

# **Trabajo en espacios confinados**

**Trabajo Fin de Grado**  
Grado en Ingeniería Radioelectrónica Naval  
Septiembre de 2022

Autor:  
**Carlos Martín Plasencia**

Tutora:  
Prof. Dra. Cintia Hernández Sánchez

**Escuela Politécnica Superior de Ingeniería**  
**Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval**  
Universidad de La Laguna

---



D/D<sup>a</sup>. Cintia Hernández Sánchez, Profesora de la UD de área de Medicina Preventiva y Salud Pública, perteneciente al Departamento de Obstetricia y Ginecología, Pediatría, Medicina Preventiva y Salud Pública, Toxicología, Medicina Forense y Legal y Parasitología de la Universidad de La Laguna:

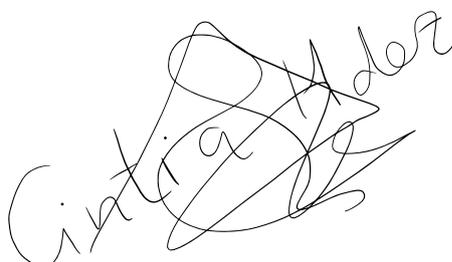
Expone que:

D. Carlos Martín Plasencia ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: **Trabajo en espacios confinados**.

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente documento.

En Santa Cruz de Tenerife a 15 de septiembre de 2022.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Cintia Hernández', with a stylized, overlapping flourish at the end.

Fdo.: Cintia Hernández Sánchez.

Directora del trabajo.



## AGRADECIMIENTOS

---

*A mi tutora Cintia por guiarme y darme la oportunidad de realizar este trabajo a pesar del poco tiempo del que disponíamos.*

*A mi madre Gisela y a mi padre José Carlos, por su apoyo y comprensión a lo largo de las diferentes fases que he tenido que pasar durante este camino de cuatro años.*

*A mi abuela Josefina y a mi abuelo José por su atención y preocupación durante todo el proceso.*

*A mis hermanos, Alejandro y Diego, y a mis amigos por entender la labor que me esperaba durante todo este verano que no pudimos disfrutar y por regalarme esos ratos que me sacaron de la rutina.*

*Por último, a mi pareja Paula por las conversaciones dentro de un coche aparcado, las que me tocaron y me dejaron tocado, hablando de mejores días que aún no han llegado.*

---



## Índice del TFG

---

<b>1. Resumen .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Abstract .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Objetivos.....</b>	<b>3</b>
<b>5. Materiales y métodos .....</b>	<b>4</b>
<b>6. Revisión y antecedentes.....</b>	<b>5</b>
6.1. Principales espacios confinados a bordo.....	5
6.2. Riesgos en espacios confinados .....	9
6.2.1. Riesgos generales .....	10
6.2.2. Riesgos específicos.....	10
6.3. Medidas preventivas para el control de trabajos en espacios confinados.....	20
6.3.1. Autorización de entrada al recinto .....	21
6.3.2. Medición y evaluación de la atmósfera interior .....	22
6.3.3. Limpieza, aislamiento y ventilación.....	24
6.3.4. Vigilancia externa continuada .....	27
6.3.5. Formación y equipo correcto .....	28
6.3.6. Normativa .....	30
6.4. Exposición del caso práctico del buque «Josefa Pérez» .....	33
6.4.1. Narración del accidente.....	33
6.4.2. Respuesta de la tripulación .....	36
6.4.3. Entorno en el que ocurrió el accidente.....	39
6.4.4. Tripulación.....	41
6.4.5. Antecedentes de inspecciones .....	43

---

---

6.4.6. Procedimientos de seguridad del buque .....	43
<b>7. Resultados y discusión .....</b>	<b>44</b>
7.1. Análisis del accidente .....	44
7.2. Principales errores ligados al accidente .....	46
7.3. Origen de la problemática .....	48
7.4. Frecuencia de accidentes ocurridos.....	51
<b>8. Conclusión .....</b>	<b>53</b>
<b>9. Conclusion .....</b>	<b>54</b>
<b>10. Bibliografía .....</b>	<b>55</b>
<b>11. Anexos.....</b>	<b>63</b>
01.- Anexo I. Ejemplo de permiso de entrada en un espacio cerrado. ....	63

---

**Índice de ilustraciones**


---

<b>Ilustración 1.</b> Limpieza del interior de un tanque de carga (Supportservice, s.f.) .....	6
<b>Ilustración 2.</b> Interior de un tanque de lastre (Laursen, 2017). .....	7
<b>Ilustración 3.</b> Interior de un cofferdam (Wikimedia Commons contributors , 2020).....	7
<b>Ilustración 4.</b> Interior de la caja de cadena (Soutullo, s.f.).....	8
<b>Ilustración 5.</b> Interior de la quilla de conducto (Agarval, 2021) .....	9
<b>Ilustración 6.</b> Ejemplo de una gama de inflamabilidad (Electrosertec, s.f.) .....	19
<b>Ilustración 7.</b> Estación de calibración/auto calibración y medidor de gases portátiles (Alfa Marine Safety, 2017).....	23
<b>Ilustración 8.</b> Explicación de la ventilación mecánica en un recinto cerrado (Arús, 2021). .....	26
<b>Ilustración 9.</b> Ejemplo de ventilación mecánica mediante extracción en un recinto cerrado (González Villegas & Turmo Sierra, 198*).....	27
<b>Ilustración 10.</b> Personal con el equipo de protección individual (Draeger, s.f.) .....	29
<b>Ilustración 11.</b> Plano del buque con indicación del compartimento donde ocurrió el accidente (CIAIM, 2012). .....	34
<b>Ilustración 12.</b> Abertura del compartimento lateral estanco 3-Br y vista de la parte inferior de la tapa y su travesaño (CIAIM, 2012). .....	35
<b>Ilustración 13.</b> Interior del compartimento donde se produjo el accidente visto desde la abertura (CIAIM, 2012). .....	36
<b>Ilustración 14.</b> Pistola neumática conectada a la manguera que suministraba aire (CIAIM, 2012). ...	37
<b>Ilustración 15.</b> Representación del rumbo del Josefa Pérez en el puerto de Avilés. (CIAIM, 2012) ..	39
<b>Ilustración 16.</b> Sección transversal de la cántara del Josefa Pérez, en donde se muestran las medidas de los compartimentos laterales n°3. (CIAIM, 2012) .....	40
<b>Ilustración 17.</b> Estado de oxidación del compartimento donde ocurrió el suceso (CIAIM, 2012).....	41
<b>Ilustración 18.</b> Información sobre trabajos en espacios cerrados contenida en el manual de formación en riesgos laborales que se le entregó a cada tripulante (CIAIM, 2012). .....	42
<b>Ilustración 19.</b> Cantidad de muertes en los espacios confinados de los buques cada año (News Hound, 2019).....	52

---

**Índice de tablas**

---

<b>Tabla 1.</b> Efectos negativos sobre nuestro organismo en función de la concentración de oxígeno (González Villegas & Turmo Sierra, 198*) (Bancroft Ingram, 2020).....	12
<b>Tabla 2.</b> Límites de exposición profesional para los principales agentes químicos en espacios confinados según la guía del INSST del 2022 (INSST, 2022).	18
<b>Tabla 3.</b> LIE y LSE de algunos de los agentes inflamables más destacados dentro de los espacios confinados (Soler & Palau Ventilation Group [S&P], s.f.).	20
<b>Tabla 4.</b> Información técnica del Josefa Pérez (Drag-sur S.L., s.f.) (CIAIM, 2012).....	34



## 1. Resumen

Una de las cuestiones que más caracteriza a la industria marítima son sus accidentes, ya que causan graves consecuencias como la pérdida de vidas, los daños ambientales y los daños económicos. Los accidentes más representativos dentro del ámbito marítimo son: los que ocurren por varada, colisión, contacto, incendio/explosión, naufragio/varamiento o por deficiencias en el casco/maquinaria. Sin embargo, existen accidentes laborales dentro del buque que se producen debido a los riesgos en el lugar de trabajo; como es el caso de los accidentes en espacios confinados, que, según estudios estadísticos, son la principal causa de las muertes ocupacionales dentro de los buques.

La presente revisión bibliográfica pretende recabar información sobre el porqué los recintos cerrados en los buques son tan peligrosos, desembocando en tantas pérdidas humanas. Para ello, se ha elaborado una guía que pueda contribuir a una gestión más fiable en la industria del transporte marítimo, puesto que, a pesar de las mejoras en los estándares de seguridad, hoy en día este tipo de accidentes continúa siendo preocupante.

Los resultados de este estudio concluyen en el hecho de que tanto el error humano como la falta de organización y la ausencia de normativa para determinados buques son los principales responsables de los accidentes en espacios cerrados.

## 2. Abstract

One of the issues that most characterizes the maritime industry is its accidents, since they cause serious consequences such as loss of life, environmental and economic damage. The most representative accidents within the maritime field are those that occur due to stranding, collision, contact, fire/explosion, shipwreck/stranding or due to deficiencies in the hull/machinery. However, there are occupational accidents within the ship that occur due to risks in the workplace; as is the case of accidents in confined spaces, which, according to statistical studies, are the main cause of occupational deaths inside ships.

This bibliographical review aims to gather information on why closed areas on ships are so dangerous, leading to so many human losses. To this end, a guide has been drawn up that can contribute to more reliable management in the maritime transport industry, since, despite improvements in safety standards, this type of accident continues to be a concern today.

The results of this study conclude in the fact that both human error and the lack of organization and the absence of regulations for certain ships are the main responsible for accidents in closed spaces.

### 3. Introducción

Un buque mercante es una estructura compleja que contiene en su interior varios espacios pequeños y cerrados. Muchos de estos espacios se utilizan para instalar maquinaria o para almacenar sus piezas o equipos de taller; además, la matriz de tuberías de los buques también atraviesa estos espacios, por lo que a veces los trabajadores también ocupan estos espacios para realizar trabajos de reparación, de inspección y de limpieza. (Bancroft Ingram, 2020).

Para poder comprender a qué nos referimos cuando hablamos de estos lugares, la Nota Técnica de Prevención (NTP) n°223 sobre «Trabajos en recintos confinados» del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) los define de la siguiente manera:

Un recinto confinado es cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables, o tener una atmósfera deficiente en oxígeno, y que no está concebido para una ocupación continuada por parte del trabajador. (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*, pág. 1)

Si a estos riesgos por atmósfera peligrosa se le suma el hecho de que son lugares estrechos e incómodos para trabajar, ya sea por las posturas que se deben adoptar para los diferentes trabajos o por la falta de iluminación que encontramos en estos lugares, no es de extrañar puedan ocurrir errores en cadena terminando en un fatal accidente (Bancroft Ingram, 2020), cuyo origen sea precisamente el desconocimiento de todos estos riesgos, la falta de capacitación o adiestramiento, así como de información sobre el estado del lugar de trabajo o sobre las condiciones de seguridad en las que debe efectuarse (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*).

### 4. Objetivos

**Objetivo general:** Investigar y conocer los espacios confinados más comunes dentro del buque, los riesgos inherentes que podemos encontrar y las medidas preventivas para el control de trabajos en estos lugares con el fin de evaluar un caso práctico real sobre un accidente de estas características dentro del buque.

## 5. Materiales y métodos

Nos encontramos ante una revisión bibliográfica en la que queremos conocer cuáles son algunos de estos recintos cerrados que se encuentran dentro de un buque y las pautas que se han de seguir actualmente para prevenir o minimizar los riesgos que existen en este tipo de espacios a bordo. Lo primero que se ha realizado es la búsqueda de información general (artículos de diversos organismos, revistas o periódicos vía web, otros trabajos académicos, etc.) sobre los espacios confinados, desde los que existen en tierra hasta los que nos encontramos a bordo de un buque, ya que, realmente, ambos ámbitos comparten métodos de prevención de riesgos parecidos o casi idénticos.

El motor de búsqueda utilizado como base de datos principal ha sido Google Académico, aunque también recopilamos algunos artículos de las bases de datos Scopus y Web of Science que fueron de gran ayuda. El resto de información fue extraída de distintas páginas webs como, por ejemplo, las del Boletín Oficial del Estado (BOE), el INSST o la Organización Marítima Internacional (OMI); aunque siempre que tuviesen referencias científicas o técnicas, también se han tenido en cuenta documentos guía preparados por algunas empresas con instrucciones sobre cómo actuar en los trabajos en espacios confinados. Para finalizar, accedimos a la página web del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) con el propósito de encontrar algún informe sobre un accidente relativo a los espacios cerrados a bordo y, gracias a la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM), pudimos estudiar el caso de un buque que tuvo dos accidentados de estas características.

**Criterios de inclusión:** Se incluyó en la revisión bibliográfica toda aquella información en español o inglés que tuviese relación con el trabajo en espacios confinados tanto dentro como fuera del buque y que nos diese la posibilidad de acceder al texto completo. Por alguna razón, al tratarse de un tema que puede pasar desapercibido en el ámbito marítimo y el cual actualiza su normativa cada muchos años, no se han considerado los intervalos de tiempo en esta revisión con la finalidad de recolectar la máxima información posible.

**Criterios de exclusión:** Se excluyeron de la revisión bibliográfica todos los artículos o trabajos que tras leer su resumen no resultaron ser relevantes, así como aquellos sin acceso al texto completo.

A través de los motores de búsqueda mencionados anteriormente y utilizando palabras clave como *espacios confinados en buques*, *atmósfera peligrosa*, *enclosed spaces on ship* y

*risk assessment enclosed space*, se localizó la mayoría de información utilizada para el desarrollo de este trabajo. Para apartados como el «6.1. Principales espacios confinados a bordo», se utilizaron los propios nombres de estos lugares en español e inglés seguidos de la palabra clave *espacios confinados en buques*, al tratarse de información muy específica.

## 6. Revisión y antecedentes

### 6.1. Principales espacios confinados a bordo

La Resolución A.1050 (27) de la OMI «Recomendaciones revisadas para la entrada a espacios cerrados a bordo de los buques» incluye como espacios confinados dentro de estos: tanques de carga, doubles fondos, tanques de combustible, tanques de lastre, cámaras de bombas de carga, cámaras de compresores de carga, cofferdams, cajas de cadenas, espacios vacíos, quillas de cajón, espacios entre barreras, calderas, cárteres de motores, receptores de aire de barrido de motores, tanques de aguas sucias y espacios conectados adyacentes. Esta lista no es exhaustiva, por lo que cada buque debe ofrecer una lista específica para identificar todos los espacios confinados a bordo, así como mostrarla en espacios públicos. A continuación, describimos algunos de los espacios confinados de esta lista:

#### - **Tanques de carga**

Estos tipos de tanques están presentes en buques de carga general y buques de carga a granel seco y líquido. En los buques de carga a granel, debido a que las materias primas se cargan directamente en los tanques, se requiere de tripulantes para ingresar a estos espacios confinados a fin de completar un control sobre el estado de los tanques de carga, comprobando que no estén oxidados y que no queden restos de cargas anteriores (Bancroft Ingram, 2020). Para poder pasar las inspecciones y recibir el permiso para cargar, normalmente se deben limpiar los tanques después de descargar en puerto, y siempre que sea posible dichas inspecciones se deben realizar sin ingresar a ellos, desde la cubierta a través de las bocas de sondaje. Al efectuar estas inspecciones, la persona debe tener la precaución de no inhalar gases de hidrocarburo o gas inerte, además de conocer los indicadores de vapores tóxicos a los que se expondrá y, si fuese necesario, deberá contar con equipo adecuado para la protección contra la inhalación de gases tóxicos (Candia, 2009).



**Ilustración 1.** Limpieza del interior de un tanque de carga (Supportservice, s.f.).

#### - **Tanques de lastre**

Se trata de un tanque destinado a introducir agua de mar como lastre para estabilizar el buque en el mar. Esta práctica compensa los cambios de peso como consecuencia de los distintos niveles de carga y el consumo de combustible y agua, de manera que se reduce el esfuerzo en el casco, se facilita la estabilidad transversal y se mejoran la propulsión y la maniobrabilidad (Real Academia de Ingeniería , s.f.) (OMI, 2020).

La entrada a este espacio confinado se realiza para verificar si hay corrosión, ya que, si la superficie del tanque se enfrenta a más del 75% del margen permitido, es posible que se necesiten reparaciones. Es necesario realizar estas labores de inspección periódicamente puesto que al saber cuál es el porcentaje de corrosión de los tanques, podemos saber con qué rapidez se propaga la corrosión y qué áreas pueden contaminarse con más facilidad. Con esto podemos realizar un análisis de tendencias a fin de crear un plan de mantenimiento para el futuro previsible.

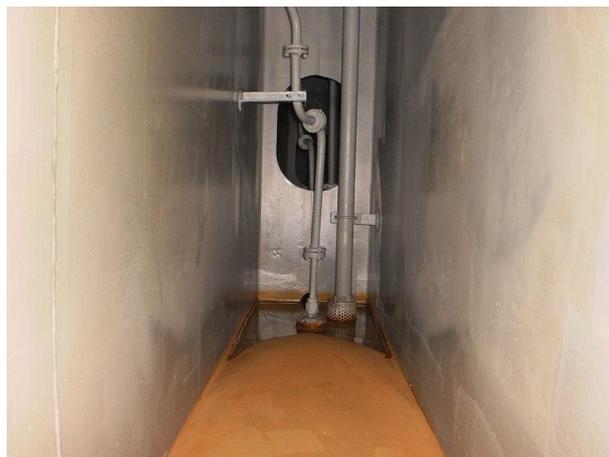
También es preciso realizar una inspección del revestimiento y de la estructura del tanque para revisar si existen grietas o puntos débiles (Global Drone Inspection, 2022).



