

Riesgos higiénicos de los trabajadores de estaciones de servicio

Risques hygiéniques des travailleurs des stations de service
Hygienic risks of the service stations' workers

Redactoras:

M^a Gracia Rosell Farrás
Ingeniero Técnico Químico

Núria Jiménez Simón
Licenciada en Farmacia

Susana Torrado del Rey
Licenciada en Ciencias Químicas

SERVICIO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS
LABORALES DE CEDIPSA (CEPSA)

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

La gasolina es una mezcla compleja de compuestos, principalmente parafinas, olefinas, naftenos e hidrocarburos aromáticos, con un número de átomos de carbono que va de 4 a 12 y un punto de ebullición en el intervalo de 25 a 210 °C, mientras que el gasóleo es una mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, aromáticos, policíclicos aromáticos y nafténicos con un número de átomos de carbono comprendido entre 9 y 20 y un punto de ebullición en el intervalo de 150 a 380 °C. Su composición puede variar dependiendo del origen del crudo y del proceso de refinado.

El estudio de la exposición laboral de los trabajadores de estaciones de servicio a compuestos orgánicos volátiles (COVs) se basa principalmente en el control de la exposición a vapores de gasolina, que por sus características y composición son los que están presentes en concentraciones más elevadas en el ambiente, y más concretamente se centra en la determinación de hidrocarburos alifáticos (nº de carbonos C₅ a C₇, especialmente el n-hexano) y de benceno, tolueno y xilenos (BTX). Otros compuestos de interés de la gasolina, desde el punto de vista toxicológico, son el metil ter-butil éter (MTBE) y el etil ter-butil éter (ETBE) utilizados como aditivos a unos niveles de concentración entre el 2 y 11% con el objetivo de reemplazar el plomo orgánico y el benceno como anti-detonantes y así poder reducir la concentración en hidrocarburos aromáticos.

En las tiendas de las estaciones de servicio, además, se puede detectar la presencia de productos de limpieza, principalmente isopropanol, etanol, limoneno y otras sustancias utilizadas como ambientadores. Teniendo en cuenta que en la mayoría de estaciones de servicio el suministro es auto servicio por parte del cliente y que los trabajadores pasan gran parte de la jornada laboral en el interior de las tiendas, hay que considerar también la calidad del aire en éstas.

Los niveles de exposición de los trabajadores a vapores de gasolina han ido disminuyendo a lo largo de estos últimos años, acercándose a los niveles de la población general, que está expuesta a las mismas sustancias provenientes en gran parte de la actividad industrial, el tráfico y el tabaco. Las causas principales de esta disminución son:

- la transformación de las estaciones de servicio a la modalidad de auto servicio.
- la limitación, por parte de la legislación europea, del contenido máximo de benceno en las gasolinas.
- la obligatoriedad de adoptar medidas para limitar la emisión de vapores de gasolina en la descarga de cisternas y en el suministro de vehículos.

Los resultados obtenidos en estudios realizados por el INSHT para determinar el nivel de contaminación de fondo de estos contaminantes en aire interior y exterior y así poder establecer un nivel a partir del cual la contaminación se pueda atribuir a la exposición laboral están descritos en la tabla 1.

Compuestos	Exterior		Interior	
	nº muestras	Valores max /min en µg/m ³	nº muestras	Valores max /min en µg/m ³
Benceno	218	< 1 – 12,4	235	< 1 - 21
Tolueno	217	< 1 – 173,9	234	1.1 – 261,2
Xilenos	213	< 1 – 95,5	232	< 1 – 175,7

Tabla 1. Valores de BTX en ambientes exteriores e interiores

2. TOXICIDAD

Teniendo en cuenta la documentación de la “American Conference Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)” en la que se exponen los aspectos toxicológicos de la gasolina (n° CAS 86290-81-5) para establecer los valores límite ambientales TLV-TWA descritos en la “Documentation of Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices” y publicados en el 2002 se deduce que:

