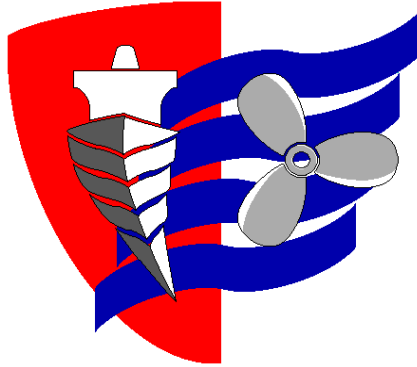


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**Sistema contra incendios de buque
tanque Monte Ulia.**

Fire fighting system of Monte Ulia Tanker.

Para acceder al Título de Grado en

**INGENIERÍA NÁUTICA Y TRANSPORTE
MARÍTIMO**

Autor: Francisco Aguilera Sampedro

Director: Manuel A. Andrés Roiz

Septiembre 2022

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Grado

**Sistema contra incendios de buque
tanque Monte Ulia.**

Fire fighting system of Monte Ulia Tanker.

Para acceder al Título de Grado en

**INGENIERÍA NÁUTICA Y TRANSPORTE
MARÍTIMO**

Septiembre 2022

Índice

1	RESUMEN	1
2	PALABRAS CLAVE.....	3
3	INTRODUCCIÓN	4
4	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
5	METODOLOGIA.....	6
5.1	MT MONTE ULIA.....	7
5.1.1	Historia	7
5.1.2	Características técnicas	9
5.2	EL FUEGO.....	15
6	DESARROLLO.....	18
6.1	Lucha contra incendios	18
6.1.1	Extintores	19
6.1.2	Líneas contra incendios	29
6.1.3	Aplicadores de espuma.....	67
6.1.4	Sistema fijo de CO2	70
6.1.5	Pañol de pinturas	70
6.2	Equipos de protección personal.....	72
6.2.1	Trajes de bombero	72
6.2.2	ERA.....	74
6.2.3	EEBD	75
7	CONCLUSIONES.....	77
7.1	Adecuación a la normativa.....	77
7.1.1	Extintores	77
7.1.2	Líneas contra incendios	78
7.1.3	Aplicador de espuma.....	80
7.1.4	Trajes de bombero	80
7.1.5	Equipos ERA.....	81
7.1.6	EEBD	81
7.2	Evaluación de espacios	82
7.2.1	Puente de mando	82
7.2.2	Acomodación.	83
7.2.3	Sala de máquinas.....	84
7.2.4	Cubierta.....	85
7.3	Conclusión	85

8	BIBLIOGRAFÍA	87
---	--------------------	----

Índice de ilustraciones

Ilustración 1	MT Monte Ulia.	7
Ilustración 2	Casco del barco lateral.	10
Ilustración 3	Casco del barco frontal.	10
Ilustración 4	upper deck.	12
Ilustración 5	Deck A.	12
Ilustración 6	Deck B.	13
Ilustración 7	Deck C.	13
Ilustración 8	Puente de mando.	14
Ilustración 9	Acomodación y chimenea.	14
Ilustración 10	Tetraedro del fuego.	15
Ilustración 11	Colocación del extintor.	20
Ilustración 12	Colocación del extintor.	22
Ilustración 13	Extintor de 6 Kg.	23
Ilustración 14	Extintor de 25 Kg.	24
Ilustración 15	Extintor de 50 Kg.	25
Ilustración 16	Cubierta principal de la máquina.	26
Ilustración 17	Extintor de CO ₂	28
Ilustración 18	Plano lateral del barco.	30
Ilustración 19	Bomba contra incendios.	31
Ilustración 20	Esquema del funcionamiento de la bomba.	32
Ilustración 21	Panel de control de las bombas del puente.	34
Ilustración 22	Piano de válvulas.	36
Ilustración 23	Hidrante.	38
Ilustración 24	Hidrante desmontado.	39
Ilustración 25	Estación contra incendios.	41
Ilustración 26	Bifurcación de las líneas en la sala principal contra incendios.	42
Ilustración 27	Tanque de espumógeno de la espuma de alta expansión.	49
Ilustración 28	Punto de mezcla.	51
Ilustración 29	Distribución de la espuma de alta expansión.	52
Ilustración 30	Válvulas automáticas.	54
Ilustración 31	Salida de espuma de alta densidad.	54
Ilustración 32	Panel de control de espuma de alta densidad.	55
Ilustración 33	Lanza de espuma de baja expansión.	60
Ilustración 34	Monitor de espuma de baja expansión.	61
Ilustración 35	Tanque de espumógeno de baja expansión.	62
Ilustración 36	Bifurcación en la sala principal contra incendios.	63
Ilustración 37	Mecanismo para el funcionamiento del sistema de baja expansión.	63
Ilustración 38	Panel de control de la bomba del espumógeno.	65
Ilustración 39	Manómetros del sistema de baja expansión.	67
Ilustración 40	Manguera y lanza del aplicador de espuma.	68
Ilustración 41	Bidón del aplicador de espuma.	69
Ilustración 42	Bidón del aplicador de espuma.	69
Ilustración 43	Sistema del pañol de pintura.	71

Ilustración 44 Traje de bombero.	74
Ilustración 45 Equipo ERA.	75
Ilustración 46 EEBD.	76

Índice de tablas

Tabla 1 Características técnicas del buque.	9
Tabla 2 Paneles de arranque de las bombas.	33

Índice de Figuras

Figura 1 Distribución del agua en la máquina.	37
Figura 2 Distribución del agua en la máquina.	44
Figura 3 Distribución del agua en la máquina.	46

1 RESUMEN

A lo largo de este trabajo se desarrollará uno de los aspectos más importantes de cualquier buque, el sistema contra incendios. El buque MT Monte Ulia será el objeto de estudio de este trabajo. El buque a estudiar es un tanquero que transporta crudo y sus derivados. Comenzaremos planteando el problema a tratar. Este problema lo formularemos en forma de pregunta; ¿Esta el buque MT Monte Ulia adaptado a la normativa en cuanto a el sistema contra incendios del que dispone a bordo? Una vez respondida esta pregunta, se planteará una nueva; ¿Esta el buque MT Monte Ulia preparado para combatir cualquier tipo de incendio? Esta segunda pregunta está más orientada al plano subjetivo, donde tratare de elaborar, según mi criterio, una respuesta bien justificada. Para responder a las preguntas presentadas se dará una pequeña explicación, para poner al lector en contexto. Hecho esto, se pasará a desarrollar todos los elementos contra incendios con los que cuenta el barco. Tanto los destinados para atacar al fuego, como los destinados a proteger la salud de la tripulación. Para el desarrollo de estos elementos yo, como alumno de puente del MT Monte Ulia, he desarrollado un trabajo de campo sobre el propio buque e indagado en los manuales de los aparatos y en distintas fuentes que me han aportado información al respecto. Una vez se conozcan los elementos que se encuentran a bordo, durante la parte de conclusiones, se responderá a la primera pregunta. Para esto se cogerá la normativa y se realizará una comparación con lo expuesto durante el desarrollo. Llegando a la conclusión de que el buque si está adaptado a la normativa requerida en todas sus normas. Finalmente, se tratará de responder a la última pregunta. Para esto, antes de dar una respuesta global, se analizarán algunas de las salas más importantes del buque, observando si cada una de ellas están preparadas para contrarrestar la aparición de un fuego. Una vez separada la tarea en distintas salas, se concluirá con una aportación subjetiva sobre si el barco globalmente es capaz de actuar contra cualquier tipo de fuego. Obteniendo una respuesta final para esta segunda pregunta, siendo que sí, el buque está más que preparado para contrarrestar cualquier tipo de incendio.

2 ABSTRACT

Throughout this work, one of the most important aspects of any ship, the fire system, will be developed. The ship MT Monte Ulia will be the object of study of this work. The vessel to be studied is a tanker that transports crude oil and its derivatives. We will begin by stating the problem to be addressed. We will formulate this problem in the form of a question; Is the MT Monte Ulia vessel adapted to the regulations regarding the fire-fighting system it has on board? Once this question has been answered, a new one will be asked; Is the MT Monte Ulia ship prepared to fight any type of fire? This second question is more oriented to the subjective plane, where I will try to elaborate, according to my criteria, a well-justified answer. To answer the questions presented, a brief explanation will be given, to put the reader in the answer. Once this is done, all the fire-fighting elements that the ship has will be developed. Both those intended to attack the fire, and those intended to protect the health of the crew. For the development of these elements I, as a bridge student of the MT Monte Ulia, have developed a field work on the ship itself and investigated the manuals of the devices and different sources that have provided me with information on the matter. Once the elements that are on board are known, during the conclusions part, the first question will be answered. For this, the regulations will be taken and a comparison will be made with what was exposed during the development. Concluding that the ship is adapted to the regulations required in all its regulations. Finally, we will try to answer the last question. For this, before giving a global answer, some of the most important rooms of the ship will be analyzed, observing if each one of them is prepared to counteract the appearance of a fire. Once the task has been separated into different rooms, it will conclude with a subjective contribution on whether the ship is globally capable of acting against any type of fire. Obtaining a final answer for this second question, being that yes, the ship is more than prepared to counteract any type of fire.

3 PALABRAS CLAVE

- Buque Tanque
- Lucha contra incendios
- Agua
- Espuma
- Seguridad

Key words

- Tanker
- Fire fighting
- Water
- Foam
- Safety

4 INTRODUCCIÓN

Con el paso de los años, el mundo ha evolucionado en muchos aspectos, tecnológico, ideológico, científico y en todos los campos conocidos por el hombre. El mundo marítimo no se queda atrás en estos avances y, sobre todo, en los últimos años en los que los buques han sufrido un desarrollo acelerado que los ha llevado a lo que actualmente son [1]–[3] Hoy en día, los buques son objetos con un gran desarrollo tecnológico, incluso se podría decir que los buques nuevos se encuentran a la vanguardia de la tecnología moderna [4]. Existen muchos tipos de buques, de muchos tamaños y modalidades, desde los grandes petroleros hasta los más pequeños pesqueros o buques de recreo. Todo buque tiene un propósito, lo que trataremos ampliamente con relación al buque del que vamos a hablar, el buque tanque MT Monte Ulia. Este buque es un petrolero, es decir, tiene la misión de transportar el crudo y sus derivados de un lugar a otro. Este tipo de buques constituye una parte fundamental de la economía de la gran mayoría de países en el mundo, pues el petróleo, hoy en día, es un recurso vital para el sostenimiento de la economía mundial y consumido por todos los países del mundo sin excepción [5]

Dicho esto, no debemos olvidar que este buque, al igual que la inmensa mayoría de la marina mercante, también es un hogar temporal donde viven 25 tripulantes, como mínimo, todos los días del año [6] Estos tripulantes son profesionales que trabajan por el correcto funcionamiento del buque, que les cubre todas sus necesidades primarias mientras permanecen en él. Probablemente, una de las necesidades más importantes que tienen las personas que desempeñan su trabajo en los buques es la seguridad. Por esta razón, uno de los campos que más ha evolucionado en el mundo marítimo es la seguridad, especialmente de todas aquellas personas que se encuentran a bordo de un buque. Esta evolución en la seguridad marítima se ha plasmado en muchos aspectos, mediante convenios, estructuras mejoradas y la implantación de equipos que mantengan un estado de tranquilidad, sabiendo que pueden ser usados en el caso de alguna emergencia.

Uno de los campos más importantes de la seguridad a bordo es la lucha contra incendios. En todo lugar público, oficinas, establecimientos comerciales,

medios de transporte, etc. podemos encontrar sistemas para la detección y lucha contra incendios; en el caso de los buques, esta necesidad de ampliar la seguridad y minimizar los riesgos, obliga a una mayor presencia de estos sistemas por la simple razón de que un buque enfrentado a una situación de fuego en alta mar, la mayoría de ocasiones, ni cuenta con los servicios de rescate en el tiempo necesario, ni puede llegar a puerto, por lo que la tripulación se encuentra sola ante el peligro, razón por la que debe de contar con la formación y las herramientas necesarias para enfrentarse a una situación de fuego.

Muchas veces no le damos la importancia merecida al campo de la lucha contra incendios, por eso, las autoridades competentes se esfuerzan en concienciar a fabricantes, armadores y tripulaciones de la gran responsabilidad que recae durante el desempeño de sus funciones dentro del buque, ya que es su propia vida la que está en juego ante una situación de estas características. Los convenios y normativas obligan a los buques a llevar todos los sistemas que van a ser tratados en este trabajo. Y es responsabilidad del capitán y de cada tripulante que toda la tripulación esté preparada y formada para enfrentarse a cualquier tipo de emergencia.

De esta forma, a lo largo de este trabajo, se detallarán los distintos tipos de sistemas en la lucha contra incendios y protección personal, especialmente en los buques tanque y concretamente en el MT Monte Ulia, profundizando en todos sus sistemas de extinción de incendios, con el fin de que este trabajo pueda ser utilizado por cualquier miembro de la tripulación de este buque y que quiera familiarizarse con todos los equipos que se encuentran a bordo y su uso.

5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Este trabajo tiene como objetivo principal, realizar una evaluación exhaustiva del sistema contra incendios del buque tanque MT Monte Ulia, profundizando en sus manuales; con la experiencia personal adquirida durante el tiempo de embarque, se realizará una evaluación de los citados sistemas en relación a la normativa vigente que existe sobre la lucha contra incendios en los buques tanque. Se estudiarán asimismo los convenios y normativas con la finalidad

de realizar una valoración personal que responda a la idoneidad de los sistemas de seguridad del buque ante eventuales riesgos de incendio y acorde a la citada normativa.

6 METODOLOGIA

Este trabajo está dividido en dos partes. Ambas se centran en la investigación, una de ellas en trabajo de campo y la otra en el plano teórico. La parte principal de este trabajo ha sido la investigación de campo, pues durante mis prácticas a bordo de este buque, he bajado hasta lo más profundo de la máquina y he recorrido la cubierta de proa a popa investigando sobre todos los elementos contra incendio de los que dispone este buque. He seguido todas las líneas para ver donde llegaban y junto con el oficial de seguridad he aprendido a usar todos los elementos. Además de esto, he podido aprender a realizar el mantenimiento de todo lo que se expone en este trabajo, excepto ciertas cosas que le corresponden a la máquina. He indagado en los manuales de todos los sistemas y he comprobado personalmente la veracidad de lo que se decía, intentando sacar fotos con mi propio teléfono a todos los elementos a estudiar.

Por otro lado, este trabajo es un contraste con la normativa, por lo que he realizado un estudio previo de la normativa vigente en relación con la extinción de incendios, con el fin de poder comparar y valorar todos los aspectos con un conocimiento profundo de la temática. Para llevar a cabo esta tarea, me he centrado sobre todo en tres publicaciones que son: - El “ISGOT” (Guía Internacional de Seguridad para Buques Petroleros y Terminales) [7] siendo muy útil dentro de este trabajo, ya que, en el podemos encontrar información muy específica para buques tanques y sus operaciones. – El “SOLAS” (Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar) [8], convenio del que sacaremos la mayor parte de la información. Normativa principal que deben seguir todos los buques de la marina mercante, con información de todos los aspectos de los buques. Su primera versión fue redactada en 1914 tras la tragedia del Titanic– El “FSSC” (Código Internacional para Sistemas de Seguridad contra Incendios) [9] derivado del solas, este código servirá de gran ayuda para profundizar ciertos aspectos a desarrollar. Además de estos 3 convenios, también se usarán las circulares OMI, las cuales aportan información actualizada tras la aparición de nuevas

resoluciones. Partes de estas circulares las podemos encontrar al final del “FSSC”.