**Ilustración 2.** Interior de un tanque de lastre (Laursen, 2017).

### - Cofferdams

Son espacios de seguridad entre dos mamparos, relativamente cerca uno del otro, con el propósito de aislar bodega, tanques, sección de proa y cuarto de máquinas (Diccionario Náutico, 2022). En el caso de encontrarse entre tanques, evitan que dos líquidos diferentes se mezclen entre sí cuando hay una fuga, por lo que se mantendrán siempre secos para detectar fugas tempranas. Por regla general, deberán estar ventilados y tener tamaño suficiente para permitir una inspección, mantenimiento y evacuación segura (Anish, 2019)



**Ilustración 3.** Interior de un cofferdam (Wikimedia Commons contributors , 2020).

### - Cajas de cadena

Es un compartimiento situado en la proa encargado de alojar la cadena del ancla cuando el buque esta sin fondear (Mayor, 2011). El fondo de la caja de cadenas deberá estar reforzado de forma que aguante todo el peso de la cadena.

Además, el espacio de la caja de cadenas debe ser muy superior al volumen de la cadena recogida para que durante la maniobra de fondeo la cadena se deslice sin obstáculos (Mayor, 2011). El personal de inspección o los propios tripulantes deben de acceder a este lugar regularmente para inspecciones y limpieza ya que la propia cadena suele acumular corrosión (Bancroft Ingram, 2020).



**Ilustración 4.** Interior de la caja de cadena (Soutullo, s.f.).

#### - **Espacios vacíos**

Los espacios vacíos se proporcionan en el área de carga del buque y por lo general, está presente en la parte externa del sistema de contención de carga. También es el resultado del arreglo constructivo para fortalecer la estructura del buque y a diferencia de áreas como el tanque de lastre, la cámara de bombas de carga, el tanque de combustible, etc., a las que accede una persona para su inspección, el espacio vacío no se visita con frecuencia para su inspección, ya que este espacio no tiene uso comercial ni operativo.

Las aberturas de los espacios vacíos adyacentes a los tanques de carga deberían proyectarse y montarse de modo que impidan la entrada de agua, azufre o vapor de la carga (Anish, 2019) (Amarine Administrations , s.f.).

#### - **Quillas de cajón**

La quilla de cajón se proporciona en buques con casco de doble fondo y consiste en placas sólidas soldadas en forma de caja formando un pasaje hermético interno que corre a lo largo del buque, generalmente desde el mamparo de colisión hasta el mamparo de la sala de máquinas delantera.

Las quillas de conducto tienen tuberías de combustible y de lastre que se extienden a lo largo de toda su longitud y se conectan a varios tanques de almacenamiento de combustible y tanques de lastre. Cualquier fuga de estas tuberías puede causar problemas graves y poner en riesgo la seguridad del buque, por lo que es necesario realizar inspecciones periódicas (Agarval, 2021).



**Ilustración 5.** Interior de la quilla de conducto (Agarval, 2021)

#### - **Espacios adyacentes conectados**

Se trata de un espacio normalmente no ventilado que no se emplea para carga, pero comparte las mismas características atmosféricas con el espacio de carga, como, por ejemplo, las vías de acceso a los espacios confinados (OMI, 2011).

### **6.2. Riesgos en espacios confinados**

Los espacios confinados se caracterizan por su tamaño y forma, por tener una ventilación no apropiada y por el hecho de que están diseñadas para permitir la entrada a un número reducido de trabajadores durante un corto periodo de tiempo. Sin embargo, se requiere de la entrada ocasional de la tripulación para inspección, reparación y mantenimiento (Bancroft Ingram, 2020) (Aguado, Leal, Gómez, & Andrade, 1998).

A la hora de realizar estas operaciones, una persona puede enfrentarse a distintos tipos de riesgos que podemos agrupar y dividir en dos apartados de riesgos que se especifican a continuación:

### **6.2.1. Riesgos generales**

Cuando hablamos de esta clase de riesgos nos referimos a los producidos por las deficientes condiciones materiales del espacio confinado como lugar de trabajo, al margen de la peligrosidad de la atmósfera interior. Según González Villegas & Turmo Sierra (198\*), entre estos riesgos destacan:

- Riesgos mecánicos (entre ellos equipos que pueden ponerse en marcha de forma inoportuna, además de atrapamientos, choques y golpes, por chapas deflectoras, agitadores, elementos salientes, dimensiones reducidas de la boca de entrada, obstáculos en el interior, etc.).
  - Riesgos de electrocución por contacto con partes metálicas que accidentalmente pueden estar en tensión.
  - Caídas a distinto nivel y al mismo nivel.
  - Caídas de objetos al interior mientras se está trabajando.
  - Malas posturas.
  - Ambiente físico agresivo (ambiente caluroso o frío, ruido y vibraciones por martillos neumáticos, amoladoras rotativas, etc. e iluminación deficiente).
  - Un ambiente físico agresivo, además de los riesgos de accidente, acrecienta la fatiga.
  - Riesgos derivados de problemas de comunicación entre el interior y el exterior.
- (pag. 2)

### **6.2.2. Riesgos específicos**

Son aquellos ocasionados por las condiciones especiales en que se desenvuelve este tipo de trabajo. Estas condiciones son originadas por una atmósfera peligrosa que puede dar lugar a los riesgos de asfixia, intoxicación e incendio o explosión (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*).

#### **- Atmósfera asfixiante**

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés) establece que el «nivel seguro» mínimo de oxígeno en un espacio confinado es del 19,5%, si las lecturas del medidor fuesen menores a este

porcentaje se deberá entrar con equipos de respiración autónoma, ya que, en caso contrario, cualquier individuo que entrase correría riesgo de asfixia (Moore, 2020). La asfixia es consecuencia de la falta de oxígeno en las células sanguíneas de un individuo, mientras que la anoxia es la falta de oxígeno en el espacio confinado en sí, por lo que la anoxia será la causa y la asfixia el efecto.

Este tipo de atmosfera se genera a raíz de producirse un consumo de oxígeno o un desplazamiento de este por otros gases; por ejemplo, el efecto de la corrosión ocurre cuando el metal se oxida y en el proceso consume oxígeno, uno de los principales motivos por los que se pueda producir la disminución de este elemento en estos espacios cerrados.

Además de esta causa, se puede producir el consumo de oxígeno en el interior de estos espacios por otros motivos como fermentación de materias orgánicas diversas, trabajos de soldadura y absorción o simplemente desplazamiento de oxígeno por desprendimiento de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) como producto de fermentaciones orgánicas aeróbicas en tanques de almacenamiento. En la misma línea, puede ocurrir por desprendimiento de metano ( $\text{CH}_4$ ), producto de fermentaciones orgánicas anaeróbicas en tanques de aguas sucias, y por aporte de gases inertes en operaciones de purgado o limpieza de depósitos no ventilados anteriormente (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*) (Bancroft Ingram, 2020).

En la siguiente tabla se indica la relación entre las concentraciones de oxígeno y las consecuencias:

<b>Concentración de <math>\text{O}_2</math> (%)</b>	<b>Consecuencias</b>
21	Ninguna consecuencia. (Concentración normal de oxígeno en el aire)
19,5	Ninguna consecuencia. (Concentración mínima para entrar sin dispositivos de respiración autónoma)

17	Poca coordinación, disminuye la capacidad de trabajo efectivo además de riesgo de pérdida de conocimiento sin signo precursor.
12-16	Vértigo, dolores de cabeza, hiperventilación, labios azules, disneas e incluso alto riesgo de pérdida de conocimiento.
6-10	Fallos mentales, náuseas, vómitos y pérdida de conocimiento seguida de muerte. 8 minutos de exposición a este nivel es fatal, hasta 4 minutos de exposición indica posible recuperación.
4-6	Estado de coma en 40 segundos y muerte en 3 minutos.

**Tabla 1.** Efectos negativos sobre nuestro organismo en función de la concentración de oxígeno (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*) (Bancroft Ingram, 2020)

Las señales de aviso de una concentración baja en oxígeno no se advierten fácilmente, excepto para individuos muy adiestrados, por lo que no debemos confiarnos, ya que la mayoría de las personas son incapaces de reconocer este peligro hasta que es demasiado tarde para poder salvarse por sí mismas a causa de la debilidad que este factor les produce. (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*).

#### - **Atmósfera tóxica**

En un espacio confinado las sustancias tóxicas pueden ser gases, vapores, líquidos o polvo fino en suspensión en el aire y la concentración en aire de productos por encima de determinados límites de exposición puede producir intoxicaciones agudas o enfermedades.

La intoxicación en esta clase de trabajos suele ser aguda cuando la concentración de tóxicos es elevada, pero también cuando las concentraciones son

bajas las consecuencias son dañinas, ya que no se detectan en tiempos limitados y los trabajos, aunque cortos, repetitivos en estas zonas acabarían produciendo una enfermedad profesional crónica.

Junto al riesgo de intoxicación se pueden incluir las atmósferas irritantes y corrosivas como es el caso de la presencia del cloro, ácido clorhídrico, amoníaco, etc. (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*).

En este tipo de espacios los principales agentes tóxicos son los siguientes:

### **1. Monóxido de carbono (CO)**

Se trata de un gas muy peligroso porque no tiene un olor o color que lo represente para su identificación y debido a esto, las víctimas pueden desorientarse sin poder pedir ayuda o salir del recinto. Este gas se produce mediante la combustión incompleta de gasolina, madera, propano, carbón y otros combustibles. Los aparatos eléctricos y los motores que no se ventilan de forma adecuada, en particular en espacios cerrados o sellados herméticamente, pueden generar que el monóxido de carbono se acumule hasta alcanzar niveles peligrosos (Grand Island Fire Department, s.f.). La resistencia de exposición ante la concentración de un gas varía entre cada persona, sin embargo, la Agencia Europea de Productos Químicos (ECHA, por sus siglas en inglés) establece en Europa los valores límite de exposición profesional (OEL, por sus siglas en inglés), que son valores reglamentarios que indican los niveles de exposición que se consideran seguros para la salud cuando exista la presencia en el aire de una sustancia química en el lugar de trabajo. Para que la mayoría de los trabajadores puedan estar expuestos a estas sustancias durante 8 horas diarias y 40 horas semanales toda su vida laboral sin sufrir efectos adversos para su salud, estos deben ceñirse al límite de exposición a largo plazo (LTEL, por sus siglas en inglés) y durante un corto período de tiempo, generalmente 15 minutos, deben ceñirse al límite de exposición a corto plazo (STEL, por sus siglas en inglés). Siguiendo las indicaciones de la ECHA, según la cual la concentración máxima de CO es de 20 partes por millón (ppm) LTEL y de 100 ppm STEL (ECHA, s.f.a), si una persona se encuentra expuesta durante 45 minutos a una concentración de 800 ppm de CO puede sufrir

mareos, náuseas y convulsiones, pero si por el contrario, una persona se encuentra expuesta a una concentración de 6.400 ppm, esta tendrá convulsiones, paro respiratorio y muerte en menos de 20 minutos (Grand Island Fire Department, s.f.).

## 2. Sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S)

Se trata de un gas incoloro inflamable, de sabor algo dulce y reconocido por su olor similar a huevo podrido. Generalmente, se puede detectar el olor a bajas concentraciones en el aire, entre 0.0005 y 0.3 ppm.; sin embargo, en altas concentraciones una persona puede perder la capacidad para olerlo, además, el hecho de que este gas sea más pesado que el aire impide una correcta ventilación natural o forzada lo que lo hace muy peligroso (Orellana, 2009).

Además de inflamable, destaca por ser explosivo y corrosivo cuando se encuentra en altas concentraciones. Se puede generar por descomposición de la materia orgánica existente en condiciones sin oxígeno y la acción de bacterias anaeróbicas que reducen los sulfatos presentes en el agua por contacto de un sulfuro o un sulfhidrato con un ácido, con agua ácida o incluso neutra, o por combustión de un hidrocarburo o hidrógeno en contacto con azufre. Por lo tanto, se puede encontrar este tipo de gas en las aguas residuales del buque. Estas aguas residuales deben pasar un control de evaluación de riesgos si sus tuberías pasan por un espacio cerrado en el que se realicen trabajos ocasionalmente (Bancroft Ingram, 2020) (La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR], 2016a).

La ECHA indica que la concentración máxima de H<sub>2</sub>S es de 5 ppm LTEL y de 10 ppm STEL (ECHA, s.f.b).

Si una persona se encuentra expuesta a una concentración de 250 ppm de H<sub>2</sub>S, puede producir un edema pulmonar con riesgo de muerte, mientras que si fueran 2.000 ppm esta tendrá una pérdida inmediata de conciencia y alta probabilidad de muerte (The International Volcanic Health Hazard Network [IVHHN], s.f.).

### 3. Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

Este tipo de gas incoloro y de olor acre, es producido por la combustión del azufre o de compuestos que lo contengan. Así como el H<sub>2</sub>S, se representa como un gas irritante y penetrante, con la diferencia de que este no es inflamable. La concentración máxima de SO<sub>2</sub> establecida por la ECHA para una exposición continuada es de 0,5 ppm y de 1 ppm si se tratase de una exposición corta de 15 minutos (ECHA, s.f.c) y una persona puede encontrarse expuesta a este tipo de gas a bordo de los buques mediante la operación de carga y descarga de estanques, cilindros, por ruptura o por fuga de líneas y por fumigaciones (Bancroft Ingram, 2020)

Tras un periodo de exposición de unos 30 minutos, los individuos que queden expuestos a una concentración de entre 50 y 100 ppm pueden desarrollar una irritación grave en los ojos, garganta, tracto respiratorio inferior y lagrimeo. La concentración mínima letal en aire durante una exposición de 1 minuto es de 400 ppm (Consejería de Salud de la Región de Murcia, s.f.).

### 4. Óxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

El NO y el NO<sub>2</sub> constituyen dos de los óxidos de nitrógeno más importantes toxicológicamente. El NO es un gas no inflamable de olor dulce penetrante a temperatura ambiente, mientras que el dióxido de nitrógeno tiene un fuerte olor desagradable y también no es inflamable.

En el caso del NO<sub>2</sub> nos encontramos ante un líquido a temperatura ambiente, pero que se transforma en un gas pardo-rojizo a temperaturas sobre 21°C. Este tipo de gas se obtiene de la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo, el gas o el diésel a altas temperaturas (ATSDR, 2016b).

La concentración máxima de estos óxidos que establece la ECHA para exposiciones continuadas es de 2ppm para el NO y 0,5 ppm para el NO<sub>2</sub>; aunque, para exposiciones cortas el valor máximo no se especifica para el NO, mientras que para el NO<sub>2</sub> no puede ascender de 1ppm (ECHA, s.f.d) (ECHA, s.f.e).

Los niveles bajos de estos dos óxidos en el aire pueden irritar los ojos, la nariz, la garganta y los pulmones, además de causar tos y una sensación de falta de aliento, cansancio o náuseas. La respiración de estos productos en altos niveles puede producir, rápidamente, quemaduras, espasmos y dilatación de los tejidos en la garganta y las vías respiratorias superiores, de forma que se reduzca la oxigenación de los tejidos del cuerpo, creando así una acumulación de líquido en los pulmones con la consecuente muerte (ATSDR, 2016c).

## 5. Cloro ( $\text{Cl}_2$ )

Este gas es reconocible por su olor penetrante e irritante, que puede ser suficiente para advertir a las personas de que existe en el aire una atmósfera que podría ser potencialmente peligrosa, además, su color es amarillo verdoso, y es más denso que el aire (El Universal, 2022).

El  $\text{Cl}_2$  por sí solo no es inflamable, pero puede reaccionar de forma explosiva o formar compuestos explosivos con otras sustancias químicas como el aguarrás y el amoníaco.

No se han descrito efectos perjudiciales en trabajadores expuestos durante años a concentraciones de  $\text{Cl}_2$  relativamente bajas (cerca de 1 ppm), sin embargo, si un tripulante estuviese expuesto a este gas durante 30 minutos con una concentración de 450 ppm, sufriría la muerte. (ATSDR, 2016d).

## 6. Ácido cianhídrico (HCN)

El HCN es un líquido incoloro, muy venenoso y altamente volátil, que hierve a  $26^\circ\text{C}$ , es ligeramente ácido y tiene un olor amargo que algunas personas no pueden detectar debido a un rasgo genético.

Este compuesto es irritante en ojos y en el tracto respiratorio a bajas concentraciones, pero en el caso de que un tripulante se vea expuesto a esta sustancia en un nivel de concentración alto, podría ocasionarle efectos graves en la respiración celular, debido al ión cianuro  $\text{CN}^-$ , como convulsiones y pérdida del conocimiento, pudiendo incluso producir la muerte. La ECHA establece una concentración máxima de 0,9 ppm para

una exposición prolongada y otra de 4,5 ppm para una exposición corta (ECHA, s.f.f)

Además, la evaporación de esta sustancia a 26°C genera una concentración nociva de la misma en aire que provoca confusión mental, somnolencia, dolor de cabeza, náuseas, convulsiones, jadeo, pérdida del conocimiento, enrojecimiento de los ojos y la propia muerte (Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR-España), s.f.).

## 7. Dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>)

Es un gas de color entre rojizo y verde amarillento que se disuelve en agua a temperatura ambiente. Se utiliza por sus propiedades antimicrobianas, incluida la desinfección de agua potable (ChemicalSafetyFacts.org, 2022). Si un tripulante se encuentra sobreexposto a este químico puede presentar síntomas negativos como irritación de los ojos, nariz y garganta, tos, dolor de cabeza, dificultad respiratoria, edema pulmonar o peligro de muerte (Bancroft Ingram, 2020).

