

# RIESGOS PARA LA SALUD Y PRÁCTICAS DE PREVENCIÓN DURANTE LA MANIPULACIÓN DE CONTENEDORES FUMIGADOS

## Introducción

En todo el mundo se transportan mercancías en contenedores. Anualmente se cargan, transportan y descargan más de 600 millones de contenedores. Los contenedores destinados al transporte de mercancías suelen tratarse con sustancias químicas que eliminan las plagas antes del envío. El control de plagas se realiza para proteger la mercancía de posibles plagas durante el dilatado tiempo de transporte y evitar así la propagación de organismos no deseados. Las sustancias químicas utilizadas son tóxicas, no solo para las plagas, sino también para los seres humanos. Los fumigantes suelen aplicarse en forma de gas a los contenedores, mediante un proceso denominado fumigación. Los principales fumigantes utilizados hoy en día son el bromuro de metilo (MeBr) y la fosfina (PH<sub>3</sub>). Cuando estos contenedores llegan a destino pueden quedar residuos de las sustancias químicas utilizadas para la fumigación que pueden representar un riesgo para los trabajadores que abren y descargan los contenedores. Los contenedores fumigados rara vez se etiquetan con advertencias que informen de que han sido fumigados, aun cuando la normativa internacional así lo indica. Se han registrado varios incidentes en los que los trabajadores se han expuesto a dichas sustancias químicas residuales de la fumigación y han sufrido efectos adversos en su salud, algunos de ellos graves. El personal sanitario que trabaja en hospitales y clínicas ha informado sobre pacientes a los que se ha examinado tras supuestas intoxicaciones por fumigantes. Sigue existiendo poca documentación que muestre el alcance y la gravedad del problema, probablemente porque no se ha publicado información sobre los incidentes acontecidos.

Los fumigantes añadidos deliberadamente a los contenedores deben distinguirse de los gases residuales liberados de las sustancias químicas de las mercancías que se transportan. La liberación de gases residuales de la mercancía abarca una gran variedad de sustancias químicas con diferentes características y repercusiones en la salud. El tolueno, el benceno y el xileno son disolventes y ejemplos típicos de sustancias químicas detectadas en contenedores, pero no se utilizan como fumigantes, sino que proceden de la mercancía transportada. No obstante, algunas sustancias químicas como el formaldehído pueden liberarse de la mercancía transportada y también pueden utilizarse como fumigantes.

Algunas preguntas importantes sobre este tema:

- ¿Qué sabemos de los contenedores que llegan a los puertos europeos con respecto a los residuos de fumigantes?
- ¿Qué tipo de fumigantes se utilizan principalmente y cuáles son los riesgos para la salud de los trabajadores expuestos a estos fumigantes?
- ¿Cómo deben manipularse los contenedores para minimizar el riesgo de que se produzcan efectos adversos en la salud de los trabajadores que abren y descargan los contenedores?

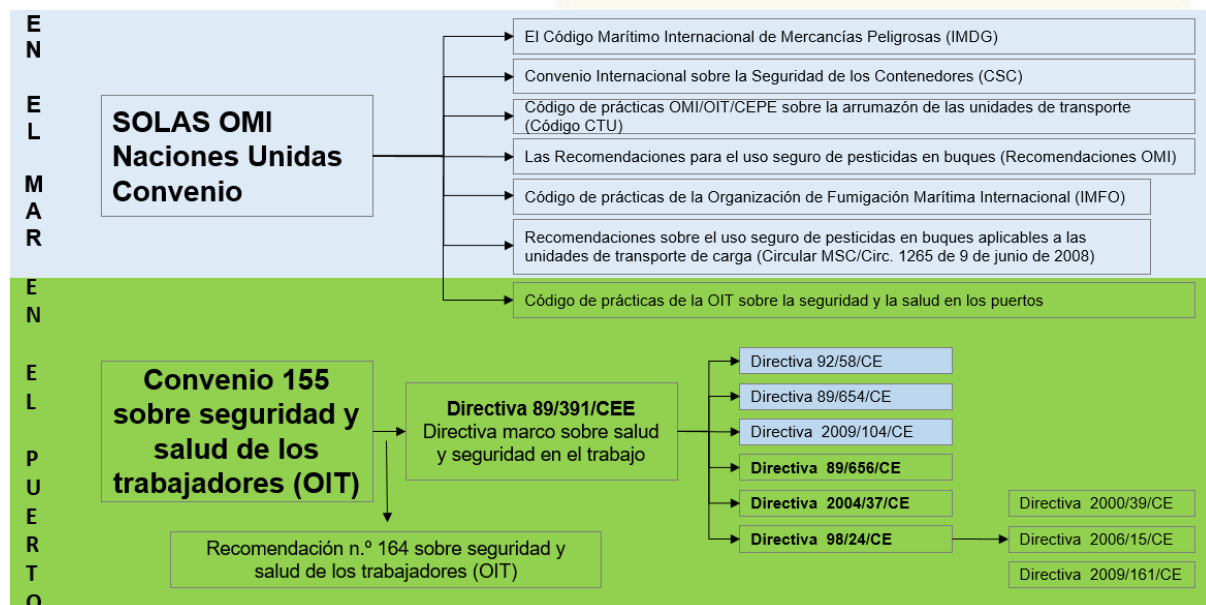
Con el fin de dar respuesta a estas preguntas, en el marco del proyecto, se ha estudiado la bibliografía existente, tanto científica como divulgativa, como informes y otras publicaciones. Además, se ha visitado un puerto europeo grande y otro pequeño. El objetivo era ver cómo se manipulan los contenedores y conocer las buenas prácticas utilizadas.

