5 PROPIEDADES QUÍMICAS
 - 4.25.1.5.1 Incompatibilidades
- 4.25.2 PRODUCCIÓN, APLICACIONES Y USOS
 - 4.25.2.1 PRODUCCION
 - 4.25.2.2 APLICACIONES Y USOS
- 4.25.3 EFECTOS SOBRE LA SALUD
 - 4.25.3.1 INHALACION
 - 4.25.3.2 CONTACTO CON PIEL / OJOS
 - 4.25.3.3 INGESTION
 - 4.25.3.4 EFECTOS CRÓNICOS
 - 4.25.3.5 EFECTOS SISTÉMICOS
- 4.25.4 INFORMACIÓN TOXICOLOGICA
 - 4.25.4.1 CANCER
 - 4.25.4.2 EFECTOS REPRODUCTIVOS Y DEL DESARROLLO
- 4.25.5 RESPUESTA A ACCIDENTES
 - 4.25.5.1 PRIMEROS AUXILIOS
 - 4.25.5.1.1 Exposición en Ojos
 - 4.25.5.1.2 Exposición en la piel
 - 4.25.5.1.3 Inhalación
 - 4.25.5.1.4 Ingestión
 - 4.25.5.1.5 Rescate
 - 4.25.5.2 INCENDIOS
 - 4.25.5.3 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DERRAMES O FUGAS
- 4.25.6 NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

- 4.25.7 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL
 - 4.25.7.1 PROTECCIÓN RESPIRATORIA

- 4.25.8 CONDICIONES PARA MANEJO Y ALMACENAMIENTO SEGURO ORIENTADAS A DISMINUIR EL RIESGO A LA SALUD HUMANA
 - 4.25.8.1 FRASES DE SEGURIDAD
 - 4.25.8.2 ALMACENAMIENTO

- 4.25.9 USOS Y CONTROLES

- 4.25.10 COMPORTAMIENTO EN EL AMBIENTE
 - 4.25.10.1 AIRE
 - 4.25.10.2 AGUA
 - 4.25.10.3 SUELO

- 4.25.11 ECOTOXICIDAD

- 4.25.12 LINEAMIENTOS DE GESTION AMBIENTAL PARA SU DISPOSICION

- 4.25.13 BIBLIOGRAFÍA

4.25.1 IDENTIDAD DE LA SUSTANCIA QUÍMICA ^(2, 8, 9)

Fórmula Molecular: C₆H₅CH₃ – C₇H₈

Fórmula Estructural:



CAS: 108-88-3

Número UN: 1294

Clase de Riesgo Principal UN: 3

4.25.1.1 SINÓNIMOS

El Tolueno es el nombre común para el Metilbenceno. Se conoce como Metilbenzol o Fenilmetano; en la industria se conoce comúnmente como Toluol o Metil Benceno ^(2, 7, 8, 9).

4.25.1.2 DESCRIPCIÓN

A temperatura y presión ambiente el Tolueno es un líquido transparente, volátil e inflamable que forma mezclas explosivas con el aire. Es un hidrocarburo de la serie aromática. Posee olor dulce e irritante característico en compuestos con anillos bencénicos. Está presente en el petróleo crudo, que es por mucho la fuente principal de donde se obtiene; también se genera en el proceso de manufactura del coque a partir de carbón formando parte del alquitrán y como producto del metabolismo del árbol de Tolú donde se encuentra formando resinas ^(1, 4, 5, 7, 8).

El Tolueno está clasificado como un compuesto orgánico volátil (VOC). Los vapores de esta sustancia son peligrosos para la salud humana; además sus propiedades de inflamabilidad a temperaturas mayores de 5 °C representan un alto peligro para la generación de fuego en condiciones atmosféricas de presión y temperatura ^(2, 7).

El Tolueno es un solvente de muchos productos aromáticos, pero es muy poco soluble en agua, de donde se separa y asciende gracias a su menor densidad. Es soluble en alcohol, Benceno y Eter ^(7, 12).

Es un químico muy usado en la fabricación de una gran diversidad de productos como el Trinitrotolueno, el Acido Benzoico, colorantes y muchos otros. Los mayores usuarios de Tolueno en el mundo son compañías que se dedican a la preparación de Benceno, que es su producto principal ⁽¹⁾.

4.25.1.3 COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES ⁽¹³⁾

Componente	Contenido	Peligro
Tolueno	100%	Si

4.25.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS ^(1, 2, 6, 8, 12)

Tabla 75. Propiedades físicas del Tolueno

PROPIEDAD	VALOR
Peso Molecular (g/mol)	92,13
Estado Físico	Líquido
Punto de Ebullición (°C) (760 mmHg)	110,6
Punto de Fusión (°C)	-95
Presión de Vapor (mmHg)	22; 20 °C
Velocidad de Evaporación (Acetato de Butilo = 1)	2'24

Tabla 75. Propiedades físicas del Tolueno (continuación)

PROPIEDAD	VALOR
Gravedad Específica (Agua = 1)	0,87
Densidad del Vapor (Aire = 1)	3,14
pH	No Reportado
Solubilidad en Agua	0,07%; 23 °C
Kow	2,69
Koc	176
Límites de Inflamabilidad (% vol)	1,2% - 7,1%
Temperatura de Auto Ignición (°C)	480
Punto de Inflamación (°C)	4,4 copa cerrada

4.25.1.5 PROPIEDADES QUÍMICAS

El Tolueno no reacciona con Acidos o bases diluidos. No es una sustancia corrosiva. En la atmósfera reacciona rápidamente con radicales Hidroxilo y forma una gran variedad de productos de oxidación ⁽⁸⁾.

4.25.1.5.1 Incompatibilidades

Reacciona vigorosamente con agentes oxidantes fuertes y puede generar calor o hacer ignición y explotar. Los contenedores de Tolueno pueden explotar por causa de un aumento no controlado en la temperatura de almacenamiento. Cuando el Tolueno se ve envuelto en fuego o existe Tolueno en combustión se pueden generar gases y vapores tóxicos como monóxido o Dióxido de Carbono. Debido a sus buenas propiedades como solvente, puede atacar algunos tipos de plástico, caucho y la mayoría de recubrimientos ^(2, 12).