- El riesgo intrínseco de la gasolina para la salud humana es alto debido a su gran volatilidad. La vía de entrada inhalatoria es la más importante en la exposición laboral, aunque también lo es la vía dérmica.
- A concentraciones elevadas la gasolina se comporta como un anestésico e irritante de las mucosas pudiendo provocar dolor de cabeza, mareos, visión borrosa y náuseas. Se han descrito en la bibliografía irritación de ojos a unos niveles de concentración entre 160 y 270 ppm durante 8 horas; e irritación de ojos, nariz y garganta y mareos por exposición durante 1 hora a unos niveles de concentración entre 500 y 900 ppm.
- A pesar de que no se ha podido establecer, hasta el momento, una relación causa efecto entre exposición laboral y cáncer de riñón u otros tipos de cáncer y a la luz de una clara evidencia entre la relación causa-efecto en la aparición de cáncer en roedores expuestos a vapores de gasolina, la ACGIH clasifica la gasolina como un cancerígeno A3 (Sospechoso de carcinogenicidad en animales) con un valor límite ambiental TLV-TWA de 300 ppm con el fin de evitar la irritación de mucosas y vías respiratorias y un valor de corta exposición TLV-STEL de 500 ppm.
- No se ha podido demostrar una respuesta mutagénica significativa en ensayos con animales.
- Hay publicaciones que describen el efecto de la neuritis tóxica después de la exposición a gasolina. La aportación a este efecto que pueda tener el n-hexano no está muy clara, ya que la concentración en la gasolina es baja (<2%) y el efecto puede estar potenciado por los demás hidrocarburos.
- Otro de los compuestos de interés que contiene la gasolina y que merece especial atención por su clasificación como cancerígeno humano de categoría 1 es el benceno. Amplia información sobre su toxicidad, así como sobre la determinación de las concentraciones ambientales y biológicas, está descrita en la NTP 486: “Evaluación de la exposición a benceno: control ambiental y biológico”.
- En cuanto a la toxicidad de otros componentes, como tolueno y xilenos, la ACGIH considera que a altas

concentraciones (>200 ppm) pueden causar encefalopatías, dolores de cabeza y otros efectos adversos para el feto en mujeres embarazadas. En exposiciones crónicas a tolueno (de 50 ppm a 1500 ppm durante tres semanas) se han descrito efectos tóxicos relacionados con el SNC y el sistema renal.

La “International Agency for Research on Cancer (IARC)” dispone de una monografía sobre la gasolina en la que la clasifica como cancerígeno 2B (posible carcinógeno para los humanos) dado que no hay una evidencia de carcinogenicidad en humanos y evidencia limitada en animales. Sin embargo, se describen casos de una mayor incidencia de diferentes tipos de cáncer (leucemia, páncreas) entre los trabajadores de las estaciones de servicio en varios países europeos.

3. VALORES LÍMITE AMBIENTALES

Los valores límite ambientales propuestos para la gasolina por diferentes países y organismos se describen en la tabla 2.

La DFG no está de acuerdo en asignar un valor MAK a las gasolinas porque este término describe un número de mezclas muy diversas, tales como gasolinas para motor, gasolinas de punto de ebullición especial, white spirits y gasolinas de pirólisis cuya composición es diferente y su toxicidad depende principalmente de su contenido en hidrocarburos aromáticos BTX, la proporción de los cuales varía notablemente según el método de producción. Tampoco acepta los procedimientos que establecen el valor límite de la gasolina mediante la suma de los componentes de la mezcla evaluados por separado, ya que estos cálculos no dan información de la concentración que hay en realidad en el ambiente del lugar de trabajo y, además, los valores MAK son para sustancias puras.

Por otro lado, debido a la amplia variación de los pesos moleculares de los diferentes componentes de la gasolina la conversión de ppm a mg/m^3 a través del peso molecular y el volumen molar es aproximada. La ACGIH ha calculado un peso molecular medio, a partir del de sus componentes y los porcentajes de cada uno de ellos, de 72.5 g/mol, de tal manera que, a 25 °C y 101,3 kPa 300 ppm de gasolina corresponden a 890 mg/m^3 .

Por todo lo comentado anteriormente, en la práctica se recomienda determinar los diferentes componentes de la gasolina por separado y aplicar los valores límite correspondiente a cada uno de ellos, teniendo en cuenta, evidentemente, lo establecido respecto a las mezclas. Los valores límite ambientales asignados para los principales compuestos se presentan en la tabla 3.