Como conclusión, la metodología empleada en la realización de este trabajo en una combinación de aspectos teóricos-normativos con el trabajo de campo llevado a cabo en el buque.

6.1 MT MONTE ULIA

Como se ha expuesto en los puntos anteriores, el objetivo final de este trabajo es evaluar de forma exhaustiva el sistema contra incendios del MT Monte Ulia. Antes de iniciar con el desarrollo, hay que entender los motivos por los que este tipo de buques incorporan medidas tan estrictas y numerosas en la lucha contra incendios. Para entenderlo, debemos conocer el tipo de barco que estamos tratando, por lo que realizaré una breve introducción acerca del mismo, su historia, su propósito y sus principales características de construcción.

Ilustración 1 MT Monte Ulia.



Fuente: Portal web Marine Traffic.

6.1.1 Historia

El buque MT Monte Ulia, como su propio nombre indica, es un tanquero (MT: Motor Tanker) destinado al transporte de crudo, pudiendo trasladar también otros derivados del crudo como combustibles destilados.

El MT Monte Ulia fue construido en Corea del Sur desde junio del 2017 hasta

septiembre del 2018 y transportado a la factoría de Navantia, en el astillero de Puerto Real, en Cádiz, donde se terminaría finalmente su construcción. Este buque fue el último de los cuatro petroleros idénticos, construidos para el armador español Ibaizábal y que se entregaron al astillero de Puerto Real en Cádiz. Los otros buques son el Monte Udala, el Monte Urbasa, el Monte Urquiola y por último el Monte Ulia. Estos cuatro buques tenían exactamente las mismas características cuando salieron del astillero. Para la construcción de cada uno de estos buques se necesitaron los servicios de más de 2000 personas y más de 725.000 horas de trabajo [10]–[12] El tamaño de estos buques se realizó adaptado al modelo *Suezmax*, lo que significa que tienen el tamaño máximo para poder cruzar el Canal de Suez (Egipto). El MT Monte Ulia fue puesto a flote en marzo del 2019, donde se mantuvo hasta que se le realizaron sus pruebas de mar en junio de 2019 y, finalmente, fue entregado al armador para su viaje inaugural. Este viaje se realizaría desde el astillero de Puerto Real hasta el puerto de Sidi Kerir (Egipto), donde se produciría su primera carga.

El MT Monte Ulia pertenece a una sección del armador llamada Ibaizabal Tankers. Todos los buques pertenecientes a esta sección deben sus nombres a distintos montes del País Vasco y están destinados al transporte de crudo y sus derivados por todos los lugares del mundo, tipo *World Wide*, en sus diferentes rutas. Mientras que algunos buques de la compañía tienen rutas fijas, el MT Monte Ulia navega cambia de ruta en función de las prioridades comerciales de la empresa.

6.1.2 Características técnicas

Vamos a referirnos ahora a las especificaciones técnicas del buque. Este aspecto es muy importante para la comprensión del presente trabajo.

Tabla 1 Características técnicas del buque.

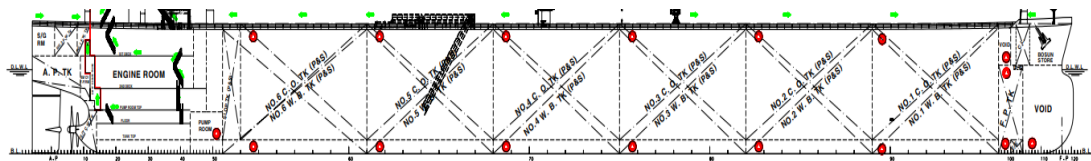
Características técnicas.		S. contra incendios
Eslora: 274 m	Carga: 171118 m3 98%	Extintores de CO2: 15X5 Kg
Manga: 48 m	Motor: combustión 15310 kW de potencia	Mangueras: 52 mm D 19x25m 8x20m 11x15
Puntal: 52,42 m	Combustible: 4099 Tn Fuel + diésel	ERAS: 300 Bar 6
Calado verano: 17 m	Consumo: 20-40 Tn	Extintores polvo seco: 54x 6KG
Arqueo GRT: 82908 Tn	Velocidad de servicio: 12 Kn	Extintores espuma: 1x135L 1X9L
Peso muerto: 49232 Tn	Tanques de lastre: 14	Trajes de bombero: 3
Desp. En rosca: 251014	Tanques de carga: 14	EEBD: 11
Camarotes: 30	Bombas de carga: 3x4000 m3/h	Rociadores de espuma:1

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla nos aporta datos generales sobre la configuración del buque, pero vamos a tratar otros aspectos de este igualmente interesantes.

Comenzaremos hablando de la estructura del barco que se encuentra por debajo del nivel de la acomodación. Con esto nos referimos a todo lo que se forma en el interior del barco. Para entender bien la forma de nuestro buque, en la ilustración 2 el barco dentro de su casco es en su gran mayoría espacio de carga, ya que el objetivo de estos buques es transportar la mayor carga posible.

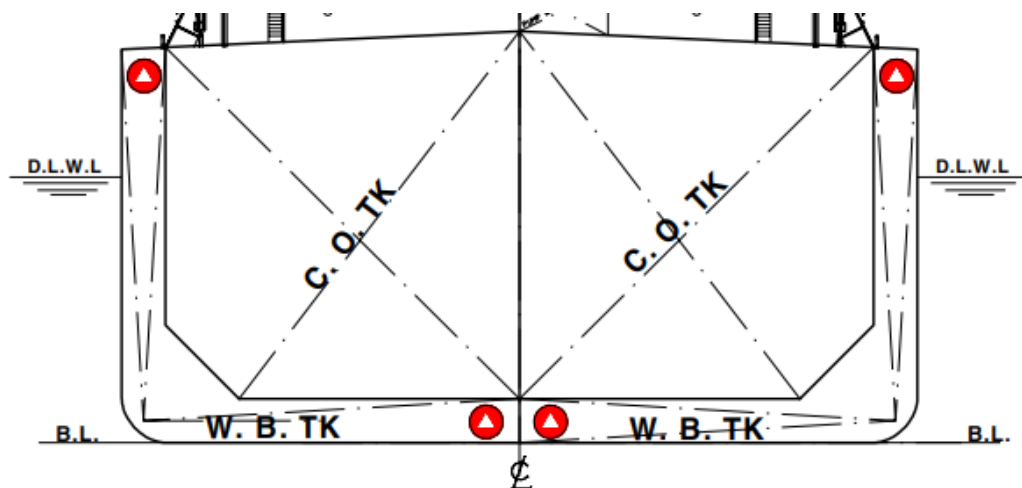
Ilustración 2 Casco del barco lateral.



Fuente: Safety plan del buque.

Observando la ilustración 2 podemos observar la distribución de los tanques de carga, de proa a popa desde el 1 hasta el 6. Puede surgir una duda observando la tabla número 1, donde nos especifica que el barco dispone de 14 tanques de carga. La respuesta es sencilla. Como podemos observar en la ilustración 3, los tanques se distribuyen por parejas, uno a estribor y el otro a babor. Mientras que los dos restantes para completar los 14 requeridos son los llamados “slops”, se encuentran detrás de los tanques 6 de carga y tienen un menor tamaño, ya que, deben ajustarse al tamaño del casco, debido a que tras estos ya se encuentra la sala de bombas.

Ilustración 3 Casco del barco frontal.



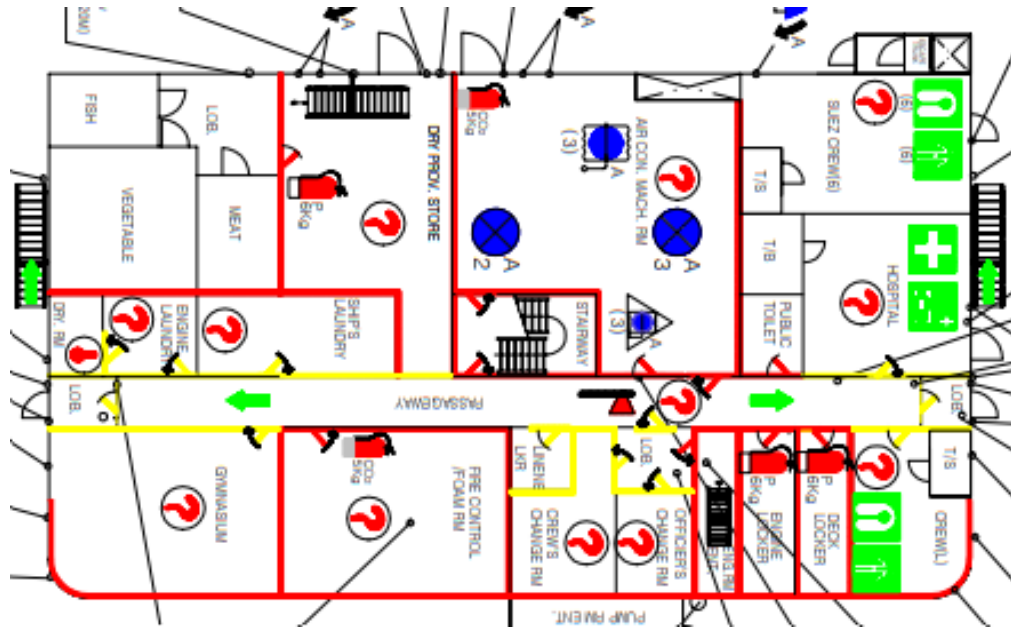
Fuente: Safety plan del buque.

Para hablar de los tanques de lastre, se debe utilizar la ilustración 3. Como podemos ver, estos tanques se encuentran cubriendo a los tanques de carga, creando así un doble casco que proporciona seguridad para evitar el hundimiento del buque en caso de una colisión y evitando además un posible derrame de petróleo en caso de rotura de alguno de los tanques de carga. Estos tanques se llenan de agua y son fundamentales para la estabilidad del buque. En cuanto a su distribución, tendremos uno por cada tanque de carga, excepto a los “*slops*”, que comparten protección con los tanques de lastre de los tanques 6 de carga. En este caso, para completar los 14 tanques el buque cuenta con los llamados “*fore peak tank*” y el “*aft peak tank*”; estos tanques, como podemos ver en la ilustración 2, son dos tanques más pequeños colocados a proa y popa y se usan, sobre todo, para controlar el asiento del barco y permiten que se puedan llenar de agua o crudo en caso de necesidad.

Como finalización a la parte del casco, se debe añadir que a popa de la sala de bombas se encuentra parte de la sala de máquinas y en proa, un pañol grande llamado “*bosun store*”, donde hay mucho material de amarre y salvamento.

Una vez descrito todo lo que se encuentra en el interior del casco, debemos hablar de la acomodación, ya que, durante el desarrollo del trabajo hablaremos de diferentes zonas del barco y sin una explicación previa de la ubicación de cada elemento, el trabajo carecería de un sentido completo. Cuando hablamos de todo lo que se encuentra por encima de la altura del casco, debemos hablar de dos partes. En primer lugar, la acomodación; esta consta de 5 cubiertas. Para un mejor entendimiento de lo presentado, se irán mostrando planos de cada una de las cubiertas. La primera cubierta se encuentra a nivel de la cubierta del barco, se llama “*upper deck*” y se compone de un camarote doble, un camarote grande para personal ajeno a la tripulación, llamado “*Suez crew*”, gimnasio, un pañol de herramientas, un pañol de material del electricista, el cuarto de la planta de aire acondicionado, una lavandería con su sala de secado, el vestuario de la tripulación, la sala principal contra incendios y el hospital. Además de esto, y pese a no estar conectado directamente, a la misma altura que está cubierta también se encuentran las cámaras frigoríficas y la despensa.

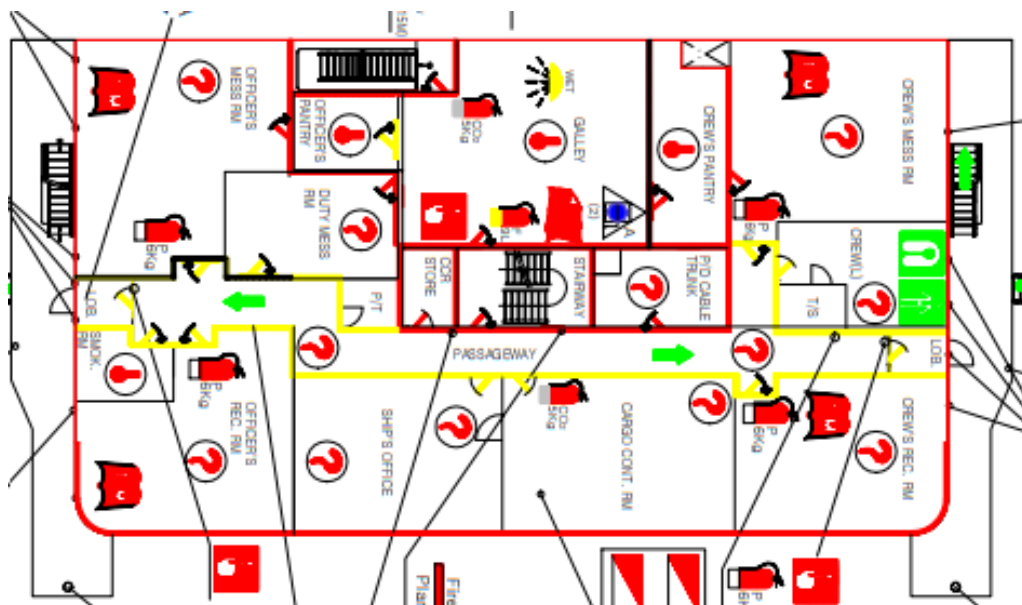
Ilustración 4 upper deck.



Fuente: Safety plan del buque.

Si se suben las escaleras, accederemos a la cubierta A. En esta cubierta podemos encontrar la cocina, los comedores de oficiales y marineros, un comedor pequeño para visitas, las salas de descanso de los oficiales y los marineros, la sala de control de carga, la sala de reuniones, otro camarote doble y la sala de fumadores.

