



RIESGOS POTENCIALES DEL SULFURO DE HIDRÓGENO A TRAVÉS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN Y ENTREGA DEL BETÚN

SEPTIEMBRE 2023

By consulting and/or using this publication, the user acknowledges and agrees to be bound by the following stipulations. Eurobitume has made considerable efforts to compile this publication on the basis of reliable sources. However, Eurobitume cannot and does not guarantee the completeness, accuracy, reliability and effectiveness of the information contained in this publication for whatever purpose. Furthermore, the content of this publication may be changed, suspended, revised and/or removed by Eurobitume, at its sole discretion, at any time for whatever reason and without notice. Finally, except for cases of fraud, neither Eurobitume nor its members are liable for any loss, damages or injury whatsoever relating to the consultation or use of this publication, or the inability to do so. Eurobitume, September 2023, info@eurobitume.eu

TABLA DE CONTENIDO

1. Antecedentes	3
2. Alcance	3
3. El sulfuro de hidrógeno (H ₂ S) y peligros asociados físicos y para la salud.....	3
4. Reducción de las exposiciones	4
5. Evaluación de riesgos.....	4
6. Gestión de riesgos a través de la cadena de suministro del betún	5
6.1. Identificación de áreas	5
6.2. Advertencias	5
6.3. Control de accesos.....	5
6.4. Instalaciones de carga y ventilación.....	5
6.5. Gestión de la temperatura	5
6.6. Protección del personal.....	5
6.7. Gestión de actividades.....	6
6.8. Formación	6
7. Rescate del personal expuesto	6
8. Conclusiones	6
Apéndice 1 – Entidades seleccionadas que expiden VLA	7
Apéndice 2 – Bibliografía del sulfuro de hidrógeno.....	7

ISBN: 978-2-930160-89-4
D/2023/7512/120

© Eurobitume 2023
3rd edition 2023

Published by the European Bitumen Association
Boulevard du Souverain 165
B - 1160 Brussels, Belgium

T: +32 2 566 91 40

info@eurobitume.eu
www.eurobitume.eu

1. ANTECEDENTES

El sulfuro de hidrógeno (H_2S) está presente de forma natural en el petróleo pudiendo formarse durante el proceso de refinación y en los tanques de almacenamiento aguas abajo de la refinería. Otra causa podría ser los aditivos usados en el proceso de modificación del betún. Aunque no siempre se identifica la presencia de H_2S en la fase líquida del betún, el gas aún puede estar presente y puede acumularse en espacios cerrados durante el almacenamiento o transporte en caliente. En caso de almacenamiento prolongado, especialmente a altas temperaturas, el espacio superior de los tanques de almacenamiento y de los camiones puede contener cantidades significativas de sulfuro de hidrógeno que pueden alcanzar concentraciones peligrosas.

2. ALCANCE

El objetivo de este informe es concienciar a todas las personas involucradas a través de la cadena de suministro de betún (es decir, personal y administración de refinerías, depósitos de betún, plantas de ligantes bituminosos, plantas de asfalto, industria de cubiertas de betún, transportistas, personal de seguridad, salud y medioambiente involucrado en la evaluación y control de la exposición en el lugar de trabajo, inspectores, auditores, etc.) sobre los riesgos relacionados a la manipulación de betún como asociado con la presencia de H_2S en la fase vapor del betún, y sobre la importancia de limitar la exposición del personal al H_2S .

El alcance de este informe es describir el riesgo de las operaciones seleccionadas y proporcionar recomendaciones generales sobre cómo gestionar los riesgos asociados. La revisión cubre el almacenamiento, transferencia, carga, transporte y descarga de ligantes bituminosos en refinerías, depósitos, instalaciones de fabricación de ligantes modificados con polímeros y plantas de clientes. Este documento cubre todos los tipos de betún, incluidos: grados de betún convencionales, betún oxidado y betún modificado con polímeros (PMB). No incluye la fabricación, almacenamiento, transporte o aplicación de mezclas asfálticas. Se identifican varias medidas durante la fabricación de betún para reducir la cantidad de sulfuro de hidrógeno potencialmente presente. Estas pueden incluir la extracción (expulsar las moléculas con otro gas), el uso de aditivos (neutralización del sulfuro de hidrógeno) o la desgasificación en el almacenamiento (el gas disuelto en el betún tiende naturalmente a escapar de la masa líquida con el transcurso del tiempo). El uso de tales técnicas para reducir el peligro y el riesgo del H_2S en el betún no se trata en este informe.