4.25.2 PRODUCCIÓN APLICACIONES Y USOS

4.25.2.1 PRODUCCIÓN

El Tolueno es un químico intermedio de gran importancia comercial en la generación de un sinnúmero de productos y que se maneja en cantidades muy altas en el mundo; se comercializa tanto en forma purificada como incluido en mezclas con otras sustancias derivadas del petróleo. Hasta la segunda guerra mundial la fuente principal de obtención de Tolueno era el carbón, del que se obtenía como subproducto por el proceso de coquización en los alquitranes. A partir de entonces la fuente preferida de obtención corresponde al petróleo, de donde se obtiene cerca del 96% del volumen total que se maneja en el mundo ^(2, 8).

La obtención de Tolueno a partir del petróleo se da de forma principal (alrededor de un 87%) por reformado catalítico de fracciones del crudo que contienen Metilciclohexano y en forma secundaria (9%) por separación en el proceso de pirólisis de gasolina en equipos de craqueo con vapor durante la manufactura de etileno y propileno. Otras fuentes menores (4%) de obtención de Tolueno corresponden por ejemplo a la producción de estireno, donde se genera como subproducto ^(5, 8).

El alto contenido de impurezas que normalmente se obtienen junto con el Tolueno en los diversos procesos de producción hacen necesaria una serie de etapas de purificación que pueden incluir destilación azeotrópica con hidrocarburos parafínicos, nafténicos o alcoholes. El Benceno es una de las principales impurezas que se hallan junto con el Tolueno en los diferentes procesos de obtención; el Tolueno altamente purificado contiene menos del 0,01% de Benceno, mientras que los grados industrial y 90/120 pueden contener hasta 25% ⁽⁸⁾.

4.25.2.2 APLICACIONES Y USOS

Uno de los usos más importantes del Tolueno es la producción de Benceno de diversos grados para una amplia gama

de aplicaciones. Es un excelente solvente para lacas, barnices, pinturas y adhesivos, teniendo en esta aplicación un mejor desempeño que otros solventes aromáticos como el Benceno o el Xileno ^(2,6).

El Tolueno que se produce en forma de mezclas se usa como aditivo de gasolinas para mejorar su desempeño aumentando el octanaje; su forma pura se usa en la síntesis de otros químicos, como solvente y como aditivo en productos cosméticos. Los principales derivados en la síntesis química a partir del Tolueno incluyen el toluen Diisocianato, el Acido benzóico, el Benzaldehído, el Xileno, Cloruro de Toluensulfonilo, nylon, intermediarios de pigmentos, germicidas y otros ^(6,8).

Otros usos varios lo incluyen en la manufactura de Trinitrotolueno (TNT), en fármacos, perfumería, como agente de separación en procesos de extracción con solventes y como aditivo en productos anticongelantes ^(2,7).

4.25.3 EFECTOS SOBRE LA SALUD

Frases de Riesgo

R45: Puede causar cáncer

R22: Nocivo por ingestión

R11: Fácilmente inflamable

R20: Nocivo por inhalación

R51/53: Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático

Las personas pueden estar expuestas a Tolueno en ambientes laborales o en el medio ambiente luego de derrames o emisiones en el aire, el agua, el suelo o en aguas subterráneas. La exposición al Tolueno se genera a partir de diversas fuentes dentro de las que se anotan el agua de consumo, la comida, el aire y productos como esmaltes para uñas, soluciones de caucho, pinturas, pegantes y otras aplicaciones donde se usa como solvente. La respiración de gases producto de la combustión incompleta en motores de vehículos a gasolina también constituye una fuente de exposición al Tolueno en el aire. Las personas con mayores riesgos de exposición a esta sustancia son aquellas que trabajan con gasolina, keroseno, aceites minerales y lacas. El humo del cigarrillo es una fuente de Tolueno que puede tener efectos crónicos sobre fumadores y sobre las personas cercanas a ellos que lo respiran involuntariamente; personas que fuman un paquete de cigarrillos al día consumen en total alrededor de 1 mg de Tolueno adicional al de cualquier otra exposición ^(1,5).

El Tolueno puede ingresar al cuerpo humano cuando se respiran sus vapores o cuando se ingieren alimentos o bebidas contaminados. Cuando se trabaja con solventes que contienen Tolueno, esta sustancia puede pasar a través de la piel directamente a la corriente sanguínea; una vez en el cuerpo, el Tolueno sufre diferentes cambios específicos para cada persona de acuerdo con factores como edad, sexo, composición corporal y estados de salud. De forma general, cerca del 75% del Tolueno que ingresa al cuerpo luego de una exposición se devuelve al medio en el transcurso de 12 horas por vía urinaria o respiratoria; el Tolueno que permanece en el organismo se degrada en otros materiales, se metaboliza y se elimina de tal manera que el Tolueno no es una sustancia que se acumule en el organismo ^(1,5).

La inhalación de grandes cantidades de Tolueno por periodos de tiempo cortos afecta de forma adversa el sistema nervioso, los riñones, el hígado y el corazón. Los efectos adversos que se presentan dependen del tiempo y cantidad o concentración en la exposición; éstos pueden incluir temblores musculares, hormigueo en los dedos, fuertes dolores de cabeza, convulsiones, somnolencia, ausencia de sensaciones, pérdida de la conciencia y muerte de la persona expuesta ^(1,2).

El Tolueno es una sustancia de rápida absorción por vía pulmonar y gastrointestinal. La absorción por la piel es menor (1%) comparada con la absorción en pulmones para casos de presencia de vapores de Tolueno en el ambiente, no obstante, representa una vía de irritación local y de entrada directa a la sangre. De acuerdo a estudios de inhalación realizados sobre animales, se sabe que el Tolueno una



Tolueno

vez ingresa al organismo de un mamífero se dirige a la grasa corporal, huesos, nervios de la columna vertebral, médula espinal y cerebro; en menor grado se difunde hasta la sangre, el hígado y los riñones. El Tolueno en el cuerpo humano se transforma en alcohol benzílico resultado de la hidroxilación del grupo Metilo; oxidaciones posteriores lo conducen a Benzaldehído y Acido Benzoico que se combina con glicerina resultando en el Acido hipúrico o con el Acido glucorónico y formando glucoronil benzoilo. El 60% o 70% del Tolueno absorbido por el organismo se excreta por la orina en forma de Acido hipúrico; entre el 10% y el 30% del Tolueno absorbido se transforma y elimina por medio del glucoronil benzoilo; otra cantidad equivalente a la anterior de Tolueno se elimina sin alteraciones por la respiración ^(2, 6, 7, 8).