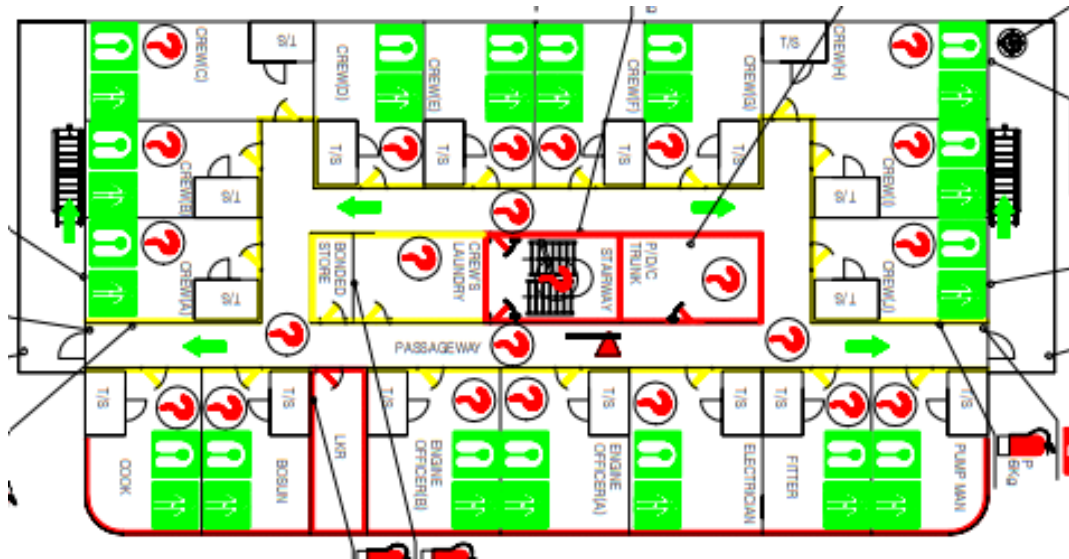
Ilustración 5 Deck A.



Fuente: Safety plan del buque.

Continuamos subiendo las escaleras para encontrarnos en la cubierta B. Esta cubierta es principalmente la cubierta de los camarotes de la tripulación y los alumnos. Consta de 17 camarotes, una lavandería, la tienda del barco, y dos paños pequeños donde se almacena ropa de trabajo.

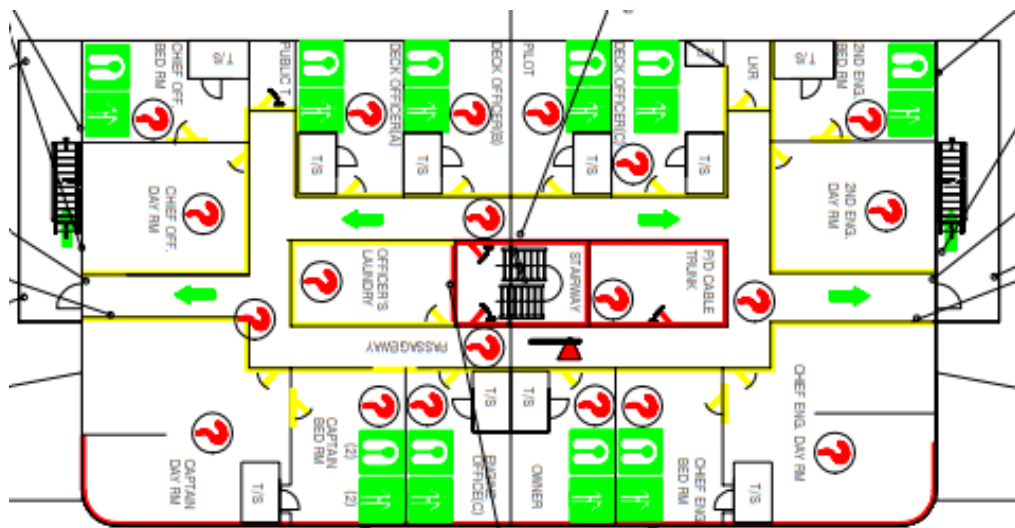
Ilustración 6 Deck B.



Fuente: Safety plan del buque.

Una cubierta más arriba encontraremos la cubierta C. Esta es la cubierta de los camarotes de los oficiales, capitán, jefe de máquinas y el práctico. Cuenta con 10 camarotes, una lavandería y un pañol que se encuentra vacío, para uso en caso de necesidad.

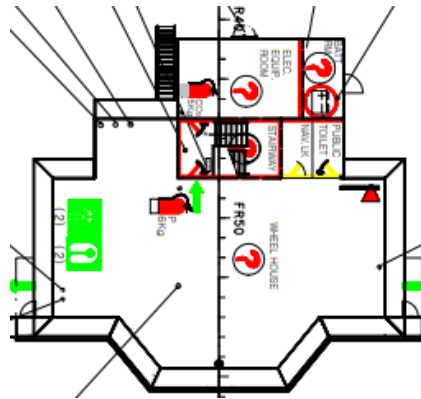
Ilustración 7 Deck C.



Fuente: Safety plan del buque.

Por último, si subimos una cubierta más encontraremos el puente. En esta cubierta además del ya mencionado puente, podemos encontrar la sala de comunicaciones justo a popa del puente y la sala de baterías, que para acceder a ella es necesario salir del puente.

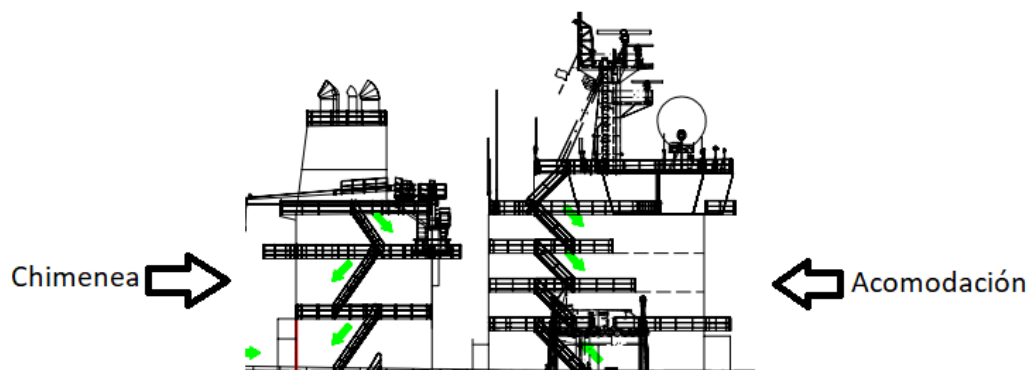
Ilustración 8 Puente de mando.



Fuente: Safety plan del buque.

Además de la acomodación y el casco, el barco cuenta con una estructura más que es la chimenea. La chimenea es una estructura del mismo tamaño que la acomodación que se encuentra a popa de la misma y que, como podemos ver en la ilustración 9 está separada de la acomodación por un pasillo. Comparte las alturas de las cubiertas con la acomodación y en su interior podremos encontrar las calderas y la planta de gas inerte. Veremos más adelante que también se divide en cubiertas.

Ilustración 9 Acomodación y chimenea.



Fuente: Safety plan del buque.

6.2 EL FUEGO

El fuego es una combinación de calor y luz que se produce a partir de una combustión. Esta combustión produce un efecto visual llamado llama, que es capaz de expulsar grandes cantidades de calor. La combustión necesaria para que se produzca el fuego ocurre por una reacción química llamada oxidación. Esta oxidación se produce súbitamente, a diferencia de otros tipos de oxidaciones que se producen de una manera muy lenta [13] (Chapter 1).

Por lo tanto, para que se produzca un fuego, debemos tener una suma de varios factores que, al combinarse, produzcan la oxidación que de paso al fuego. De esta forma, introducimos el término del llamado tetraedro del fuego. Este es un término que se inventó para explicar de una manera simplificada cuáles eran los cuatro factores que se debían producir conjuntamente para que se produjera un fuego.

Ilustración 10 Tetraedro del fuego.



Fuente: Portal web AELAF (Asociación de Laboratorios de Ensayos del Fuego).

La ilustración 10 representa el llamado tetraedro del fuego. Se trata de un esquema que nos quiere indicar de forma simplificada que, para que se produzca la combustión, debemos tener estos cuatro componentes.

- En primer lugar, debemos tener una combinación del llamado combustible con el comburente. El combustible puede ser cualquier material propenso a sufrir el efecto de la oxidación para que se produzca un fuego. Puede ser líquido o sólido y, en el caso de los barcos, podemos encontrar muchos materiales que podrían actuar como combustible. En el caso de los petroleros, el principal combustible es la carga o el fuel, ejemplo perfecto de

combustibles líquidos que pueden arder con mucha facilidad. Sin embargo, no son los únicos combustibles; en la acomodación del barco dispone de madera, residuos orgánicos, plásticos y otros muchos materiales que podrían actuar como combustibles.

- En segundo lugar, el triángulo representa el llamado comburente. El comburente número 1 es el oxígeno, ya que es fundamental para que se produzca el proceso de oxidación. El oxígeno está por todas partes, pues es fundamental para la supervivencia de los seres vivos; hay que ser muy cuidadoso al manipular un combustible, ya que puede conllevar un gran riesgo. Por esta razón, en la continuación del trabajo, cuando hablemos de los agentes extintores del fuego, veremos cómo una de las principales misiones de estos agentes es aislar el fuego, porque si se le corta el suministro de oxígeno, desaparecerá el comburente de la oxidación y el fuego no volverá activarse.
- En tercer lugar, el triángulo representa otro factor para que se produzca el fuego: el calor. El calor es un factor necesario que se le debe añadir a la oxidación para que se produzca el fuego. Con una cantidad suficiente de calor, el combustible llegará a la temperatura de ignición, a partir de la cual empezará a arder. A lo largo del trabajo, veremos cómo los agentes extintores que vamos a estudiar tratan de luchar contra el comburente, como ya hemos explicado, y contra el calor, ya que, el combustible no lo podemos hacer desaparecer, pero sí cortar el fuego gracias a sustraerle el comburente o el calor, produciendo que el último lado del tetraedro no se produzca. Si alguno de los cuatro lados del tetraedro falla, nunca se producirá un fuego.
- En cuarto y último lugar, para que los otros tres lados del tetraedro produzcan un fuego, se necesita que todos estén unidos al cuarto lado. La reacción en cadena es lo que enlaza al combustible, comburente y calor. Produciendo que aparezca el fuego. Las reacciones en cadena se han de producir entre los vapores del combustible y el oxígeno, por lo que, si se impiden estas reacciones, el fuego no se iniciará [13] (Chapter 1).

Existen muchos tipos de fuegos; para poder entender los diferentes tipos de agentes extintores que se llevan a bordo, se realizará una clasificación de los fuegos en función de sus combustibles. Existen dos clasificaciones de los tipos

de fuego creadas por dos organismos distintos. Por una parte, tenemos la clasificación creada por los organismos europeos. Es la más usada a nivel internacional y en el mundo marítimo, además de la que se usará en este trabajo. Por otro lado, tenemos la denominada “National Fire Protection Association” (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego). Esta es una asociación norteamericana que tiene su propia clasificación. Según la clasificación europea, tendremos los siguientes tipos de fuego:

1. Clase A: clasificación destinada para los fuegos de combustibles sólidos inflamables de naturaleza orgánica. En esta clasificación, podemos encontrar madera, tejidos, goma o papel.
2. Clase B: clasificación destinada a los fuegos producidos por líquidos inflamables como petróleo, gasolina, aceites, pintura o alcohol.
3. Clase C: clasificación de los fuegos gaseosos producidos por gases como metano, gas natural, hidrógeno, propano o butano.
4. Clase D: fuegos producidos por combustibles metálicos como sodio, magnesio o potasio.
5. Clase F: fuegos producidos por aceites o grasas de cocina. Esta clase fue creada en el 2005 viendo que los fuegos no se comportaban igual que los de la clase B [13] (Chapter 3).

La diferencia entre esta clasificación y la de la NFPA, es que la clase C está destinada para fuegos de los equipos electrónicos y que la clase F la encontraremos como clase K [14].

7 DESARROLLO

7.1 Lucha contra incendios

Una de las razones por las que toda persona está tranquila en su día a día es la sensación de sentirse segura. La seguridad es una característica fundamental de nuestras vidas, y si nos adentramos en el mundo marítimo, esta afirmación gana más fuerza. La seguridad es el pilar de la navegación, sin importar el tipo de barco del que hablemos. Cada barco tiene sus propias medidas de seguridad, dependiendo de su tamaño, condición, características físicas o mercancía que transporte. La importancia de la seguridad en el mundo marítimo es bastante clara. La seguridad tiene como objetivo prevenir los peligros que pueden aparecer en cualquier momento y que pueden atentar contra nuestra integridad física o incluso nuestra vida. Todos estos peligros se ven multiplicados cuando hablamos de una embarcación. Existen trabajos que conllevan más riesgo tanto en la mar como en tierra, pero, cuando realizamos un trabajo en tierra firme, pese a que siempre tomaremos las medidas de seguridad necesarias, llegado el caso de sufrir un accidente, siempre tendremos un servicio médico al que acudir en un intervalo de tiempo corto. En cambio, cuando realizamos un trabajo con el mismo nivel de riesgo en el mar, ante un problema, la situación se puede volver mucho más comprometida, ya que, en la mayoría de los casos no dispondremos de un profesional sanitario que nos pueda asistir. Por estas razones, la tripulación debe de estar completamente concienciada de la importancia de la seguridad a bordo.

Esta circunstancia expuesta anteriormente tiene un claro reflejo en la aparición de un fuego a bordo. Si se produce un incendio de cualquier clase en tierra, en escasos minutos aparecerá el cuerpo de bomberos que se encargará de su extinción con todo el material necesario y adaptado al tipo de fuego que se haya originado. A bordo, por el contrario, la situación es muy distinta. Cuando por algún fallo de equipo, mal uso de alguna herramienta o cualquier motivo, se produce un incendio en el buque, la tripulación se encuentra sola ante el peligro y con los medios de extinción que se encuentren a bordo para la lucha contra el fuego. Esta es la diferencia clave entre ambos casos y que determina la necesidad de ampliar medios y formación a la tripulación de los buques.

Esta pequeña introducción nos sirve para entender por qué los barcos disponen de este complejo entramado de dispositivos contra incendios que vamos a exponer a continuación, destacando en todo momento que el buque MT Monte Ulia es un petrolero, llevando los dispositivos adaptados a la normativa de este tipo de buques.

7.1.1 Extintores

Uno de los elementos más importantes en la lucha contra incendios del buque MT Monte Ulia, es el sistema y distribución de extintores portátiles marinos a bordo. En primer lugar, conviene definir a qué llamamos extintor. Según la RAE, un extintor es *“un aparato para extinguir incendios, que por lo común arroja sobre el fuego un chorro de agua o de una mezcla que dificulta la combustión”* [15]. Esta definición es cierta, pero poco precisa, ya que existe una gran variedad de extintores en el mercado y con diferentes usos, por lo que esta definición es demasiado generalista.

Los principales códigos internacionales en los que podemos encontrar información de normativa sobre extintores portátiles marinos son el SOLAS y el Code for Fire Safety Systems (FFSC); sin embargo, la información aportada por estos códigos es bastante escasa. Por esta razón, existe la circular OMI, que aporta información más detallada a los códigos ya vigentes. La circular OMI que habla sobre los extintores portátiles, es la “IMO A23/ RESOLUCIÓN 951”. En esta resolución podemos encontrar toda la información de interés que podemos requerir para el correcto uso de estos equipos en los barcos.