3. EL SULFURO DE HIDROGÉNO (H_2S) Y PELIGROS ASOCIADOS FÍSICOS Y PARA LA SALUD

El H_2S es un gas que puede retenerse y liberarse del betún caliente. Es fácilmente reconocible por su olor a "huevos podridos" que es detectable a concentraciones muy bajas.

El sulfuro de hidrógeno:

- es tóxico, e irritante, actuando sobre los ojos y el sistema respiratorio.
- puede anular el sentido del olfato, por tanto el olor no es una forma fiable de detectar su presencia.
- es extremadamente inflamable.
- puede reaccionar con el óxido de hierro (herrumbre) de las paredes y techos de los tanques para formar sulfuro de hierro pirofórico, compuesto que es una conocida fuente de ignición en presencia de oxígeno.

Los productores de betún deben asegurarse de que los peligros asociados con sus productos se comuniquen adecuadamente a los clientes, junto con las medidas de reducción de riesgos. Esta información se incluye en las fichas de datos de seguridad (FDS).

LÍMITES DE EXPOSICIÓN PARA EL H_2S

Existen dos límites de exposición profesional para el H_2S . Representan una concentración a la cual la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos de forma repetida, día tras día, sin efectos significativos adversos sobre la salud:

- La media ponderada de 8 horas representa la concentración de exposición promedio ponderada en el tiempo (VLA-ED) de una sustancia tóxica permitida durante una jornada laboral de 8 horas y una semana laboral de 40 horas.
- El límite de exposición profesional a corto plazo (VLA-EC) representa un tiempo ponderado medio de 15 minutos de exposición, que no debe excederse en ningún momento durante la jornada de trabajo.

En cualquier caso, los límites se basan en evitar irritación de los ojos, nariz y garganta.

En la Unión Europea, la Directiva de la Comisión 2009/161/EU (1) establece una tercera lista de valores límite de exposición profesional indicativos (VLEPI) para la protección de los trabajadores contra los riesgos químicos, que se establecerá a nivel comunitario. Los VLEPI son valores no vinculantes basados en la salud. El sulfuro de hidrógeno está incluido en esta Directiva, lo que significa que los Estados miembros deben establecer un valor límite de exposición profesional nacional teniendo en cuenta el valor límite comunitario, pero pueden determinar su naturaleza de acuerdo con la legislación y la práctica nacionales. Los VLEPI para H_2S son:

- VLA-ED (8h): 5 ppm (7 mg/m³)
- VLA-EC (15 min): 10 ppm (14 mg/m³)

En el Apéndice 1 se incluye una lista de organizaciones que establecen regulaciones nacionales para el H₂S.

Los Límites de Exposición Profesional pretenden proteger a la mayoría de la población trabajadora de los posibles efectos adversos en la salud, sin embargo, puede haber excepciones con individuos inusualmente sensibles. Para algunas sustancias, como es el caso del H₂S, exposiciones breves a altas concentraciones de vapor pueden causar daños a la salud. El VLA-EC, concentraciones máximas y IPVS (Inmediatamente Peligroso para la Vida o la Salud) se han diseñado para reportar estos efectos. La IPVS se considera la concentración máxima por encima de la cual solo se debería permitir un aparato respiratorio altamente fiable que proporcione la máxima protección a los trabajadores, mientras que el uso de respiradores de purificadores de aire no está permitido. Para determinar los valores IPVS, el Instituto Nacional de Seguridad y salud Ocupacional de Estados Unidos (NIOSH) considera la capacidad de un trabajador de escapar sin perder la vida o de sufrir efectos irreversibles en la salud junto con efectos transitorios como irritación severa de los ojos y las vías respiratorias, desorientación y descoordinación, lo que podría dificultar el escape.

La exposición máxima define aumentos transitorios en los niveles de exposición de los trabajadores que pueden exceder 3 veces el Valor Umbral Límite - Media Ponderada en el Tiempo (TLV-TWA) por no más de 15 minutos cada vez, en no más de 4 ocasiones espaciadas 1 hora durante un día de trabajo. Bajo ninguna circunstancia se puede exceder 5 veces el valor del TLV-TWA cuando se toma en cuenta una media ponderada en el tiempo de 15 minutos. Además, el VLA-ED no se debe exceder para una jornada de trabajo de 8 horas.