4.25.3.1 INHALACIÓN

La exposición a Tolueno por inhalación es la forma más común de exposición en la mayoría de los casos tanto en ambientes industriales como en domésticos ya que se usa de manera muy difundida como solvente en pinturas, lacas y pegantes de donde se evapora con rapidez; también existe algún grado de exposición en personas que respiran gases producto de la combustión de combustibles derivados del petróleo generados por motores vehiculares. Individuos que viven cerca a lugares de disposición de desechos están más expuestos al Tolueno y a otros químicos en el aire que aquellas personas en áreas limpias. Ya en el aire, el Tolueno se puede oler a partir de concentraciones alrededor de las 8 ppm, que es un valor muchas veces menor a los valores considerados como peligrosos por diferentes instituciones internacionales y por tal razón se considera que el olor es una buena forma de advertencia ante peligros respiratorios que se puedan presentar con esta sustancia. Los casos más graves de exposición aguda se generan por acción de accidentes industriales en lugares donde el Tolueno se manipula de alguna manera o en personas que aspiran pegantes que contienen Tolueno como solvente; en estos casos las concentraciones de Tolueno en el aire pueden llegar a alcanzar con facilidad valores de 20.000 o 30.000 mg/m³ ^(4, 5, 6, 9).

Los vapores del Tolueno son más pesados que el aire y tienden a permanecer en niveles cercanos al suelo; de esta manera, pueden causar asfixia en lugares cerrados, pobremente ventilados o en áreas bajas donde se puede acumular ⁽⁷⁾.

Los efectos más importantes y peligrosos de exposición al Tolueno corresponden a efectos sistémicos más que a efectos de contacto directo en comparación con otras sustancias como Ácidos, bases o sustancias corrosivas, aunque si se presentan efectos irritantes de alguna importancia.

Los efectos principales tanto de manera aguda como crónica debidos a una exposición de Tolueno corresponden a desórdenes en el sistema nervioso central; dependiendo de la persona expuesta se puede presentar excitación, euforia, irritabilidad, cambios rápidos del estado de ánimo, convulsiones, coma o la muerte. Algunos efectos son reversibles como la fatiga, dolor de cabeza, pérdida de la habilidad manual y narcosis y por tanto desaparecen una vez se termina la exposición ^(6, 8).

Los efectos adversos que se pueden presentar por causa de una exposición por inhalación a Tolueno dependen de diferentes factores en el momento del contacto, los principales son la concentración de Tolueno en el aire, el tiempo de exposición y la frecuencia respiratoria del individuo, todos ellos son igualmente importantes para definir la gravedad de las secuelas que se pueden generar.

Humanos expuestos a 200 ppm por 8 horas presentaron fatiga, debilidad, confusión, lacrimación e irritaciones musculares; a 600 ppm por 8 horas también se presentó euforia, dolor de cabeza, mareo, dilatación de pupilas y náusea; a 800 ppm por 8 horas los síntomas fueron más pronunciados y los efectos posteriores incluyeron fatiga muscular e insomnio por varios días ⁽⁶⁾.

De forma aguda por exposiciones de 100 ppm seis horas al día por cuatro días se presentan efectos en el sistema nervioso central (dolor de cabeza, mareo, intoxicación) e irritación ocular. Exposición por 8 horas al día en los mismos cuatro días a la semana provoca los mismos efectos anteriores y otros más graves que incluyen euforia, pupilas

dilatadas, convulsiones y náusea. Se reporta que exposiciones a concentraciones de entre 10.000 y 30.000 ppm causan narcosis y muerte. La exposición aguda a Tolueno puede irritar las membranas mucosas del tracto respiratorio. Con exposiciones masivas pueden suceder acumulaciones de fluido en los pulmones y detención de la respiración^(2,7).

Exposición a niveles bajos o moderados puede causar cansancio, confusión, debilidad, acciones parecidas a personas embriagadas, náusea, pérdida del apetito y trastornos de la visión y la escucha. Estos síntomas desaparecen cuando cesa la exposición⁽⁴⁾.

Niños expuestos a iguales niveles de Tolueno que adultos pueden absorber una mayor dosis a causa de su mayor relación superficie pulmonar a peso corporal y mayor cantidad de volumen de aire respirado por unidad de tiempo. Además pueden estar expuestos a mayores concentraciones que los adultos en la misma ubicación a causa de su menor estatura y los mayores niveles de Tolueno encontrados a nivel del suelo⁽⁷⁾.

4.25.3.2 CONTACTO PIEL / OJOS

Luego de la inhalación, esta es la forma más común de exposición al Tolueno pues su uso como solvente hace necesaria su manipulación y muchas veces no existe ropa de protección adecuada como guantes, caretas y trajes impermeables. La absorción de Tolueno por la piel se puede presentar ya sea por el contacto con Tolueno en forma líquida o por el contacto con sus vapores. Por esta vía se absorbe de forma más lenta que en comparación con la inhalación o la ingestión y su valor puede estar en el intervalo de 14 a 23 mg/cm²/hora. El Tolueno que se absorbe por la piel se distribuye por todo el organismo igual que en el caso respiratorio y de la misma forma se puede eliminar por la orina o por su exhalación en la respiración^(6,7).

En los ojos el Tolueno puede ingresar por la presencia de vapores en el ambiente o por salpicaduras accidentales. El vapor de Tolueno es solo ligeramente irritante para las membranas mucosas; no obstante si está en forma líquida puede generar lesiones en la córnea. La irritación ocular por causa de vapores de Tolueno se inicia a partir de concentraciones cerca de 300 ppm. Las salpicaduras en los ojos causan por lo general dolor y sensación de ardor, conjuntivitis, espasmos en los párpados e inflamación de la córnea⁽⁷⁾.