En este apartado del trabajo, detallaremos los tipos de extintor que se encuentran a bordo de un buque, contrastándolo con la normativa común del FFSC y SOLAS. Pero, pese a la importancia de estos códigos en los que encontramos la información requerida, cada buque tiene una forma y unas características. Por esta razón, siempre cumpliendo las generalidades, no todos los buques tienen la misma distribución de extintores para atender todas las necesidades requeridas. Debido a esto, la distribución de los extintores, como la de todos los sistemas contra incendios del buque, es diseñada meticulosamente por la sociedad de clasificación del buque, adaptándose de esta forma a la clase del buque y a su estructura y dispositivos.

La normativa SOLAS sobre la distribución de los extintores, solo nos especifica que deben estar estibados en la entrada de los lugares que pretende proteger. De esta forma, coger el extintor no te alejará de la posibilidad de escape [8] (Chapter II-2, 3.2)

Uno de los aspectos que normalmente se tiene en poca consideración y que requiere una mayor atención, es la forma de colocar los extintores. Cuando hablamos de los extintores pequeños, suelen ir anclados a la pared con cintas. Es muy importante que las cintas estén con tensión, con el fin de evitar una caída en el caso de un repentino movimiento del barco. Además de esto, todos los extintores deben llevar en el dorso de su recipiente el nombre del fabricante, los tipos de fuego para los que está preparado, unas instrucciones de uso, el año de manufactura, el test certificado de presión y datos de interés del fabricante [16] (Chapter 8). Por normativa, toda esta información debe de estar visible a simple vista en la estiba de los extintores [16] (Chapter II-2, 3.2). Por último, la señalización de los extintores es otro punto muy importante. Como podemos ver en la ilustración 11, todo extintor debe ir acompañado por su pegatina que indique de que tipo es el extintor y su peso. Estas pegatinas son oficiales y deben estar aprobadas por la OMI y con la característica adicional de que son luminiscentes en la oscuridad y podríamos ver la localización del extintor en caso de apagón. Todas estas características son vitales para el buen uso de estos dispositivos y su no cumplimiento es motivo de sanción en caso de inspecciones.

Ilustración 11 Colocación del extintor.



Fuente: Elaboración propia.

El buque Monte Ulía cuenta con una gran variedad de extintores, con objetivos específicos para distintos tipos de fuegos. Es importante remarcar que existen muchos más tipos de extintores portátiles, pero como hemos dicho anteriormente, en este trabajo nos centraremos en el sistema contra incendios del Buque Monte Ulía.

En cuanto al mantenimiento que se le debe dar a los extintores, la norma nos indica que deben ser revisados una vez al año como mínimo, pero siempre siguiendo las indicaciones del fabricante. En nuestra compañía, existe un criterio de revisión de los extintores mensual. En esta revisión se comprueba que tanto el extintor, como su base se encuentra en buen estado. Si el extintor es de polvo seco, se le agita y se le da unos leves golpes con la mano. Con la finalidad de que el polvo no se apelmace. Además de esta inspección, cada cinco años, al menos uno de los extintores que han sido fabricados el mismo año deben vaciarse para comprobar su correcto funcionamiento. Usando los respetos de polvo seco y botellines de CO₂, el extintor se volverá a rellenar. En caso de los de CO₂ deberán ser sustituidos por el fabricante, ya que no se pueden recargar a bordo.[16] (Chapter 9)

7.1.1.1 Extintores PQS o extintores de polvo.

Como sus siglas indican, PQS significa Polvo Químico Seco. La base del polvo químico de este tipo de extintores es el fosfato monoamónico (NH₄H₂PO₄). Este compuesto es conocido por ser un gran aislante y por una gran capacidad extintora. El objetivo fundamental de este agente extintor es aislar químicamente la fuente de fuego y evitar su propagación [17]

Estos extintores están recomendados para fuegos de la clase A, B y C. Es importante indicar que cuando se utilizan estos extintores, se debe apuntar siempre al foco principal del incendio, ya que, si conseguimos aislarlo, pararemos su expansión. Un ejemplo lo tenemos en la combustión de un trozo de madera; si se detecta una ignición, se debe actuar con la mayor rapidez posible sobre el mismo trozo de madera. De esta forma, cuando el polvo sale a presión de la botella, aislará el trozo de madera y cortará el paso de oxígeno, y de esta forma, terminará con el fuego. Es importante apuntar que nunca se deben utilizar sobre los fuegos de clase D y K, es decir, sobre metales combustibles y componentes oleosos o grasos [17]

Su funcionamiento es sencillo. El polvo seco se encuentra depositado en su interior, pero no está a presión. Por esta razón, aunque abriéramos el dispositivo, el polvo no saldría del recipiente; para que ello suceda, el interior de la botella cuenta con una pequeña botella de CO₂, que crea el impulso por el cual el polvo sale disparado. Según el FSSC, los extintores de la acomodación deben de ser de mínimo 5 Kg y no deben sobrepasar los 23 Kg [9] (Chapter IV, 3.1).

A bordo, existen varios tipos de extintores PQS, los cuales, tienen su función específica. De esta forma, podemos enumerar los siguientes:

- **Extintores de 2 Kg:** el buque cuenta con dos, uno situado en cada bote. Con un peso inferior al establecido por el FSSC, ya que no disponemos de ninguno en la acomodación.

Ilustración 12 Colocación del extintor.



Fuente: Elaboración propia.

- **Extintores de 6 Kg:** Es el tipo de extintores más común y práctico para cualquier circunstancia, contamos con 54 extintores distribuidos por toda la acomodación, la máquina y los diversos pañoles de cubierta.

Ilustración 13 Extintor de 6 Kg.



Fuente: Elaboración propia

- **Extintores de 25 Kg:** A lo largo de la estructura de nuestro buque, podemos encontrar 3 extintores de este tipo. Uno de ellos, colocado junto a las calderas; los otros dos restantes pertenecen al equipo del helicóptero, del que hablaremos más adelante. A diferencia de los extintores de menor tamaño, podemos apreciar varias diferencias estructurales. Lo primero es que, al tener un peso mayor, va acompañado de un carro para su transporte. Podemos ver una manguera de largo tamaño, para poder sofocar incendios incluso sin mover el extintor. Finalmente, también podemos ver que, en este caso, la botella de CO₂ la llev
- a en su exterior, con el fin de aprovechar al máximo el espacio de dentro del recipiente. En el caso de estos extintores, el sistema de soltado es de gran facilidad.

Ilustración 14 Extintor de 25 Kg.



Fuente: Elaboración propia.

- **Extintores de 50 Kg:** Estos extintores son menos prácticos, ya que su peso les hace de difícil transporte. El buque cuenta con dos extintores de este tipo, situados ambos en la cubierta principal de la máquina. El fin principal de estos extintores es atacar a un posible incendio que se pueda producir en la máquina principal. Como podemos ver en la imagen 6, la cubierta principal de la máquina cuenta con un gran “agujero” en medio en forma de balcón. En el interior podemos encontrar la máquina principal. Por lo tanto, la colocación de estos dos extintores es estratégica para poder atacar el fuego desde altura directamente sobre la máquina principal. Tanto estos extintores, como los de 25 Kg solo se encuentran en la máquina, por lo que también cumplen con los criterios de peso del FFSC.

Ilustración 15 Extintor de 50 Kg.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 16 Cubierta principal de la máquina.



Fuente: Elaboración propia.

7.1.1.1.1 Respetos

Cuando hablamos de los *respetos* de un dispositivo, nos referimos a la cantidad de dispositivos iguales que tenemos almacenados en el barco para reponer, en el caso de que alguno de ellos, que se encuentra en el *fire plan*, se estropeen. Pero en el caso de los extintores de PQS lo que tenemos de respeto es polvo con el que rellenar las botellas. De lo que si tenemos dispositivos de repuesto es de los botellines de CO₂ que llevan en su interior. Es importante recordar que los únicos extintores de PQS que se pueden rellenar a bordo según el manual del fabricante son los de 6 Kg. Siempre que se habla de respetos, el SOLAS tiene una normativa clara, la cual adaptaremos a nuestro buque [8] (Chapter II-2, 3.3).

- Siempre se deben tener repuestos para las primeras 10 botellas.
- De las restantes, el 50% de las botellas, es decir:

Tenemos 54 botellas-----10 primeras

$54 - 10 = 44$ ---- 50% de 44 = 22 botellas

$10 + 22 = 32$ botellines de CO₂

El buque cuenta con 40 botellines, lo que supone que no solo cumple con la norma "SOLAS, Chapter II-2, 3.3", si no que dispone de un número mayor

del exigido por esta. En concreto 8 más.

7.1.1.2 Extintores de CO₂

El CO₂ es un gas no combustible y no reacciona químicamente con otras sustancias por lo que puede ser utilizado para apagar una gran cantidad de tipos de fuego. El principio de su funcionamiento es más simple que el de los extintores PQS. El componente se mantiene en estado gaseoso debido a la presión a la que se encuentra dentro de la botella, por lo que, al activarlo, cuando se presiona la maneta, simplemente el gas por su propia presión sale del recipiente con una gran fuerza. Cuando descargamos un extintor de dióxido de carbono, se produce una gran nube blanca debido a las pequeñas partículas de hielo seco. Como el CO₂ se encuentra a presión dentro del extintor de incendios, cuando se realiza la descarga se produce frío; es el resultado del cambio de estado de un gas. Este frío produce condensación de agua que se suma a la nube producida por el dióxido de carbono y extinguiendo de esta manera el incendio. Otra de las propiedades del CO₂ es que no conduce la electricidad por lo que es el tipo de agente indicado para incendios cargados eléctricamente [18], [19]

Según el FFSC, al igual que los extintores de PQS, el peso mínimo que deben tener estos extintores es de 5 Kg y nunca deben sobrepasar los 23 Kg. En nuestro buque, solamente contamos con un tipo de extintores de CO₂. Pero pese a solo tener un tipo, tienen una importancia vital debido al gran número de aparatos eléctricos que se encuentran a bordo [9](Chapter IV, 3.1).

A bordo, se encuentran 15 extintores de 5 Kg, distribuidos por las zonas donde haya sistemas eléctricos. Los más importantes son:

- **El extintor del puente.** Este es uno de los extintores más importantes del barco, ya que, ante un incendio, en algunos de los equipos del puente se debe de actuar lo antes posible. Si atacáramos el fuego con un extintor de polvo, estropearíamos el equipo, mientras que, si lo atacamos con uno de CO₂, podremos recuperarlo para seguir usándolo.
- **El extintor del cuarto de baterías,** en la misma cubierta que el puente; totalmente imprescindible para el funcionamiento de los equipos.

- **El extintor de la sala de los equipos electrónicos**, central de todas las comunicaciones, y al igual de los otros dos anteriores, de vital importancia.
- **El extintor del control de la máquina**, por las mismas razones que el puente, pero con los aparatos de la máquina.

Ilustración 17 Extintor de CO2.



Fuente: Elaboración propia.

Es importante remarcar también, que según [8] (II-2,3.3) debido a su toxicidad, no debe haber extintores de este tipo en la acomodación. Como mostraremos posteriormente en el *fire plan*, podremos ver que en la acomodación de nuestro buque no hay extintores de esta clase.

7.1.2 Líneas contra incendios

Entre los elementos principales del sistema contra incendios del MT Monte Ulia, debemos destacar y darles la gran importancia que tienen, a las líneas contra incendios. La línea contra incendios se puede definir como un conjunto de tuberías, distribuidas a lo largo de toda la estructura, que permiten la llegada de agua y espuma a cualquier parte del barco. Podríamos agrupar las líneas del buque en 3 grupos: línea principal de agua, línea de espuma de alta expansión, línea de espuma de baja expansión. Estas líneas se pueden agrupar de esta manera, ya que, cada una de ellas transporta su propio agente extintor. Por estas razones, procederemos a profundizar en la estructura de estas líneas, con el fin de que se comprenda la vital importancia que pueden tener en caso de un incendio.

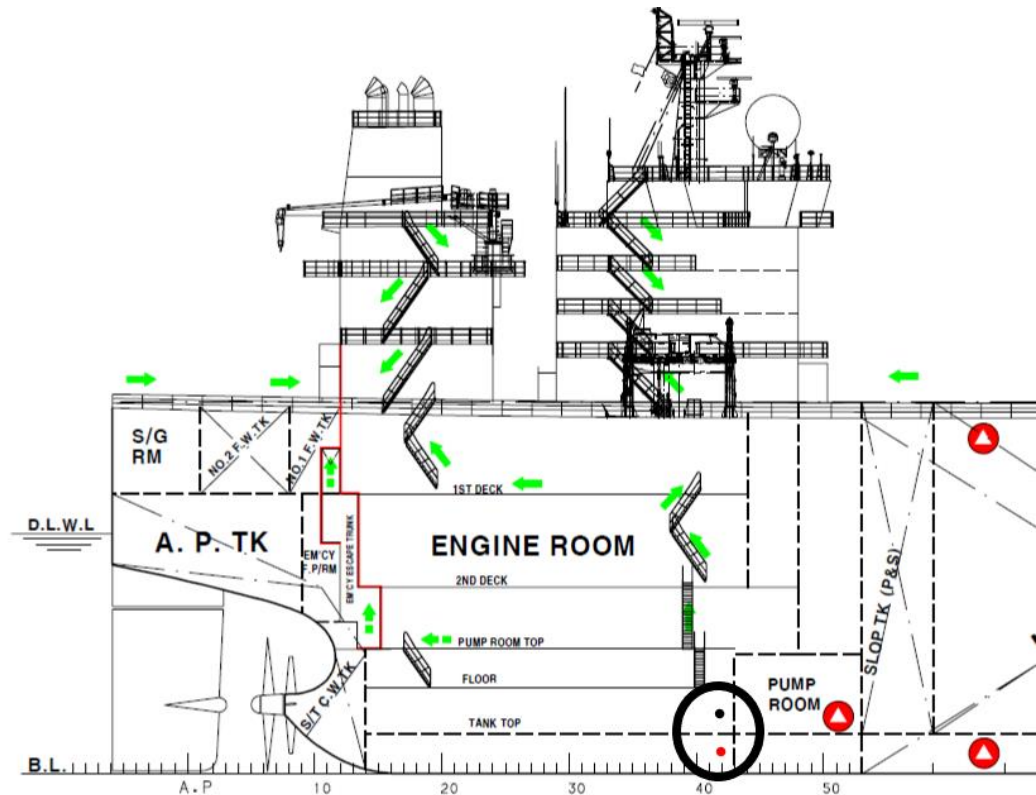
7.1.2.1 Línea de agua salada

Comenzamos con esta línea, por la sencilla razón de que se trata de la base del resto de líneas, y a partir de ella se irán formando las demás estructuras, excepto la de emergencia, que cuenta con su estructura independiente, pero finalmente, acaba conectando con la línea de agua salada. Para la mejor explicación de esta línea, durante el desarrollo de este sistema contra incendios, se puede ir siguiendo el plano mostrado en la ilustración 18, presentada al final de este desarrollo.