## Legislación, normativa y directrices

Hay varios instrumentos normativos internacionales en vigor relacionados con la regulación de la manipulación segura de contenedores fumigados en el puerto/destino final, de los cuales los instrumentos marco más importantes son la Recomendación n.º 164 sobre seguridad y salud de los trabajadores, el Convenio 155 (Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Directiva 89/391/CEE de la UE (figura 1). Además, los instrumentos de la OMI del Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (Código IMDG) y el Convenio Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores (CSC) podrían ser objetivos adecuados a los que dirigir los esfuerzos futuros para facilitar la manipulación segura de los contenedores.

Si bien la normativa de la Unión Europea (UE) y las diferentes actuaciones a escala nacional son las que predominan en el puerto o en el destino final, las recomendaciones y la normativa de la OMI, especialmente el CSC, se limitan al ámbito marítimo. El Código IMDG abarca acciones como el embalaje, el transporte y el almacenamiento de los contenedores. Es obligatorio etiquetar correctamente los contenedores fumigados.

Figura 1: Directrices y normativa internacionales para la manipulación de contenedores fumigados en el mar y en los puertos.



La manipulación de los contenedores fumigados en el puerto y en el destino final está regulada por la «Directiva marco sobre salud y seguridad en el trabajo» (89/391/CEE) y la Directiva sobre sustancias químicas (98/24/CE) que establecen que el empresario debe realizar una evaluación de riesgos y que, en función de los resultados, hay que adoptar medidas adecuadas antes de iniciar el trabajo. Si procede, la evaluación de riesgos tiene que incluir la entrada segura de los contenedores marítimos y la manipulación segura de la mercancía transportada en dichos contenedores.

## Fumigantes pertinentes

Los principales fumigantes utilizados hoy en día son el bromuro de metilo (MeBr) y la fosfina (PH<sub>3</sub>). El formaldehído puede aparecer como fumigante o como producto procedente de la liberación de gases residuales de la mercancía del contenedor, pero se usa menos como plaguicida fumigante en contenedores destinados al transporte. La cloropicrina se utiliza como fumigante y también añadido a

otros fumigantes, como por ejemplo, el bromuro de metilo, como agente detector del fumigante. El óxido de etileno parece utilizarse cada vez con más frecuencia como fumigante.

El bromuro de metilo es un gas incoloro. Tiene poco olor en concentraciones bajas, pero tóxicas, y por consiguiente, los seres humanos pueden estar expuestos a él sin saberlo. El bromuro de metilo afecta principalmente al sistema nervioso central (SNC) y respiratorio y la recuperación de las intoxicaciones producidas con esta sustancia química parece lenta (de Souza et al., 2013).

La fosfina es un gas incoloro que presenta un olor similar al ajo y se aplica como fósforo sólido que reacciona con el vapor de agua en el aire y libera gas fosfina muy tóxico,  $\text{PH}_3$ . Se han producido varias muertes tras la inhalación de altos niveles de  $\text{PH}_3$ , algunas de ellas relacionadas con la fumigación de barcos de carga a granel (Lemoine et al., 2011; Wilson 1980; Lodde et al., 2015). Muy a menudo se fumigan alimentos y productos alimentarios con fosfina. Suele resultar fácil identificar el uso de fosfina para fumigación, ya que, al abrir el contenedor, se pueden encontrar bolsas o sobres vacíos que contenían fósforo sólido.

El formaldehído es un gas prácticamente incoloro con un penetrante olor. En la actualidad no suele utilizarse como plaguicida. El formaldehído irrita los ojos y la piel, puede afectar al sistema respiratorio en concentraciones bajas, y está considerado carcinógeno.

El gas cloropicrina presenta un penetrante olor muy irritante. Tiene un umbral olfativo bajo y, por lo tanto, se utiliza como aditivo a fumigantes inodoros como el bromuro de metilo para servir de «gas de advertencia». Se utiliza menos para la fumigación que el bromuro de metilo y la fosfina. Los principales efectos de la cloropicrina son irritación ocular y del sistema respiratorio, y en concentraciones altas también puede producir daños gastrointestinales graves (TOXNET, 2017; Oriel et al., 2009).