Humanos expuestos a Tolueno entre 6 y 8 horas a concentraciones de 100 ppm desarrollan irritación ocular. No se reporta irritación ocular en exposiciones de 6 horas a concentraciones de 40 ppm⁽⁶⁾.

Trabajadores salpicados en los ojos con Tolueno de manera accidental sufrieron de daños pasajeros consistentes en irritación conjuntiva y daño en la córnea pero sin pérdida de la visión. Se observó recuperación completa al cabo de 48 horas⁽⁸⁾.

Los niños son más vulnerables a sustancias tóxicas que tienen entrada por la piel a causa de su mayor relación de área corporal a peso corporal⁽⁷⁾.

4.25.3.3 INGESTIÓN

La exposición a Tolueno por ingestión en pequeñas cantidades resulta de beber agua contaminada o comer alimentos preparados con agua contaminada, también es posible la ingestión por la contaminación directa de los alimentos con Tolueno. No es común la ingestión de Tolueno líquido salvo en casos accidentales fortuitos⁽⁴⁾.

El Tolueno se puede detectar por el sentido del gusto a partir de concentraciones entre 0,04 y 1 ppm; cuando se ingiere, se absorbe completamente en el tracto gastrointestinal y comparte el mismo camino que aquel que entra por la inhalación o por la piel, eliminándose por la respiración y por la orina^(5,6).

De forma directa en el estómago luego de una ingestión aguda de Tolueno se presenta irritación estomacal, náusea, vómito y diarrea. Si el Tolueno se absorbe y distribuye por el



Tolueno

organismo se produce depresión severa del sistema nervioso central que puede generar la muerte por asfixia o falla cardíaca en el individuo expuesto ^(2, 6, 7).

La dosis letal media (LD₅₀) para ratas adultas oscila entre 5,5 y 7,4 g/kg de peso, pero la edad de los animales presenta un efecto fuerte en este valor resultando menor para ratas jóvenes; en los estudios reportados las ratas mueren por deficiencia respiratoria generada por fallas del sistema nervioso central ⁽⁶⁾.

Los efectos de la ingestión de Tolueno se pueden reducir por la ingestión de etanol ya que esta sustancia inhibe la formación de metabolitos tóxicos para el organismo producto de la oxidación del Tolueno en el metabolismo ⁽⁶⁾.

4.25.3.4 EFECTOS CRÓNICOS

La aspiración frecuente de vapores de Tolueno como las que se presentan cuando se huele pegante o pintura puede causar daños permanentes en el cerebro. Como resultado los seres humanos pueden desarrollar problemas con el lenguaje, la escucha y la visión. También se puede presentar pérdida del control muscular, pérdida de la memoria y disminución en habilidad mental ⁽¹⁾.

De forma crónica se presentan cambios degenerativos en la materia gris, se presentan cambios en las funciones cognitivas, neuro musculares, auditivas y fallas en la discriminación del color en la visión. Personas que huelen pegantes con Tolueno como solvente de forma crónica se encuentran dentro del grupo de más alto riesgo de mortalidad y por lo regular las muertes de estas personas causadas por el Tolueno se deben a arritmias cardíacas, depresión del sistema nervioso central, asfixia y fallos hepáticos o renales ^(6, 8).

Exposiciones laborales repetidas en periodos de años a niveles de 750 mg/m³ y 1500 mg/m³ causa efectos neurológicos crónicos irreversibles como encefalopatía, atrofia óptica, desordenes del equilibrio. Mujeres expuestas de forma crónica a sustancias aromáticas como Tolueno o Benceno presentan trastornos del ciclo menstrual, mujeres que inhalan grandes cantidades de Tolueno durante el embarazo de forma repetida tienen riesgo de dar a luz bebés con defectos corporales o con retraso mental ^(4, 8).

El contacto directo y prolongado con Tolueno en forma líquida o sus vapores genera irritación de la piel, la nariz y de los ojos; estos efectos no se presentan por lo regular en personas expuestas a niveles que se presentan de forma común en el medio ambiente ⁽¹⁾.

Además de los efectos producto del contacto mismo con el Tolueno, se sabe que por exposición prolongada o repetida a altas concentraciones provoca desordenes en el desarrollo de fetos en mujeres en embarazo ⁽¹⁾.

En humanos, el contacto dérmico con Tolueno de forma prolongada puede causar daños en la piel porque remueve los lípidos allí presentes causando resequedad, agrietamiento y dermatitis; a estos efectos puede seguir un rompimiento y caída de la piel expuesta. Los trabajadores y empleados que trabajan con las manos desnudas manipulando solventes en los que está presente el Tolueno desarrollan problemas cutáneos en las manos. El contacto repetido de la piel con Tolueno provoca disminución del grosor natural de la epidermis ^(2, 6, 7, 8).

A concentraciones menores de 100 ppm de forma crónica, empleados y trabajadores que manejan pinturas y pegantes en solución con Tolueno presentan déficit en la percepción y distinción de colores ⁽⁶⁾.

Dosis repetidas de Tolueno causan efectos adversos en el sistema nervioso central y además puede comprometer las funciones del hígado y de los riñones, causando por ejemplo crecimiento anormal del tamaño del hígado (hepatomegalia) ^(2, 6).

4.25.3.5 EFECTOS SISTÉMICOS

4.25.3.5.1 Efectos Cardiovasculares

Los efectos cardiovasculares están presentes en individuos expuestos de manera muy aguda o muy crónica o ambas al Tolueno ya sea en fase líquida o en fase vapor. Dosis masivas de Tolueno tienen la posibilidad de provocar anomalías cardíacas; estas anomalías pueden consistir en arritmias cardíacas en donde aumenta o disminuye la frecuencia cardíaca. Se ha descrito ritmo cardíaco irregular que conlleva impedimentos cardíacos en personas que abusan de la aspiración de vapores de Tolueno en algunos casos causando su muerte; sin embargo no existen resultados concluyentes a este respecto producto del estudio de exposiciones agudas y crónicas en animales de laboratorio ^(6,7).