Valores de referencia	N° CAS#	Gasolina			
		8 horas		15 minutos	
		ppm	mg/m^3	ppm	mg/m^3
MAK ^a	--	--	--	--	--
TLV-TWA ^b	86290-81-5	300 A3	890	500	1480
VLA-ED ^c	86290-81-5	300 C2		--	

^{a)} La Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) no propone valor límite para la gasolina

^{b)} ACGIH. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. 2006

^{c)} INSHT. Límites de Exposición Profesional 2007

Tabla 2. Valores límite de exposición laboral a gasolina

Valores de referencia	Benceno		Tolueno		Xileno		n-Hexano	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
MAK ^{a)}			50	190	100	440	50	180
TLV-TWA ^{b)}	0.5 A1 ^{e)}	1,60	50 (20)	191	100	442	50	176
VL ^{c)}	1 C1 ^{f)}	3,25		50	221			
VLA-ED ^{d)}	1 C1M2 ^{f)}	3,25	50	191	50	221	20	72

^{a)} La DFG no asigna valores límite a las sustancias cancerígenas como es el caso del benceno.
^{b)} ACGIH. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. 2006
^{c)} Real Decreto 1124/2000 y Directiva Europea 2000/39/CE
^{d)} INSHT Límites de Exposición Profesional 2007. () Propuesta de cambio
^{e)} Cancerígeno categoría A1 por la ACGIH
^{f)} Cancerígeno C1 Mutágeno M2

Tabla 3. Valores límite de exposición laboral para BTX y n-hexano

4. VALORES LÍMITE BIOLÓGICOS

Dado que para BTX y el n-hexano la vía dérmica puede ser significativa, para un control total de la exposición laboral está indicado el control biológico. Los límites biológicos (VLB) para el benceno, tolueno, xilenos y n-hexano están detallados en las tablas 4, 5 y 6.

5. PERSONAL EXPUESTO

Puestos de trabajo

En las estaciones de servicio existen principalmente dos puestos de trabajo: el expendedor-vendedor o expendedor y el responsable de la estación de servicio. En la Tabla 7 se describen las tareas asignadas a cada puesto de trabajo.

Los puntos de máxima exposición laboral a compuestos orgánicos volátiles son los siguientes:

- Al atender la descarga de cisternas de carburantes donde el trabajador de la estación de servicio tiene que estar presente para el control de la operación.
- Al varillar tanques para determinar el volumen de los mismos o comprobar el correcto funcionamiento de la sonda de medición automática en los casos en que se disponga.
- En la operación de comprobación de medidas de aparatos surtidores, con el matraz de 10 litros.
- En el suministro de carburante a demanda del cliente (en estaciones de servicio atendidas dicha operación se realiza de forma continua, con lo que habrá mayor exposición).

Agente químico	Indicador biológico	VLB	Momento del muestreo	Valores en revisión 2007
Benceno	Ácido S-fenilmercaptúrico en orina	120 µg/g creatinina	Final de jornada laboral	0,045 mg/g creatinina
	Ácido t,t-mucónico en orina	4,5 mg/g creatinina	Final de jornada laboral.	2 mg/l 5 µg/l
	Benceno total en sangre	--	Final de jornada laboral.	
Tolueno	o-Cresol en orina	0,5 mg/l	Final de la jornada laboral	
	Ácido hipúrico en orina	1,6 g/g creatinina	Final de la jornada laboral	
	Tolueno en sangre	0,05 mg/l	Principio de la última jornada de la semana laboral	
Xilenos	Ácidos metilhipúricos en orina	1,5 g/g creatinina	Final de la jornada laboral	
n-Hexano	2,5-hexanodiona en orina	0,4 mg/l	Final de la semana laboral	

Tabla 4. Lista de valores límite biológicos (VLA) LEP 2007

Agente químico	Indicador biológico	VLB	Momento del muestreo
Benceno	Ácido S- fenilmercaptúrico en	25 µg /g creatinina	Final de jornada laboral
	Ácido t,t mucónico en orina	500 µg /g creatinina	Final de jornada laboral
Tolueno	o-Cresol en orina	0,5 mg/l	Final de jornada laboral
	Ácido hipúrico en orina	1,6 g/g creatinina	Final de jornada laboral
	Tolueno en sangre	0,05 mg/l	Principio de la última jornada de la semana laboral
Xilenos	Ácidos metilhipúricos en orina	1,5 g/g creatinina	Final de jornada laboral
n-Hexano	2,5 Hexanodiona en orina	0,4 mg/l	Final semana laboral