En la tabla 1 figuran los datos de WHO (Organización Mundial de la Salud) Concise International Chemical Assessments Document (CICAD) 53 (2).

Tabla 1. Respuesta/efectos fisiológicos típicos después de la exposición a un rango de concentraciones de sulfuro de hidrógeno (H₂S) [basándose en Organización Mundial de la Salud, CICAD 53^A]

Exposición (mg/m ³)	Efecto / observación	Referencia
0,011	Umbral de olor	Amoore & Hautala, 1983 ²
2,8	Constricción de los bronquios en individuos asmáticos	Jappinen et al., 1990 ³
5,0	Aumento de molestias oculares	Vanhoorne et al., 1995 ⁴
7	Límite de exposición ocupacional promedio calculado en 8 horas	Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL)
14	Límite de exposición a corto plazo	SCOEL
5-29	Irritación ocular	IPCS, 1981 ⁵
28	Fatiga, pérdida de apetito, dolor de cabeza, irritabilidad, pérdida de memoria, mareos	Ahlhorg, 1951 ⁶
139	Concentración inmediatamente peligrosa para la vida o la salud (IPVS)	NIOSH ⁷
>140	Parálisis olfativa (No se debe confiar en que el sentido del olfato detecte el H ₂ S)	Hirsch & Zavala, 1999 ⁸
>560	Dificultad respiratoria	Spolyar, 1951 ⁹
≥700	Muerte	Beauchamp et al., 1984 ¹⁰

LÍMITES DE EXPLOSIVIDAD PARA EL H₂S

El H₂S es altamente inflamable. Su límite inferior de explosividad (LIE) es 4 % (una concentración de H₂S de 40.000 ppm). El H₂S puede alcanzar este valor LIE en tanques de betún modificado no aireados (durante la reacción de entrecruzamiento). Una ventilación forzada es recomendada en estos casos.

4. REDUCCIÓN DE LAS EXPOSICIONES

La exposición debería minimizarse a través de controles técnicos/ingeniería como el incremento de la automatización de las tareas con riesgo de exposición a altas concentraciones de H₂S, por ejemplo, introducir nuevas técnicas que permitan la apertura de la boca de inspección en remoto. También se recomiendan controles administrativos como el desarrollo de procedimientos eficientes para minimizar el tiempo que el trabajador está expuesto al peligro.

La siguiente jerarquía de controles debería considerarse para reducir la exposición a los riesgos al H₂S:

1. Controles de ingeniería – medios técnicos viables, como la ventilación, aumento de la automatización de las tareas (por ejemplo, la introducción de nuevas técnicas para permitir la apertura de la alcantarilla de forma remota).
2. Controles administrativos – como la reducción de la duración de la exposición de los trabajadores, la implementación de programas formales de protección respiratoria y de entrada al espacio confinado, etc.
3. Equipos de Protección Individual (EPI) – ver sección 6.6 for para más información.

A continuación, se mencionan ejemplos de algunas actividades preventivas que se pueden aplicar para reducir la exposición de los trabajadores:

- Evaluación de riesgos y/o peligros en las instalaciones.
- Sobre la base de esta evaluación, deben proporcionarse señales que adviertan al cargador y al descargador de que puede haber H₂S.
- Ventilar el área para reducir el riesgo.
- Los detectores individuales o de área deben estar disponibles para aquellos que realizan la carga si no se han adoptado ya otras medidas de gestión de riesgos.
- Deben aplicarse medidas de control adecuadas en los lugares de entrega para reducir la cantidad residual de H₂S potencialmente presente; esto puede incluir la delimitación de zonas, paneles de información, formación de los conductores, documentación y uso de ventilación local adecuada.
- Se debe intentar mover al aire y evitar respirar los vapores que escapan cuando se abre o cierra la boca de inspección. Después de descargar el betún, el personal debe permitir que los gases y vapores se disipen antes de cerrar la boca de inspección.