Al hablar de una línea contra incendios, la primera pregunta a responder es de dónde sale el agua que viaja por estas líneas. El agua que corre por este entramado de líneas es agua salada, por lo tanto, es inevitable llegar a la conclusión de que esta agua viene directamente del mar. El barco cuenta con dos tomas de mar para la línea contra incendios. Estas dos tomas se encuentran situadas en la parte de proa de la máquina, una a cada banda, y con diferentes alturas. La de estribor se encuentra a más altura, mientras que la de babor se encuentra a una altura más baja. Esta diferencia de altura tiene su explicación: dependiendo del calado del barco, se debe usar una toma u otra. Por ejemplo, si el barco cuenta con mucho calado y el fondo marino es poco profundo, se debe usar la toma de estribor, ya que, si usamos la de babor, el agua que cogemos llegaría llena de lodo del fondo. Por otro lado, si contamos con poco calado, se debe usar la de babor, la cual coge el agua

más cerca de la superficie y no puede llegar a coger burbujas de aire producidas por la cercanía de la toma de mar de estribor a la superficie. Esto lo podemos ver en la ilustración 18, en la que, mediante un círculo, se indica donde se encuentran las tomas de mar. El punto negro representa a la toma de agua de estribor, mientras que el rojo representa a la de babor. Podemos apreciar claramente la diferencia de alturas que existen entre ambas tomas.

Ilustración 18 Plano lateral del barco.



Fuente: fire plan del barco.

Una vez que el agua entra por las entradas de mar, el agua choca con una válvula, la cual siempre debe estar abierta, ya que, si se produjera un incendio, no podemos pensar en abrir una válvula, sino priorizar una actuación rápida. El propósito de estas válvulas es cerrar la entrada de agua de mar en caso de una emergencia de inundación. Superando las válvulas, el agua pasa por unos filtros (uno por cada banda) de gran tamaño, los cuales, eliminan todas las impurezas del agua que entra, y pudiera obstruir las líneas. Una vez atravesados los filtros, el agua ya limpia, se quedaría estancada ya que no tendría impulso para superar la verticalidad de la línea. Es en este punto donde entran en juego las bombas contra incendios.

7.1.2.1.1 Bombas contra incendios

Las bombas contra incendios son los dispositivos para empujar el agua a todo el barco. Su funcionamiento es bastante simple, trata de un motor eléctrico que hace girar un eje. Este eje tiene conectado unas hélices llamadas álabes, las cuales, empujan el agua a través de su estructura, creando el impulso necesario para bombear agua a mucha velocidad. Las bombas cuentan principalmente con dos partes, como podemos ver en la ilustración 19, en la parte 1 tenemos el motor eléctrico que impulsa a la bomba. Mientras que en la parte 2 tenemos el impeler, recipiente en el que se encuentran los álabes, con dos orificios por donde entra y sale el agua.

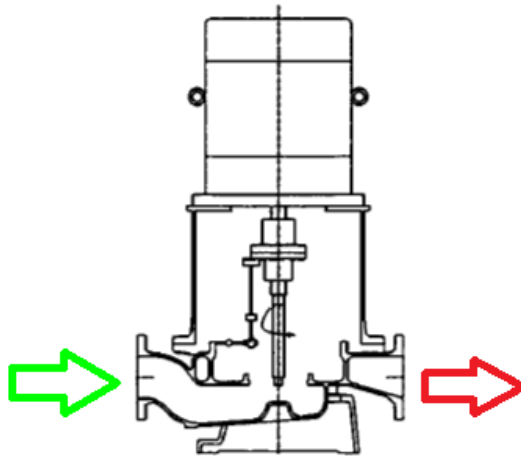
Ilustración 19 Bomba contra incendios.



Fuente: Elaboración propia.

El efecto que ocurre dentro del impeler, lo podemos ver representado en la ilustración 20, donde vemos como el agua entra por la succión de la bomba, y gracias al efecto centrífugo que crean los álabes, el agua es empujada y sale con fuerza por la descarga.

Ilustración 20 Esquema del funcionamiento de la bomba.



Fuente: Manual Shinko de las bombas

Son consideradas bombas contra incendios cualquiera que puedan realizar esta labor, aunque a veces realicen otros servicios [8] (Capítulo II-2, Regulación 10, 2.1.7). Según la normativa, nuestro barco, al tener más de 4000 GT, debe llevar un mínimo de 2 bombas contra incendios, con una capacidad para trabajando simultáneamente, suministrar a las líneas un caudal de mínimo 140 m³/h [8] (Capítulo II-2, Regulación 10, 2.2.2). En nuestro caso, disponemos de 2 bombas de servicios generales que también son consideradas como contra incendios, ambas exactamente iguales y con una capacidad de 210 m³/h. Disponemos también de 1 bomba de uso exclusivo contra incendios, que tiene una capacidad para suministrar un caudal de 450 m³/h. Finalmente, tenemos instalada en el fondo del servomotor la bomba contra incendios de emergencia con una capacidad de 310 m³/h. De esta manera, podemos concluir con la afirmación de que disponemos de 4 bombas contra incendios. La instalación de las bombas con estas capacidades no se hace de forma aleatoria, sino que, deben cumplir con un establecimiento mínimo para suministrar al barco de agua en caso de que sea necesario. *“Cada bomba debe tener como mínimo, el 80% de la capacidad total requerida, dividido entre el número mínimo de bombas exigidas”* [8] (Capítulo II-2, Regulación 10, 2.2.4). De esta forma:

1. $80\% \text{ de } 140 \text{ m}^3/\text{h} = 112 \text{ m}^3/\text{h}$
2. $112 / 2 = 56 \text{ m}^3/\text{h}$ Capacidad mínima de cada bomba

Por lo que podemos afirmar que la capacidad de las bombas del buque supera ampliamente la exigida.

Cuando hablamos sobre bombas contra incendios, otra de las importantes cuestiones que se debe tener en cuenta, es la disposición de las bombas y los lugares donde pueden arrancarse. *“Cuando la máquina se encuentra desatendida, y una única persona sea necesaria de guardia. Este tiene que poder poner en funcionamiento, con la presión necesaria, al menos una bomba contra incendios”* [8] (Capítulo II-2, Regulación 10, 2.1.2). En este aspecto, la clase del buque nos pone unas normas mucho más restrictivas para el arrancado de bombas. Podemos arrancar bombas contra incendios en 7 lugares, pero no en todos ellos se pueden activar todas. Podemos ver los lugares de arrancado en la siguiente tabla:

Tabla 2 Paneles de arranque de las bombas.

	G/S 1	G/S 2	C. I	EMEGENCIA
Puente	X	X	X	X
Control de carga	X	X		
Control de la máquina	X	X	X	
Local	X	X	X	X
Foam de baja	X	X	X	X
Foam de alta	X	X	X	X
Generador de emergencia				X

Fuente: Elaboración propia.

Podemos ver que tenemos un arrancado remoto desde diferentes puntos del barco. Los dos únicos lugares donde el arrancado es diferente son en el arrancado local, -localizado en cada bomba, para arrancarlas una a una- y en el generador de emergencia, donde encontramos un machete dentro de un panel eléctrico para arrancar la bomba.

Los arranques remotos, se disponen en el barco mediante paneles con botones de arrancado y parado de cada bomba.

Ilustración 21 Panel de control de las bombas del puente.



Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 21, se puede apreciar el panel de control de bombas del puente; de esta manera, en caso de un incendio, el oficial de guardia podría activar cualquier bomba desde el puente para tratar de repelerlo con la mayor rapidez posible.

En cuanto a la disposición de las bombas, la normativa no establece donde deben estar colocadas. En nuestro buque se encuentran, las dos de servicios generales y la contra incendios en el doble fondo de la máquina. Sobre las que sí menciona la normativa, es sobre las bombas de emergencia. *“Deben estar situadas fuera de la máquina, junto con sus válvulas de corte”* [8] (Chapter II-2, Regulation 10, 2.2.3.2.2). En el buque, la bomba contra incendios de emergencia se encuentra en un compartimento situado en el servomotor. Hay que tener en cuenta que las bombas deben estar a la altura de las tomas de mar, por esta razón, el compartimento que contiene la bomba de emergencia es una caída a la que solo se puede acceder por unas escaleras. Esta bomba dispone, al igual que el resto de las bombas, su propia

toma de mar. Además de esto, la bomba contra incendios de emergencia es la única bomba que puede utilizar el generador de emergencias como fuente de alimentación. Con su disposición y fuente de alimentación alternativa, cumple con la normativa que establece que *“En caso de un incendio deje las bombas inutilizadas, debe haber otra bomba de emergencia, que tenga su fuente de alimentación y su toma de mar lejos de las otras bombas”* [8] (Chapter II-2, Regulation 10, 2.2.3.2.2). Incluso no es suficiente con que la bomba se encuentre fuera de la máquina; además de eso, también debe cumplir que el acceso a la bomba de emergencia sea distinto a la puerta de la sala de máquinas, y que la ventilación también sea distinta que, en la máquina, con la posibilidad de aislar la zona de humo y gases en caso de producirse el incendio en la máquina. El servomotor del barco, donde se encuentra la bomba contra incendios, se aloja en una sala distinta de la máquina, cumpliendo de esta manera con la posibilidad de aislar la ventilación de la máquina. Además de esto, la sala del servomotor tiene su propia puerta, la cual da a la cubierta. Por esto, podemos acceder a él sin la necesidad de pasar por la máquina.

7.1.2.1.2 Distribución del agua en la máquina

Ya con el impulso obtenido por el trabajo de las bombas, el agua pasa a un plano de válvulas, el cual es de una importancia vital para nuestro sistema contra incendios. Un plano de válvulas es una línea de bastante grosor y robustez, ya que tiene que soportar una fuerza de agua muy grande debido a la conexión directa con las bombas, que dispone de 3 válvulas que son las encargadas de distribuir el agua procedente de las bombas a todos los lugares del barco. Cada válvula tiene su función y su destino. Comenzando por la de más a la izquierda que se puede ver en la ilustración 22, podemos llamar a esta válvula la válvula de descarga. Como su propio nombre indica, esta válvula siempre debe estar cerrada, ya que, se trata de una descarga directa al mar. La necesidad de esta válvula es evidente, teniendo en cuenta la proximidad de este plano a las bombas, un taponamiento de las líneas podría causar una sobrepresión en las descargas de las bombas, llegando a romperlas dando un fuerte golpe. De esta forma, en caso de necesidad se puede usar esta descarga de mar para despresurizar la línea y asegurar el

mantenimiento de estas y de las bombas. En cuanto a la válvula central, se trata de la de llenado de *aft pick* de emergencia. El *aft pick* es uno de los tanques de lastre del buque situado a popa, junto a los tanques de combustible. En caso de una pérdida de estabilidad del barco, existe una forma de realizar un llenado de emergencia de este tanque para rellenarlo en caso de necesidad. El llenado de emergencia se realiza mediante las bombas contra incendios del barco y para llegar hasta el tanque, el agua debe pasar por la válvula central de la ilustración 22. Esta válvula debe mantenerse siempre cerrada, solo se abrirá en caso de emergencia. Del mismo modo, la válvula de la derecha es la encargada de suministrar caudal a la línea contra incendios principal del barco.

Ilustración 22 Piano de válvulas.

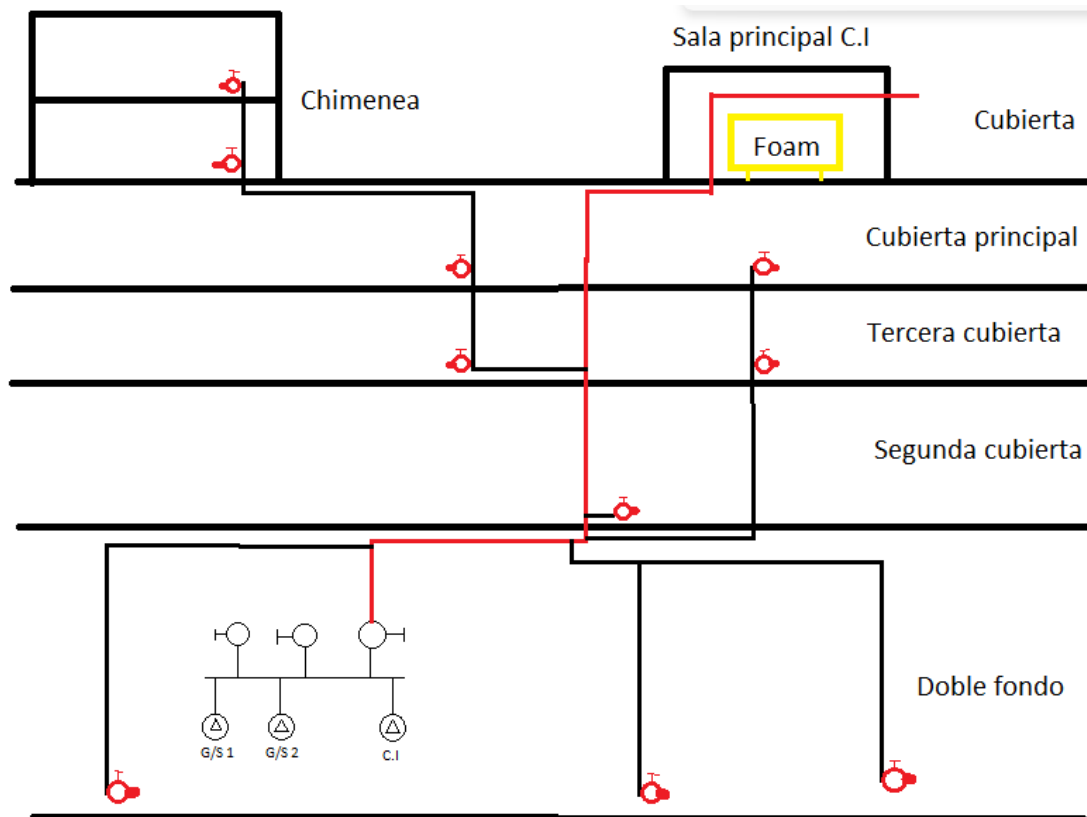


Fuente: elaboración propia.

De esta forma, además de la vital importancia de las tres válvulas, ahora nos debemos centrar en la de la derecha, ya que, al igual que las bombas, las válvulas se encuentran en el doble fondo de la máquina. No obstante, a partir de estas comienza la verticalidad de la línea.

Una vez el agua supera el piano, podemos decir que comienza la línea contra incendios, la cual repartirá agua por la máquina y cubierta.

Figura 1 Distribución del agua en la máquina.



Fuente: Elaboración propia.