Además de los valores de la ECHA, existen los valores límite ambientales dispuestos por el INSST para España, estableciendo los mismos criterios tanto para la exposición continuada como para la exposición corta ambos organismos y los cuales se revisan y actualizan cada año. Para el caso de estos siete el INSST establece los siguientes valores:

Agente químico	Valores límite ambientales, exposición diaria en ppm (VLA-ED)	Valores límite ambientales, exposición corta en ppm (VLD-EC)
CO	20	100
H <sub>2</sub> S	5	10
SO <sub>2</sub>	0,5	1
NO	2	-
NO <sub>2</sub>	0,5	1
CL <sub>2</sub>	-	0,5

HCN	0,9	4,5
CLO <sub>2</sub>	0,1	0,3

**Tabla 2.** Límites de exposición profesional para los principales agentes químicos en espacios confinados según la guía del INSST del 2022 (INSST, 2022).

La aparición de una atmósfera tóxica puede tener orígenes diversos, ya sea por existir el contaminante o por generarse éste al realizar el trabajo en el espacio confinado (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*). En principio, un espacio confinado se puede considerar como un espacio seguro después de haberlo ventilado e inspeccionado antes de su entrada, pero si está adyacente a un espacio inseguro, puede convertirse en peligroso si se emite algún tipo de gas o líquido tóxico a través de grietas, soldaduras, mamparos de acero dañados o válvulas en tuberías (Bancroft Ingram, 2020).

- **Atmósfera inflamable o explosiva**

Como se ha mencionado anteriormente, cuando un tripulante ingresa en estos recintos el aporte de oxígeno en el aire no debe ser inferior al 19,5%, sin embargo, existe también la posibilidad de que la concentración de oxígeno supere el 23,5% y en este caso, un ambiente muy oxigenado se vuelva inestable y aumente, por lo tanto, la posibilidad de incendios y explosiones (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, s.f.).

Una de las principales causas por las que se obtiene este enriquecimiento de oxígeno es su fuga en conexiones de servicio o procesos de reparación y mantenimiento donde se utiliza este elemento. Si un individuo se ve expuesto a una atmósfera muy cargada de oxígeno no tendrá efectos negativos en el organismo, no obstante, debe prestar atención a su vestimenta y al tipo de operación que va a realizar en el momento de ingresar a este tipo de atmósfera porque los aceites y grasas son especialmente peligrosos en presencia de oxígeno y pueden inflamarse espontáneamente y arder. En este tipo de atmósfera, con la concentración de oxígeno idónea, pueden arder materiales que no arderían en una atmósfera normal e incluso materiales clasificados como ignífugos (Valle, 2003); por ello, los equipos contaminados con aceite o grasa deben limpiarse de inmediato con el uso de disolventes adecuados (Bancroft Ingram, 2020).

Por otra parte, hay que tener en cuenta que para la creación de una atmósfera inflamable se requieren tres condiciones: el aire como comburente y la presencia de un gas inflamable o un tipo de vapor o polvo como combustible, cuya concentración esté comprendida entre el límite inferior de explosividad (LIE) y el límite superior de explosividad (LSE) (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*), y, la tercera y última condición, que haya una fuente de ignición.

Definimos LIE como la concentración mínima de vapor o gas en mezcla con el aire, por debajo de la cual, no existe propagación de la llama al ponerse en contacto con una fuente de ignición, mientras que LSE es la concentración máxima de vapor o gas mezclado en el aire, por encima de la cual no existe propagación de la llama al ponerse en contacto con una fuente de ignición. Ambas se expresan como % en volumen de mezcla vapor de combustible-aire (Domínguez, s.f.). Cuando un gas inflamable se encuentra por debajo del LIE el combustible en el aire no es suficiente para propagar la combustión, por lo tanto, la mezcla de combustible y aire es demasiado pobre para arder, mientras que, cuando se encuentra por encima del LSE la cantidad de combustible en aire es demasiado alta en comparación con la cantidad de aire disponible para propagar la combustión, por lo que la mezcla de combustible y aire es demasiado rica para arder.

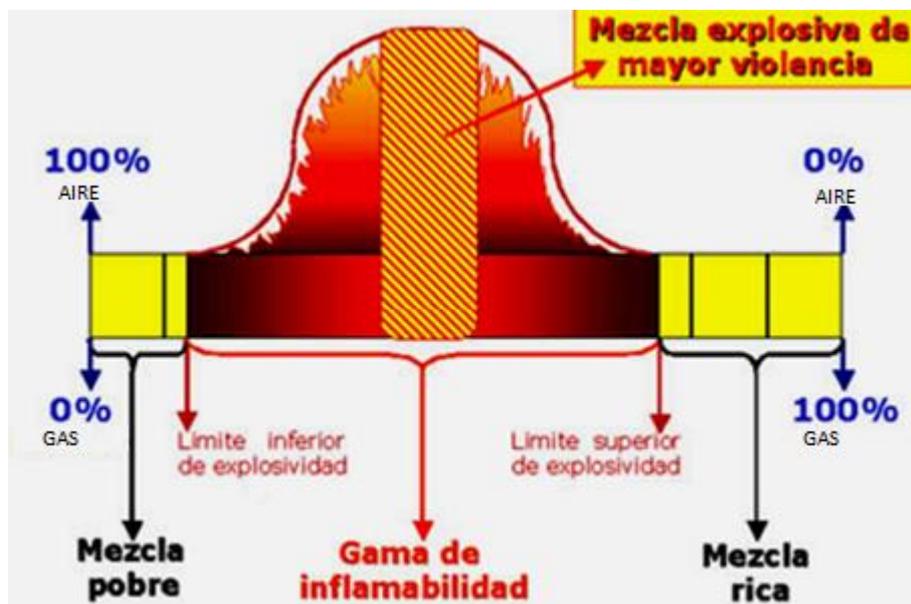


Ilustración 6. Ejemplo de una gama de inflamabilidad (Electrosertec, s.f.).

Por todo esto, se considerará que un espacio confinado es muy peligroso cuando exista una concentración de sustancia inflamable que sea un 25% del LIE (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*), dado que es factible que se produzcan

variaciones de la concentración ambiental por razones diversas, y a partir de una concentración de sustancia inflamable que sea un 10% del LIE se empezará a considerar el espacio confinado como potencialmente peligroso (Domínguez, s.f.).

Caben destacar los siguientes agentes inflamables que pueden encontrarse en los espacios confinados:

Agentes inflamables	LIE (%)	LSE (%)
Metano (CH <sub>4</sub> )	5	15
Propano (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	2,12	9,35
Amoniaco (NH <sub>3</sub> )	15,50	27
Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	4,3	45,50

**Tabla 3.** LIE y LSE de algunos de los agentes inflamables más destacados dentro de los espacios confinados (Soler & Palau Ventilation Group [S&P], s.f.).

En los buques petroleros se encuentra también el gas de hidrocarburo, que no es inflamable en una atmósfera que contenga menos de aproximadamente un 11% de oxígeno, por lo que por motivos de seguridad se mantiene el 8% como límite recomendado a bordo de este tipo de buques. Una manera de proporcionar protección contra una explosión o existencia de fuego es mantener el nivel de oxígeno por debajo de este porcentaje gracias a un sistema de tuberías que introduzca gas inerte para así poder mantener el porcentaje de oxígeno bajo y convertir la atmosfera del tanque en una no inflamable ni explosiva (Bancroft Ingram, 2020).

### **6.3. Medidas preventivas para el control de trabajos en espacios confinados**

Para comenzar, la empresa deberá asegurarse de llevar a cabo una evaluación de riesgos con el fin de determinar todos los espacios confinados a bordo de cada buque, además de minimizar la posibilidad de accidentes que pueda haber durante la entrada, identificando los peligros, decidiendo las medidas de control y encontrando alternativas, soluciones o medios para mitigar los riesgos (OMI, 2011). La evaluación de riesgos es una de las herramientas básicas de preparación para la entrada a los espacios confinados y la compañía debe asegurarse de que el Sistema de Gestión de Seguridad (SGS) cuente con una evaluación

de riesgos de cada espacio cerrado a bordo del buque. También se deben de revisar periódicamente para garantizar que siguen siendo validas (Bancroft Ingram, 2020).

Según (OMI, 2011), el capitán o el oficial a cargo deberán determinar que es seguro entrar en un espacio cerrado cuando se asegurarse de que:

1. La evaluación de riesgos ha permitido detectar los riesgos potenciales y, en la medida de lo posible, éstos se han aislado o neutralizado.
2. El espacio ha sido ventilado correctamente.
3. Se han hecho ensayos en la atmósfera del espacio confinado con instrumentos debidamente calibrados, garantizando así niveles aceptables de oxígeno y de vapores inflamables o tóxicos.
4. Un vigilante ha recibido instrucciones de permanecer en la entrada del espacio para su vigilancia durante la operación.
5. El espacio se encuentra debidamente iluminado.
6. Se cuenta con equipos de comunicaciones.
7. El equipo de salvamento y reanimación se encuentra en la entrada del recinto.
8. El personal lleva la indumentaria y el equipo correcto para entrar en el espacio.
9. Se ha expedido un permiso por el que se autoriza la entrada.

Las puertas o escotillas de entrada que conduzcan a espacios cerrados deberán estar protegidas para impedir la entrada cuando no sea necesaria, y si estas se encuentran abiertas para ventilar de forma natural un espacio cerrado, una persona quedará en la entrada para su vigilancia o se utilizarán barreras físicas, tales como una cuerda o una cadena, con una señal de advertencia, para que no se produzcan errores de interpretación y alguien entre pensando que se trata de una atmósfera segura (OMI, 2011).

De forma adicional, la tripulación tiene el derecho a negar su entrada a un espacio confinado si considera que el espacio es peligroso o las medidas de entrada no son las correctas, además de impedir la entrada a personas que no estén físicamente aptas (Bancroft Ingram, 2020).

### **6.3.1. Autorización de entrada al recinto**

El capitán o el oficial a cargo deberá expedir un permiso de entrada en espacios confinados con el fin de que la persona responsable en supervisar la entrada al recinto lo rellene (OMI, 2011). Este documento se trata de un sistema de autorización que incluye una

serie de puntos a modo de check-list, tales como si la indumentaria que lleva el personal para entrar es la adecuada, si se ha comprobado que los equipos de comunicaciones funcionan perfectamente o si se ha ventilado el recinto de manera correcta, entre otros (Mari Sagarra & González Pino, 1992). Después de realizar este protocolo de autorización y de que todas las personas que se dispongan a entrar en el recinto hayan firmado el permiso, el documento deberá revisarlo el capitán o el oficial a cargo para determinar si las condiciones en las que el trabajo se va a realizar y los medios que se vayan a emplear sean los adecuados y, si es así, este lo firmará (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*). En el Anexo 1, figura el permiso de entrada que la OMI pone de ejemplo en la Resolución A.1050 (27) de la OMI «Recomendaciones revisadas para la entrada a espacios cerrados a bordo de los buques».

Nadie debería abrir un espacio cerrado ni entrar en él a menos que el capitán o el oficial a cargo haya dado su autorización (OMI, 2011).

### **6.3.2. Medición y evaluación de la atmósfera interior**

Se debe contar con uno o varios equipos de medición que reúnan los siguientes requerimientos (Drägerwerk AG & Co., 2018) (OMI, 2011) (Bancroft Ingram, 2020):

1. El dispositivo debe cumplir la normativa de protección contra explosiones pertinente para que no se convierta en una fuente de ignición en sí misma en áreas potencialmente explosivas.
2. El equipo debe tener una carcasa robusta que le proteja de golpes y agua.
3. Debe tener compatibilidad electromagnética con el fin de evitar que la señal de medición del dispositivo sufra interferencias por el uso de dispositivos electrónicos en las inmediaciones y viceversa.
4. El medidor debe garantizar la calidad de la medición, aunque se utilice en condiciones extremas de temperatura, presión, humedad, vibraciones, etc.
5. Debe de estar debidamente calibrado y con los registros de calibración al día, además de contar con las instrucciones de fabrica las cuales se deben seguir al pie de la letra en cada momento.
6. El medidor debe ser almacenado en un lugar seguro y conocido por todo el equipo.
7. El dispositivo debe ser capaz de, como mínimo, medir las concentraciones de oxígeno, de gases o vapores inflamables, de H<sub>2</sub>S y de CO.

Dependiendo del número de medidores de gases que se utilicen, se recomienda disponer de una estación de calibración totalmente automática para poder realizar la calibración y los ajustes necesarios de manera rápida (Drägerwerk AG & Co., 2018).



**Ilustración 7.** Estación de calibración/auto calibración y medidor de gases portátiles (Alfa Marine Safety, 2017).

El proceso de medición de la atmósfera la tiene que realizar una persona competente en la utilización de esta clase de equipos, y debe ser realizado antes de la entrada al recinto cerrado, aunque una vez dentro, también se debe realizar la medición por intervalos de tiempo hasta que el trabajo se finalice. Si el lugar está siendo ventilado porque una primera medición no ha sido favorable, la segunda medición de la atmosfera, previa a la entrada, se deberá efectuar 10 minutos después de haber parado la ventilación.

Los ensayos en el espacio se deberán realizar en tantos niveles y aberturas diferentes como se estime oportuno, para conseguir así una muestra fiable de la atmósfera y determinar su composición; por ello, se recomienda la utilización de mangueras flexibles o tuberías de muestreo fijas que alcancen áreas remotas dentro del propio espacio confinado. Además, la utilización de estos equipos adicionales nos puede permitir en algunas ocasiones la realización de unos ensayos seguros sin tener que entrar en el recinto (OMI, 2011) (Bancroft Ingram, 2020).

Según la Resolución A.1050 (27) de la OMI «Recomendaciones revisadas para la entrada a espacios cerrados a bordo de los buques», para que la entrada sea posible deberían obtenerse todas las lecturas fijas siguientes (OMI, 2011):

1. 21% de oxígeno.
2. No más del 1% del LIE.

3. No más del 50% del OEL de cada vapor o gas tóxico.

Cuando se obtengan las mediciones se realizará la comparativa y, en caso de que estas tres condiciones no sean logradas, se emplearán los sistemas de ventilación para luego realizar una segunda medición. (Bancroft Ingram, 2020).

### **6.3.3. Limpieza, aislamiento y ventilación**

La limpieza, aislamiento y ventilación del espacio confinado son medidas imprescindibles a realizar antes de la entrada, ya que, de esta manera tenemos la seguridad de que la atmósfera interior no es peligrosa (Mari Sagarra & González Pino, 1992), no solo por la ayuda de los sistemas de ventilación sino también por la limpieza de materiales tóxicos o inflamables en el espacio confinado y por el bloqueo de las comunicaciones que puedan suponer un riesgo para realizar la operación (Aguado et al, 1998):

- El espacio confinado debe vaciarse, vaporizarse y lavarse para eliminar cualquier material peligroso (Aguado et al, 1998).
- El recinto se debe encontrar aislado y bloqueado frente a dos tipos de riesgos (Aguado et al, 1998) (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*):

#### **1. El suministro energético intempestivo**

Un suministro energético incontrolado puede desencadenar la puesta en marcha de elementos mecánicos o la posible puesta en tensión eléctrica, por lo que es preciso disponer de sistemas de enclavamiento inviolables que lo imposibiliten totalmente.

#### **2. El aporte de sustancias contaminantes**

En un recinto cerrado cabe la posibilidad de que haya aporte de sustancias contaminantes por pérdidas o fugas en las tuberías conectadas al recinto de trabajo o bien por una posible apertura de válvulas. Para ello, es preciso instalar bridas ciegas en las tuberías, incluyendo las tuberías de los circuitos de seguridad como las de purgado o inertización.

Además, es necesario señalar con información clara que se están realizando trabajos en el interior de espacios confinados y que los correspondientes elementos

de bloqueo no deben ser manipulados, siendo posible su desbloqueo solo por una persona competente con las llaves o herramientas adecuadas (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*).

- El espacio confinado debe ventilarse antes de la entrada para garantizar una medición de atmósfera con resultados adecuados. Esta ventilación se debe realizar de manera continua y efectiva en relación con el tamaño y diseño del espacio (Bancroft Ingram, 2020), y todas las aperturas del espacio cerrado deben ser abiertas.

La utilización de un sistema de ventilación es el más recomendado para poder controlar las altas temperaturas y la atmósfera peligrosa que se encuentra en un espacio confinado, ya que, generalmente la ventilación natural es insuficiente (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*). Estos sistemas de ventilación se encargan de crear un ambiente respirable dentro del recinto utilizando tuberías y ventiladores, consiguiendo así una reducción en el nivel de contaminantes como son los gases, vapores, humos y polvo (Bancroft Ingram, 2020).

Hay tres tipos de procesos de ventilación (Haléco Iberia, 2022) (Bancroft Ingram, 2020) (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*):

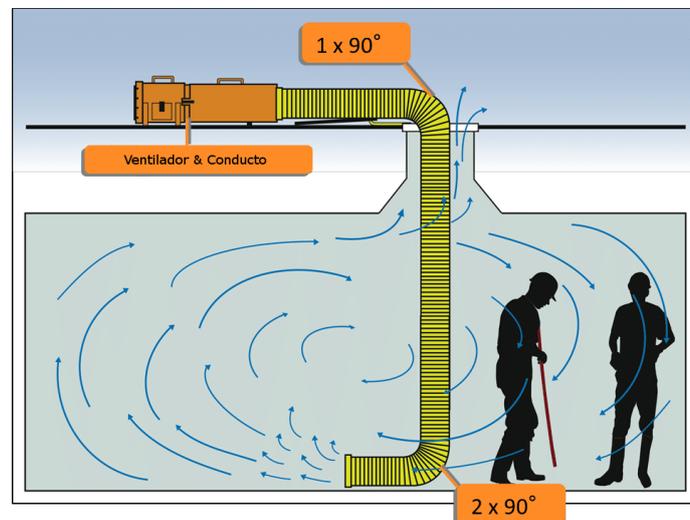
### **1. Ventilación natural**

Como se ha mencionado antes, este método de ventilación normalmente es insuficiente porque en el caso de haber agentes contaminantes los gases y vapores tóxicos se esparcirían. Este tipo de ventilación se produce cuando el espacio se abre a las corrientes de aire natural, provocando que recorran el recinto de dentro hacia fuera. Como este proceso no requiere de fuentes de energía, no provocará la ignición de gases o vapores combustibles y además no necesita de mantenimiento.