5. EVALUACIÓN DE RIESGOS

Eurobitume ha recopilado datos de concentración de H₂S de sus miembros, así como datos de medición de picos de ATMD y Routes de France. Los datos recogidos muestran una variación significativa en las concentraciones medias y máximas de H₂S, que podría explicarse por diversos factores, entre ellos

- Variación de las técnicas de medición y los protocolos de muestreo (que pueden variar en precisión y verse afectados por interferencias de otros compuestos distintos del H₂S presentes en la atmósfera)
- Mediciones realizadas a distancias variables de la fuente de H₂S. En los casos en que se registraron mediciones de la distancia a la fuente frente a la exposición personal, se observó que las concentraciones de H₂S disminuían rápidamente a medida que aumentaba la distancia a la fuente
- Variabilidad de las condiciones locales en el momento de las mediciones, por ejemplo, temperatura, dirección del viento, precipitaciones, etc.
- Se recomienda automatizar, en la medida de lo posible, cada tarea potencialmente peligrosa

Estos datos no son suficientes para ofrecer una evaluación sólida del riesgo, pero muestran que la concentración de H₂S en fase gaseosa puede alcanzar niveles peligrosos o letales en el espacio de cabeza del remolque del camión o en los espacios de cabeza de las cisternas de almacenamiento. En consecuencia, el potencial de exposición a cantidades significativas de H₂S es mayor durante las operaciones relacionadas con el espacio de cabeza de los tanques de almacenamiento y los camiones de reparto calefactados y en las actividades realizadas cerca de los pozos de registro y las salidas de ventilación. Por lo tanto, existe la posibilidad de exposiciones extremadamente altas en un período muy corto, incluso si no se superan los OEL a corto y largo plazo. Deben tomarse precauciones al abrir las bocas de inspección y cuando los conductores/operarios puedan estar más cerca de la fuente de altas concentraciones de H₂S.

Si se añade azufre al betún o a los productos modificados, el riesgo de exposición al H₂S se eleva. Esto también se aplica si se añade azufre al betún o a los productos modificados.

6. GESTIÓN DE RIESGOS A TRAVÉS DE LA CADENA DE SUMINISTRO DEL BETÚN

La Directiva 89/391/CEE (3) impone a los empresarios la obligación de "tomar las medidas necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, incluida la prevención de riesgos laborales y el suministro de información y formación". Por lo tanto, es responsabilidad de todos los empresarios asegurarse de que los empleados y otros trabajadores en un lugar de trabajo sean conscientes de los peligros que pueden estar presentes y que se desarrollen medidas de gestión de riesgos para garantizar que los trabajadores no estén expuestos a riesgos inaceptables mientras realizan sus funciones.

Es poco probable que las operaciones normales en áreas abiertas o bien ventiladas presenten peligros graves de H₂S durante las operaciones de betún. Sin embargo, dado que el betún puede contener H₂S, las operaciones normales de carga/descarga, muestreo de tanques y cualquier actividad cercana a pozos de inspección o tuberías de ventilación deben tener en cuenta la posible presencia de H₂S y los empresarios deben realizar una evaluación integral de riesgos teniendo en cuenta considerar los siguientes elementos.

La evaluación de riesgos debería incluir los riesgos a los que se enfrentan tipos específicos de trabajadores y decidir las medidas de protección que se deben tomar y, si es necesario, el equipo de protección que se utilizará.

6.1. Identificación de áreas

Deben identificarse claramente los casos, circunstancias y lugares en los que pueda producirse el contacto con el H₂S. Dichas áreas incluyen, entre otras, aquellas en las que se trabaja en torno a procesos no contenidos, como pozos de registro abiertos, tuberías de ventilación, estaciones de muestreo, etc. Podría añadirse una identificación específica si las concentraciones son inmediatamente peligrosas para la vida o la salud (IPVS).

6.2. Advertencias

Debería advertirse en las áreas donde existe el riesgo de concentraciones peligrosas de H₂S, por ejemplo mediante señales de advertencia en los tanques de almacenamiento, lugares de carga, etc.

6.3. Control de accesos

La entrada y salida de personas en las zonas donde pueda haber niveles peligrosos de H₂S debe controlarse, por ejemplo, mediante un sistema de entrada/salida a través de un oficial de permisos en la sala de control o un sistema electrónico de entrada/salida. En determinadas circunstancias, debe utilizarse un sistema de comunicación por radio bidireccional.