Tabla 5. Lista de valores límite biológico ACGIH 2006

Agente químico	Indicador biológico	VLB	Momento del muestreo
Benceno			
Tolueno	o-Cresol en orina	3,0 mg/l	Final de jornada laboral
	Tolueno en sangre	1,0 mg/l	Final de jornada o después de varias jornadas
Xilenos	Ácidos metilhipúricos en orina	2000 mg/g creatinina	Final de jornada laboral
	Xilenos en sangre	1,5 mg/l	Final de jornada laboral
n-Hexano	2,5 Hexanodiona en orina más 4,5-dihidroxi.2-hexanona	5 mg/l	Final de jornada laboral

Tabla 6. Lista de valores límite biológico MAK 2005

Puesto de trabajo	Operaciones
Expendedor vendedor	<ul style="list-style-type: none"> • Atender a clientes, trato con el público. • Limpieza de pista en la estación, servicios, tienda (uso de productos desengrasantes multiusos, detergentes y desinfectantes, así como productos antical, derivados alcohólicos...). • Recogida de bolsas de papeleras y traslado a los contenedores municipales (bolsas de 6 Kg. aproximadamente). • Ordenar y reponer almacén y tienda. • Uso y manejo de equipos informáticos. • Atender a la descarga de cisternas de carburantes. Dicha operación la realiza directamente el conductor de la cisterna que pertenece generalmente a empresas externas, aunque el personal de la estación de servicio debe controlar y verificar que se cumplan las condiciones de seguridad en dicha operación, por tanto también está expuesto. La frecuencia de dicha operación depende del centro de trabajo pudiendo llegar a ser diaria. Ver la figura 1 • Cambio de precios en monolito. • Manejar equipos extintores. • Varillar tanques para determinar el volumen de los mismos y detectar la cantidad de carburante a solicitar a las empresas distribuidoras. Frecuencia diaria en los centros que no disponen de sonda de medición automática. Cuando se produce la descarga de cisternas la frecuencia del varillado suele ser antes y después de la descarga. Ver la figura 2 • Dispensación de gasolina, en ocasiones en régimen autoservicio y de forma continuada en las gasolineras asistidas.
Responsable estación	<ul style="list-style-type: none"> • Gestiones comerciales. • Dirección y gestión del equipo humano a su cargo. • Desplazamientos "in labore" con su vehículo para realizar gestiones. • Uso y manejo de equipos informáticos. • Comprobación de medidas de aparatos surtidores. Dicha operación consiste en vaciar en un matraz homologado 10 litros de carburante de cada aparato surtidor para detectar posibles errores en suministro. Ver la figura 3. La frecuencia es quincenal o mensual. Los equipos de trabajo son el aparato surtidor y matraz de 10 litros. Esta operación frecuentemente se puede delegar al expendedor-vendedor. • Tareas propias del expendedor-vendedor.

Tabla 7. Puestos de trabajo y tareas asignadas

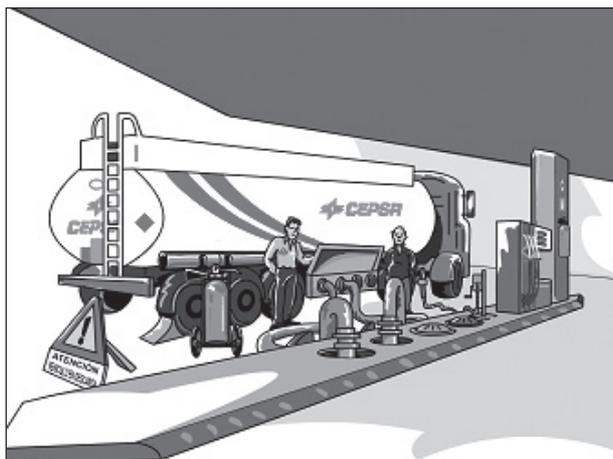


Figura 1. Descarga



Figura 2. Varillado



Figura 3. Metrología

6. CONTROL AMBIENTAL Y BIOLÓGICO DE LA EXPOSICIÓN

Por lo comentado anteriormente, es recomendable evaluar la exposición mediante la determinación de cada

uno de sus componentes más peligrosos por separado: BTX y el n-hexano.