### **2. Ventilación mecánica**

Este método de ventilación mecánica con suministro de aire es el proceso de mover aire fresco a un espacio, forzando así que el aire contaminado salga del recinto, diluyendo con ello los contaminantes atmosféricos. Este proceso ventila un área bastante grande creando

turbulencias, de forma que la presión del aire aumente y ayude a eliminar la posibilidad de que el gas se filtre nuevamente al espacio confinado a través de grietas o conductos.



**Ilustración 8.** Explicación de la ventilación mecánica en un recinto cerrado (Arús, 2021).

### 3. Ventilación mecánica mediante extracción

Este tipo de proceso de ventilación absorbe el aire junto con los contaminantes del espacio y disminuye su presión, lo que hace que entre aire fresco al espacio a través de cualquier abertura disponible. La ventilación mecánica mediante extracción se utilizará cuando se produzca la generación de sustancias peligrosas durante la realización de los trabajos en el interior, ya que los sistemas de extracción de aire funcionan mejor si la entrada de aire se coloca cerca de, por ejemplo, una persona que este soldando en el interior del espacio, evitando de esta forma que los gases generados por esta actividad se propaguen por todo el recinto.



**Ilustración 9.** Ejemplo de ventilación mecánica mediante extracción en un recinto cerrado (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*).

El espacio se deberá mantener ventilado mientras haya alguien en él y durante los descansos. Cuando se vuelva a acceder después del descanso se realizará una medición de la atmósfera, por seguridad. Si fallase el sistema de ventilación, todo el personal que se encuentre en el espacio confinado debe abandonarlo inmediatamente (OMI, 2011).

#### **6.3.4. Vigilancia externa continuada**

Definimos vigilante como la persona debidamente formada en el sistema de gestión de la seguridad que mantiene la guardia con respecto a quienes entren en un espacio confinado, mantiene las comunicaciones con quienes están dentro del espacio e inicia los procedimientos de emergencia en caso de suceso (OMI, 2011).

Esta persona deberá permanecer en el exterior manteniendo contacto visual continuo con el trabajador que ocupe el espacio confinado y cuando ya no sea posible distinguir ni escuchar a este desde la entrada, se empleará otro medio de comunicación eficaz (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*). Además, tiene la responsabilidad de actuar en caso de emergencia y avisar tan pronto advierta algo anormal. En caso de emergencia, estos vigilantes no deben entrar en ninguna circunstancia en el recinto antes de que lleguen refuerzos y se haya evaluado la situación, con el fin de garantizar la seguridad de quienes entren en el espacio para realizar las operaciones de salvamento (OMI, 2011). Además, cuando se suspenda el trabajo provisionalmente, para tomar un descanso, el vigilante debe mantener su

posición para evitar que ingrese al espacio confinado cualquier persona ajena a este trabajo, por ello, esta vigilancia debe existir hasta el cierre de dicho espacio. (Aguado et al, 1998)

La responsabilidad de entrar a este recinto, actuar de vigilancia o formar parte de los equipos de salvamento solo se le deberá asignar a personal capacitado, por lo que los tripulantes del buque que tengan funciones de salvamento y primeros auxilios deberán realizar periódicamente ejercicios de procedimientos de salvamento y de primeros auxilios a modo de formación (OMI, 2011). Se exige que esta formación incluya como mínimo (OMI, 2011):

1. La identificación de los peligros que se encuentran en los espacios confinados.
2. El reconocimiento de los indicios de efectos perjudiciales para la salud causados por la exposición a los peligros de la atmosfera interior del recinto.
3. El conocimiento del equipo de protección personal que se necesita para entrar.

#### **6.3.5. Formación y equipo correcto**

En vista de la cantidad de accidentados en recintos confinados y debido a la falta de conocimiento de los riesgos inherentes que presentan este tipo de lugares, es fundamental formar a la tripulación para que sean capaces de identificar lo que es un recinto confinado y la gravedad de los riesgos que existen en él. Para estos trabajos debe elegirse personal apropiado que no sea claustrofóbico, ni temerario, con buenas condiciones físicas y mentales y que sean menores de 50 años preferiblemente (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*).

El personal debe recibir una formación elaborada por la empresa, de un nivel adecuado, sobre el reconocimiento, evaluación, medición, control y eliminación de peligros de los espacios cerrados, incluyéndose en ella el uso del equipo para realizar mediciones en la atmósfera interior (OMI, 2011). También, deben ser adiestrados para efectuar procedimientos de rescate y evacuación de víctimas, así como de primeros auxilios, utilizar equipos de salvamento y de protección respiratoria, tener un completo manejo de los sistemas de comunicación entre el interior y el exterior, y conocer los tipos de equipos para la lucha contra el fuego que se encuentran a bordo y como utilizarlos. Adicional a este plan de formación, se realizará un plan de ejercicios y simulaciones periódicas a bordo, como se mencionó en el apartado anterior (González Villegas & Turmo Sierra, 198\*).

La vestimenta y el equipo que la tripulación debe llevar dependerá del tipo de espacio confinado, buque y trabajo que se vaya a realizar. Sin embargo, el personal encargado de

entrar deberá llevar como mínimo el siguiente equipo (Bancroft Ingram, 2020) (Interempresas, 2016):

- Equipos de respiración autónoma (ERA) y equipos de evacuación de emergencia.
- Líneas y arneses de seguridad frente a caídas.
- Equipos de iluminación.
- Equipos de comunicación.
- Medidores portátiles de gas.
- Equipo para la protección integral de la cabeza (casco industrial y accesorios, protección ocular y/o facial, y protección auditiva).
- Equipo de protección individual restante (guantes y botas de seguridad).



**Ilustración 10.** Personal con el equipo de protección individual (Draeger, s.f.).

Un equipo de respiración autónoma se requiere en caso de que el nivel de oxígeno baje inesperadamente y dependiendo de los riesgos detectados en la evaluación inicial del recinto. En función de la duración del servicio a realizar se podrá llevar un suministro con más o menos oxígeno. Los equipos de medición personal se requieren para llevar un correcto monitoreo de la atmósfera interior y poder evacuar si fuese necesario (Mari Sagarra & González Pino, 1992). Se utilizará el equipo de protección individual que más se ajuste al trabajo que se va a realizar y se exigirá estar bajo una buena iluminación y comunicación con el personal que se encuentra en la entrada del recinto. Además, para el ingreso en espacios confinados de altura se deberá llevar arnés y línea de seguridad como manera preventiva a las caídas a distinto nivel (Bancroft Ingram, 2020).

### 6.3.6. Normativa

El desempeño de cualquier tipo de trabajo en espacios confinados conlleva una serie de riesgos inherentes, lo que ha generado la necesidad de aplicar y cumplir varias normativas. Teniendo en cuenta que los espacios confinados son uno de los varios riesgos que puede existir a bordo de un buque, las normas que se deben seguir y cumplir explícitamente sobre este tema son (Bancroft Ingram, 2020):

#### 1. Código Internacional de Gestión de la Seguridad (ISM, por sus siglas en inglés)

El Código ISM fue creado a través de la OMI mediante la Resolución A.741 (18) del 4 de noviembre de 1993, que fue considerada de carácter obligatorio tras la entrada en vigor del Capítulo IX, «Gestión de la Seguridad Operacional de los Buques» del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar (SOLAS, por sus siglas en inglés) el 1 de julio de 1998. El código fue implementado mediante 2 fases, la primera fase entró en vigor el 1 de julio de 1998 y la segunda el 1 julio de 2002 (Mérida, 2014).

En principio este busca garantizar la seguridad, prevenir las lesiones personales o pérdida de vidas, además de evitar daños al medio ambiente y a la propiedad (BOE, 1998). Las directrices del código se basan en principios y objetivos generales para así promover la evolución de la buena gestión y prácticas operacionales en toda la industria. (Bancroft Ingram, 2020)

El código exige que la empresa se adhiera al SGS estipulado, exigiendo que la misma establezca e implante una política para lograr los objetivos estipulados en el Artículo 1.2.2. del Código ISM (BOE, 1998):

1. Proporcionar prácticas seguras en las operaciones del buque y en el entorno de trabajo.
2. Evaluar todos los riesgos identificados y tomar las precauciones pertinentes.
3. Mejorar continuamente las habilidades de gestión de la seguridad del personal en tierra y a bordo de los buques, además del grado de preparación de este personal para hacer frente a situaciones de emergencia que afecten a la seguridad y al medio ambiente.

#### 2. SGS

Se trata de un sistema estructurado y basado en documentos, que permite al personal de la empresa implantar de forma eficaz los principios de seguridad y protección ambiental de la misma. (Mérida, 2014)

La empresa debe elaborar, aplicar y mantener un SGS que incluya lo siguiente (BOE, 1998):

1. Principios sobre seguridad y protección del medio ambiente.
2. Instrucciones y procedimientos que garanticen la seguridad de las operaciones que se lleven a cabo en el buque y la protección del medio ambiente conforme a la legislación internacional y a la del Estado de abanderamiento.
3. Niveles definidos de autoridad y vías de comunicación entre el personal de tierra y de a bordo.
4. Procedimientos para notificar los accidentes y los casos de incumplimiento con lo dispuesto en el SGS.
5. Procedimientos de preparación y respuesta para hacer frente a situaciones de emergencia.
6. Procedimientos para efectuar auditorías internas y evaluaciones de la gestión.

Además, debe analizar los riesgos de cada operación que realice para ser incluidos en los procedimientos de preparación y respuesta ante posibles situaciones de emergencia, de acuerdo con el tipo de buque (Bancroft Ingram, 2020).

Por último, el SGS debe garantizar el cumplimiento de las normas y reglas obligatorias, además de tener en cuenta los códigos aplicables, junto con las directrices y normas recomendadas por la OMI, las administraciones, las sociedades de clasificación y las organizaciones del sector (BOE, 1998).

### **3. SOLAS Capítulo III Regla 19. 3.6. «Entrenamiento y simulacros de emergencia»**

Enmienda adoptada el 21 de junio de 2013. Este sigue recomendaciones formuladas en la Resolución A.1050 (27) de la OMI «Recomendaciones revisadas para la entrada a espacios cerrados a bordo de los buques» (The Maritime Safety Committee, 2013). Esta resolución fomenta la adopción de procedimientos de seguridad destinados a evitar que el personal de los buques sufra cualquier

accidente al entrar en espacios cerrados donde la atmósfera pueda ser pobre en oxígeno, rica en oxígeno, inflamable o tóxica (OMI, 2011). Estas instrucciones deben estar completamente incorporadas en el SGS de la empresa (Bancroft Ingram, 2020).

#### **4. Ley 31/1995, del 8 de noviembre «Prevención de Riesgos Laborales»**

Ley que tiene como objetivo principal promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo.

El artículo 2, «Objeto y carácter de la norma», del capítulo 1, «Objeto, ámbito de aplicación y definiciones», de esta ley dice lo siguiente:

Esta Ley establece los principios generales referente a la prevención de los riesgos profesionales para la protección de la seguridad y de la salud, la eliminación o disminución de los riesgos derivados del trabajo, la información, la consulta, la participación equilibrada y la formación de los trabajadores en materia preventiva, en los términos señalados en la presente disposición. (BOE, 2014)

#### **5. Regla SOLAS XI-1/7 «Instrumento de ensayo de la atmósfera para espacios cerrados»**

En vigor desde el 1 de julio de 2016, esta regla exige que los buques lleven a bordo uno o varios instrumentos portátiles adecuados que permitan realizar ensayos de la atmósfera, capaces de, como mínimo, medir las concentraciones de oxígeno, de gases o vapores inflamables de H<sub>2</sub>S y de CO antes de entrar en los espacios cerrados. El objetivo es proteger a la gente de mar que tenga que acceder a espacios cerrados dentro del buque (OMI, 2016).

Se trata de una regulación emitida por la OMI MSC.1 / Circ.1477 sobre «Directrices para facilitar la selección de prueba de atmósfera con instrumentos portátiles para espacios confinados» (OMI, 2014) y requerido por el Código ISM como también la regulación emitida por la OMI MSC.1 / Circ.1485 del 14 de enero de 2015, «Implementación temprana de la regulación SOLAS XI-1/7 sobre instrumentos de prueba de atmósfera para espacios cerrados» (OMI, 2015) en la que se introduce la obligatoriedad de la medición de la atmósfera en los espacios confinados del buque. (Bancroft Ingram, 2020)

Esta nueva regulación es muy bienvenida. Sin embargo, muchos buques ya cumplían con ella, debido a otros requisitos regulatorios u operativos que seguían con lo estipulado en las recomendaciones existentes de la OMI o a las buenas prácticas de la industria en lo que respecta a este tipo de trabajos. (Grupo Thomas Miller, 2016)

#### 6.4. Exposición del caso práctico del buque «Josefa Pérez»

Después de una revisión exhaustiva sobre el trabajo en los recintos confinados a bordo a fin de conocer todos los peligros que nos encontramos en estos lugares, los métodos preventivos y la preparación que la empresa y la tripulación deben poseer para realizar dichos trabajos, comentaremos un caso práctico real que ocurrió en España en el año 2011 con objeto de evaluar porqué siguen ocurriendo un gran número de accidentes en los recintos confinados de los buques, pese a la existencia de normas y reglas en vigor a lo largo de la historia del transporte marítimo para poder realizar cualquier tipo de proceso con un riesgo mínimo.

Como se mencionó anteriormente, este caso práctico que comentaremos ha sido elaborado gracias a la labor de investigación de la CIAIM, de la que se disponen numerosos informes de accidentes del sector marítimo en la página web del MITMA.

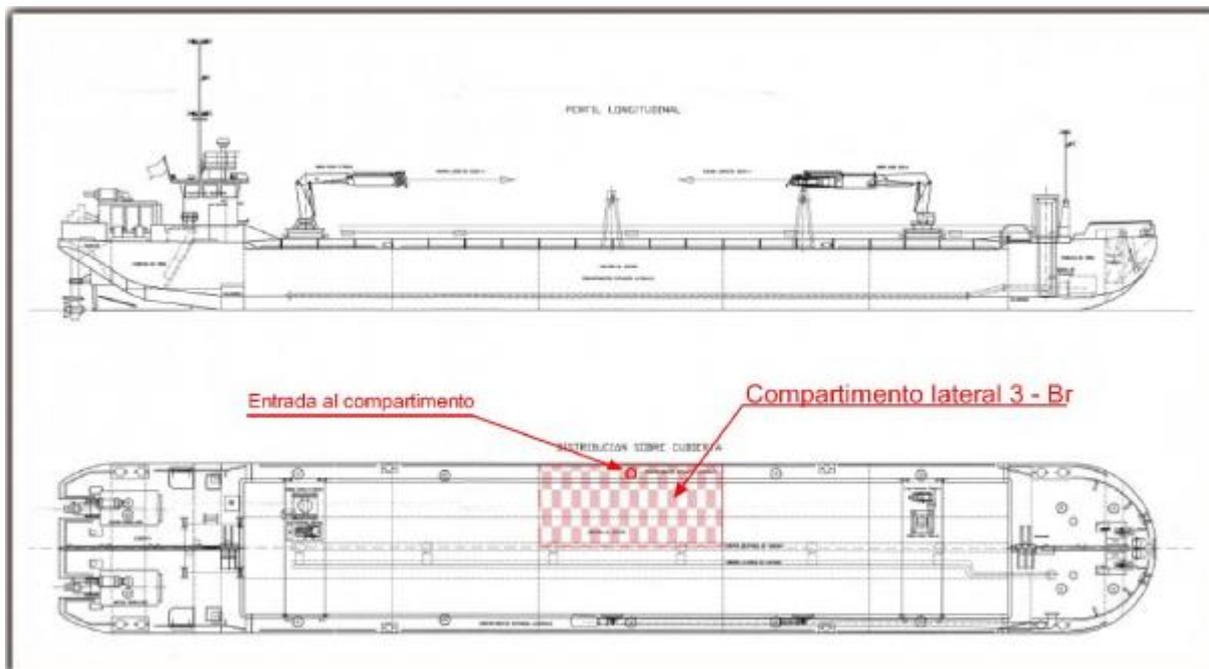
##### 6.4.1. Narración del accidente

<b>Josefa Pérez</b>	
<b>Empresa armadora</b>	Drag-sur S.L.
<b>Bandera</b>	España
<b>Tipo de buque</b>	Draga de succión
<b>Año y país de construcción</b>	1997, Polonia
<b>Tripulación mínima</b>	3 personas
<b>Eslora</b>	55,56 m
<b>Manga</b>	9,50 m
<b>Puntal</b>	3,35 m
<b>Tonelaje bruto</b>	406 GT

<b>Tonelaje neto</b>	121 NT
<b>Detalles del accidente</b>	
<b>Ubicación</b>	Ría de Avilés, España
<b>Fecha y hora</b>	4 de Julio de 2011 a las 15:00
<b>Fatalidad</b>	Un fallecido y un lesionado grave

**Tabla 4.** Información técnica del Josefa Pérez (Drag-sur S.L., s.f.) (CIAIM, 2012)

El día 4 de julio de 2011 la draga Josefa Pérez regresaba al puerto de Avilés después de verter en la mar los áridos procedentes del material de dragado de dicho puerto. Para realizar esta operación, en el buque se encontraban el patrón, el jefe de máquinas y un marinero. Minutos antes de las 15:00 horas, el jefe de máquinas decidió abrir las tapas de los compartimentos estancos laterales de la draga para que quedaran aireándose hasta el día siguiente con la intención de comprobar si estos recintos tenían agua en su interior y, por lo tanto, fisuras o brechas en el casco. Este trabajo se realizaba cada dos o tres meses.