El óxido de etileno es un gas incoloro muy reactivo. El uso de óxido de etileno en la fumigación de contenedores parece estar en aumento, por ejemplo, en contenedores que transportan aparatos y productos sanitarios. Entre los efectos más graves de la inhalación de óxido de etileno predomina la irritación del sistema respiratorio, en concreto, la nariz y la garganta. También es carcinogénico.

## Falta de etiquetado de los contenedores fumigados.

En ocho de los nueve estudios disponibles de 2002 a 2013, el valor límite de exposición profesional de la fosfina se excedía en el 0,4-3,5 % de los contenedores (47,2 % en un estudio), mientras que el bromuro de metilo estaba por encima de su valor límite de exposición profesional en el 0-21,1 % de los contenedores. Esta variación se debe probablemente a varios factores, como los diferentes procedimientos para seleccionar contenedores para efectuar mediciones, el número de contenedores, el equipo de medición, el contenido de los contenedores, el país de origen, etc. No hay una distribución coherente de plaguicidas entre los diferentes tipos de carga, excepto la fosfina para los alimentos.

Con muy pocas excepciones, los contenedores fumigados no estaban etiquetados ni contaban con una declaración de haber sido sometidos a un tratamiento químico. Así pues, estas observaciones revelan que hay que tener cuidado a la hora de manipular los contenedores. Varios informes recogen infracciones de la normativa relativa al etiquetado correcto con advertencias y documentos de transporte en los que se especifique los procedimientos de fumigación de los contenedores fumigados.

## ¿Quién podría estar expuesto a los fumigantes?

Los trabajadores que descargan los contenedores en transpaletas o manualmente podrían estar expuestos si abren contenedores que no han sido sometidos a un control y declarados sin gases. Podría tratarse de trabajadores en el puerto de llegada y en almacenes/empresas de logística. Si los contenedores están fumigados con altos niveles de plaguicida, por ejemplo, de fosfina, los conductores de los camiones también pueden estar expuestos a un riesgo en caso de que se produzca un vertido del fumigante, o si abren los contenedores en destino. El personal de aduanas y los inspectores de alimentos también pueden estar expuestos cuando abren los contenedores para inspeccionarlos.

Descargar un contenedor puede llevar varias horas, y los valores límite de exposición profesional utilizados habitualmente para la exposición personal a las sustancias químicas, incluidos los fumigantes, se basan en exposiciones medias ponderadas en un tiempo de ocho horas. Un estudio realizado en Suecia reveló que el promedio de exposición individual durante la descarga de contenedores de doce metros ventilados de forma natural ascendía a entre el 1 y el 7 % de las concentraciones de fumigante a la llegada del contenedor; sin embargo, durante la apertura, se registraron valores máximos de hasta el 70 % de la concentración original (Svedberg & Johanson, 2013). Concluyen que aun cuando el promedio de la exposición durante la descarga es muy inferior a las concentraciones a la llegada, sigue representando una infracción grave de los límites de exposición profesional en contenedores de alto riesgo.

Hasta el momento no se ha informado de muertes relacionadas con la apertura de contenedores de transporte, pero varios informes recogen la aparición de efectos perjudiciales en la salud de los trabajadores que abren y que descargan los contenedores. Algunos representantes de instituciones de investigación y organismos competentes de ámbito nacional sugieren que se producen numerosos cuasi accidentes e intoxicaciones con resultados graves que no se registran. Por lo tanto, se desconoce el número real de incidentes con efectos adversos en la salud y el grado de infradeclaración es elevado.

## Evaluación de riesgos

La apertura de contenedores en el puerto debe realizarse teniendo en cuenta la evaluación de riesgos que contempla la identificación de los peligros, la evaluación de la exposición, la caracterización del riesgo y las medidas preventivas necesarias. El empresario en el puerto es responsable de realizar la evaluación de riesgos, de informar a los trabajadores de los riesgos y de establecer las medidas preventivas adecuadas.

La evaluación de riesgos en el puerto es una tarea complicada ya que hay poca comunicación sobre el posible riesgo para la salud que entrañan los contenedores fumigados, incluido un etiquetado correcto, a lo largo de la cadena de transporte desde el país exportador a los puertos del país de importación, como los riesgos para el personal de las empresas de logística, el personal de aduanas y los trabajadores que descargan los contenedores. El coste podría ser uno de los principales obstáculos para que se realice el debido etiquetado de los contenedores fumigados. Debería establecerse un sistema de comunicación mundial con una base de datos de riesgos.

## Procedimientos y directrices para garantizar prácticas seguras

Además de la normativa internacional y nacional relacionada con la manipulación de contenedores, existen instrucciones locales/hojas informativas de las organizaciones y de empresarios sobre la manipulación segura de los contenedores.