6.4. Instalaciones de carga y ventilación

Con el fin de minimizar la posibilidad de respirar niveles peligrosos de H₂S, cuando sea posible, los operadores y conductores deben colocarse "contra el viento" al abrir las bocas de hombre o las escotillas de acceso. Para aquellas áreas donde existe el riesgo de concentraciones peligrosas de H₂S, se debe asegurar una ventilación adecuada, ya sea natural o forzada (por ejemplo, extracción local).

6.5. Gestión de la temperatura

La temperatura es uno de los factores que influye en la liberación de H₂S del betún líquido, por lo que la temperatura de almacenamiento debe mantenerse a un nivel no superior al necesario desde el punto de vista operativo.

6.6. Protección del personal

El personal que realiza tareas en las que pueden estar presentes altos niveles de H₂S debe ser consciente de los peligros asociados con el H₂S y debe estar debidamente capacitado para realizar las tareas requeridas de manera segura (por ejemplo, carga y descarga). Se debe utilizar equipo de protección individual (EPI) apropiado para abordar los peligros identificados. Un ejemplo de EPI puede incluir el uso de protección respiratoria (por ejemplo, respirador facial filtrante con cartuchos para gases ácidos, aire suministrado o respiradores autónomos) al realizar tareas o trabajar en áreas donde se espera que el personal encuentre niveles más altos de H₂S (por ejemplo, espacios confinados, operaciones no rutinarias).

Todas las personas que trabajen en zonas donde pueda producirse exposición durante la apertura de espacios confinados deben llevar un detector de H₂S. Esto también se aplica a las situaciones en las que las operaciones se realizan a distancia, ya que los sistemas pueden fallar.

6.7. Gestión de actividades

La aplicación de un programa “permiso de trabajo” puede ayudar a eliminar o reducir exposiciones a niveles peligrosos de H₂S (véase la Tabla 1).

- Los programas de entrada en espacios confinados, incluidas las alarmas personales, deben incluir el control del H₂S más allá de los temas generales de entrada en espacios confinados (oxígeno suficiente, etc.). El H₂S a temperatura ambiente es más denso que el aire ambiente, por lo que el H₂S se concentrará en los puntos bajos (especialmente cuando la ventilación es deficiente) y es probable que la concentración aumente hacia el fondo del espacio. La atmósfera del aljibe debe comprobarse cuidadosamente desde la boca de acceso hasta el fondo, por ejemplo utilizando un detector de H₂S sujeto por un cable antes de entrar, incluso después de una ventilación cuidadosa.
- Procedimientos para entrar en otras zonas en las que exista riesgo de alta exposición al H₂S.
- Vías de escape equipadas con mangas de viento que permitan a las personas abandonar la zona de forma segura en caso de fuga.
- Si es posible, trabajar contra el viento de cualquier fuente potencial de H₂S.
- Evacuación del personal no esencial a un lugar seguro si la concentración de H₂S supera el límite de exposición ocupacional (OEL). Tenga en cuenta que los OEL pueden variar según el país o la jurisdicción, consulte el Apéndice 1.
- Implemente un programa formal de protección respiratoria aplicable, según lo definido por los reguladores pertinentes.
- El personal debe permitir que los gases y vapores se disipen antes de acercarse mucho a las aberturas de los tanques. Evitar respirar los vapores muy cerca de las aberturas del tanque. Para abrir la boca de acceso, se recomienda que los operarios se sitúen en el suelo. Al abrir la boca de acceso, posicionarse lo más lejos posible de la tapa.

6.8. Formación

El personal debe estar formado sobre el sulfuro de hidrógeno, incluyendo (capacitación para crear conciencia y proporcionar competencia, asegurar la efectividad de la formación brindada):

- Dónde pueden estar presentes dichas sustancias.
- Cómo puede estar expuesto el personal.
- Los posibles efectos en la salud después de la exposición.
- Cómo se pueden detectar estas sustancias.
- El uso y limitaciones de EPI (Equipo de protección individual).
- El uso de monitores con alarma de gas, incluidas limitaciones, lecturas falsas y condiciones de uso.
- Alarmas y procedimientos de emergencia.
- Garantizar la eficacia de la formación.