**Ilustración 11.** Plano del buque con indicación del compartimento donde ocurrió el accidente (CIAIM, 2012).

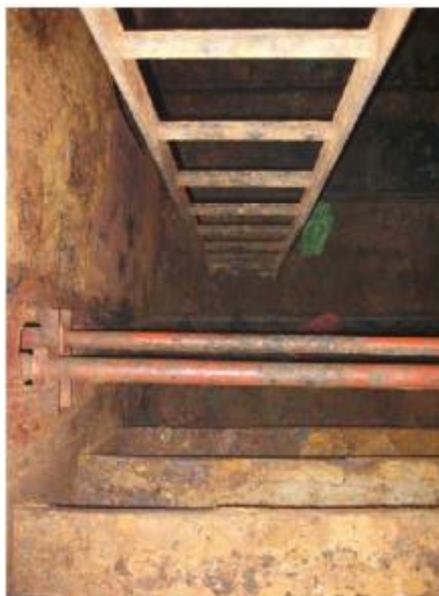
Para abrir cada tapa se tenía que aflojar un tornillo de 12 centímetros de largo que embocaba en una tuerca soldada a un travesaño, ya que, el cierre de esta tapa se realizaba al apretar este tornillo, produciendo que el travesaño apretara sobre la chapa de cubierta desde el interior del compartimento y la tapa quedara afianzada.



**Ilustración 12.** Abertura del compartimento lateral estanco 3-Br y vista de la parte inferior de la tapa y su travesaño (CIAIM, 2012).

A fin de realizar esta tarea, el jefe de máquinas avisó al marinero para que fuera abriendo las tapas con una pistola neumática. El marinero empezó abriendo las tapas de los compartimentos número 3 de babor (Br) y estribor (Er), y en ambas ocasiones, al no calcular bien la velocidad de la pistola neumática al aflojar los tornillos, los travesaños de cierre se desprendieron de los tornillos y cayeron al interior de los compartimentos.

Al ver lo ocurrido, el jefe de máquinas le pidió la pistola neumática al marinero para seguir él con la labor, disponiéndose a abrir otra tapa que se encontraba cinco metros hacia popa, dando, de esta manera, la espalda al marinero. Al terminar de abrir la tapa y darse la vuelta, el jefe de máquinas se dio cuenta de que el marinero no se encontraba ya allí y después de buscarlo un tiempo indeterminado, miró en el interior del compartimento 3-Br, donde lo encontraría sentado sobre el fondo del compartimento en frente de la escalera bajada. El jefe de máquinas al ver esta situación comenzó a llamar al marinero repetidas veces desde fuera, sin embargo, este no obtuvo respuesta por lo que decidió entrar al recinto. Una vez abajo trató de reanimar al marinero, pero no pudo conseguirlo, por lo que volvió a subir a cubierta y se dirigió al puente para informar de lo que había ocurrido al patrón.



**Ilustración 13.** Interior del compartimento donde se produjo el accidente visto desde la abertura (CIAIM, 2012).

#### **6.4.2. Respuesta de la tripulación**

Después de que el patrón fuese informado de la situación, este acudió a la abertura del compartimento para cerciorarse por sí mismo de lo que había pasado y volvió rápidamente al puente para parar el motor, ya que, el buque se encontraba navegando dentro del puerto en un punto en donde se debía cambiar el rumbo, de esta manera pudo ayudar al jefe de máquinas a llevar unas adujas de cabo de amarre a la boca del recinto. Cuando terminó de ayudar al jefe de máquinas con los cabos, el patrón volvió al puente y a las 15:05 horas llamó a la estación de prácticos por el canal 12 de VHF, alertando sobre que tenía un marinero inconsciente en el interior de un «tanque» y solicitando ayuda. La policía portuaria, al atender este canal, contestó a este mensaje rápidamente y minutos después dio traslado del aviso al 112 y a la Guardia Civil. Además, la llamada fue escuchada por otras estaciones en las cercanías, ya que el citado canal era también empleado por las embarcaciones y buques que se dedicaban a los trabajos de dragado de la zona. Uno de estos buques que pudieron recibir el mensaje fue la draga Gigante, con la que se habían cruzado en la entrada del puerto, y que se encontraba en ese momento a media milla del Josefa Pérez, por ello, el patrón de la draga Gigante ordenó que una zodiac con dos tripulantes y se dirigiese al Josefa Pérez para prestar ayuda. Mientras tanto, el jefe de máquinas agarró el extremo del cabo que había podido amarrar a la cubierta y se introdujo en el compartimento, sin embargo, después de un corto período de tiempo perdió el conocimiento y cayó encima del marinero. Por otro lado, el patrón todavía se encontraba en el puente, ya que debido a la inercia que presentaba el buque al suprimir los medios de

propulsión, la draga, Josefa Pérez, se dirigía contra el muelle del astillero por lo que dio una guiñada al buque para evitar la posible colisión y se dirigió a la entrada del compartimento, donde advirtió que el jefe de máquinas también yacía inconsciente en su interior. A raíz de esto, el patrón volvió al puente y pidió auxilio por radio por el canal 12 de VHF, solicitando un ERA.

Después de solicitar el ERA, maniobró el buque dirigiéndolo al muelle que tenía más cercano, aproximadamente a unos 200 metros de distancia, con la intención de atracarlo y, mientras este se encontraba a la altura de la curva de Pachico, la zodiac del Gigante lo alcanzó embarcando sus dos tripulantes en el Josefa Pérez.

Mientras el patrón atracaba la draga, uno de estos dos tripulantes del Gigante, que poseía experiencia de buzo y submarinismo, entró en el compartimento provisto de la manguera de alimentación de aire de la pistola neumática, que previamente había retirado de la propia pistola cortando el acople con un cuchillo, de forma que la manguera suministraba aire sin interrupción y podía repartir aire alternativamente entre el mismo y los dos miembros de la tripulación del Josefa Pérez que se encontraban inconscientes en el interior del compartimento.



**Ilustración 14.** Pistola neumática conectada a la manguera que suministraba aire (CIAIM, 2012).

A las 15:15 horas salió la embarcación de prácticos Zeluan, llevando a bordo a miembros de la policía portuaria, amarradores y trabajadores de la empresa de remolcadores Revisa, y a las 15:20 horas embarcaron en la draga para ayudar.

La policía portuaria también llamó al servicio del 112 a las 15:24 horas solicitando una ambulancia «para una persona que está inconsciente en la bodega de una draga», y esta

llamada fue transferida por la operadora al Servicio de Atención Médica Urgente (SAMU) a las 15:26 horas.

Poco después, la policía portuaria pudo llevar a la draga un ERA, por lo que el tripulante del Gigante subió a cubierta, dejando la manguera de aire entre las dos personas inconscientes, se puso el ERA y volvió a entrar en el compartimento. Con la ayuda de este ERA, del cabo de amarre y del resto del personal que subió a bordo a prestar auxilio, consiguió sacar del compartimento al jefe de máquinas del Josefa Pérez, sin embargo, cuando el tripulante del Gigante volvió a entrar para intentar sacar al marinero, la estrechez de la abertura del compartimento (0,5 metros de diámetro) unido a la gran corpulencia del marinero inconsciente impidieron que pudiera sacarlo, a pesar de que lo intentó, agotando, en el intento, el aire del equipo que llevaba puesto. Mas tarde, el rescatador declaró que, aunque no comprobó el estado de la botella de este ERA antes de entrar al compartimento, tuvo la impresión de que se encontraba a la mitad de su capacidad cuando se le entregó.

Según el informe de la policía portuaria, a las 15:24 horas se había situado un segundo ERA en el muelle, que de inmediato se trasladó a la draga. Poco después llegó también la primera ambulancia y a las 15:34 horas llegó una UVI móvil.

El tripulante del Gigante volvió a subir a cubierta, se colocó este segundo ERA, y bajó de nuevo al compartimento hasta que, con la ayuda de todos los presentes, lograron sacar al marinero a cubierta, al que se le practicó de inmediato una reanimación cardiopulmonar siguiendo las instrucciones de los médicos desde el muelle.

El parque de bomberos de Avilés recibió aviso del 112 a las 15:53 horas requiriendo su presencia con objeto de realizar una medición de gases solicitada por el médico de la UVI móvil de Avilés con el fin de identificar los presentes en el compartimento.

Con los dos accidentados ya rescatados y a bordo todavía del buque, la draga consiguió acercarse lo suficiente al muelle para que el personal médico pudiese acceder a bordo y los atendiesen. Los bomberos movilizaron un vehículo «multisocorro» que llegó al lugar a las 16:03 horas y en ese momento se supo que el jefe de máquinas del Josefa Pérez ya había sido evacuado, mientras que el otro permanecía en cubierta siéndole practicada la resucitación cardiopulmonar por el equipo médico. El jefe de equipo de los bomberos y el responsable sanitario, estimaron que era prioritario trasladar al marinero del Josefa Pérez al muelle, por lo que, solicitaron al 112 la presencia de más personal y del vehículo autoescalera del Parque de Bomberos de Avilés, lo que se produjo diez minutos después. Una vez

estabilizado el accidentado y sujeto en la camilla, se procedió a su traslado a tierra firme mediante la autoescalera y su posterior evacuación en una UVI móvil.

Los dos tripulantes accidentados fueron trasladados al Hospital San Agustín, falleciendo el marinero dos días más tarde. La autopsia posterior estableció que la causa inmediata de la muerte fue anoxia anóxica secundaria a sofocación por carencia de aire respirable. El jefe de máquinas recibió el alta médica días después.

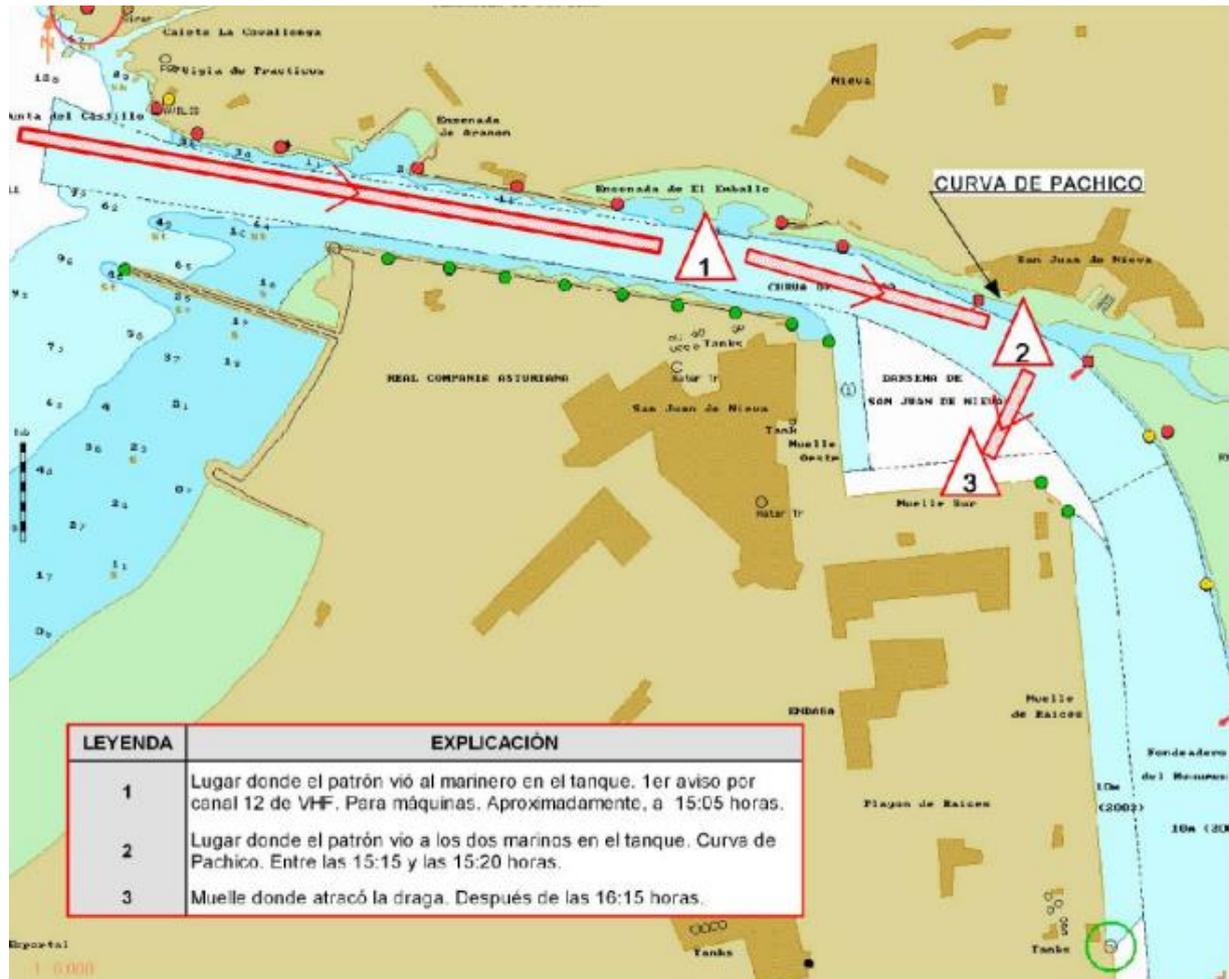
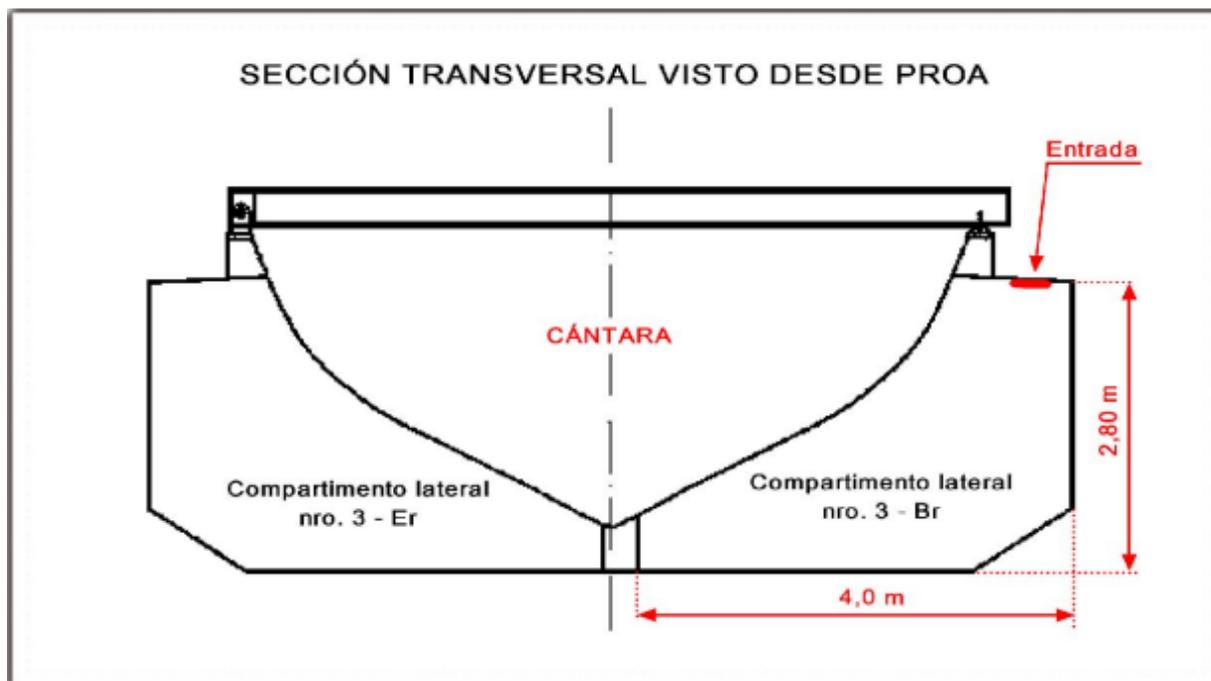


Ilustración 15. Representación del rumbo del Josefa Pérez en el puerto de Avilés. (CIAM, 2012)

### 6.4.3. Entorno en el que ocurrió el accidente

Los compartimentos laterales estancos del Josefa Pérez poseen la función estructural de conformar la cántara de la draga. Esta estanqueidad de los compartimentos proporciona al buque, además, la flotabilidad necesaria para operar.



**Ilustración 16.** Sección transversal de la cántara del Josefa Pérez, en donde se muestran las medidas de los compartimentos laterales nº3. (CIAIM, 2012)

Estos compartimentos no disponen de superficies pintadas ni tratadas de otra manera para evitar o minimizar su oxidación y también carecen de aberturas que permitan la renovación del aire de su interior sin ser la abertura de entrada que tiene cada compartimento y que presenta 50 centímetros de diámetro.

Debido al proceso natural de oxidación del hierro, la concentración de oxígeno de la atmósfera interior fue disminuyendo gradualmente con el tiempo y como hacía más de dos meses que la tapa del recinto no se abría, la medición de la atmósfera del compartimento que realizaron los bomberos después de la evacuación tuvo unos resultados de una concentración de oxígeno del 10% y de 16 ppm de CO. Minutos después se realizó una segunda medición con cifras similares.