Un caso de estudio al respecto de una exposición oral que se presenta por la EPA ⁽⁶⁾ describe los efectos de la ingestión de una cantidad de Tolueno equivalente a 625 mg/kg en donde se presentó muerte celular del músculo cardíaco resultado de la cual el individuo falleció. En otro individuo que ingirió accidentalmente 30 ml de solvente orgánico 50% de Tolueno se presentó disminución en la frecuencia cardíaca, este efecto fue acompañado de somnolencia, mareo y dolor gástrico.

4.25.3.5.2 Efectos Hematológicos

Diversos estudios encontrados en la bibliografía citada muestran que este químico no es tóxico para la sangre o para la médula ósea. Se presenta como único efecto una baja leve en los leucocitos de la sangre pero no es posible asociar este resultado con algún tipo de efecto adverso ^(6,8).

4.25.3.5.3 Efectos Musculares

No se han reportado efectos adversos en músculos o huesos provocados por exposición de algún tipo al Tolueno.

4.25.3.5.4 Efectos Hepáticos

El efecto principal de las exposiciones a Tolueno por cualquier vía consiste en el crecimiento anormal del tamaño del hígado (hepatomegalia). No se reportan cambios patológicos del hígado en los diferentes estudios consultados ^(6,7,8).

4.25.3.5.5 Efectos Renales

Los efectos generados a los riñones por causa de la exposición a Tolueno corresponden a dos circunstancias; la primera se presenta en casos de exposiciones aisladas por vía respiratoria pero con concentraciones tan altas como 2000 ppm; en este tipo de casos se genera disminución en el pH sanguíneo (acidosis), que implica la imposibilidad de los riñones para mantener el balance de iones hidrógeno (H⁺) e Hidroxilo (OH⁻) en la sangre, y en casos masivos puede haber paso de sangre y proteínas a la orina, estos efectos son reversibles y no existen secuelas posteriores al fin de la exposición; la otra circunstancia corresponde a la exposición aguda de forma repetitiva por largo tiempo en donde se genera acidosis e irritación renal permanentes; varios estudios realizados en ratas obtenidos en la bibliografía reportan además degeneraciones, necrosis y quistes en los tejidos renales producto de exposiciones prolongadas (1 - 24 meses) a concentraciones entre 600 y 5000 ppm. No se reporta la presencia de efectos adversos crónicos en concentraciones menores a 300 ppm para los mismos estudios citados ^(6,7).

4.25.3.5.6 Efectos Endocrinos

No se reportan efectos bien definidos en glándulas luego de exposiciones prolongadas o agudas a Tolueno en las diferentes referencias bibliográficas consultadas.

4.25.3.5.7 Efectos Inmunológicos

No existen efectos reportados de efectos adversos al sistema inmunológico en seres humanos o en animales.



4.25.3.5.8 Efectos Neurológicos

La disfunción del sistema nervioso central es un efecto crítico enseguida de exposición aguda, intermedia o crónica a Tolueno. La toxicidad en este sistema se puede deber a la solubilidad de las grasas de las membranas neuronales en Tolueno, lo que conlleva a una pérdida de materia cerebral asociada de forma crónica con disminución en las habilidades motrices, disminución de la capacidad visual, reducción en la capacidad auditiva y trastornos del lenguaje.

Los síntomas en el sistema nervioso central son aparentemente inmediatos luego de la inhalación de altas concentraciones de esta sustancia y se retrasan alrededor de 30 ó 60 minutos luego de una ingestión. Efectos leves, a concentraciones del orden de hasta 200 ppm incluyen dolor de cabeza, euforia, mareo, debilidad muscular, náusea y visión borrosa. Efectos más severos, en concentraciones mayores de 1000 ppm son causantes de narcosis, coma y la muerte ^(2, 6, 7, 8).

4.25.4 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA ⁽¹³⁾

DL₅₀ (oral, ratas): 636 mg/kg

CL₅₀ (inhalación, ratas): 49 mg/m³/4 horas

4.25.4.1 Cáncer

La IARC (Agencia Internacional para la Investigación Sobre el Cáncer) no incluye el Tolueno dentro de las sustancias con algún tipo de riesgo en la generación de cáncer ⁽⁷⁾.

4.25.4.2 Efectos Reproductivos

No existe evidencia concluyente que el Tolueno cause efectos reproductivos o de desarrollo fetal en seres humanos expuestos de forma aguda o repetida en situaciones aisladas, pero sí existen reportes de malformaciones fetales y de crecimiento en niños de madres inhaladoras de Tolueno de forma crónica por largos años ⁽⁶⁾.

4.25.5 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.

4.25.5.1 PRIMEROS AUXILIOS

En caso que se presenten emergencias graves en el manejo de Tolueno, la persona afectada debe recibir primeros auxilios de forma inmediata y se debe remitir a un centro asistencial para revisión médica.

4.25.5.1.1 Exposición en Ojos

La persona se debe retirar del peligro lo más rápidamente posible. Los ojos se deben lavar inmediatamente con abundante agua durante algunos minutos levantando ocasionalmente los párpados superior e inferior. Nunca se deben portar lentes de contacto cuando se trabaje con esta sustancia. Si existen objetos extraños en los ojos, como lentes de contacto, éstos se deben retirar primero antes de efectuar cualquier procedimiento. La víctima debe recibir atención médica si se presenta irritación en los ojos luego del contacto ^(9, 12).

4.25.5.1.2 Exposición en la Piel

La ropa contaminada se debe remover tan pronto como sea posible. Las partes expuestas de la piel se deben lavar con abundante agua y jabón. Si luego del lavado se encuentra algún tipo de irritación, la víctima debe recibir atención médica ^(9, 12).

4.25.5.1.3 Inhalación

La víctima se debe ubicar rápidamente en lugares donde se tenga acceso al aire fresco. Si la víctima no está respirando o está respirando con mucho esfuerzo y en el lugar de la emergencia existen medios para la administración de

Oxígeno de un respirador, este procedimiento se debe realizar hasta la llegada del personal de atención especializado. Si la víctima ha cesado de respirar se debe administrar respiración artificial. La víctima debe recibir atención médica ^(9, 12).