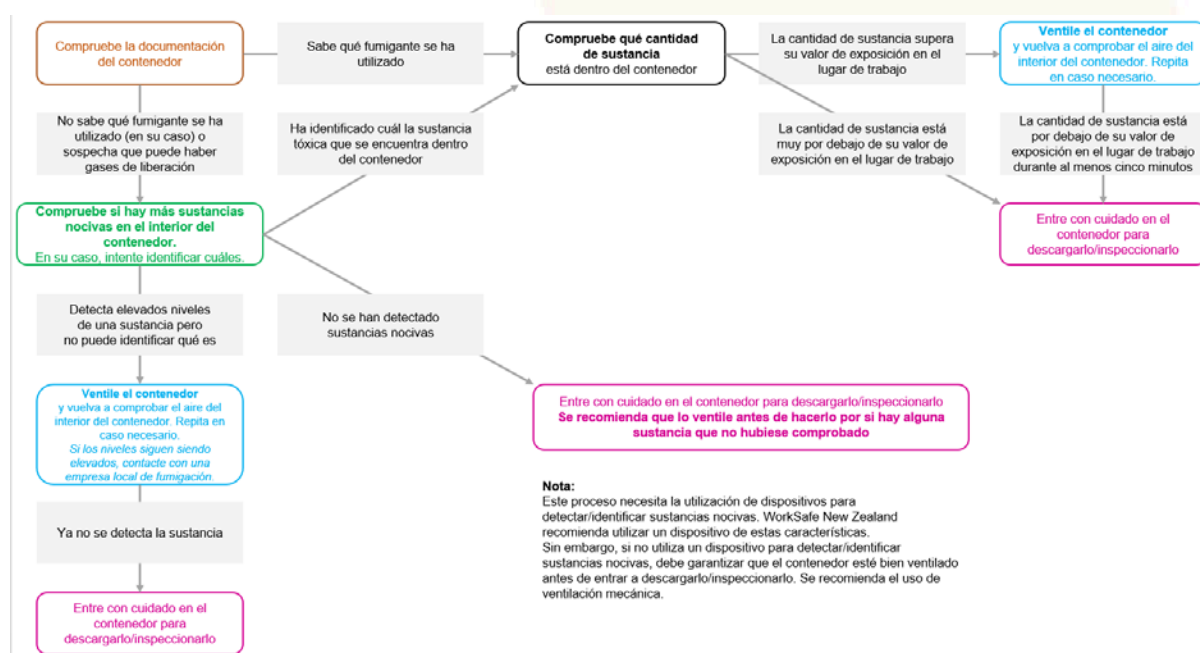
Algunos ejemplos:

- The Technical Rules for Hazardous Substances on Fumigations («Normas técnicas para sustancias peligrosas en fumigaciones) (TRGS 512) BAuA, Alemania, 2007; [https://www.baua.de/EN/Topics/Work-design/Hazardous-substances/functions/Publications-search\\_Formular.html?nn=8710720](https://www.baua.de/EN/Topics/Work-design/Hazardous-substances/functions/Publications-search_Formular.html?nn=8710720), descargar TRGS.
- Safe handling of gasses in shipping containers («Manipulación segura de gases en contenedores para el transporte»); ABC system, Gezond Transport, Países Bajos, 2011; <http://www.kgn-measurement.nl/Protocol%20gasses%20in%20import%20containers.pdf>
- WorkSafe New Zealand; Guía rápida. Keeping Safe from Harmful Substances while Inspecting or Unpacking Containers («Protegerse de las sustancias peligrosas en las inspecciones o descargas de contenedores»), 2017; <https://worksafe.govt.nz/topic-and-industry/hazardous-substances/guidance/industry-guidance/inspecting-and-unpacking-containers-harmful-substances>, véase el documento *Keeping-safe-from-harmful-substances.pdf*

El procedimiento alemán (BAuA, 2007) es minucioso y establece que siempre es necesario realizar una evaluación de riesgos para poder abrir con seguridad los contenedores. Resulta necesario realizar mediciones de los contaminantes con las puertas del contenedor cerradas para determinar el potencial de riesgo. En el caso de flujos de mercancías cuya naturaleza es conocida (países de origen, contenidos, remitente), puede ser suficiente realizar una muestra aleatoria. Si se perciben olores inusuales en una unidad de transporte, también deberá suponerse que hay contaminación. Esta contaminación deberá caracterizarse con más precisión, por ejemplo, examinándola con dispositivos multifunción.

Las unidades de transporte contaminadas deberán ventilarse hasta que las concentraciones medidas sean inferiores a los criterios de evaluación. Si la ventilación no reduce la concentración del contaminante por debajo de los correspondientes criterios de evaluación debido a la naturaleza de la mercancía y el embalaje, el personal que se encargue de descargar la unidad de transporte en cuestión deberá llevar la protección respiratoria adecuada (mascarilla de cara completa con un filtro de clase AB) y la mercancía se someterá a una ventilación forzada con ventiladores con el embalaje abierto en casetas adecuadas aseguradas a las que no esté permitida la entrada no autorizada, hasta que los valores se sitúen por debajo de los criterios de evaluación.