Toma de muestras y análisis ambiental

La utilización de monitores pasivos es el sistema ideal cuando los tiempos de exposición son largos y las operaciones realizadas dentro de la jornada laboral variadas ya que el resultado es el valor medio de la concentración a que han estado expuestos los trabajadores durante todo el tiempo que se ha llevado a cabo la toma de muestras. En cambio, los monitores pasivos no son suficientemente sensibles para medir exposiciones puntuales a concentraciones elevadas, como es el caso de operaciones como la descarga de cisternas, varillado y la comprobación de las medidas de los aparatos surtidores. En estos casos las muestras deben tomarse mediante captación activa (tubo adsorbente más bomba personal calibrada). En la tabla 8 se indican los métodos analíticos propuestos en función del tipo de toma de muestras.

Toma de muestras y análisis biológico

La toma de muestras se lleva a cabo siguiendo las pautas indicadas en los VLB. En la tabla 9 se indican como realizar la toma de muestra y los métodos analíticos.

Operación	Toma de muestras	Tiempo de muestreo	Métodos analíticos
Tareas de tipo general	Monitores pasivos	Toda la jornada laboral	MTA/MA-015/R88
Varillado Control de medidas aparatos surtidores Descarga de cisternas de carburantes	Tubos de carbón activo	Tiempo que dure la operación	MTA/MA-030/A92

Tabla 8. Métodos analíticos para el control ambiental de la exposición

Agente químico	Indicador biológico	Espécimen	Toma de muestras	Métodos analíticos
Tolueno Xilenos	Ácido hipúrico Ácidos para y metil hipúricos	Orina	Final de la jornada laboral	MTA/MB-022/A95
Benceno	Ácido trans,trans-mucónico	Orina	Final de la jornada laboral	MTA/MB-026/A06
n- Hexano	2,5-Hexanodiona	Orina	Final de la semana laboral	INSHT ITB 103.93 J. Angerer K.H. Schaller

Tabla 9. Métodos analíticos para el control biológico de la exposición

7. NIVELES DE EXPOSICIÓN LABORAL A BTX Y N-HEXANO DETERMINADOS EN ESTACIONES DE SERVICIO

Control ambiental

Se llevó a cabo mediante la determinación de BTX y n-hexano, tomando las muestras con monitores pasivos ORSA o RADIELLO, colocados en la zona respiratoria del trabajador durante el turno de trabajo. Los resultados se muestran en la tabla 10.

Compuestos	Benceno	Tolueno	Xilenos	n-Hexano
	mg /m ³			
Promedio	0,05	0,52	0,35	4,12
Valores mín.	<LD	LD	LD	0,08
Valores máx	0,56	5,28	6,19	73,70
Mediana	0,03	0,33	0,10	1,15
VLA –ED 2007	3,25	191	221	72

Tabla 10. Límite de detección <0,001 mg/m³

Aspectos que podrían influir en los resultados obtenidos:

- Factores ambientales: La climatología (régimen de vientos, velocidad y dirección; temperatura ambiental)
- Tipo de suministro: Si la estación de servicio suministra mayoritariamente gasolina o gasóleos, así como si el tipo de suministro es autoservicio (lo realiza el cliente) o asistida (lo realiza el propio trabajador).
- Ubicación: Si el centro está ubicado en zonas urbanas (donde a la contaminación ambiental propia del centro se le suma la del lugar donde está situada y que puede estar influida además por aspectos como la presencia de semáforos en las vías, el volumen del tráfico...)
- Características individuales: personal fumador o no (y el número de cigarrillos diarios), patologías que puedan influir en el posterior control biológico, sexo, edad, antigüedad en el puesto.

Control biológico

Se llevó a cabo mediante la determinación de t,t-mucónico en orina como indicador de la exposición a benceno y 2,5-hexanodiona en orina como indicador biológico de la exposición a n-hexano. Los resultados se muestran en la ta-

bla 11. No se ha podido establecer una correlación directa entre las concentraciones ambientales y las concentraciones en orina debido a que las primeras eran del orden de 100 veces por debajo del VLA-ED. Ver la Tabla 11. Las concentraciones más elevadas de ácido t,t-mucónico se han detectado en personas fumadoras observándose una diferencia significativa respecto a las no fumadoras. Ver la nota técnica 486 sobre Evaluación de la exposición laboral a benceno: control ambiental y biológico.