4.25.5.1.4 Ingestión

No se debe inducir el vómito a las víctimas que han ingerido esta sustancia. La boca se debe lavar con abundante agua. Luego de la ingestión, la víctima se debe remitir siempre a un centro asistencial para que reciba ayuda médica lo más pronto posible ^(9, 12).

4.25.5.1.5 Rescate

La persona afectada se debe retirar de la zona de peligro. Para mejorar el 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.

Para situaciones de emergencia, se deben usar máscaras antigas de presión positiva o de demanda de presión y que posean cubrimiento completo de la cara. Se debe usar también un traje totalmente hermético ⁽¹²⁾.

4.25.5.2 INCENDIOS

La volatilidad del Tolueno, unida con la concentración relativamente baja en el aire (1,2% en volumen, límite de inflamabilidad inferior) necesaria para que esta sustancia de lugar a fuego hace que exista alto peligro de generación de incendios y explosiones cuando se realiza su manipulación en ambientes no controlados. Las áreas de almacenamiento de Tolueno deben ser sujetas a revisiones constantes y estrictas medidas de prevención tendientes a la búsqueda y eliminación de posibles fuentes de ignición como cortos circuitos ya que los vapores de este químico pueden hacer ignición y regresar el fuego hasta los contenedores de almacenamiento pudiendo provocar explosiones ⁽²⁾.

Los incendios que impliquen fuego con esta sustancia se deben atacar con polvo químico seco, espuma o Dióxido de Carbono, nunca con agua pues esta sustancia flota sobre el agua debido a su menor densidad e inmiscibilidad. Cuando exista fuego cerca de tanques de almacenamiento de Tolueno, éstos se deben mantener frescos por medio de la aplicación de rocío de agua desde una manguera en un lugar seguro ⁽⁹⁾.

4.25.5.3 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DERRAMES O FUGAS ^(9, 12)

Cuando se presenten fugas o derrames de Tolueno, se deben llevar a cabo las siguientes recomendaciones:

- Se deben retirar todas las posibles fuentes de ignición de la zona de peligro
- Se debe ventilar exhaustivamente la zona de derrame
- Cantidades derramadas pequeñas se pueden absorber con toallas de papel. Las toallas de papel se pueden dejar en ventilación en una campana extractora por suficiente tiempo como para permitir la evaporación total del Tolueno presente. Grandes cantidades de derrames se pueden coleccionar y atomizar en una cabina de combustión apropiada. No se debe disponer el Tolueno por desagües ya que presenta un alto riesgo de explosión. Los desagües de fábricas que manejan Tolueno en grandes cantidades deben tener desagües apropiados para evitar la acumulación de vapores explosivos en ellos.

Áreas donde se presenten derrames considerables se deben evacuar de forma inmediata y solo debe permanecer allí personal con ropa de seguridad apropiada como máscaras o caretas de respiración y trajes impermeables.



Tolueno

4.25.6 NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

TLV (TWA; 8 horas; ACGIH): 50 ppm (1996) ^(7, 11)

PEL (TWA; 8 horas; OSHA para la industria general): 200 ppm (Fecha de estudio no reportada) ^(7, 11)

PEL (TWA; 8 horas; OSHA para la industria de la construcción): 200 ppm (Fecha de estudio no reportada) ⁽¹¹⁾

IDLH (NIOSH): 500 ppm (Fecha de estudio no reportada) ⁽⁷⁾

STEL (TWA; 15 minutos; OSHA): 500 ppm (Fecha de estudio no reportada) ⁽⁷⁾

TLV: Threshold Limit Value (Valor Límite Umbral).

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

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

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

4.25.7 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ⁽¹²⁾

- Los empleados deben estar provistos y obligados a usar ropas impermeables, guantes, caretas y otros materiales de protección apropiados necesarios para prevenir contacto repetido o prolongado de la piel con Tolueno en forma líquida.
- Donde exista alguna posibilidad de exposición del cuerpo de un empleado a Tolueno líquido se deben proveer instalaciones para el rápido lavado del cuerpo en el área inmediata de trabajo para uso en emergencias.
- La ropa no impermeable que se humedezca con Tolueno se debe remover inmediatamente y no se debe usar hasta que el Tolueno sea removido por completo.
- Los empleados deben estar provistos y obligados a usar gafas de seguridad a prueba de salpicaduras donde exista alguna posibilidad que Tolueno líquido entre en contacto con los ojos.
- Donde exista alguna posibilidad que Tolueno líquido entre en contacto con los ojos de los trabajadores, se debe proveer una ducha lava ojos en las cercanías inmediatas al área de trabajo.

4.25.7.1 PROTECCIÓN RESPIRATORIA

Se debe usar equipo de protección respiratoria (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. En adición al uso de respiradores y equipos de respiración, debe ser instituido un programa completo de seguridad respiratoria que debe incluir entrenamiento, mantenimiento, inspección, limpieza y evaluación.

Tabla 76. Protección respiratoria mínima para Tolueno en el aire

Condición	Protección Respiratoria Mínima Arriba de 200 ppm (OSHA)
Concentración de vapores de hasta 500 ppm	Cualquier respirador de cartucho químico con cartucho para vapores orgánicos. Cualquier respirador de suministro de aire. Cualquier dispositivo de respiración autocontenido.
Concentración de vapores de hasta 1000 ppm	Un respirador de cartucho químico con cartucho para vapores orgánicos. Una máscara de gases tipo mentón o de cilindro frontal o posterior.
Concentración de vapores de hasta 2000 ppm	Cualquier respirador de suministro de aire con pieza facial completa, casco o capucha. Cualquier dispositivo de respiración autocontenido con pieza facial completa
Concentraciones mayores a 2000 ppm o concentraciones desconocidas	Dispositivo de respiración autocontenido con pieza facial completa operada en demanda de presión u otro modo de presión positiva. Una combinación de respirador que incluya un respirador de suministro de aire con pieza facial completa operado en demanda de presión o algún otro modo de presión positiva o flujo continuo y un dispositivo auxiliar de respiración autocontenido operado en demanda de presión o algún otro modo de presión positiva

Tabla 76. Protección respiratoria mínima para Tolueno en el aire (continuación)

Condición	Protección Respiratoria Mínima Arriba de 200 ppm (OSHA)
Lucha contra incendios	Dispositivo de respiración autocontenido con pieza facial completa operado en demanda de presión o algún otro modo de presión positiva. Cualquier máscara de gases que provea protección contra vapores orgánicos.
Evacuación	Cualquier dispositivo de respiración autocontenido específico para evacuaciones

Tomado de "Occupational Health Guideline for Toluene; OSHA" ⁽¹²⁾

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

Antes de trabajar con Tolueno, los individuos se deben entrenar en su manejo y almacenamiento. Además deben estar entrenados en el uso del equipo de protección personal.