Figura 2: de la guía rápida de WorkSafe New Zealand (2017) ilustra los principales procedimientos de la apertura segura de contenedores, y es conforme con el procedimiento BauA de Alemania (2007).



<https://worksafe.govt.nz/topic-and-industry/hazardous-substances/guidance/industry-guidance/inspecting-and-unpacking-containers-harmful-substances>, véase el documento «*Keeping-safe-from-harmful-substances.pdf*»)

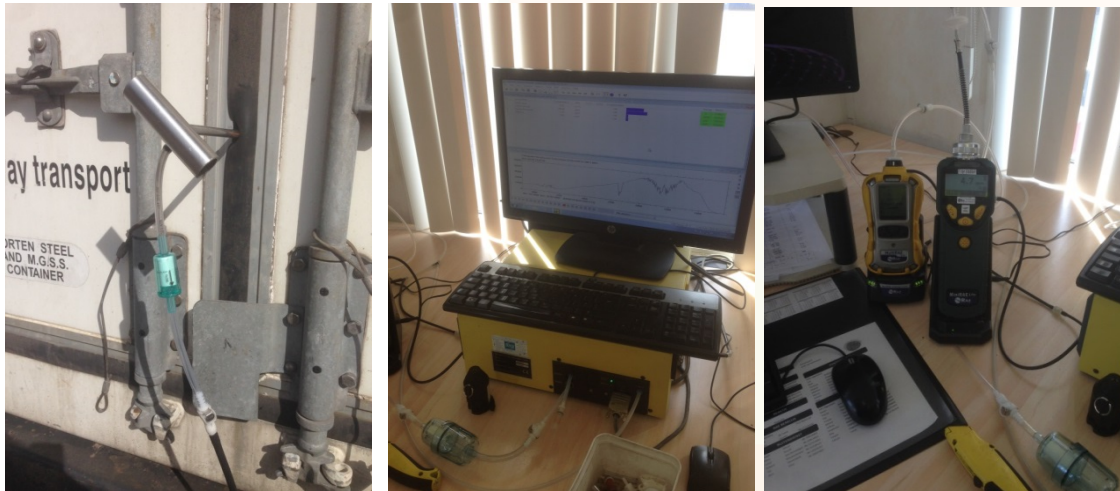
Hay también varios ejemplos de tarjetas/folletos con información disponible:

- Gases en contenedores. Atención a los riesgos. (FNV, Países Bajos) [www.fnvgasincontainers.nl](http://www.fnvgasincontainers.nl)
- Containergassen (Gasmeetstation, Países Bajos) <http://www.gasmeetstation.nl/veiligheidswijzer/>
- Sicherheit beim Umgang mit begasten Containern. (BG Verkehr, Alemania)  
Berufsgenossenschaft für Transport.- und Verkehrswirtschaft, Hamburgo, Alemania.  
<https://www.bg-verkehr.de/medien/medienkatalog/flyer/sicherheit-beim-umgang-mit-begasten-containern>
- Toxische gassen. (Sociale partners van de sector Transport en Logistiek, Bélgica).  
[www.toxischegassen.be](http://www.toxischegassen.be)

## Mediciones de fumigantes en los contenedores

Las mediciones de fumigantes se realizan principalmente utilizando sondas que se introducen por las juntas de goma de las puertas de los contenedores y se conectan a los instrumentos de control (figura 3).

**Figura 3:** Se extrae aire del contenedor a través de la boquilla situada entre las juntas de las puertas del contenedor a través de un tubo conectado con los instrumentos de control.



La contaminación química del aire del contenedor está compuesta por una mezcla de varias sustancias químicas. Sin embargo, no existe ninguna instrumentación de seguimiento/control estandarizada para contenedores. En principio, hay dos métodos para medir el contenido de los diferentes compuestos:

- 1) Con el primer método se determina la cantidad de cada compuesto químico en la mezcla de forma simultánea. Esto puede hacerse con diferente instrumentación, como la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR, en sus siglas en inglés) y el **detector de fotoionización (PID)**, en sus siglas en inglés), métodos que están disponibles en instrumentos portátiles que pueden utilizarse para el seguimiento en línea. Las ventajas de estos métodos son que la lectura se obtiene en segundos y que son fáciles de utilizar in situ. Las desventajas son la limitada especificidad y que el límite de detección puede estar muy por encima de los valores límite de exposición profesional.
- 2) En el segundo método, los diferentes compuestos químicos se separan por cromatografía y cada compuesto simple se identifica y se cuantifica utilizando una espectrometría de masas. La ventaja de este método es que permite una identificación precisa de los compuestos y un límite de cuantificación muy bajo, normalmente muy por debajo de los valores límite de exposición profesional. La desventaja es que la instrumentación no es adecuada para trabajar en el terreno, ya que el análisis debe hacerse en un laboratorio y necesita entre unas horas y uno o dos días para completarse.