La formación debe sensibilizar y capacitar. Debe garantizarse la eficacia de la formación impartida.

7. RESCATE DEL PERSONAL EXPUESTO

En el caso de que una persona esté aturdida y haya perdido o esté perdiendo el conocimiento:

- Solo el personal autorizado y capacitado en rescate debe acercarse a la víctima.
- Comuníquese con el personal de la instalación de inmediato para informarles de la emergencia y para llamar a un servicio médico de emergencia; si no se puede contactar con el personal de la instalación llame inmediatamente a los servicios de emergencia.
- Si es posible, detenga de forma remota cualquier carga o transferencia de operaciones.
- No se acerque a la víctima sin usar respiradores con suministro de aire (SAR) o equipos de respiración autónomos (ERA). Si tiene el equipo de protección respiratoria adecuado, retire a la víctima del área contaminada con la ventilación cruzada del escape.
- El rescate debe realizarse con personal de respaldo que también esté equipado con respiradores con suministro de aire.
- Cuando esté en un área segura, comience a aplicar los primeros auxilios e inicie una respuesta médica.
- Mantenga a la víctima acostada.
- Si está capacitado para hacerlo, comience la reanimación cardiopulmonar (RCP) si el corazón de la víctima ha dejado de latir.
- Si los ojos de la víctima se ven afectados por el H₂S, enjuáguelos a fondo con agua limpia y fría.
- Busque atención médica lo antes posible en caso de sobreexposición. Los efectos de la sobreexposición a H₂S pueden retrasarse y la observación médica extendida puede ser necesaria.
- Revisar los procedimientos médicos de emergencia establecidos con la atención primaria local y/o el personal de primeros auxilios.

8. CONCLUSIONES

Sobre la base de la información obtenida de los datos presentados por sus empresas asociadas, Eurobitume considera que existen algunas actividades que pueden conducir a exposiciones potencialmente peligrosas al sulfuro de hidrógeno (H₂S) durante el proceso de carga y descarga.

Por lo tanto, las operaciones de carga/descarga, muestreo de tanques y cualquier actividad cercana a bocas de inspección o tuberías de ventilación deben tener en cuenta la posible presencia de H₂S.

En consecuencia, todos los empleados que se ocupan del betún deben estar informados y capacitados para reconocer situaciones potencialmente peligrosas en relación con el H₂S y los empleadores y proporcionar los EPI adecuados.

APÉNDICE 1 – ENTIDADES SELECCIONADAS QUE EXPIDEN VALORES LÍMITE AMBIENTALES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL (VLA)

País	Autoridad
Austria	Grenzwerteverordnung 2011 - GKV 2011
Belgium	Belgisch Staatsblad 30 juni 2011; N. 2011-1687
Bulgaria	РБ МТСП и МЗ Наредба №13/2003
Czech Republic	178/2001 (12/2007)
Denmark	Arbejdstilsynet; Grænseværdier for stoffer og materialer, augustus 2007 (publicatie C.o.1)
Estonia	Sotsiaalminister 10/2007
Finland	Työterveyslaitos, Sosiaali- ja terveysministeriö 07/2009
France	Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France; INRS ED 984; juin 2008 (mandatory based on the decree May, 2012)
Germany	TRGS 900; version april 2011
Hungary	EüM-SxCsM 12/2007
Ireland	Health & Safety Authority
Italy	EU OEL/ list of indicative OEL values 12/2009
Latvia	LV National Standardisation and Meteorological Centre 05/2007
Lithuania	Del Lietuvos Higienos Normos 10/2007
Luxembourg	EU OEL; List of Indicative OEL values 12/2009
Netherlands	Zoek een grenswaarde : In de Databank Grenswaarden Stoffen op de Werkplek kunt u opzoeken welke grenswaarde er is vastgesteld
Norway	Nye administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfære; utgave desember 2011
Poland	Ministra Pracy i Polityki Społecznej (Poland, 7/2009)
Portugal	Instituto Português da Qualidade
Slovakia	Nariadenie Vlády Slovenskej republiky
Spain	Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España, 2012; Ministerio de Trabajo e Inmigración, INSHT
Sweden	AFS 2005:17
Switzerland	SuvaPro Grenzwerte am Arbeitsplatz 2009
UK	Health & Safety Executive EH40/2005
OSHA ^{USA}	United States Department of Labor
ACGIH ^{Ad}	American Conference of Governmental Industrial Hygienists (United States)
NIOSH ^{Ad}	National Institute for Occupational Safety and Health (United States)
SCOEL	Scientific Committee on Occupational Exposure Limits