4.25.8.1 FRASES DE SEGURIDAD

S16: Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas – no fumar

S25: Evítese el contacto con los ojos

S39: Usar protección para los ojos / la cara

S33: Evítese la acumulación de cargas electrostáticas

S53: Evítese la exposición – recábense instrucciones especiales antes del uso

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

S61: Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad

4.25.8.2 ALMACENAMIENTO

Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor, ignición y de la acción directa de los rayos solares. Separar de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente. No fumar en lugares de almacenamiento por el peligro de acumulación de vapores inflamables de Tolueno. Evitar el deterioro de los contenedores. Mantenerlos cerrados cuando no están en uso. Almacenar las menores cantidades posibles. Los contenedores vacíos se deben separar del total de contenedores. Inspeccionar regularmente la bodega para detectar posibles fugas o corrosión. El almacenamiento debe estar retirado de áreas de trabajo. El piso debe ser sellado para evitar la absorción ⁽⁷⁾.

4.25.9 USOS, GENERACIÓN Y CONTROLES ⁽¹¹⁾

Tabla 77. Usos, generación y control de emisiones de Tolueno

Uso / Generación	Control
Usado como solvente de químicos, caucho, plásticos, pinturas, lacas, recubrimientos; usado como removedor de pintura; en insecticidas	Aislamiento del proceso; ventilación de dilución general; ventilación local del proceso; equipo de protección personal
Usado como materia prima e intermediario en las industrias de síntesis orgánica	Aislamiento del proceso; ventilación de dilución general; ventilación local del proceso; equipo de protección personal
Usado en la manufactura de cuero artificial; como diluyente	Aislamiento del proceso; ventilación de dilución general; ventilación local del proceso; equipo de protección personal
Usado como constituyente y aditivo en formulaciones de combustibles de automóviles y aviones	Aislamiento del proceso; ventilación de dilución general; ventilación local del proceso; equipo de protección personal

4.25.10.1 AIRE

Casi todo el Tolueno que ingresa al medio ambiente se dirige en últimas al aire ya sea de forma directa o a través de otras fuentes como el suelo o el agua. Se puede liberar de manera doméstica a partir del secado de esmaltes y endurecedores de uñas y en el humo del cigarrillo, pero esta cantidad es muy pequeña comparada con las restantes. De fuentes industriales se generan en cantidades significativas por acción de pérdidas en los procesos de producción y fugas en el almacenamiento, de esta forma se libera cerca del 2% del total; su uso como solvente de pinturas, lacas y pegantes genera un 33% del total del Tolueno liberado a la atmósfera; la fuente de emisión principal de Tolueno la constituye la evaporación a partir de gasolina y otros combustibles, que contienen entre un 5 y un 7% de Tolueno, por acción de derrames o por emisión de motores debido a mala combustión, aquí el porcentaje liberado corresponde al 65%. La significancia de las fuentes mencionadas puede variar de país a país y de región a región dependiendo de los niveles de industrialización y de consumo de combustibles en cada uno ^(6,8).

Las concentraciones de Tolueno en áreas remotas y alejadas de la civilización son muy bajas, pero en zonas urbanas se puede encontrar entre 1,6 y 6,6 ppb aunque pueden ser mayores dependiendo de la presencia de fuentes de emisión fuertes como industrias o zonas de alto tráfico vehicular, pero por lo regular no exceden 1 ppm ^(5,6).

Aunque la gran mayoría de las personas no entra en contacto con elevadas concentraciones de Tolueno durante su vida, algunos grupos de personas si lo están en ambientes laborales o por la acción del abuso en la inhalación de pegantes; las concentraciones a las que se exponen este tipo de personas son del orden de 300 mg/m³ pero pueden ser mayores o menores dependiendo del caso específico ⁽⁶⁾.

El Tolueno en el aire se degrada por acción de radicales Hidroxilo que lo llevan hasta cresol y Benzaldehído, que a su vez sufren rompimiento de anillo aromático y generan hidrocarburos simples; el proceso completo toma entre 13 y 104 horas dependiendo de las condiciones atmosféricas. El Tolueno también se oxida por reacción con Dióxido de Nitrógeno, Oxígeno y ozono, pero estas reacciones no son tan importantes como aquellas con radicales Hidroxilo. Las reacciones de descomposición de sustancias por acción de radiaciones solares no son importantes dentro de las formas de degradación del Tolueno ^(2,6,8).

4.25.10.2 AGUA

El Tolueno puede alcanzar fuentes de agua por acción de descargas industriales y desechos urbanos, también por derrames de la sustancia como tal o sus mezclas con gasolina u otros solventes, sin embargo, las cantidades liberadas en el agua corresponden solo a una fracción muy pequeña de aquel que llega a la atmósfera ⁽⁶⁾.

Las cantidades de Tolueno en las diferentes fuentes de agua es por lo regular muy bajo. Los niveles de Tolueno en aguas superficiales pueden oscilar al rededor de 3 ppb (partes por billón), pero esta concentración en ciudades y poblaciones industrializadas aumenta hasta 20 ppb en algunos casos. La presencia de Tolueno en la lluvia es muy baja, encontrándose en concentraciones entre 0,1 y 0,7 ppb. Los factores que afectan los niveles del Tolueno en el agua superficial y el agua subterránea incluyen la volatilización, la solubilidad, y, donde se refiere al agua subterránea, la degradación y/o la adsorción del Tolueno durante la filtración a través de suelos ^(6,8).