Esta es la figura 1, que representa un esquema de la línea contra incendios de máquina. Como podemos ver, las líneas se van distribuyendo a lo largo de toda la estructura, terminando siempre en hidrantes acompañados de sus estaciones contra incendios (explicados en el siguiente apartado). Como se aprecia en la imagen, al doble fondo de la máquina llegan 3 tomas de agua. Es la cubierta de la máquina que más tomas tiene debido a su mayor lejanía de la salida de la máquina y una posible necesidad de actuar contra el fuego para poder escapar de un incendio. La segunda cubierta solo tiene una toma de agua, debido a su pequeño tamaño. Mientras que la tercera cubierta y la cubierta principal, cuentan cada una con dos tomas de agua, situadas en extremos opuestos de la cubierta, con el fin de poder abarcar con agua toda la superficie. Una vez en la cubierta principal, podemos ver que la línea contra incendios se divide en dos caminos, uno de ellos lleva a la sala principal contra incendios, desde donde se distribuirá el agua al resto del barco. La otra bifurcación es la encargada de suministrar agua a las cubiertas de la chimenea, donde podemos encontrar varios elementos propensos a producir

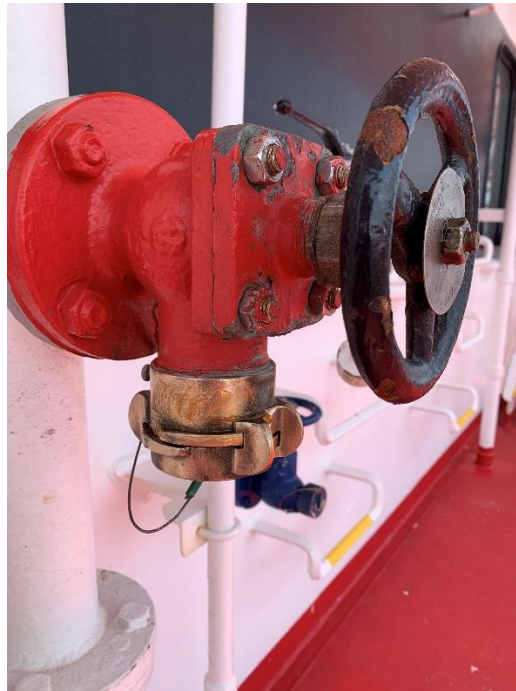
un incendio. Podemos decir que el primer hidrante cubre la primera cubierta, donde se encuentran las calderas, mientras que el segundo, cubre la segunda, donde se encuentra la planta de gas inerte.

En cuanto al diámetro de todas estas líneas, es variable a lo largo de toda la máquina, pero siempre cumpliendo el criterio de ser suficiente para soportar la presión de caudal que se produciría en ellos con dos bombas funcionando simultáneamente a máximo rendimiento [8] (Chapter II-2, Regulación 10, 2.1.2).

7.1.2.1.3 Hidrantes

Como ya hemos visto en el apartado anterior, toda línea de agua destinada a la lucha y mitigación de incendios finaliza en un hidrante. Un hidrante es una combinación de una boca de riego por donde sale el agua, junto con una válvula que puede regular o incluso frenar el caudal de agua. Como muchas veces una imagen vale más que mil palabras, en la ilustración 23 podemos ver exactamente de qué se trata.

Ilustración 23 Hidrante.



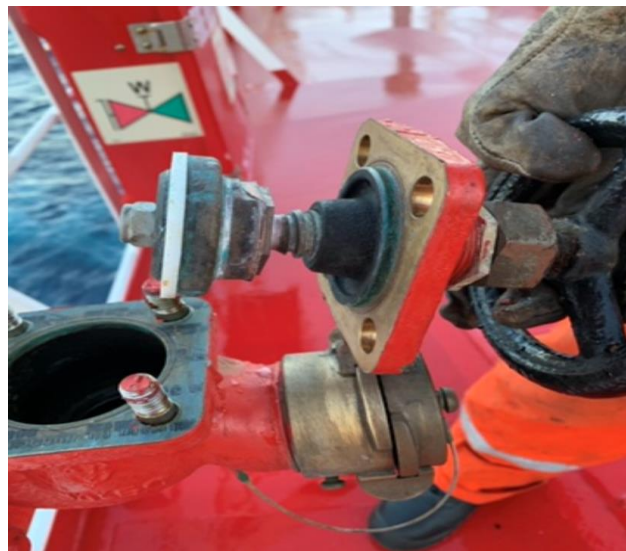
Fuente: elaboración propia.

Solo dentro del barco tenemos hidrantes de varias formas, esto es para facilitar su uso en función de su alojamiento y su altura. Pese a tener varios tipos de hidrantes, todos ellos son del tipo JIS. El tipo de los hidrantes está relacionado con su forma y sus medidas de conexión. Como podemos ver en

la ilustración 23, todos los hidrantes del barco dedicados al suministro de agua tienen un color rojo. El color es muy importante ya que en el barco no existen solo un tipo de hidrantes, existen hidrantes de espuma también; de esta manera, el color los distingue para evitar confusiones en caso de una emergencia, donde bajo fuerte presión, pueden surgir dudas. Además de esto, no podemos olvidar que, en todo sistema contra incendios, el rojo siempre significa suministro de agua; esto se aplica tanto en los barcos como en tierra.

Para entender mejor su funcionamiento, debemos fijarnos en la ilustración 24; en ella podemos observar un hidrante desmontado. En la foto podemos apreciar el método mediante el cual el hidrante detiene el paso del agua. Se trata de una válvula que sube y baja al girar la rueda negra que también podemos ver. Cuando la válvula esta bajada completamente, la junta blanca, llamada sello del hidrante, se acopla perfectamente a la forma del recipiente que lo contiene; de esta manera, crea una estanqueidad firme que no permite el paso del agua. Este sello está fabricado en metacrilato; este material no se deteriora con el agua del mar, es ligero y tiene una manipulación fácil; así, en caso de avería, el mecánico del barco con un torno puede limarlo o incluso fabricar uno nuevo para sustituir el deteriorado.

Ilustración 24 Hidrante desmontado.



Fuente: elaboración propia.

Otro importante aspecto de los hidrantes es la boquilla, de metal y un color dorado; la boquilla del hidrante cuenta con dos salientes que hacen de ensamble, encajando como piezas de un puzle con la boquilla de las

mangueras. Es importante en un barco que los hidrantes y las mangueras tengan las boquillas acoplables y del mismo tamaño, para que su uso sea efectivo. Los hidrantes cuentan también con una tapa que no está preparada para soportar la fuerza del agua, esta función corresponde a la válvula de corte. Incluso cuentan con un pequeño agujero de dos milímetros de diámetro para que, en caso de un fallo de la válvula, la tapa trabaje y la línea no pierda presión por ese hidrante, pero permitiendo la salida de un pequeño caudal de agua que evita un exceso de presión reviente el hidrante y pueda provocar daños mayores. Tanto la tapa como la boquilla cuentan con una junta alrededor de su diámetro, cumpliendo una importante labor de crear un aislamiento entre las conexiones y evitar la pérdida de agua. Es importante señalar que las boquillas de las mangueras también llevan esta junta que crea estanqueidad.

En cuanto al mantenimiento de estos equipos, no conllevan un gran trabajo, simplemente se debe comprobar mensualmente que no pierdan agua, y aplicar vaselina a todas las juntas de las boquillas, para una buena conservación, siempre revisando que estas juntas estén en buen estado. En caso de que con una observación visual se vea que el hidrante está perdiendo, se debe desmontar este equipo y comprobar el estado del sello, ya que, si el hidrante pierde agua es debido a la pérdida de la estanqueidad que el sello proporciona. Todos los hidrantes que podemos encontrar en el barco siempre van acompañados de una estación contra incendios.

Al hablar de estos sistemas, uno de los aspectos a tener en cuenta es la colocación de estos equipos; aunque en este capítulo no profundicemos en este aspecto -que lo detallaremos cuando se explique cómo se distribuye el agua por cubierta-, lo que sí es importante resaltar es la presión que deben de llevar estos equipos. Este aspecto es muy relativo, ya que, todo depende del caudal de agua que estén suministrando las bombas, pero con el mínimo caudal que es requerido para las bombas se puede establecer que: con dos bombas encendidas, la presión mínima que debe haber en cualquier hidrante del barco es de 0.27 N/mm² [8] (Capítulo II-2, Regulación 10, 2.1.6.). En cuanto a la máxima, la fuerza del agua nunca debe superar a la máxima para tener un control efectivo sobre las mangueras [8] (Capítulo II-2, Regulación

10, 2.1.6).

7.1.2.1.4 Estaciones contra incendios

Cuando se habla de las estaciones contra incendios nos referimos a la suma de los hidrantes más las mangueras contra incendios y sus cajas. Podemos ver este tipo de estaciones tanto de espuma como de agua.

Ilustración 25 Estación contra incendios.



Fuente: Elaboración propia.

Podemos ver en la ilustración 25 como viene estibadas las mangueras dentro de sus cajas. Además de la manguera podemos encontrar la lanza que se conecta a la manguera y una pieza de metal que nos sirve de palanca para desacoplar la manguera del hidrante. Esta pieza se coloca porque muchas veces tras una intervención la manguera se acopla muy fuerte y luego de forma manual es imposible quitarla.

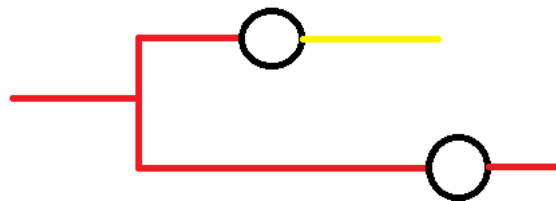
La manguera y la lanza requieren de un mantenimiento mensual. En este mantenimiento consiste en aplicar vaselina en las juntas de las conexiones de la manguera y la lanza. De esta forma las juntas no se agrietan por la sequedad y los restos de agua de mar que les llegan, y no se tienen perdidas. La lanza cuenta con un movimiento rotativo que permite cambiar el estilo del

chorro; en forma de chorro directo y en forma de escudo. A este sistema es necesario mantenerlo también cubierto de vaselina, ya que, con el poco uso se endurece mucho y no serviría para una emergencia.

7.1.2.1.5 Distribución del agua en cubierta

Como hemos visto anteriormente, el agua se distribuye por toda la máquina mediante un entramado de líneas que suministran una cantidad necesaria de agua para mantener cubierta todas las plataformas de la máquina. Si comprobamos el plano 1, podemos ver que la línea principal contra incendios de la máquina sube hasta el techo, donde desaparece. Una vez que la línea desaparece, podremos encontrarla saliendo del suelo en la sala principal contra incendios, que, como explicamos en las características del barco, se encuentra en el *upper deck*, por lo que este suelo pega justo con el techo de la máquina. Una vez aparece en el suelo de la sala principal contra incendios, lo primero que encuentra el agua es una válvula de corte; esta válvula de corte es muy importante, ya que es la encargada de separar la máquina de la cubierta, además de ser exigida por la normativa [8] (Capítulo II-2, Regulación 10). Esta válvula de la que ya hemos hablado, siempre se encuentra abierta, por lo que el agua puede correr con total libertad. Verticalmente, la línea sube hasta el techo de la sala principal contra incendios, donde se produce otro cruce de líneas que representaremos con este plano.

Ilustración 26 Bifurcación de las líneas en la sala principal contra incendios.



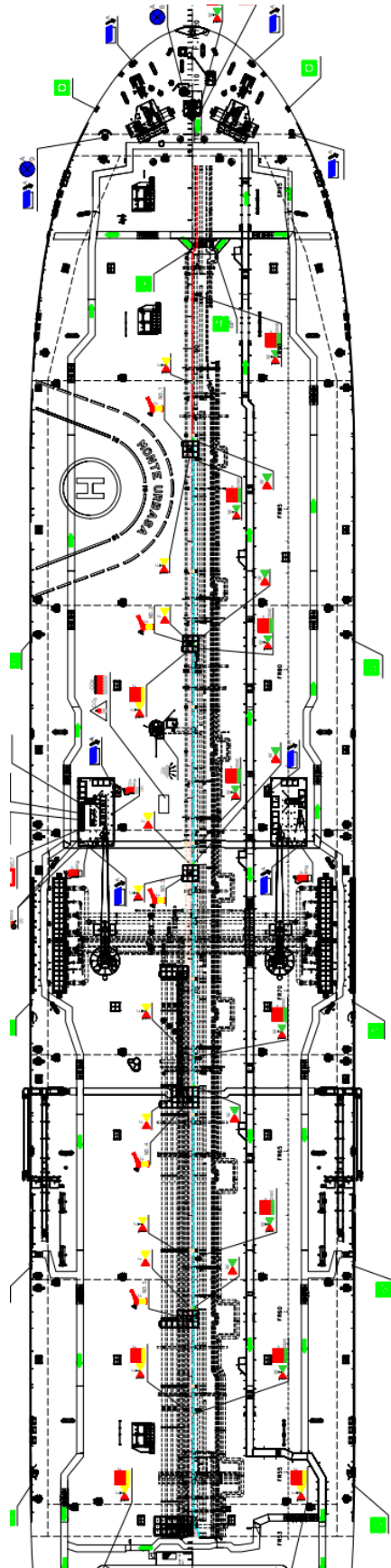
Fuente: elaboración propia.

El plano representado en la ilustración 26, pese a ser muy simple, es una de las partes fundamentales de toda la línea contra incendios, en él vemos cómo la línea principal se divide en dos líneas de menor diámetro, las cuales contienen dos válvulas de corte representadas por los círculos negros. Esto significa que es el punto en el que el agua se divide para poder usar el sistema de extinción de incendios por agua o por espuma. Si nos fijamos en la línea de arriba, veremos que pasa de roja a amarilla; esto es debido a que la válvula

de corte lleva al punto de la mezcla del agua con el espumógeno que forma la espuma y siempre debe de estar cerrada a no ser que se esté usando el sistema; aun así, esta línea se estudiara más adelante. En cambio, si la válvula que separa la línea amarilla de la línea roja está cerrada, toda el agua debería pasar por la línea que es entera roja, la cual conecta directamente con cubierta para la distribución del agua. Es importante destacar que la válvula de corte entre las dos líneas rojas debe permanecer siempre abierta salvo que se vaya a usar el sistema de espuma.

En el caso de la cubierta diferenciaremos entre dos lugares. Por una parte, la acomodación del barco y por otra, el resto de la cubierta o espacio de los tanques de carga. Ambos lugares mantienen la misma norma que dice que, la distancia mínima entre dos hidrantes en cubierta se establece en que con el chorro de agua de ambos hidrantes se cubra toda la superficie entre ellos, pudiendo uno de ellos llevar manguera [8] (Capítulo II-2, Regulación 10, 2.1.5). Además de esto, en cuanto a la zona de la acomodación, debe haber un hidrante por cada cubierta. Para demostrar el cumplimiento del barco con estos criterios, debemos incluir la figura 2. Este plano es una vista general de pájaro del buque con la colocación de cada hidrante y la distribución de las líneas en cubierta.

Figura 2 Distribución del agua en la máquina.



Fuente: Safety plan.

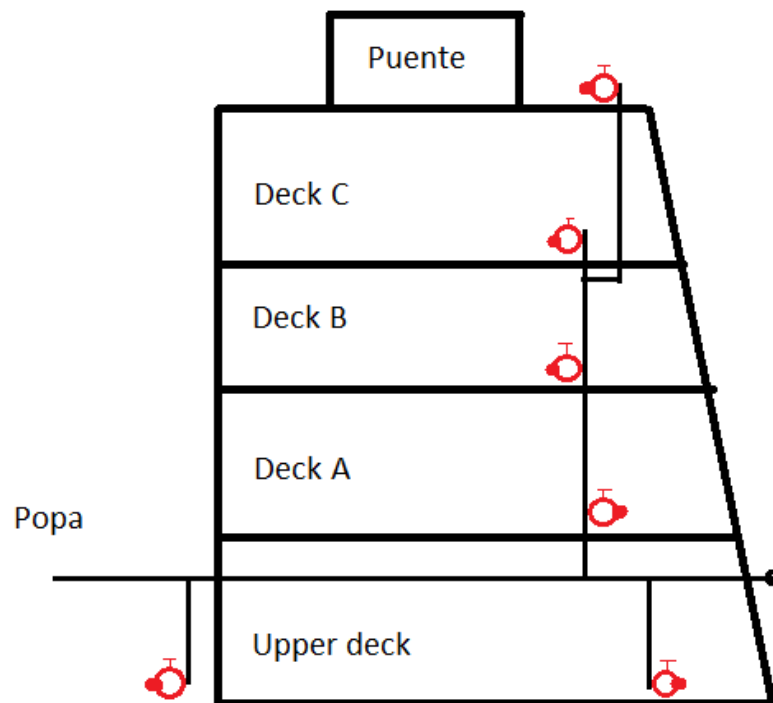
En la figura 2 podemos ver cómo la línea contra incendios sale de la acomodación y, sin desviarse, llega hasta proa. Esta línea contra incendios es la que vemos en el centro de la cubierta pintada de rojo.