Como se ha mencionado anteriormente, el INSST establece que, al respirar una atmósfera con una concentración de oxígeno de entre 5% y 10%, en un plazo de entre segundos y minutos se producen náuseas con pérdida de consciencia seguida de la muerte en 6 o 8 minutos.



**Ilustración 17.** Estado de oxidación del compartimento donde ocurrió el suceso (CIAIM, 2012).

#### **6.4.4. Tripulación**

El marinero fallecido y el jefe de máquinas que resultó afectado, eran profesionales con varios años de experiencia en el sector marítimo.

El primero contaba con embarques acreditados desde el 30 de octubre de 2008 hasta el 29 de agosto de 2009 en remolcadores de la empresa Pinturas y desgasificaciones S.L., dedicada a trabajos en espacios cerrados y atmósferas peligrosas, los propios trabajadores de esta última empresa corroboraron que este conocía los peligros inherentes de trabajar en esta clase de espacios. Desde enero de 2010, existe constancia, también, de embarques sucesivos del marinero en el Josefa Pérez, hasta el día del accidente y, según declaraciones de los tripulantes de esta draga, el fallecido había intervenido en varias ocasiones en la apertura e inspección de los compartimentos laterales.

No obstante, no hay constancia de que el marinero y el jefe de máquinas hubieran recibido formación específica relacionada con la entrada en los espacios confinados del buque, salvo la entrega de un manual de formación en riesgos laborales a cada tripulante.

A continuación, se muestra una referencia de este manual:

### TRABAJOS EN ESPACIOS CERRADOS

Los controles que se deben hacer en estos trabajos:

- Se requerirá de un formulario de aprobación del trabajo especial (caliente y/o cerrado) donde firme el autorizante indicando la validez horaria del permiso y condiciones a cumplir.
- Intentar una mayor ventilación.
- Limitación del tiempo de exposición en esas atmósferas.
- Reducir el número de personas en caso de atmósfera de bajo contenido de oxígeno (19%).
- Achique y limpieza del espacio de trabajo.
- Se emplearán alumbrado de 24 V como máximo.
- Se controlará en todo momento la temperatura del lugar sin sobrepasar los niveles de stress térmico.
- Equipos de protección personal (respiratoria, arneses de seguridad, cabos salvavidas,...).
- Vigilancia desde el exterior permanente.
- Las botellas o equipos para soldadura se mantendrán en el exterior y no se permitirá bajarlos al espacio cerrado.
- El lugar debe encontrarse debidamente señalizado.

DRAGSUR, S.L. - CURSO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES - MARINERO Pág. 34

**Ilustración 18.** Información sobre trabajos en espacios cerrados contenida en el manual de formación en riesgos laborales que se le entregó a cada tripulante (CIAIM, 2012).

La tripulación no seguía un procedimiento controlado por una autorización de entrada a los recintos confinados del buque, ya que no se encontraron registros de tales permisos. Cuando se les informó de esto, los tripulantes declararon desconocer que se tuviera que utilizar dicho procedimiento documentado para la entrada en compartimentos cerrados, pese a que en dicho manual se indica claramente. Y tampoco manifestaron conocimiento de los peligros inherentes a este hecho, declarando el jefe de máquinas afectado que tras cerca de 40 años de profesión en la mar nunca se le había advertido de tales peligros ni de cómo afrontarlos.

El régimen de trabajo a bordo se había establecido en dos turnos de 8 horas, empezando la jornada a las 7:00 de la mañana y terminando a las 23:00 horas, lo que podía haber sido causa de fatiga, pero pese a esta circunstancia, no se encontraron indicios de que esta condición influyera en el accidente. Los tripulantes enrolados en el Josefa Pérez contaban con todos los títulos y certificados necesarios para el desempeño de su trabajo, y también recibieron un curso de 10 horas, programado por la Coordinación de Seguridad, sobre las obras en las que estaba trabajando el buque, acerca de los riesgos implícitos que presentaban las propias obras. Los contenidos de este curso eran de tipo general, común a todo el personal que intervino en la obra, y no incluyó ninguna nota relativa a los buques.

#### **6.4.5. Antecedentes de inspecciones**

Por un lado, y como se mencionó en la narración de los hechos, los compartimentos estancos laterales eran inspeccionados cada dos o tres meses por parte de la tripulación. Este proceso de inspección consistía en comprobar visualmente desde la abertura o desde inmediatamente debajo de ella, tras dejar que la entrada del compartimento se ventilara por la abertura durante horas, si en el interior de estos recintos existía agua. Solo se bajaba al fondo del compartimento en caso de advertir agua, pérdidas en las tuberías de fluido hidráulico que pasaban por su interior o para llevar a cabo reparaciones y la entrada se llevaba a cabo tras preparar el recinto introduciendo aire del exterior a través de una manguera conectada a un ventilador portátil. Los tripulantes afirmaron ser conscientes de que este proceso de ventilación, sin una segunda abertura que permitiera una renovación más eficaz del aire, podía producir bolsas de aire sin renovar en algunos espacios del compartimento, pero no habían tenido incidentes hasta la fecha.

Por otro lado, la empresa Drag-sur S.L. disponía de una evaluación de riesgos laborales, realizada en julio de 2010, en la cual se describía el riesgo de «inhalación de sustancias» y en la que, entre otros supuestos, se habían considerado y evaluado los riesgos inherentes del trabajo en espacios confinados. En septiembre de ese mismo año se completó la evaluación de riesgos con un estudio específico del Josefa Pérez, en el que se incluyó un nuevo riesgo general denominado «Ahogamiento/Explosión en atmósfera explosiva (trabajos en espacios confinados)» y con una valoración del riesgo moderada.

Esta última evaluación se basó en la NTP nº30 sobre «Permisos de trabajo especiales» del INSST y en el Real Decreto 681/2003, de 12 junio, sobre «La protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo», sin embargo, el artículo 1 de este Real Decreto excluye de su aplicación al transporte terrestre, marítimo y aéreo, por lo que esta evaluación de riesgos no estaba adaptada a las características del buque resultando incoherente y excesiva su aplicación.

#### **6.4.6. Procedimientos de seguridad del buque**

La draga Josefa Pérez no estaba preparada para realizar trabajos en espacios confinados con la seguridad necesaria porque no tenían ningún medidor de gas ni ningún ERA a bordo. El buque no estaba obligado a ello ya que en la Orden de 10 de junio de 1983 sobre «Normas complementarias de aplicación al Convenio Internacional para la Seguridad de

la Vida Humana en el Mar, 1974, y su Protocolo de 1978, a los buques y embarcaciones mercantes nacionales» modificada por la Orden de 31 de enero de 1986, no dispone nada al respecto en lo aplicable a este buque.

Por lo tanto, a este buque no se le aplican las disposiciones del Convenio SOLAS y sus Códigos asociados, por razón del tipo y tamaño del buque, puesto que, las disposiciones del Convenio SOLAS referentes a los medidores de gases y los ERAs son para los buques que tengan requerimientos de lucha y evacuación contra incendios y estos requerimientos se imponen por el tipo de buque (buques tanque, graneleros, etc.) y el tipo de carga transportada.

Aunque el Convenio SOLAS no fuera aplicable para esta draga, para entonces este convenio no contenía disposiciones específicas respecto a los procedimientos de entrada en recintos confinados a bordo, por lo que el SGS de los buques era la única solución que se podía seguir para realizar dichos trabajos. Como se citó anteriormente, el SGS de un buque es un requisito exigido por Código IGS a aquellos que les sea de aplicación el Convenio SOLAS; sin embargo, el Josefa Pérez al no ser un buque SOLAS no tenía obligación de mantener un SGS.

## **7. Resultados y discusión**

A continuación, se describen los resultados y discusión examinados en base al caso práctico expuesto en el punto 6.4.

### **7.1. Análisis del accidente**

Aunque el Josefa Pérez no estaba obligado a mantener un SGS, considero que hubiese sido adecuado que, a la hora de planificar los métodos de prevención para la entrada a recintos cerrados, en ausencia de normas y reglas obligatorias, se hubiera tenido en cuenta la Resolución A.864 (20) de la OMI «Recomendaciones relativas a la entrada en espacios cerrados a bordo de los buques» (reemplazada, el 30 de noviembre de ese año, por la Resolución A.1050 (27) actual), u otras guías/recomendaciones de diversas organizaciones relevantes en el sector marítimo, puesto que se trata de documentos de apenas veinte páginas en donde la OMI, a través de una serie de recomendaciones dirigidas a armadores y tripulantes, intenta evitar que sigan perdiéndose vidas humanas como resultado de la entrada de personal en los espacios confinados de a bordo.

Por lo tanto, estimo que la evaluación de riesgos y posterior planificación de los métodos de prevención en los buques no-SOLAS se debería basar en los mismos convenios, códigos, directrices y recomendaciones aplicables a los buques SOLAS, adaptándolos a las características y circunstancias propias de esta clase de buques.

Desde mi punto de vista, la planificación de los métodos de prevención tampoco ha sido conforme con la evaluación de riesgos laborales realizada, ya que el único dispositivo parcialmente efectivo con el que contaba la draga para poder realizar un trabajo en sus espacios cerrados era un ventilador mecánico con su correspondiente manguera. Además, la información contenida en los distintos documentos de prevención de riesgos laborales (evaluación y formación) tampoco guardaba coherencia entre sí, lo que indica una posible pluralidad de orígenes de la información. El límite de concentración de oxígeno, por ejemplo, se establece en un 20,5% para poder entrar en un recinto cerrado, según cualquier evaluación de riesgos; sin embargo, en el manual de formación en riesgos laborales que se le entregó a cada tripulante se establece en un 19%.

Por otra parte, nunca se determinó el motivo por el cual el marinero entró al compartimento a recoger el travesaño caído de la tapa aún con su experiencia en la entrada a espacios confinados. Después de examinar el informe, pienso que probablemente pudo haber sufrido un lapsus, olvidando que el compartimento no se había ventilado todavía o interpretando que un corto periodo de tiempo en el interior del compartimento para bajar, coger el travesaño y subir, no tendría consecuencias, de forma que subestimase el riesgo o desconociese su extrema gravedad.

Con respecto a la acción que el jefe de máquinas realizó con la intención de socorrer al marinero, considero que pudo ser debida a una reacción emocional carente de pensamiento lógico, a raíz de la urgencia que significaba tener a su compañero desmayado y en peligro en el interior del compartimento.

Cabe mencionar también, la determinación y rapidez que tuvo el tripulante de la draga Gigante al aplicar el aire de la manguera de la pistola neumática al no disponer de un ERA. Debido a esta decisión, evitó que la catástrofe fuese aún mayor salvando la vida del jefe de máquinas, aunque llegara tarde para el marinero.

## 7.2. Principales errores ligados al accidente

Después de valorar el caso, expondré las fallas que considero que se cometieron en torno a este, con el objetivo de tomar las medidas correctivas pertinentes para que este tipo de incidencias no se sigan produciendo y también de mejorar la toma de decisiones de un tripulante antes de involucrarse en un accidente de este tipo. Los errores principales más evidentes y directamente ligados al accidente son:

- El acto indebido del marinero, al ingresar a un espacio confinado sin el debido procedimiento de permisos y protocolos de entrada. Esta actuación fue lo que ocasionó su muerte y se puede traducir en una formación e información insuficiente por parte del trabajador, ya que considero que el problema no fue que cometiese un acto indebido, sino que no estaba formado para saber cómo se debía proceder en estas situaciones.
- El acto indebido del jefe de máquinas, que también presentó una falta de formación e información al intentar rescatar al marinero sin esperar al equipo de rescate ni aplicar los controles correctos de rescate, que se practican en los simulacros, lo que pudo ocasionar su muerte.
- Además, creo que se pudieron cometer otros errores ligados a estos dos principales. Indudablemente, una mayor formación por parte de los protagonistas hubiese desembocado en una actuación más acertada con el rescate o con la entrada que debió efectuarse tanto por parte del marinero como del jefe de máquinas:
  1. Para empezar, está claro que la apertura y entrada de los espacios confinados de la draga debería realizarse cuando esta se encuentre atracada en el puerto y no durante la navegación, de forma que si ocurriese cualquier imprevisto la ayuda llegase lo antes posible y no tan tarde como vimos en la narración de los hechos; aunque, realmente, no debería llegarse a ese extremo, ya que la normativa dice que la ayuda debería practicarse de manera efectiva por parte del mismo buque, teniendo en cuenta que está dotado con los medios necesarios para hacerla efectiva y administrarla por los suficientes tripulantes formados en este procedimiento.
  2. También, hay que tener en cuenta el diseño de las tapas de los compartimentos debería mejorarse, ya que se trata de un mecanismo que debe considerarse en el

momento de desenroscar el tornillo de la tapa. Si no se realiza esta acción con cuidado se puede producir la caída del travesaño al interior del compartimento y su recuperación exigiría la bajada hasta el fondo de este, creando un riesgo grave que ha tenido serias consecuencias. Es el armador, es este caso quien debe modificar el sistema de cierre de estas tapas para que en ninguna circunstancia se puedan caer sus componentes al interior del espacio.

3. Por último, la draga no disponía de los equipos necesarios para realizar con éxito la entrada al recinto cerrado y el rescate desde el mismo, ni tampoco se habían establecido métodos documentados de autorización para la entrada a estos recintos.

Esto se debe a que el buque, por razón de su tipo y tamaño no se considera un buque SOLAS y por esto el Josefa Pérez no estaba obligado a seguir las normativas que se les imponen a los que sí cumplen estos dos requisitos, por lo que esta draga podía realizar su actividad operacional dentro de sus espacios confinados sin disponer de estos equipos a bordo ni del procedimiento documentado para la entrada a dichos espacios. Sin embargo, considero que como el riesgo de entrada en un espacio confinado es idéntico en un buque SOLAS que en un buque no-SOLAS, los procedimientos para evitar estos accidentes y el equipamiento necesario deberían ser similares en ambos tipos de buque. Como la evaluación de riesgos laborales tampoco estaba adaptada al Josefa Pérez, estimo que el armador y el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales deberían realizar una evaluación de riesgos coherente, una que esté adaptada a las características y actividad del buque en aquellos riesgos no suficientemente documentados por la normativa nacional en la que se utilicen los mismos mecanismos e información utilizada por los buques SOLAS y si el armador no estuviese dispuesto a aceptar esta normativa para su buque, como si fuese uno SOLAS, estableciendo un SGS con un correcto procedimiento de entrada documentado y equipo adecuado para que sea acometida por parte de sus tripulantes, debería prohibirse terminantemente la entrada en cualquier espacio cerrado de sus buques y pedir a empresas externas especialistas en estos trabajos que realicen las misma.

### 7.3. Origen de la problemática

Con este caso práctico podemos manifestar que los accidentes ocurridos en espacios confinados tienen como origen el error humano, el diseño estructural inapropiado y el desconocimiento de los riesgos por parte de la tripulación.

En 2021, un estudio de la Universidad del País Vasco concluyó que el porcentaje total de accidentes debidos a errores humanos es del 75% (Cadena de suministro [CDS], 2021), agrupando en este porcentaje no solo los errores de la propia tripulación sino también los fallos técnicos o errores de otros trabajadores como el personal de tierra y de puerto, los inspectores o el personal de las navieras, y es que la prevención del error humano resulta de vital importancia a la hora de reducir el número de estos accidentes y su gravedad.

Creo que la expresión que indica que un accidente está condicionado por la actividad de las personas que participan directa o indirectamente en la realización de un trabajo, se encuentra fuertemente representada en el caso práctico «Josefa Pérez» ya que en él encontramos diferentes errores humanos por parte de la tripulación de la draga. Los fallos que cometieron los tripulantes y los que se cometen en los trabajos dentro de espacios confinados del sector marítimo se producen como resultado de factores como la toma de decisiones basada en información inadecuada o desconocida para los trabajadores, así como distintas carencias de conocimientos técnicos, de normas y prácticas correctas, de procedimientos de trabajo documentados y de controles de calidad en estos espacios. En el mismo orden, la fatiga, las vías de comunicación inadecuadas y la falta de mantenimientos en el recinto son factores organizativos, tecnológicos y de ambientes de trabajo que pueden llegar a originar el fallo humano. Por todos estos factores, considero necesario que para disminuir las posibilidades de cometer un error humano que derive en un accidente fatal, la OMI debería obligar a los tripulantes a poseer aún más certificados de formación, puesto que si incorporasen una formación específica en rescates en espacios confinados o modificaran alguna de las formaciones en seguridad actuales y le diesen un enfoque a dichos rescates donde se coloque a la tripulación en situaciones similares a las de un accidente real, esta problemática estaría más controlada.

Es necesario insistir en la toma de decisiones basada en información inadecuada, como es el caso de los intentos de rescate realizados por actos de impulso sin seguir los correctos protocolos incrementando así el peligro del rescatista y de la persona accidentada. En consecuencia, Xabier González, experto en seguridad de espacios confinados, elaboró un

estudio en el que se concluyó que el 60% de los accidentes mortales en estos espacios son sufridos por los rescatadores (Observatorio de recursos humanos [ORH], 2017). Por esto la persona encargada del rescate debe estar debidamente entrenada y capacitada para poder reaccionar correctamente ante esta clase de situaciones de forma que no empeore la situación.