El Tolueno no es una sustancia catalogada como persistente, no hay evidencia que existan acumulaciones de Tolueno en cadenas alimenticias acuáticas; se volatiliza o degrada de forma rápida, la velocidad de volatilización del Tolueno desde el agua varía dependiendo si se trata de aguas estancadas, en donde el proceso ocurre al cabo de hasta 16 días, o si se trata de aguas turbulentas, en donde la eliminación solo tarda entre 5 y 6 horas ^(2,6,8).

La degradación del Tolueno presente en el agua se debe a mecanismos principalmente microbianos. Su vida media aquí es de solo 1 o 2 horas y depende de parámetros como la temperatura del agua o la cantidad de

microorganismos presentes. Aunque el Tolueno se puede oxidar por causa de las mismas reacciones que están presentes en el aire, las velocidades de estas en medio acuoso son muy bajas. Por medio únicamente de estas reacciones, su vida media en el agua podría estar entre unos 13 y 34 días. La biodegradación del Tolueno en agua se puede mejorar por la presencia de especies químicas como Sulfatos, Nitratos, Potasio y Fosfatos ^(2,6).

4.25.10.3 SUELO

La presencia de Tolueno en el suelo se debe principalmente a derrames accidentales de este material o de solventes y combustibles que lo contienen; también son importantes los desechos de la industria del petróleo y los lodos municipales ⁽⁶⁾.

La alta volatilidad del Tolueno hace que su permanencia en el suelo sea baja y dependiente de factores como la temperatura, la humedad y el tipo de suelo; los periodos de permanencia aquí son de alrededor de unas 24 horas, en las que se libera hasta un 90% del Tolueno derramado. El 10% restante se absorbe de forma permanente y sufre los procesos de degradación por acción de bacterias y químicos oxidantes ^(2,5,6).

El Tolueno se puede degradar en el suelo por la acción de una serie de bacterias conocidas como *Pseudomonas* y *Acromobacterias*. El proceso de biodegradación ocurre en dos etapas; la primera genera Acido Benzoico y en la segunda el anillo bencénico sufre rompimiento metabólico y en últimas se transforma en Dióxido de Carbono o en parte de la estructura celular de las bacterias. La vida media del Tolueno en el suelo en condiciones medioambientales aceptables por acción bacterial puede ser de entre 4 y 22 días ⁽⁶⁾.

4.25.11 ECOTOXICIDAD ^(2,8)

El Tolueno posee toxicidad moderada en organismos acuáticos; los peces presentan LC₅₀ entre 1 y 100 mg/l pero se pueden dar valores tan altos como 240 mg/l. Para organismos terrestres solo se presenta algún nivel grave de intoxicación cuando se exponen a altas concentraciones en el aire o por ingestión de grandes cantidades de esta sustancia; en ratas los niveles de LD₅₀ están en el orden de 5,3 a 5,9 g/kg de peso.

Larva de Mosquito CL₅₀ (24 horas): 21,5 mg/l

Salmón Rozado CL₅₀ (96 horas): 7,0 mg/l

Algas Marinas

Chlorella vulgaris EC₅₀ (24 horas): 245 (mg/l)

4.25.12 LINEAMIENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA SU DISPOSICION

Un método aceptable y efectivo para el tratamiento de residuos industriales o urbanos que contengan Tolueno consiste en la incineración a altas temperaturas. No se recomienda realizar rellenos sanitarios con esta sustancia debido a la posibilidad de generación de vapores explosivos ⁽⁶⁾.

4.25.13 BIBLIOGRAFÍA

1. Environmental Protection Agency (EPA). Toluene Fact Sheet [en línea]. Agosto de 1994 [citado julio 7 de 2003]. Disponible en http://www.epa.gov/opptintr/chemfact/f_toluen.txt
2. Environmental Protection Agency. Toluene Chemical Summary [en línea]. Agosto de 1994 [citado julio 7 de 2003]. Disponible en http://www.epa.gov/opptintr/chemfact/s_toluen.txt
3. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Minimal Risk Levels (MRLs) for Hazardous Substances [en línea]. Fecha de publicación desconocida, actualizado en enero de 2003 [citado julio 7 de 2003]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/mrls.html>



4. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *ToxFAQ's for Toluene* [en línea]. Febrero de 2001 [citado julio 7 de 2003]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts56.html>
5. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Public Health Statement Toluene* [en línea]. Mayo de 1994 [citado julio 7 de 2003]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/phs56.html>
6. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological Profile for Toluene* [en línea]. Septiembre de 2000 [citado julio 7 de 2003]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp56.html>
7. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Medical Management Guidelines (MMGs) for Toluene* [en línea]. Fecha de publicación desconocida, actualizado junio 16 de 2003 [citado julio 7 de 2003]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg56.html>
8. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Environmental Health Criteria 52, Toluene* [en línea]. 1986 [citado julio 7 de 2003]. Disponible en <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc52.htm>
9. Organización Internacional del Trabajo (OIT). *International Chemical Safety Cards, Toluene* [en línea]. Octubre de 2002 [citado julio 7 de 2003]. Disponible en http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/_icsc00/icsc0078.htm
10. Organización Internacional del Trabajo (OIT). *Chemical Safety Training Modules, Annex 4. List of Classified Chemicals* [en línea]. Fecha de publicación desconocida, actualizado septiembre de 1999 [citado julio 7 de 2003]. Disponible en <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/safetytm/clasann4.htm>
11. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). *Chemical Sampling Information, Toluene* [en línea]. Fecha de publicación desconocida, revisado noviembre de 2001 [citado julio 7 de 2003]. Disponible en http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_272200.html
12. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). *Occupational Health Guideline for Toluene* [en línea]. Septiembre de 1978, revisado agosto de 1998 [citado julio 7 de 2003]. Disponible en <http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/0619.pdf>
13. Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). *Software Dataquim. Hoja de Datos de Seguridad, Tolueno. Última actualización 2003. Bogotá, Colombia.*

Tolueno