Es importante conocer cuál es el final de esta línea, ya que el final es un corte de tubo sin tapa, pero a proa, casi llegando al final, la línea cuenta con dos bajantes que llevan directamente a los escobenes de las anclas; estas bajantes tienen dos papeles muy importantes. En primer lugar, como estos orificios siempre se mantienen abiertos, son la salida del agua de la línea del sistema contra incendios; de esta manera, son los encargados de mantener la presión de la línea, incluso cuando todos los hidrantes están trabajando, con las bombas encendidas, por estos orificios, situados en los escobenes, sale el agua. De esta forma, no se producirá una sobrepresión que pueda romper la línea. En segundo lugar, el agua que sale por estos orificios sirve como el baldeo de la cadena de las anclas. Así, siempre que se quiera trabajar con las anclas o limpiarlas, es tan sencillo como activar las bombas contra incendios.

La línea cruza toda la cubierta, por lo tanto, debe suministrar agua a toda la cubierta, esto lo hace con la disposición de hidrantes, junto con sus respectivas estaciones contra incendios. Para el cumplimiento de la normativa, hacia los costados no existe problema, ya que, con una manguera podemos suministrar agua a lo ancho del barco.

En cuanto a la acomodación, en la figura 3, observamos cómo se dispone de un hidrante, con su respectiva estación, en cada una de las cubiertas y por ambos lados. Solo nos falta de esta manera el espacio entre la acomodación y la chimenea, donde podemos encontrar 2 extintores, uno más a estribor y otro más a babor. Y finalmente la popa, donde al igual que en el espacio entre la acomodación y la chimenea, tenemos un hidrante más a estribor y otro más a babor. En cuanto a los laterales de la chimenea, no necesitan extintores, ya que, conectando una manguera tanto a uno de los extintores de popa, o a los del pasillo de separación, ya cubriríamos esta zona. Así podríamos decir que hasta el último centímetro de la cubierta está cubierto por el sistema contra incendios de agua, cumpliendo sobradamente con la normativa, y la seguridad en caso de un incendio.

Figura 3 Distribución del agua en la máquina.



Fuente: Elaboración propia.

Otro elemento de gran importancia en la línea contra incendios de la cubierta, son las válvulas de corte. Como su propio nombre indica, tienen la función de aislar ciertas zonas de la línea contra incendios, ya que, en caso de verse afectadas por un incendio, se pueda realizar un cambio de manguera, el cual no se podría hacer con la bomba en funcionamiento. Al tratarse de un buque tanque, la normativa establece que, en la zona de cubierta, las válvulas de corte no deben de tener una separación entre ellas de más de 40 metros; así, si se produce una explosión en cubierta no perderemos toda la línea contra incendios por una pérdida de agua de gran diámetro. En nuestro buque las válvulas de corte de la línea de agua están señalizadas con una válvula roja, y a lo largo de la línea contra incendios se separan entre ellas 25 metros.

7.1.2.2 Líneas de espuma

En los petroleros, otro de los agentes extintores de vital importancia es la espuma. Es importante conocer que en un petrolero las líneas contra incendios que existen no solo llevan agua, sino que también pueden llevar espuma. El agua muchas veces puede presentar problemas al combatir

ciertos tipos de fuegos, no siendo de una eficacia significativa contra fuegos producidos por líquidos inflamables o combustibles. Por esta razón, siempre teniendo en cuenta que en el barco se deben llevar todos los tipos de agentes extintores posibles, el barco cuenta con un sistema de suministro de espuma.

7.1.2.2.1 La espuma

Ante el problema que durante mucho tiempo se presentó de la incapacidad del agua para sofocar fuegos producidos por líquidos, se llevó a cabo el desarrollo del agente extintor que se conoce como espuma. La espuma vino para resolver el problema de los incendios en las minas carboníferas, pero tuvo su mayor desarrollo en un ámbito que está muy relacionado con nuestro buque, ya que, tuvo su mayor uso en la extinción de incendios producidos por el petróleo, y que el agua era incapaz de sofocar, o incluso una vez sofocado, volvía a surgir.

La espuma. *“La espuma para combate de incendios es un agregado de burbujas llenas de aire formadas de soluciones acuosas y es de más baja densidad que los líquidos inflamables”*. Es decir, la espuma, gracias a su baja densidad y al estar llena principalmente de aire, no se mezcla con el líquido inflamable, si no que crea una capa por encima de este, que lo cubre y corta uno de los principales componentes de la combustión, el oxígeno. La falta de oxígeno en el combustible hace imposible que se siga produciendo fuego, por lo que se extingue y al mantenerse esta capa creada por la espuma, tampoco es capaz de volver a formarse [20] (Página 8).

Siendo un poco más técnicos, la espuma es una mezcla de aire con una disolución formada por agua y espumógeno. El espumógeno no tiene una composición fija, ya que como veremos más adelante, existen distintos tipos de espuma, cada una formada por su correspondiente espumógeno. Los componentes fijos de cualquier tipo de espuma son el agua, produciéndose la mezcla en las líneas del barco, y el aire que coge de la superficie cuando esta espuma es aplicada. Al entrar en contacto con el aire, cada espuma tiene una reacción distinta, pero todas ellas se expanden para cubrir el líquido [21].

La espuma, al igual que los demás agentes extintores, viene regulada por normativa según el SOLAS. Como ya hemos expuesto anteriormente, esta

normativa deriva en varios códigos, como es el “*FFS Code*”, código en el que nos vamos a basar para comparar la normativa de esta espuma con la del MT Monte Ulia.

Existen espumas de muchos tipos, dependiendo del tipo de espumógeno que utilicen, pero, en este trabajo se van a estudiar los dos tipos de espuma que lleva equipados el MT Monte Ulia. Podremos ver porque cuenta con dos tipos de espuma distintos, y para qué áreas está destinado cada una. Para la evaluación de los sistemas de espuma del buque, expondremos lo que nos dice la normativa y lo compararemos con lo que se tiene a bordo.

7.1.2.2.2 Espuma de alta expansión

El MT Monte Ulia cuenta con un sistema de espuma de alta expansión. Como su propio nombre indica, la espuma de alta expansión tiende a expandirse, ocupando todo el espacio que disponga. Debido a esto, esta espuma es muy eficaz en espacios cerrados, donde puede ocupar todo el espacio que requiera. Su densidad es muy baja, por lo que, si no se encontrara en un espacio cerrado, no tendría efecto debido a que una mínima brisa se la llevaría. La espuma realiza sobre el incendio un efecto combinado. Por una parte, la poca densidad de la espuma hace que las partículas de agua existentes en la mezcla se decanten hacia la superficie y así el agua crea una capa alrededor de la superficie del líquido sobre el que se está produciendo el fuego. El agua baja la temperatura de la superficie de manera brusca y corta el suministro de oxígeno directo al líquido, por lo que el fuego se sofoca. Además de esto, por otra parte, hemos dicho que la espuma tiende a ocupar todo el espacio lo que provoca la supresión de los vapores tóxicos del ambiente y las partículas que se forman por la combustión; así se cumple el objetivo de que el incendio no se vuelva a reactivar, una vez este ya sofocado [22].

Sistema de espuma de alta expansión a bordo.

Al igual que se explicó con el sistema de distribución de agua salada por el barco, comenzaremos explicando ahora este sistema en su origen. Como se ha mencionado anteriormente, para la producción de la espuma se necesita una mezcla de espumógeno y agua. Por ello, para la producción de nuestra mezcla, el glucógeno debe encontrarse almacenado en un tanque dentro del

barco. En el caso del MT Monte Ulia, el glucógeno esta almacenado en una sala comúnmente conocida por la tripulación como “Pañol de alta”. Esta sala se encuentra en la estructura de la chimenea del barco, al costado de estribor y a una altura de un nivel por encima de la cubierta. Se accede a esta sala mediante una escalera exterior situada en el costado de estribor de las chimeneas. El pañol tiene un aspecto bastante vacío, ya que, es una sala de unas dimensiones muy grandes en la que podemos encontrar pocos elementos. Nada más entrar, a primera vista podemos encontrar el tanque donde se encuentra almacenado el glucógeno.

Ilustración 27 Tanque de espumógeno de la espuma de alta expansión.



Fuente: elaboración propia.

Como podemos ver en la ilustración 27 el tanque tiene un color rojo; no nos debemos dejar engañar por este aspecto, ya que es necesario tener claro que el color que representa a la espuma es el amarillo, como podemos ver en su línea. Continuando con la ilustración 27, se puede observar que hay ciertos elementos numerados. La imagen cuenta con otros elementos del sistema, pero los principales para entenderlo son estos:

1. **Línea de salida:** esta línea, que comienza siendo roja y posteriormente pasa a ser amarilla, es la línea de salida del espumógeno del tanque. Es muy fina para que el espumógeno -que es bastante espeso- salga bien concentrado.
2. **Bomba:** el sistema de extracción del espumógeno del tanque cuenta con una pequeña bomba que ayuda a que el producto fluya sin problema. Muy importante no confundir esta bomba con las bombas estudiadas anteriormente; se trata de una bomba de dimensiones mucho más pequeñas y que solo trabaja en la extracción del glucógeno, sin tener potencia para arrastrar grandes cantidades.
3. **Línea de recirculación:** durante un uso normal del sistema de espuma de alta expansión no se debe usar. Esta línea, como su nombre indica, es simplemente una línea de recirculación del espumógeno que se usa con el fin de realizar mantenimientos, mover el espumógeno para que esté listo para su uso en todo momento y para la limpieza de las líneas después del uso del sistema. Su funcionamiento es muy fácil: se abre la válvula de paso de esta línea, se cierra la de la descarga de la espuma, se enciende la bomba y se producirá una circulación por la línea hasta que termina volviendo al tanque por la línea de recirculación.
4. **Descarga del espumógeno:** cuando sí se quiere realizar un uso del sistema de espuma de alta expansión, ya sea para pruebas o para la lucha contra un incendio, esta línea es la que descarga el espumógeno hasta la zona donde se mezclará con el agua.

Una vez comprendidos cada uno de los componentes, se puede explicar el funcionamiento de esta parte del sistema. Con todas las válvulas abiertas y la bomba arrancada, el espumógeno sale del tanque por la línea de salida, fluye a través de las finas líneas y llega a la descarga del espumógeno, donde la línea desaparece por debajo del suelo, volviendo a aparecer dentro de la misma sala, en la zona que vamos a ver a continuación.

La siguiente zona importante que podemos encontrar es la zona de mezcla. En este punto se produce la mezcla entre el espumógeno y el agua para

formar la espuma deseada.

Cuando se explicaba en la página 27 la razón por la que el primer sistema explicado era el del agua salada, se apuntó que así era porque a partir de él se desarrollaban todos los sistemas. La explicación de esto viene dada ahora, cuando se descubre que el agua que llega al punto de mezcla en nuestro sistema de espuma de alta expansión proviene directamente de la línea principal contra incendios, impulsada por las bombas contra incendios que ya se desarrollaron.

Ilustración 28 Punto de mezcla.



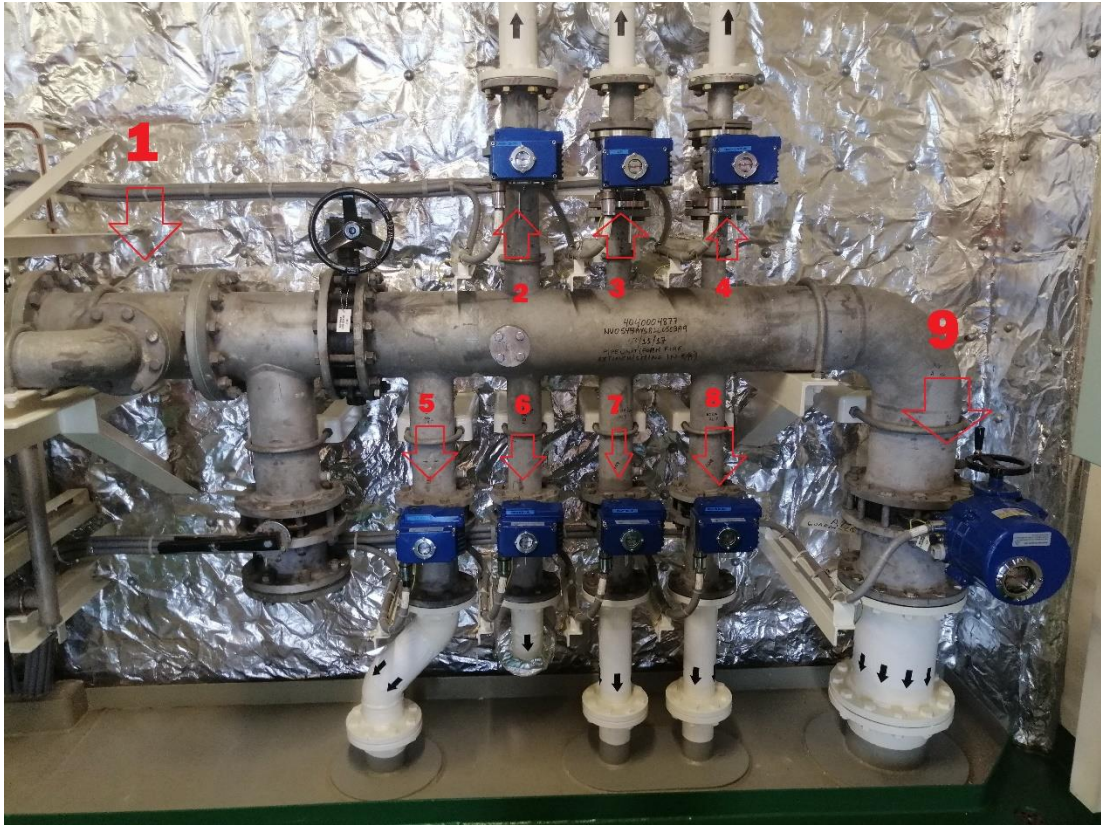
Fuente: Elaboración propia

Pese a que en la ilustración 28 no se puede apreciar con total claridad todo, sí podemos ver claramente las dos líneas que llegan al punto de mezcla. Por un lado, podemos ver la línea verde más grande; esta línea trae el agua procedente del sistema principal contra incendios de agua salada, mientras que, por el otro, vemos la línea amarilla fina. Esta línea es la línea que conecta con la descarga del espumógeno, de forma que como vemos en la ilustración 27 desaparece en el suelo, hace un recorrido por el techo del pañol de basuras que se encuentra debajo, y vuelve a aparecer en color amarillo en el lugar que podemos ver en la ilustración 28. Estas dos líneas, mediante un codo de la amarilla, se juntan, produciéndose así el punto exacto en el que el espumógeno y el agua se mezclan. A partir de este punto dejaremos de tener

los elementos por separado y pasaremos a tener la espuma deseada.