Compuestos	t,t-Mucónico (mg/g creatinina)	2,5-Hexanodiona (mg/g creatinina)
Promedio	0,37	0,30
Valores mínimos	0,01	0
Valores máximos	3	2,76
Mediana	0,24	0,15
VLB 2007	4,5	5

Tabla 11. Resultados obtenidos en el control biológico

8. MEDIDAS PREVENTIVAS

Las medidas preventivas para reducir al máximo la exposición de los trabajadores de estaciones de servicio a vapores orgánicos son las siguientes:

- Realización de procedimientos de trabajo en los que se describan los riesgos, medidas preventivas y medios de protección a aplicar en las diferentes operaciones que se realizan, como son la descarga, el varillado, la comprobación de la calibración de los aparatos surtidores y el suministro.
- Recuperación de vapores orgánicos en la descarga de cisternas.
- Eliminación de la medición manual en los depósitos mediante la implantación de sondas de nivel electrónicas para controlar el volumen de hidrocarburos en los depósitos.
- Instalación de la recuperación de vapores orgánicos en el suministro de vehículos en las estaciones de servicio.
- Cambio progresivo de la concentración de aromáticos en los hidrocarburos para conseguir una reducción de emisión de COVs a la atmósfera siguiendo las normativas europeas.
- Información y formación de los trabajadores.
- Protocolos de actuación en caso de derrames o salpicaduras

BIBLIOGRAFÍA

- (1) INSHT (2007). **Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España.** Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid.
- (2) ACGIH (2006). **Threshold limit values for chemicals substances and physical agents and biological exposure indices.** American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Cincinnati, OH.

- (3) DFG (2005).
List of MAK and BAT values 2005: maximum concentrations and biological tolerance values at the work place. Deutsche Forschungsgemeinschaft, editor. Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemicals Compounds in the Work Area.
Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH.
- (4) E. ILGEN, K. LEVSEN, J. ANGERER, P. SCHNEIDER, J. HEINRICH, H.-E. WICHMANN (2001).
Aromatic hydrocarbons in the atmospheric environment. Part III: personal monitoring.
Atmos. Environ. 35:1265-1279.
- (5) WAN-KUEN JO, KI-BERM SONG (2001).
Exposure to volatile organic compounds associated with potential exposure to motor vehicle exhaust and/or gasoline vapour emissions.
The Sci. Total Environ. 269: 25-37.
- (6) J. F. PERIAGO AND C. PRADO. (2005).
Evolution of Occupational Exposure to Environmental Levels of Aromatic Hydrocarbons in Service Stations.
Ann. Occup. Hyg. 49 (3): 233-240.
- (7) INSHT. (1992)
Determinación de hidrocarburos aromáticos (benceno, tolueno, etilbenceno, p-xileno, 1,2,4-trimetilbenceno) en aire - Método de adsorción en carbón activo/Cromatografía de Gases.
MTA/MA-030/A92 (http://www.mtas.es/insht/mta/MA_030_A92.htm).
- (8) INSHT. (1988)
Determinación de disolventes de adhesivos de calzado (n-hexano y tolueno) en aire - Método de muestreadores pasivos por difusión / Cromatografía de gases.
MTA/MA-015/R88 (http://www.mtas.es/insht/mta/MA_015_R88.htm).
- (9) NIOSH (2003)
Manual of Analytical Methods 4th edition, n° 1500 Hydrocarbons, BP 36-126°C.
(<http://www.cdc.gov/niosh/nmam/pdfs/1500.pdf>)
- (10) EU ECB. (2002)
Risk Assessment Report. Tert-Butyl Methyl Ether.
Vol. 19 (http://ecb.jrc.it/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/mtbereport313.pdf).
- (11) IARC (1989)
Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans
vol. 45 p. 159 (<http://www.inchem.org/documents/iarc/vol45/45-03.html>).
- (12) INSHT. (1995)
Determinación de los ácidos fenilgloxílico, mandélico, hipúrico, y orto- y para-metilhipúrico en orina - Método de fase reversa con detección de ultravioleta / Cromatografía líquida de alta resolución.
MTA/MB-022/A95 (http://www.mtas.es/insht/mta/MB_022_A95.htm).
- (13) INSHT. (2006)
Determinación de ácido trans,trans-mucónico en orina - Método de extracción en fase sólida y detección ultravioleta / Cromatografía líquida de alta resolución.
MTA/MB-026/A06 (http://www.mtas.es/insht/mta/MB_026_A06.htm).
- (14) INSHT. (1993)
ITB 103.93 Determinación de 2,5 hexanodiona en orina
- (15) J. ANGERER AND K.H. SCHALLER. (1994)
Analyses of Hazardous Substances in Biological Materials.
Vol. 4. 147-164.