Además, pueden utilizarse diferentes tipos de tubos adsorbentes para sustancias químicas específicas. Las marcas de escala en las paredes de los tubos indican la concentración del compuesto en la muestra. El método no es exacto, pero puede aportar algunas indicaciones de la concentración. En algunos casos, la interferencia de otros compuestos puede alterar los resultados.

Debe establecerse un procedimiento de seguimiento/control normalizado para los contenedores que llegan a los puertos europeos con tecnología de medición y selección de fumigantes (al menos MeBr

y PH<sub>3</sub>, por ejemplo) con suficiente sensibilidad para detectar un nivel de, al menos, 1/10 del valor límite de exposición profesional.

Debe emitirse un certificado de contenedor seguro/sin gas para los contenedores con niveles de gas < valor límite de exposición profesional (figura 4). Por otro lado, cuando las concentraciones sean ≥ valor límite de exposición profesional, los contenedores deben ventilarse antes de proceder a la descarga.

Figura 4: Ejemplo de un certificado de medición de gases que indica concentraciones seguras tras las mediciones.

| GASMETRAPPORT / GAS MEASURING CERTIFICATE  |  | 119917   |                              |                    |
|--|--|--|------------------------------|--------------------|
| Containernummer / Container number:  | CAIU8176750  | Oude zegel / Old seal:   | 532341K                      |                    |
| Lading / Cargo:  | Lightmakers  | Nieuw zegel / New seal:  | NVT                          |                    |
| Referentie / Reference:  | 161093   |  |                              |                    |
| Opdrachtgever / Client:  | Gasmeetstation Rotterdam B.V. / Gasmeetstation Rotterdam B.V.  |  |                              |                    |
| Locatie / Location:  | GMS  |  |                              |                    |
| Meting / Measurement:  | Eerste meting / First measurement                              |  |                              |                    |
| Type meting / Type of measurement:   | vrije ruimte in container, gemeten vanaf buiten                |  |                              |                    |
| Meetmethode / Method of measurement:   | FTIR Ex/O <sub>2</sub> /Tox                                    |  |                              |                    |
| Temperatuur / Temperature:   | 15,00 °C   | Datum / Date:  | 08-06-2016 Tijd / Time 07:15 |                    |
| Soort gas / Type of gas  | Afkorting / Short  | Grenswaarde / Limit value  | Waarde / Concentration       | Resultaat / Result |
| Ammoniak / Ammonia:  | NH3  | 19,80 ppm  | 0 ppm                        | Ok                 |
| Benzeen / Benzene:   | C6H6   | 1,00 ppm   | 0 ppm                        | Ok                 |
| Chloorpicrine / Chloropicrine:   | CCL3NO2  | 0,10 ppm   | 0 ppm                        | Ok                 |
| 1,2-Dichlooreethaan / 1,2-DichloroEthane:  | C2H4CL2  | 1,70 ppm   | 0 ppm                        | Ok                 |
| Formaldehyde / Formaldehyde:   | H2CO   | 0,12 ppm   | 0 ppm                        | Ok                 |
| Waterstof cyanide / Hydrogen cyanide:  | HCN  | 0,90 ppm   | 0 ppm                        | Ok                 |
| Methylbromide / Methylbromide:   | CH3BR  | 0,25 ppm   | 0 ppm                        | Ok                 |
| Methylchloride / Chloro Methane:   | CH3CL  | 25,00 ppm  | 0 ppm                        | Ok                 |
| Fosfine / Phosphine:   | PH3  | 0,10 ppm   | 0 ppm                        | Ok                 |
| Styreen / Styrene:   | C8H8   | 25,00 ppm  | 0 ppm                        | Ok                 |
| Toluene / Toluene:   | C7H8   | 40,00 ppm  | 0 ppm                        | Ok                 |
| Sulfuryldfluoride / Sulfuryldfluoride:   | SO2F2  | 2,50 ppm   | 0 ppm                        | Ok                 |
| Kooldioxide / Carbon Dioxide:  | CO2  | 4.900,00 ppm   | 434,23 ppm                   | Ok                 |
| Koolmonoxide / Carbon Monoxide:  | CO   | 25,00 ppm  | 0 ppm                        | Ok                 |
| Zuurstof / Oxygen:   | O2   | 20,90 %  | 20,90 %                      | Ok                 |
| Explosiemeting / Explosion:  | LEL  | 10,00 %  | 0 %                          | Ok                 |
| Xyleen / Xylene:   | C8H10  | 48,00 ppm  | 0 ppm                        | Ok                 |
| Voc / Voc:   |  | 100,00 ppm   | 3,80 ppm                     | Ok                 |
| Ethyleenoxide / Ethyleneoxide  | C2H4O  | 0,46 ppm   | 0 ppm                        | Ok                 |
| Isopetaan / Isopentane   | C5H12  | 600,00 ppm   | 0 ppm                        | Ok                 |
| Gasmeetdeskundige / Measuring expert   | T.S. Ruijgrok  |  |                              |                    |
| Deskundigheidsbewijs / Nr of certificate of expertise  | 220074.05064151 GEB: 22/03/1994                                |  |                              |                    |
| Resultaat / Result   | Geen waarde boven het limit / No value above limit             |  |                              |                    |
| Geen gevaarlijke concentraties gassen boven de vastgestelde grenswaarden (veilig te betreden) No toxic, obnoxious or flammable gasses at dangerous levels above TLV-limits (Safe to enter) |  |  |                              |                    |
| Advies / Advice  | Container lossen binnen 24u / discharge container within 24hrs |  |                              |                    |