Si tenemos en cuenta el punto de diseño estructural inapropiado podemos hablar sobre el diseño de las tapas de la draga, ya que si estas no se abrían de la forma correcta, el travesaño caería al fondo del compartimento obligando a bajar para recuperarlas. Además, cabe destacar el hecho de que la abertura medía 50 centímetros de diámetro y esto hace que el rescate de una persona corpulenta como el marinero se dificulte hasta el punto de que este pueda morir si no se le pone en una posición determinada. En mi opinión, considero que esta también es una de las razones principales que hace que el número de víctimas en espacios confinados aumente, puesto que a la hora de realizar el diseño de estos espacios, a los que se ha de entrar intermitentemente a lo largo de la actividad operacional del buque, los ingenieros navales no tienen en cuenta la importancia y periodicidad de los procedimientos que se van a realizar en dichos espacios, derivando muchas veces en la creación de recintos que no están completamente adaptados para la entrada de personas. Por ello, creo que una de las propuestas que se debería llevar a cabo para reducir esta problemática es corregir el diseño del buque desde su construcción, imponiendo estándares de seguridad estructural dentro de los espacios cerrados por parte de la OMI, para que los ingenieros navales reformulen estas estructuras teniendo como referencia reportes de accidentes analizados.

Otra de las principales razones de los accidentes que ocurren en los espacios confinados del buque es el desconocimiento de los riesgos por parte de la tripulación, ya que, analizando los accidentes ocurridos en espacios confinados, vemos que los errores humanos son causa del desconocimiento del peligro que el interior del espacio contiene, ya sea por el tipo de carga o un caso de corrosión hasta entonces desconocido (o si se conocía por parte de alguno de los tripulantes, debido a la deficiente comunicación sobre el estado de la instalación del recinto no se tuvo en cuenta). Como explica Kristel Bancroft en su Trabajo Final de Master «Análisis de accidentes e incidencias en espacios confinados de buques mercantes» (2020), pienso que con objeto de disminuir este factor común en los accidentes en espacios confinados, se podrían implementar en los buques, tanto en los que se vayan a construir como en los que continúen en activo, diversos dispositivos de ayudas como sistemas de sensores de líquido autónomos en la entrada de los tanques, de forma que la tripulación pueda saber de primera mano si el compartimento está lleno o vacío (eliminando la necesidad de preparar una

entrada hasta el fondo del recinto para hacer inspecciones de líquidos, como se hacía en el caso «Josefa Pérez»); también se podrían implementar sistemas de medición de gases y oxígeno autónomos en las tapas de los tanques; o, como hace la empresa Global Drone Inspection (2022), emplear el uso de drones para realizar inspecciones en espacios confinados que puedan contar con un sistema integrado de medidores de oxígeno y gases tóxicos, entre otras utilidades.

Un factor adicional a los tres que se han comentado, es el diseño estructural inapropiado del SGS, y es que es vital para la tripulación disponer y conocer de un correcto y completo SGS que aplique paso a paso procedimientos de entrenamiento sobre los peligros de los recintos cerrados. Como mencionamos en el apartado 6.3.6. «Normativa», las directrices dirigidas al sector marítimo para confeccionar un SGS ajustado a cada buque de acuerdo con la explotación y operación de este, vienen dadas por el Código ISM. De esta manera la empresa de cada buque es la encargada de confeccionar a su vez la evaluación de riesgos, autorizaciones y protocolos de entrada e instrucciones de rescate para cada recinto cerrado del buque, según las guías y boletines informativos sobre los riesgos además de reportes de accidentes de diferentes organismos (aunque no todos los accidentes cuentan con reportes libres de acceso al público para analizar) y así estos no vuelvan a ocurrir. Sin embargo, esto no es así, las sociedades clasificadoras confeccionan sus guías con estudios propios y en estos casos siempre se pueden obviar algunos detalles importantes para todo el sector.

Por eso, coincido con Kristel Bancroft en su trabajo (2020), considerando que una manera de ordenar este tipo de información para ser utilizada como medida preventiva y no correctiva, puede ser la ayuda de la OMI para modificar las directrices de confección del SGS, añadiendo un informe estandarizado sobre análisis de riesgos basados en los reportes de accidentes acontecidos.

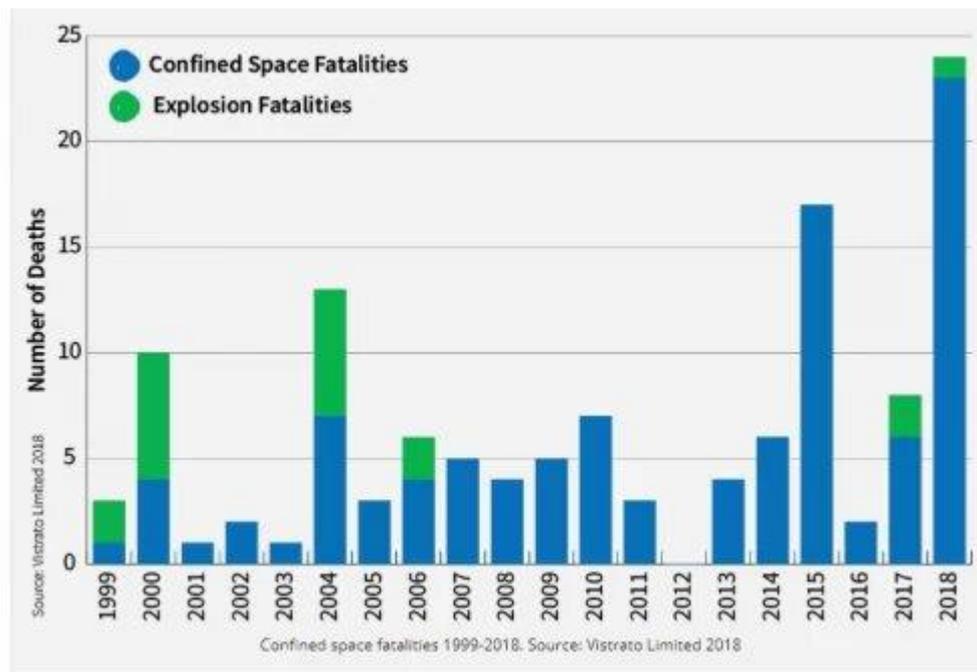
Adicional a esto, estimo que se debería promover ante los organismos reguladores internacionales relacionados con el sector marítimo la idea de que el capitán o el oficial encargado de autorizar el ingreso a los espacios confinados este capacitado por una organización cualificada en este tipo de trabajos que requieran permisos especiales a bordo, ya que mediante el análisis de varios reportes de accidentes, se ha visto repetitivamente como estas figuras alientan a los tripulantes a realizar operaciones en donde se enfrentan a situaciones que pueden colocar su vida en peligro, por creer que no es peligroso para el tripulante en cuestión quien realiza su cometido por compromiso laboral, poniendo en juego

su vida si tomase una decisión incorrecta en una situación de presión. Por esto, para prevenir las faltas que puedan cometer los cargos superiores de a bordo, pienso que una posible solución podría ser imponer mayores consecuencias legales cuando un tripulante pierde su vida por recibir instrucciones bajo una información inadecuada, así como imponer una política de cero tolerancias por parte de los cargos superiores del buque en la que se comprometan a tener una mayor responsabilidad a la hora de solucionar los posibles incumplimientos de certificaciones, auditorias, controles y simulacros de rescate en vez de no realizar las medidas correctivas a tiempo, que ocurra un accidente y luego se laven las manos.

#### **7.4. Frecuencia de accidentes ocurridos**

Con motivo de dar una visión clara sobre cuál es la magnitud de esta problemática, agregamos la siguiente ilustración gracias a la Federación Internacional de Trabajadores del Transporte (ITF, por sus siglas en inglés), en donde destaca un aumento impactante en las muertes en espacios confinados.

Para poder observar las cifras de fallecidos debido a accidentes en espacios cerrados en el sector marítimo a lo largo de los años, la ITF realizó un estudio en 2019 para poder plasmar de manera más exacta las cifras con respecto a cuantas fatalidades de estas corresponden solamente a fallecidos en dichos espacios, recopilando informes desde el año 1999 hasta 2018 (News Hound, 2019). La siguiente gráfica muestra las cifras de dicho estudio:



**Ilustración 19.** Cantidad de muertes en los espacios confinados de los buques cada año (News Hound, 2019).

El estudio concluye en que ha habido un total de 145 muertes desde el año 1999 hasta el 2018 por accidentes en espacios confinados. En la gráfica se puede comprobar como este contador asciende de manera brusca a partir del 2015 con alrededor de 17 muertes ese mismo año, terminando con el estudio en el 2018, año con un incremento aún más notable de alrededor de 23 muertes. Se trata de números bastante impactantes puesto que, al tratarse de una cifra total de 145 fallecidos en casi 20 años, en los últimos dos que se estudiaron para realizar esta gráfica encontramos como la cifra asciende a unos 30 fallecidos. Esto puede que se deba al incremento de empresas en esta industria y sobre todo al de su flota, sin embargo, considero que como se han implementado nuevas reglas y directrices en este sector a lo largo de los años para que estos accidentes sean cada vez menos frecuentes y no al revés, los armadores deberían de cuidar su tripulación dándoles la formación que se necesite en función del buque y de su actividad, llevando todas las evaluaciones de riesgos al día, respetando las nuevas normativas e invirtiendo en tecnologías que hagan que este tipo de actividades presenten menos riesgos.

Además, el estudio toma en consideración la cantidad de accidentes producidos por explosiones dentro de los espacios confinados debido al riesgo existente de atmósferas inflamables.

## 8. Conclusión

Son muchos los espacios confinados que podemos encontrar a bordo de un buque, variando estos en función de este y su actividad, no obstante, considero que los recintos principales son los tanques de carga, doubles fondos, tanques de combustible, tanques de lastre, cámaras de bombas de carga, cámaras de compresores de carga, cofferdams, cajas de cadenas, espacios vacíos, quillas de cajón, espacios entre barreras, calderas, cárteres de motores, receptores de aire de barrido de motores, tanques de aguas sucias y espacios conectados adyacentes. Aunque la OMI especifica en La Resolución A.1050 (27) sobre «Recomendaciones revisadas para la entrada a espacios cerrados a bordo de los buques» que estos son los mas destacados, la información que encontramos sobre estos espacios es pobre, por lo que no pude terminar de conocer sobre muchos de ellos.

Los riesgos principales que encontramos son los riesgos generales, producidos por las deficientes condiciones materiales del lugar de trabajo, y los riesgos específicos, ocasionados por una atmósfera interior peligrosa que puede dar lugar a asfixia, intoxicación e incendio o explosión

La principal medida preventiva a aplicar es un SGS que exija una correcta evaluación de riesgos laborales, procedimiento de autorización documentado para la entrada a estos espacios, medición y evaluación de la atmósfera interior, limpieza, aislamiento y ventilación, vigilancia externa y una formación y equipo adecuado.

Tras estudiar el caso práctico considero que tanto la muerte de uno de los accidentados como las graves consecuencias que acarreo para el otro se pudieron haber evitado si la draga Josefa Pérez por razón de su tamaño y actividad hubiese estado obligada a cumplir la normativa del Convenio SOLAS. De esta manera, este supuesto buque SOLAS estaría forzado a incluir un SGS que exija mantener a bordo entre otras cosas, un ERA que permitiese a la tripulación efectuar el rescate de manera adecuada.

## 9. Conclusion

There are many confined spaces that we can find on board a ship, varying depending on the ship and its activity, however, I consider that the main areas are cargo tanks, double bottoms, fuel tanks, ballast tanks, chambers of cargo pumps, cargo compressor rooms, cofferdams, chain boxes, void spaces, box keels, boom spaces, boilers, crankcases, engine scavenging air receivers, sewage tanks and adjacent connected spaces. Although the IMO specifies in Resolution A.1050 (27) on "Revised recommendations for entry to enclosed spaces on board ships" that these are the most prominent, the information we found about these spaces is poor, so I was not able to finish learning about many of them.

The main risks that we find are the general risks, produced by the poor material conditions of the workplace, and the specific risks, caused by a dangerous interior atmosphere that can lead to suffocation, intoxication and fire or explosion.

The main preventive measure to be applied is a SGS that requires a correct evaluation of occupational risks, a documented authorization procedure for entering these spaces, measurement and evaluation of the interior atmosphere, cleaning, insulation and ventilation, external surveillance and training and appropriate equipment.

After studying the practical case, I consider that both the death of one of the victims and the serious consequences that it entailed for the other could have been avoided if the Josefa Pérez dredger, due to its size and activity, had been obliged to comply with the regulations of the SOLAS Convention. In this way, this alleged SOLAS vessel would be forced to include a SGS that requires keeping on board, among other things, an ERA that would allow the crew to perform the rescue properly.

## 10. Bibliografía

- Agarval, M. (2021). *Importance Of Ship's Keel and Types Of Keel*. Obtenido de <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/importance-of-ships-keel-and-types-of-keel/#:~:text=Duct%20keel%20is%20provided%20in,to%20forward%20engine%20room%20bulkhead>.
- Aguado, E., Leal, A., Gómez, P., & Andrade, R. (1998). *scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/371761294/Trabajos-en-Espacios-Confinados>
- Alfa Marine Safety. (2017). *Estación de calibración/ autocalibración y autocertificación para detectores de gases portátiles GMI PS-200 conforme a todas las resoluciones de la OMI. MARTEK // Calibrado y certificado*. Obtenido de <https://www.amazon.es/calibraci%C3%B3n-autocalibraci%C3%B3n-autocertificaci%C3%B3n-resoluciones-certificado/dp/B076WVHV5D>
- Amarine Administrations . (s.f.). *COFFERDAM VS VOID SPACE (full words)*. Obtenido de <https://amarineblog.com/2019/10/18/cofferdam-vs-void-space-full-words/>
- Anish. (2019). *marineinsight*. Obtenido de <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/what-is-cofferdam-on-ships/>
- Anish. (2019). *What is Cofferdam on Ships?* Obtenido de <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/what-is-cofferdam-on-ships/>
- Arús, D. (2021). *VENTILACIÓN DE ESPACIOS CONFINADOS: RIESGOS Y SOLUCIONES*. Obtenido de <https://baroig.com/ventilacion-de-espacios-confinados-riesgos-y-soluciones/>
- Bancroft Ingram, K. (2020). *Análisis de accidentes e incidencias en espacios confinados de buques mercantes. Propuesta de posibles mejoras en la implementación de Código ISM. Trabajo Final de Máster*. Obtenido de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/331536/154615\\_TRABAJO%20FINAL%20DE%20MASTER%20BANCROFT%203.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/331536/154615_TRABAJO%20FINAL%20DE%20MASTER%20BANCROFT%203.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- BOE. (1998). *Código internacional de gestión de la seguridad operacional del buque y la prevención de la contaminación*. Obtenido de [https://www.boe.es/eli/es/ai/1993/11/04/\(5\)/dof/spa/pdf](https://www.boe.es/eli/es/ai/1993/11/04/(5)/dof/spa/pdf)

- BOE. (2014). *BOE*. Obtenido de <https://www.boe.es/eli/es/l/1995/11/08/31/con>
- Cadena de suministro [CDS]. (2021). *El factor humano en los accidentes marítimos*. Obtenido de <https://www.cadenadesuministro.es/noticias/el-factor-humano-en-los-accidentes-maritimos/>
- Candia, M. E. (2009). *PROCEDIMIENTOS GENERALES DE LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE UN BUQUE TANQUE PETROLERO*. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcir428p/doc/bmfcir428p.pdf>
- ChemicalSafetyFacts.org. (2022). *Dióxido de cloro*. Obtenido de [https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/dioxido-de-cloro/#:~:text=La%20Agencia%20de%20Protecci%C3%B3n%20Ambiental,partes%20por%20mill%C3%B3n%20\(ppm\).](https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/dioxido-de-cloro/#:~:text=La%20Agencia%20de%20Protecci%C3%B3n%20Ambiental,partes%20por%20mill%C3%B3n%20(ppm).)
- CIAIM. (2012). *Informe técnico S-1/2012*. Obtenido de [https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/it\\_2012s01\\_josefa\\_perez\\_web.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/it_2012s01_josefa_perez_web.pdf)
- colaboradores de Wikipedia. (2020). *Caja de cadena*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Caja\\_de\\_cadena&oldid=130919253](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Caja_de_cadena&oldid=130919253)
- COMMITTEE, T. M. (2013). *RESOLUTION MSC.350(92)*. Obtenido de [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.350\(92\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.350(92).pdf)
- Consejería de Salud de la Región de Murcia. (s.f.). *murciasalud*. Obtenido de <https://www.murciasalud.es/pagina.php?id=180331#>
- Diccionario Náutico. (2022). *Diccionario Náutico*. Obtenido de <https://diccionario-nautico.com.ar/cofferdam/#:~:text=cofferdam%3A%20Espacio%20vac%C3%ADo%20entre%20dos,proa%20o%20cuarto%20de%20m%C3%A1quinas.>
- Domínguez, V. (s.f.). *IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS CONFINADOS*. Obtenido de <https://www.imqprevencion.es/Newsletter/Espacios-confinados-Gune-itxiak/EECC.pdf>
- draeger. (s.f.). *Formación para el acceso a espacios confinados*. Obtenido de [https://www.draeger.com/es\\_csa/Safety/Confined-Space-Training](https://www.draeger.com/es_csa/Safety/Confined-Space-Training)
- Drägerwerk AG & Co. (2018). *Nueva normativa SOLAS: las mediciones previas a la entrada ayudan a prevenir accidentes en los*. Obtenido de

- [https://nanopdf.com/download/nueva-normativa-solas-las-mediciones-previas-a-la-entrada\\_pdf#](https://nanopdf.com/download/nueva-normativa-solas-las-mediciones-previas-a-la-entrada_pdf#)
- Drag-sur S.L. (s.f.). *Josefa Pérez*. Obtenido de [https://www.dragsur.es/fichas/ficha\\_Josefa\\_Perez\\_es.pdf](https://www.dragsur.es/fichas/ficha_Josefa_Perez_es.pdf)
- ECHA. (s.f.). *Carbon monoxide*. Obtenido de <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.010.118>
- ECHA. (s.f.). *Hydrogen cyanide*. Obtenido de <https://echa.europa.eu/es/substance-information/-/substanceinfo/100.000.747>
- ECHA. (s.f.). *Hydrogen sulphide*. Obtenido de <https://echa.europa.eu/es/substance-information/-/substanceinfo/100.029.070>
- ECHA. (s.f.). *Nitrogen dioxide*. Obtenido de <https://echa.europa.eu/es/substance-information/-/substanceinfo/100.030.234>
- ECHA. (s.f.). *Nitrogen monoxide*. Obtenido de <https://echa.europa.eu/es/substance-information/-/substanceinfo/100.030.233>
- ECHA. (s.f.). *Sulphur dioxide*. Obtenido de <https://echa.europa.eu/es/substance-information/-/substanceinfo/100.028.359>
- El Universal. (2022). *Fuga de gas, aparentemente cloro, deja al menos 10 muertos y cientos de afectados en Jordania*. Obtenido de <https://www.eluniversal.com.mx/mundo/video-fuga-de-gas-aparentemente-cloro-deja-al-menos-10-muertos-y-cientos-de-afectados-en-jordania>
- Electrosertec. (s.f.). *PPT Seguridad en Espacios Confinados 2014*. Obtenido de [http://electrosertec.com/img/cms/RECOMENDACIONES\\_TRABAJO\\_EN\\_ESPACIOS\\_CONFINADOS.pdf](http://electrosertec.com/img/cms/RECOMENDACIONES_TRABAJO_EN_ESPACIOS_CONFINADOS.pdf)
- Global Drone Inspection. (2022). *BALLAST TANKS*. Obtenido de <https://www.drone-inspection.global/maritime/ballast-tanks/>
- González Villegas, P., & Turmo Sierra, E. (198\*). *INSST, NTP 223: Trabajos en recintos confinados*. Obtenido de [https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp\\_223.pdf/3c0e8055-b69a-4e4c-97d3-](https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_223.pdf/3c0e8055-b69a-4e4c-97d3-)

fba1f5b6e43c#:~:text=Un%20recinto%20confinado%20es%20cualquier,continuada%20por%20parte%20del%20trabajador.