^{Ad} Organos asesores
^{USA} Valor norteamericano

APÉNDICE 2 – BIBLIOGRAFÍA DEL SULFURO DE HIDRÓGENO

- (1) Commission Directive 2009/161/EU of 17 December 2009 establishing a third list of indicative occupational exposure limit values in implementation of Council Directive 98/24/EC and amending Commission Directive 2000/39/EC
- (2) World Health Organization: Concise International Chemical Assessment Document 53 [<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42638/9241530537.pdf?sequence=1>]
- (3) Council Directive 89/391/EEC of 12 June 1989 on the Introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work

Documentos Eurobitume

- Safe Handling of Bitumen – Eurobitume, 2015
- Managing H₂S Risks during bitumen operations - Eurobitume, 2020
- Guide to the Safe Delivery of Bitumen – Eurobitume, 2018

Otras publicaciones sobre sulfuro de hidrógeno

- Guidance of safe use in the REACH dossier for bitumen – CONCAWE REACH Dossier for bitumen
- Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Hydrogen Sulphide, SCOEL, June, 2007
- Management Practices for Asphalt Facility Control of Hydrogen Sulfide Exposure, Asphalt Institute, 2006
- Energy Institute Model Code of Safe Practice; Part 11 – Bitumen Safety Code, 2023, 5th Edition, ISBN 9781787253605
- HYDROGEN SULPHIDE: UK OCCUPATIONAL EXPOSURE LIMITS; Michael G Costigan, Occup. Environ. Med. 2003;60:308-312, 2003
- Sensory and Cognitive Effects of Acute Exposure to Hydrogen Sulfide - U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health: ENVIRONMENTAL HEALTH PERSPECT (ehponline.org.; doi:10.1289/ehp.10531 (available at <https://www.ncbi.nlm.gov>) Published online 30 October 2007
- Sulfure s'hydrogène (hydrogen sulphide) – INERIS – 29/09/2011

Referencias

- ¹ Concise International Chemical Assessment Document 53, HYDROGEN SULFIDE: HUMAN HEALTH ASPECTS, World Health Organization, Geneva, 2003
- ² Amoores JE, Hautala E., Odor as an aid to chemical safety: odor thresholds compared with threshold limit values and volatilities for 214 industrial chemicals in air and water dilution. J Appl Toxicol. 1983 Dec;3(6):272-90
- ³ Jäppinen P, Vilkkä V, Marttila O, Haahtela T. Exposure to hydrogen sulphide and respiratory function. Br J Ind Med. 1990 Dec;47(12):824-8.
- ⁴ Vanhoorne M, De Rouck A, De Bacquer D (1995) Epidemiological study of eye irritation by hydrogen sulfide and/or carbon disulphide exposure in viscose rayon workers. Annals of Occupational Hygiene, 3:307-315.
- ⁵ IPCS (1981) Hydrogen sulfide. Geneva, World Health Organization, International Programme on Chemical Safety (Environmental Health Criteria 19).
- ⁶ Ahlberg G (1951) Hydrogen sulfide poisoning in shale oil industry. Archives of Industrial Hygiene and Occupational Medicine, 3:247- 266.
- ⁷ <https://www.cdc.gov/niosh/npg/pgintrod.html>
- ⁸ Hirsch AR, Zavala G (1999) Long term effects on the olfactory system of exposure to hydrogen sulphide. Occupational and Environmental Medicine, 56:284-287.
- ⁹ Spolyar LW (1951) Three men overcome by hydrogen sulfide in starch plant. Industrial Health Monthly, 11:116-117.
- ¹⁰ Beauchamp RO Jr, Bus JS, Popp JA, Boreiko CJ, Andjelkovich DA (1984) A critical

Eurobitume
Boulevard du Souverain 165
B-1160 Brussels
Belgium
T: +32 2 566 91 40
E: info@eurobitume.eu



www.eurobitume.eu

 www.linkedin.com/company/eurobitume

 www.twitter.com/eurobitume