De genoteerde waarden zijn slechts een weergave van de toestand op het moment van de meting. Aangezien gasconcentraties in een gesloten container kunnen fluctueren in de tijd aanvaardt Gasmeetstation Rotterdam geen aansprakelijkheid in het geval van veranderingen bij latere metingen. De opdrachtgever vrijwaart Gasmeetstation Rotterdam van alle mogelijke schade aan derden, die door de uitvoering van de opdracht kunnen zijn ontstaan.

## Desgasificación/ventilación de los contenedores

El contenedor debe ventilarse de forma eficaz cuando se hayan detectado altas concentraciones de sustancias nocivas o cuando no se hayan realizado mediciones. Normalmente los contenedores tienen pequeños orificios en las esquinas superiores para proporcionar cierta ventilación natural. Sin embargo, si el contenedor se fumiga, estos orificios suelen cerrarse, normalmente en el interior.

Cuando la inseguridad de los contenedores se basa en un bajo nivel de O<sub>2</sub> o en un alto nivel de CO<sub>2</sub> o CO, pero sin indicación alguna de la presencia de otros gases en niveles superiores a los valores límite de exposición profesional, las puertas de los contenedores pueden abrirse para que reciban ventilación natural. Para todos los demás gases, la liberación de gases debe efectuarse mediante ventilación forzada.

La ventilación con extracción forzada (ventilador que succiona aire a través de un tubo introducido en el contenedor y entrada de aire limpio en el contenedor a través de las puertas) produjo un rápido lavado del gas (Svedberg & Johanson, 2013; Braconnier & Keller, 2015). El tiempo para la

desgasificación/ventilación dependerá de varios factores, como el modo en que la mercancía está apilada en el contenedor, el grado de llenado del contenedor, la naturaleza de la mercancía, las condiciones climáticas y el fumigante utilizado, así como su concentración. Sin embargo, ni la ventilación natural (puertas abiertas) ni la ventilación por soplado (puertas abiertas, ventilador que expulsa aire hacia la mercancía) influyeron prácticamente en los niveles de gas del aire de contenedores profundos a doce metros desde las puertas. Los autores concluyeron que el diseño actual de los contenedores hace que la ventilación y el muestreo seguro y rápido antes de la apertura de las puertas resulte técnicamente difícil. La ventilación debe ser preferiblemente continua durante la descarga, y un contenedor ventilado que se cierra para ser descargado al día siguiente debe volver a ventilarse.

En la figura 5 se muestra una unidad de desgasificación con una «boca» introducida entre las juntas de las puertas. Debido a los pequeños orificios de ventilación en el contenedor y al estrecho orificio de la boca puede llevar al menos doce horas sustituir completamente el aire del contenedor utilizando este método.

**Figura 5. Ejemplo de una unidad de desgasificación.**



## Equipo de protección individual

Los fumigantes pueden introducirse en el cuerpo por inhalación y por absorción a través de la piel tras la exposición cutánea. El equipo de protección individual (EPI) incluye respiradores, guantes, traje, botas y gafas de seguridad, y ha de considerarse siempre la última opción de las medidas preventivas. Por lo tanto, el EPI debe ser una opción solo cuando las demás medidas preventivas no resultan suficientes para reducir la concentración de los fumigantes por debajo de concentraciones aceptadas. Es importante garantizar que los trabajadores reciben formación regular e instrucciones sobre los procedimientos que deben utilizarse y el mantenimiento y uso correcto de los EPI.

Se recomienda utilizar EPI si los contenedores se abren y alguien se introduce en ellos sin haber realizado previamente una evaluación de riesgos o una ventilación, por ejemplo, el personal de aduanas o inspectores de alimentos para inspeccionarlos. También se exige la utilización de los EPI en el caso de que se detecte fosfina en las mediciones. Para lograr una desgasificación eficaz del contenedor, las puertas deben estar abiertas, y cualquier residuo de fosfuro sólido debe eliminarse del contenedor en cuanto se inicia la desgasificación.