Grand Island Fire Department. (s.f.). *Grand Island Fire Department*. Obtenido de [https://www.grand-island.com/home/showpublisheddocument/16269/636198276452500000#:~:text=100%20ppm%20\(0.01%25\)%20Cefalea,min%3B%20insensible%20durante%20%20horas](https://www.grand-island.com/home/showpublisheddocument/16269/636198276452500000#:~:text=100%20ppm%20(0.01%25)%20Cefalea,min%3B%20insensible%20durante%20%20horas).

Grupo Thomas Miller. (2016). *Entrada a espacios cerrados: Entra en vigor el nuevo requisito de SOLAS para el transporte de instrumentos de pruebas atmosféricas*. Obtenido de <https://www.ukpandi.com/news-and-resources/articles/2016/enclosed-space-entry-new-solas-requirement-for-the-carriage-of-atmosphere-testing-instruments-enters/>

Iberia, H. (2022). *Preguntas frecuentes sobre la ventilación de espacios confinados que debes hacerte*. Obtenido de <http://www.haleco.es/ventilacion-en-espacios-confinados/>

INSST. (2022). *Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/2927460/LEP+2022.pdf/c01ccb24-3f52-1ba8-0c92-e28ffc64477c?t=1649673026729>

Interempresas. (2016). *EPIs para Acceder a Espacios Confinados*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Proteccion-laboral/Articulos/212528-EPIs-para-Acceder-a-Espacios-Confinados.html>

La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR]. (2016). *Resúmenes de Salud Pública – Sulfuro de hidrógeno (Ácido sulfhídrico) (Hydrogen Sulfide)*. Obtenido de [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs114.html#:~:text=La%20exposici%C3%B3n%20a%20concentraciones%20bajas,pueden%20producir%20p%C3%A9rdida%20del%20conocimiento](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs114.html#:~:text=La%20exposici%C3%B3n%20a%20concentraciones%20bajas,pueden%20producir%20p%C3%A9rdida%20del%20conocimiento).

Laursen, W. (2017). *Ballast Water Convention Dates Likely to Slip*. Obtenido de <https://www.maritime-executive.com/article/ballast-water-convention-dates-likely-to-slip>

- Mari Sagarra, R., & González Pino, E. (1992). Manual de procedimientos de seguridad para operaciones del trabajo a bordo. En R. Mari Sagarra, & E. González Pino, *Manual de procedimientos de seguridad para operaciones del trabajo a bordo* (págs. 343-354). Madrid: Instituto Social de la Marina.
- Mayor, H. G. (2011). *Estructura del Buque - Elementos estructurales del cuerpo de proa - VI*. Obtenido de [http://arquitecturabuque.blogspot.com/2009/07/estructura-del-buque-elementos\\_15.html](http://arquitecturabuque.blogspot.com/2009/07/estructura-del-buque-elementos_15.html)
- Mérida, L. (2014). *Código Internacional de Gestión de la Seguridad*. Obtenido de <https://marygerencia.com/2014/11/19/codigo-internacional-de-gestion-de-la-seguridad-codigo-igs-ism-code/>
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. (s.f.). *Espacios confinados*. Obtenido de [https://www.mites.gob.es/itss/ITSS/ITSS\\_Descargas/Atencion\\_ciudadano/Normativa\\_documentacion/Riesgos\\_laboral/2.1GUIA\\_Espacios\\_Confinados.pdf](https://www.mites.gob.es/itss/ITSS/ITSS_Descargas/Atencion_ciudadano/Normativa_documentacion/Riesgos_laboral/2.1GUIA_Espacios_Confinados.pdf)
- Moore, D. (2020). *Niveles de gases aceptables y peligrosos en espacios confinados*. Obtenido de <https://www.indsci.com/es/blog/acceptable-and-dangerous-gas-levels-in-confined-spaces#:~:text=La%20OSHA%20establece%20que%20el,es%20del%2023%2C5%20%25>.
- News Hound. (2019). *La Federación Internacional de Trabajadores del Transporte destaca un aumento impactante en las muertes en espacios confinados*. Obtenido de <https://www.iims.org.uk/international-transport-workers-federation-stresses-shocking-spike-in-confined-space-fatalities/>
- Observatorio de recursos humanos [ORH]. (2017). *El 60% de los accidentes mortales en espacios confinados son sufridos por los rescatadores*. Obtenido de <https://www.observatoriorh.com/salud-laboral/accidentes-mortales-espacios-confinados-sufridos-rescatadores.html#:~:text=Gonz%C3%A1lez%20explic%C3%B3%20que%20el%20origen,las%20operaciones%20han%20de%20realizarse>.
- OMI. (2011). Obtenido de REVISED RECOMMENDATIONS FOR ENTERING ENCLOSED:  
[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.1050\(27\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.1050(27).pdf)

- OMI. (2014). *GUIDELINES TO FACILITATE THE SELECTION OF PORTABLE ATMOSPHERE*. Obtenido de <https://www.mardep.gov.hk/en/msnote/pdf/msin1440anx1.pdf>
- OMI. (2015). *EARLY IMPLEMENTATION OF SOLAS REGULATION XI-1/7*. Obtenido de [https://www.liscr.com/sites/default/files/liscr\\_imo\\_resolutions/MSC.1-Circ.1485.pdf](https://www.liscr.com/sites/default/files/liscr_imo_resolutions/MSC.1-Circ.1485.pdf)
- OMI. (2016). *Entra en vigor una regla de seguridad relativa a los espacios cerrados de los buques*. Obtenido de <https://www.imo.org/es/MediaCentre/PressBriefings/Paginas/Enclosed-space-ship-safety-rule-enters-into-force.aspx>
- OMI. (2020). *Organización Marítima Internacional (OMI)*. Obtenido de <https://www.imo.org/es/OurWork/Environment/Paginas/BallastWaterManagement.aspx#:~:text=El%20agua%20se%20utiliza%20como,operacionales%20seguras%20durante%20el%20viaje>.
- Orellana, M. M. (2009). *CIRCULAR MARÍTIMA N° 01 / 2009*. Obtenido de [https://www.directemar.cl/directemar/site/docs/20170214/20170214143332/pmo\\_circular01\\_2009.pdf](https://www.directemar.cl/directemar/site/docs/20170214/20170214143332/pmo_circular01_2009.pdf)
- Real Academia de Ingeniería . (s.f.). *Diccionario español de ingeniería*. Obtenido de <https://diccionario.raing.es/es/lema/tanque-de-lastre#:~:text=Definici%C3%B3n%3A,mejorar%20su%20estabilidad%20o%20trimado>.
- Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR-España). (s.f.). *CIANURO DE HIDRÓGENO (HCN)*. Obtenido de <https://prtr-es.es/Cianuro-de-hidrogeno-HCN,15672,11,2007.html#:~:text=El%20cianuro%20de%20hidr%C3%B3geno%20o,debido%20a%20un%20rasgo%20gen%C3%A9tico>.
- Soler & Palau Ventilation Group [S&P]. (s.f.). *Ventilación en ambientes explosivos I*. Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/hojas-tecnicas-ventilacion-en-ambientes-explosivos/>
- Soutullo, R. G. (s.f.). *Espacios Cerrados o Confinados*. Obtenido de <https://ingenieromarino.com/espacios-cerrados-o-confinados/>
- supportservice. (s.f.). *OBRAS Y SERVICIOS NAVALES, INDUSTRIALES Y AMBIENTALES*. Obtenido de <https://supportservice.com.ar/>

The International Volcanic Health Hazard Network [IVHHN]. (s.f.). *Hidrogeno de sulfuro (H2S)*. Obtenido de <https://www.ivhhn.org/es/guidelines/guia-sobre-gases-volcanicos/hidrogeno-de-sulfuro>

Valle, F. A. (2003). *NTP 630: Riesgo de incendio y explosión en atmósferas sobreoxigenadas*. Obtenido de [https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp\\_630.pdf/5117fc1a-63b6-4ba9-9fa2-60b1d0da0a97?version=1.0&t=1528460400866](https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_630.pdf/5117fc1a-63b6-4ba9-9fa2-60b1d0da0a97?version=1.0&t=1528460400866)

Wikimedia Commons contributors . (2020). *Cofferdam TT A356.JPG*. Obtenido de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cofferdam\\_TT\\_A356.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cofferdam_TT_A356.JPG)

## 11. Anexos

### 01.- Anexo I. Ejemplo de permiso de entrada en un espacio cerrado.

A 27/Res.1050  
Página 11

#### APÉNDICE

#### EJEMPLO DE PERMISO DE ENTRADA EN UN ESPACIO CERRADO

El presente permiso se refiere a la entrada en cualquier espacio cerrado y deberían cumplimentarlo el capitán o la persona responsable y toda persona que entre en dicho espacio, por ejemplo, la persona competente y el vigilante.

Generalidades		
Ubicación/nombre del espacio cerrado .....		
Motivos para la entrada .....		
Este permiso es válido	de: ..... horas	Fecha .....
	a: ..... horas	Fecha .....
		(véase la Nota 1)

<b>SECCIÓN 1 – PREPARACIÓN PREVIA A LA ENTRADA</b>		
(El capitán o la persona responsable designada verificarán los siguientes puntos)		
	<b>Sí</b>	<b>No</b>
• ¿Se ha ventilado concienzudamente el espacio por medios mecánicos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ¿Se ha segregado el espacio mediante el aislamiento de todas las tuberías de conexión y el equipo eléctrico/la energía eléctrica?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ¿Se ha limpiado el espacio en caso necesario?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ¿Se ha comprobado que la entrada en el espacio no presenta riesgos? (véase la nota 2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Lectura de las pruebas de la atmósfera previas a la entrada:		
– oxígeno .....% vol (21 %)*	Por .....	
– hidrocarburo .....% LFL (inferior a 1 %)		
– gases tóxicos ..... ppm (menos del 50 % del OEL del gas de que se trate) Hora:..... (véase la Nota 3)		
• ¿Se ha dispuesto lo necesario para realizar comprobaciones frecuentes de la atmósfera del espacio mientras haya personal en él y durante los descansos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ¿Se ha dispuesto lo necesario para que el espacio esté continuamente ventilado mientras haya personal en él y después de los descansos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ¿Son adecuados el acceso al espacio y la iluminación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ¿Hay equipo de salvamento y reanimación listo para ser utilizado junto a la entrada del espacio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ¿Se ha designado al vigilante para que esté constantemente de servicio a la entrada del espacio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ¿Se ha informado al oficial de guardia (puente, cámara de máquinas, cámara de control de la carga) de la entrada prevista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ¿Se ha sometido a ensayo un sistema de comunicaciones entre todas las partes y se han acordado señales de emergencia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ¿Se han establecido procedimientos de emergencia y de evacuación, y los entiende todo el personal relacionado con la entrada en espacios cerrados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ¿Está todo el equipo en buenas condiciones de funcionamiento y ha sido inspeccionado antes de la entrada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ¿Lleva el personal la indumentaria y el equipo adecuados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\* Cabe observar que las prescripciones nacionales pueden determinar la gama de seguridad de la atmósfera.

<b>SECCIÓN 2 – COMPROBACIONES PREVIAS A LA ENTRADA</b>		
<b>(Cada persona que entre en el espacio verificará los siguientes puntos)</b>		
	<b>Sí</b>	<b>No</b>
• He recibido instrucciones o permiso, del capitán o de la persona responsable designada, para entrar en el espacio cerrado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• El capitán o la persona designada ha cumplimentado correctamente la sección 1 del presente permiso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• He convenido y comprendido los procedimientos de comunicación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• He convenido un intervalo de notificación de ..... minutos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Se han acordado y comprendido procedimientos de emergencia y de evacuación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Estoy enterado de que debe abandonarse inmediatamente el espacio en caso de que falle el sistema de ventilación y si los ensayos de la atmósfera muestran un cambio con respecto a los criterios de seguridad establecidos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>SECCIÓN 3 – APARATOS RESPIRATORIOS Y DEMÁS EQUIPO</b>			
(El capitán o la persona responsable designada y la persona que entre en el espacio verificarán conjuntamente los siguientes puntos)			
		<b>Sí</b>	<b>No</b>
•	El personal que entra en el espacio está familiarizado con todo aparato respiratorio que se vaya a emplear	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
•	Se han hecho las siguientes comprobaciones del aparato respiratorio:		
	– presión y capacidad del suministro de aire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	– alarma audible de baja presión, de haberla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	– mascarilla – presión positiva y estanquidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
•	Se ha sometido a prueba el sistema de comunicaciones y se han convenido las señales de emergencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
•	Se han facilitado a todo el personal que entra en el espacio correaes de salvamento y, cuando ha sido posible, cabos salvavidas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Firmado, una vez completadas las secciones 1, 2 y 3, por:

El capitán o la persona responsable designada ..... Fecha ..... Hora .....

Vigilante ..... Fecha ..... Hora .....

Persona que entra en el espacio ..... Fecha ..... Hora .....

<b>SECCIÓN 4 – ENTRADA DEL PERSONAL</b> (La persona responsable de supervisar la entrada completará esta sección)		
Nombres .....		
Hora de entrada .....		Hora de salida .....
<b>SECCIÓN 5 – FINALIZACIÓN DE LA LABOR</b> (La persona responsable de supervisar la entrada completará esta sección)		
• Labor concluida	Fecha .....	Hora .....
• Espacio correctamente cerrado	Fecha .....	Hora .....
• Se ha informado debidamente al oficial de guardia	Fecha .....	Hora .....

Firmado, una vez completadas las secciones 4 y 5, por:

Persona responsable de supervisar la entrada ..... Fecha ..... Hora .....

ESTE PERMISO NO TENDRÁ VALIDEZ EN EL CASO DE QUE DEJE DE FUNCIONAR  
LA VENTILACIÓN DEL ESPACIO O CAMBIEN LAS CONDICIONES INDICADAS  
EN LA LISTA DE COMPROBACIONES

**Notas:**

- 1 El permiso de entrada debería especificar claramente el periodo máximo de validez.
- 2 Con objeto de determinar la composición de la atmósfera del espacio, deberían tomarse muestras a diversos niveles y a través de tantas aberturas como sea posible. Se debería parar la ventilación durante 10 minutos antes de efectuar las pruebas de la atmósfera previas a la entrada.
- 3 Se deberían realizar pruebas de contaminantes tóxicos específicos, tales como el benceno o el sulfuro de hidrógeno, dependiendo de la naturaleza del contenido anterior del espacio.



## **Permiso de divulgación del Trabajo Final de Grado**

El alumno **Carlos Martín Plasencia**, autor del trabajo final de Grado titulado “**Trabajo en espacios confinados**”, y tutorizado por el/los profesor/es **Cintia Hernández Sánchez**, a través del acto de presentación de este documento de forma oficial para su evaluación (registro en la plataforma de TFG), manifiesta que **PERMITE** la divulgación de este trabajo, una vez sea evaluado, y siempre con el consentimiento de su/s tutor/es, por parte de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, del Departamento de Ingeniería Civil, Náutica y Marítima y de la Universidad de La Laguna, para que pueda ser consultado y referenciado por cualquier persona que así lo estime oportuno en un futuro.

Esta divulgación será realizada siempre que ambos, alumno y tutor/es del Trabajo Final de Grado, den su aprobación. Esta hoja supone el consentimiento por parte del alumno, mientras que el profesor, si así lo desea, lo hará constar en futuras reuniones, una vez finalizado el proceso de evaluación del mismo.