Es necesario realizar evaluaciones de riesgos para los escenarios de exposición pertinentes con el fin de determinar cuándo utilizar EPI y de qué tipo debe ser. La evaluación de riesgos debe tener en



cuenta el tipo de fumigante presente, su concentración y la duración de la exposición. La protección respiratoria debe ofrecer suficiente protección para reducir la exposición a niveles inferiores a los valores límite de exposición profesional u otro nivel adecuado.

El concepto «factor de protección asignado» se utiliza para el nivel de protección que se puede esperar de un respirador siempre que funcione debidamente y que el usuario lo lleve colocado correctamente. Este factor es el más elevado para los aparatos respiratorios aislantes, es decir, respiradores que suministran aire para los cuales la fuente de aire para la respiración es portada por el usuario. El respirador con suministro de aire o respirador aéreo es un respirador que suministra aire para el cual la fuente del aire no es portada por el usuario. El respirador purificador de aire es un respirador con un depósito, cartucho o filtro purificador del aire que elimina contaminantes específicos haciendo pasar aire ambiente a través del elemento purificador del aire, y normalmente tiene un factor de protección asignado menor que los aparatos respiratorios aislantes y los respiradores con suministro de aire.

La ropa de protección química también tiene que seleccionarse según los resultados que arroje la evaluación de riesgos con relación a la exposición a los respectivos fumigantes y los escenarios pertinentes.

Debe haber hojas informativas disponibles fácilmente comprensibles que incluyan ilustraciones en las que se muestre qué EPI utilizar para los diferentes escenarios de exposición.

## Conclusiones

Existen varias indicaciones de que los riesgos para la salud relacionados con la apertura y la descarga de los contenedores de carga fumigados se han subestimado, probablemente debido a la falta de documentación sistemática de incidentes relacionados con efectos perjudiciales para la salud.

El hecho de que los contenedores fumigados casi nunca se etiqueten supone un problema importante, así como el hecho de que las prácticas actuales a la hora de abrir y descargar estos contenedores no sigan procedimientos seguros basados en evaluaciones de riesgos adecuadas.

Deben elaborarse recomendaciones y procedimientos para medidas de control, como estrategia/tecnología de la medición, desgasificación/ventilación y EPI para diferentes escenarios.

### **Debe darse prioridad a las siguientes recomendaciones:**

- a) Deben adoptarse medidas para aplicar la normativa pertinente en relación con el etiquetado. Se trata de un problema colectivo ante el que deben actuar autoridades nacionales, transportistas, armadores, organizaciones de trabajadores y puertos. Es necesario que los puertos europeos adopten un enfoque uniforme para evitar la competencia a costa de la salud y la seguridad.
- b) No se debe abrir los contenedores hasta que la evaluación de riesgos indique que es seguro hacerlo, por ejemplo, tras analizar los documentos de transporte o tras aprobar las mediciones realizadas en la atmósfera del contenedor, en su caso, una vez efectuada la suficiente ventilación.
- c) Debe establecerse un procedimiento de seguimiento/control normalizado para los contenedores que llegan a los puertos europeos; la tecnología de medición debe poder identificar al menos MeBr y PH<sub>3</sub> con la sensibilidad suficiente para detectar niveles de, al menos, 1/10 del límite de exposición profesional.

## Referencias:

- Braconnier R, Keller F-X. Purging of Working Atmospheres Inside Freight Containers. *Ann. Occup. Hyg.*, **59**:641–654, 2015.
- de Souza, A., Narvencar, K. P. and Sindhoora , K.V. The neurological effects of methyl bromide intoxication. *J. Neurol. Sci.*, **335**(1-2): 36-41, 2013.
- Lemoine, T. J., Schoolman, K., Jackman, G. and Vernon, D. D. Unintentional fatal phosphine gas poisoning of a family. *Pediatr. Emerg. Care*, **27**(9): 869-871, 2011.
- Lodde, B., Lucas, D., et al. Acute phosphine poisoning on board a bulk carrier: analysis of factors leading to a fatal case. *J. Occup. Med. Toxicol.*, **10**: 10.
- Oriel, M., S. Edmiston, S. Beauvais, T. Barry and M. O'Malley. Illnesses associated with chloropicrin use in California agriculture, 1992-2003. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, **200**: 1-31. 2009.
- Svedberg, U., Johanson, G. Work inside ocean freight containers--personal exposure to off-gassing chemicals. *Ann. Occup. Hyg.* **57**(9):1128-37, 2013.
- TOXNET. Toxicology Data Network, US National Library of Medicine, National Institute of Health, Health and Human Services. <https://toxnet.nlm.nih.gov/>
- Wilson, R., Lovejoy, F.H., Jaeger, R.J. and Landrigan, P.L. Acute phosphine poisoning aboard a grain freighter. Epidemiologic, clinical, and pathological findings. *JAMA*, **244**(2): 148-150, 1980.