Una vez ya tenemos bien mezclado el producto que se va a verter sobre las diferentes salas, pasamos a la zona de distribución de la espuma.

Ilustración 29 Distribución de la espuma de alta expansión.



Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la ilustración 29 la zona de distribución de la espuma es una tubería con varias bifurcaciones, las cuales distribuyen la espuma a las distintas partes del buque. Desglosaremos la imagen de forma numérica con los elementos marcados en la ilustración 29.

1. Zona de mezcla: esta primera flecha nos vuelve a dar otra perspectiva de la zona donde se mezcla el agua con el espumógeno.
2. Línea de distribución al “work shop” o taller del barco, situado al lado de la máquina, pero aislado de ella por una pared.
3. Línea de distribución a la “E.C.R” siglas de “engine control room” es decir, a la sala de control de la máquina, por supuesto, también aislado de ella.
4. Línea de distribución a la “emergency room”: sala en la que se

encuentra el generador de emergencia del barco. Esta sala se encuentra simétrica a la de la espuma de alta densidad en la otra banda del buque.

5. Línea de distribución a la ciudadela del servomotor: sala que, como se ha explicado anteriormente, se encuentra en la máquina, pero aislada de ella. Como su propio nombre indica, es la sala donde se encuentra el servomotor y la bomba contra incendios de emergencias.
6. Línea de distribución a la “*Purifier room*” o sala de la purificadora. Al igual que las anteriores, se encuentra en la máquina, pero, aislada de ella.
7. Línea de distribución a la “*Pump room*” o sala de bombas. Ya se explicó anteriormente que la sala de bombas se encuentra a proa de la máquina.
8. Línea de distribución al “*Bosun store*” o pañol de proa: se trata del pañol más grande del barco y se encuentra a proa de los tanques de carga; en él se encuentran almacenados los cabos sintéticos de las maniobras y hay instalada una Doppler.
9. Línea de distribución de la máquina: cómo se puede observar, esta línea es mucho más ancha que las demás. Esto se debe a que la sala de máquinas, donde se encuentra el motor principal, es una sala mucho más grande que el resto de las salas de las que ya hemos hablado anteriormente y a las que va la espuma; por lo tanto, el caudal de espuma que debe llegar a este espacio es mucho más grande.

Cada línea tiene un dispositivo como los tres azules presentados en la ilustración 30; estos dispositivos son válvulas de apertura automática. Esto no quiere decir que funcionen sin ayuda de un operario, quiere decir que se abrirán a distancia cuando pulsemos el botón requerido en el dispositivo de control de la espuma de alta expansión, el cual procederemos a explicar en profundidad más adelante. Además de ser automáticas, en caso de un fallo del sistema, cada una de las válvulas cuenta con una llave Allen amarrada a ellas para que, en caso de mal funcionamiento, insertando la llave Allen en una ranura de su parte superior, se puedan abrir de forma manual girándola

Sistema contra incendios de buque tanque Monte Ulia.

hacia la derecha.

Ilustración 30 Válvulas automáticas.



Fuente: elaboración propia.

Una vez se abren estas válvulas, la espuma se desplaza hasta la sala deseada, donde es expulsada a chorro por los conductos que podemos ver en la ilustración 31.

Ilustración 31 Salida de espuma de alta densidad.



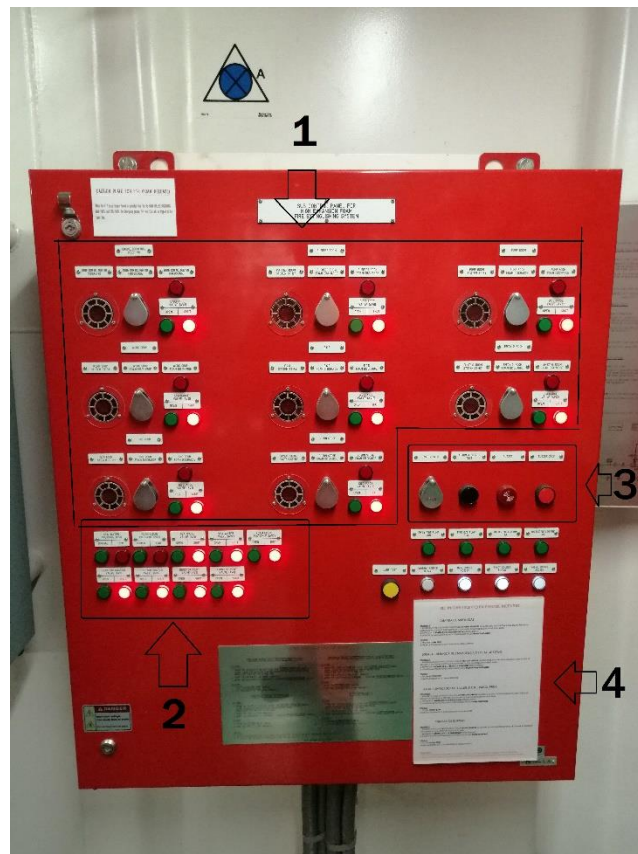
Fuente: Blog "Soler prevención y seguridad"

La foto no corresponde con las del buque, solo se presenta como ejemplo. A diferencia de la presentada en la ilustración 31, las del MT Monte Ulia cuentan con un tejadillo en su final con el fin de detener el impacto de la salida de la espuma por la presión, y que la espuma se decante directamente a la sala que se desea y no choque con una pared.

Una vez la espuma cae en el espacio deseado, se expande a la vez que sigue cayendo más de forma que tiende a rellenar todo el espacio de la sala a la que la hemos mandado.

El funcionamiento del sistema, como se ha podido observar, no tiene una gran complejidad, ahora bien, es importante tener en cuenta que este sistema no funciona de una manera automática, sino que debe ser activado por un miembro de la tripulación para que el sistema se ponga en funcionamiento. La manera que el operario tiene de activar el sistema es mediante el panel de control de la espuma de alta expansión, que veremos en la ilustración 32.

Ilustración 32 Panel de control de espuma de alta densidad.



Fuente: elaboración propia.

Para la explicación de este panel, con ayuda de la ilustración 32, se ha dividido la imagen en 4 áreas distintas:

1. Dentro de la primera área podemos encontrar la activación del sistema por zonas. Cada grupo de botones representa uno de los lugares a los que se puede enviar la espuma. Dentro de cada grupo de botones encontraremos:
 - a. El botón de más a la izquierda de cada grupo es un botón de “*stan by*” recubierto con un plástico duro protector para que no se pulse sin querer, el cual se debe romper para el uso del sistema. Este botón activa una alarma en el lugar donde se va a rociar la espuma para que todo el mundo que se encuentre en ese lugar lo abandone inmediatamente. Al pulsar este botón se abrirán automáticamente las válvulas de la ilustración 32; además, este botón funciona como candado, si no se presiona el resto del sistema no funcionara. Por esta razón es el única que lleva plástico protector.
 - b. El botón que podemos ver a la derecha del primer botón es el botón de descarga de la espuma. Como su propio nombre indica, este botón arranca la bomba que lleva instalado el tanque del espumógeno, el cual vimos en la imagen 17, para que lo empuje hasta el punto de mezcla, donde se encontrara con el agua que viene de la línea contra incendios principal.
 - c. Los otros tres botones que se aprecian dentro de los grupos no son botones, sino luces. Las dos de abajo nos indican si las válvulas de la ilustración 32 están cerradas o abiertas; la luz verde no se encenderá hasta que la válvula este abierta por completo. La luz de encima es una luz roja que está conectada a un sensor en la descarga de espuma y se encenderá cuando el sensor detecte que la espuma se está empezando a descargar. Estas luces son de una gran utilidad, ya que la espuma forma una atmosfera irrespirable en el ambiente, y no puede haber nadie en el lugar donde se descarga, así que, no podemos saber en muchos casos si la espuma se está

descargando o no.

2. La segunda área, en cambio, es bastante diferente; esta no contiene ningún botón. Dentro de esta zona lo único que encontramos son luces que nos sirven de indicadores. Los dos primeros, comenzando por la izquierda, son indicadores de presión. Uno del agua, que corre por la línea hasta llegar al punto de mezcla y el otro de la espuma, que corre por la línea una vez mezclados. Estos dos indicadores son fundamentales, ya que una presión muy baja en la línea nos puede dar una pista en el caso de que localicemos un mal funcionamiento en el sistema de espuma. Esta presión se nos indica con una luz verde si la presión es normal y roja si la presión es demasiado baja. El resto de las luces son indicadoras del estado de las válvulas de corte que son necesarias para arrojar la espuma en el lugar deseado. Aquí veremos dos colores, verde representado por la palabra *“open”* (abierta) y blanco para mostrarnos que la válvula se encuentra *“shut”* (cerrada). Siempre que un sistema lleve integradas luces indicadoras debemos familiarizarnos rápidamente con lo que representan, ya que pueden tener una vital importancia en caso de una emergencia real.
3. Fijándonos ahora en la tercera área representada en la ilustración 32 podemos ver una serie de botones. Estos botones son los encargados de detener el sistema en todos los aspectos. El de más a la izquierda es el botón de la parada del sistema; debido a su nombre no es necesario describir su funcionamiento: es el encargado de detener las bombas que impulsan todo el funcionamiento del sistema, y, por lo tanto, la espuma dejara de ser arrojada en el espacio que se está realizando la maniobra de apagado del incendio. Los otros tres botones están destinados a la alarma. El negro es simplemente un botón de test para comprobar que la alarma funciona con normalidad. Como se explicaba en el apéndice 1 de este apartado, al activar el botón de *“stand by”* se activa una alarma en el lugar señalado para que se retire todo el mundo del lugar, por eso, el botón rojo que se encuentra dentro de esta área es el botón de parada de la alarma, marcando así cuando el equipo contra incendios puede volver a entrar en la zona de la

emergencia. Finalmente, el otro botón que se aprecia no es un botón, sino un altavoz para poder escuchar la alarma en el propio panel.

4. Por último, en el área señalada con el número 4 podemos observar las instrucciones para que cualquier operario pueda activar el sistema.

Es muy importante que toda la tripulación este familiarizada con esta consola, ya que, en un caso de emergencia cualquiera podría verse en la situación de tener que activar el sistema y ante estas situaciones, los nervios pueden jugarnos una mala pasada, llegando al punto de no saber interpretar las instrucciones. Para que esto no suceda, sumado a las instrucciones que vienen dadas por el fabricante en el propio panel, en uno de los primeros viajes del Monte Ulia, uno de los oficiales de seguridad se encargó de colocar una hoja con unas instrucciones mucho más visuales, incluyendo fotos, plastificarla y colocarla alado de cada una de las consolas que se encuentran en el barco.

Las consolas que vemos en la ilustración 32 las podemos encontrar en dos lugares. Como la mayoría de los dispositivos presentados en este trabajo, podremos encontrar uno de estos paneles en la sala principal contra incendios de la cual ya hemos hablado anteriormente. El otro panel se encuentra en la propia sala de almacén del espumógeno de la espuma de alta expansión, expuesta en la ilustración 27, donde se encontraba el depósito del espumógeno para la mezcla y las tuberías donde se realiza la mezcla que se distribuirá por el barco.

Como finalización de este sistema y con el fin de que este trabajo pueda ayudar a los propios tripulantes del barco, explicaré lo que debe hacer un usuario en caso de querer usar uno de estos paneles. Lo primero que se debe hacer es localizar en qué sala se está produciendo el incendio y tratar de aislarla para evitar que el oxígeno siga entrando y poder ahogar al fuego. Tras esto, se debe apretar el botón de “*stan by*” de la zona donde se desea derramar la espuma. Este botón activara la alarma en esa zona, avisando a cualquier tripulante que se encuentre en la sala que debe de abandonarla con efecto inmediato. Una vez se tenga la certeza de que todos los tripulantes hayan abandonado la sala, se procederá a dar al botón de la descarga de la espuma en el lugar deseado. De esta forma la descarga de espuma se abrirá

y preparará para verterse. Solo falta que la espuma corra por la línea y llegue al lugar deseado, para esto debemos activar alguna de las bombas de servicios generales o contra incendios de las que ya se ha hablado anteriormente en el trabajo; en las dos salas donde se encuentran estos paneles tenemos paneles de activación de las bombas como los de la ilustración 22. Una vez hecho esto, se encenderán los pilotos de la bomba que se haya activado, los cuales se encuentran en el panel representados con luces verdes. Hecho todo esto, el agua empezará a correr por las líneas hasta la zona de mezcla, donde se mezclará y se distribuirá a las zonas donde se encuentre el incendio. Para detener el sistema, solo debemos de presionar el botón de “*stop system*”, el cual además de parar todo el sistema de espuma, también detiene las bombas contra incendios que se estén utilizando.

7.1.2.2.3 Espuma de baja expansión

La espuma de baja expansión tiene la misma finalidad que la espuma de alta densidad, el de extinguir incendios, pero esta lo hace de una forma distinta. La espuma de baja expansión, como su propio nombre indica, no tiende a expandirse por el espacio, sino que su gran densidad hace que el peso aumente y simplemente pueda expandirse por superficies. Esto hace que la espuma sea el agente perfecto para usarse en el exterior, ya que no va a salir volando y se nos expandirá con rapidez a lo largo de la cubierta. Esta espuma es la indicada para actuar sobre los líquidos inflamables, y en el caso de un petrolero está totalmente destinada a un incendio producido por un derrame de crudo o combustible. Cuando se produce un incendio por un líquido inflamable se debe aplicar la espuma sobre toda la superficie del líquido, de esta manera conseguimos un doble efecto. En primer lugar, conseguimos aislar el líquido de la superficie y de esta forma los gases no podrán entrar en contacto con el líquido por lo que la combustión dejara de existir, frenándose la producción de llama. En segundo lugar, la espuma enfría el líquido y baja las probabilidades de que se vuelva a producir el fuego. Es importante que en su uso se trate de cubrir toda la superficie, porque de lo contrario, los gases volverán a entrar en contacto con el fuego y rápidamente se volverá a avivar la llama.

Todas las líneas e hidrantes pertenecientes al sistema de espuma de baja expansión estarán pintados de color amarillo, así se diferenciarán de los de agua, que están pintados de rojo. Esto no está estipulado bajo la normativa SOLAS, pero es usado en la mayoría de los barcos para dejar claro el hidrante que se debe usar en función del tipo de emergencia.

Hidrantes y estaciones contra incendios de espuma.

Estos dos elementos vienen explicados dentro de la espuma de baja expansión, ya que en el buque solo existen los hidrantes de agua explicados en el apartado 4.1.2.1.3 y los hidrantes de espuma de baja expansión. En cuanto a estos hidrantes no hay mucho que decir, ya que su funcionamiento es exactamente igual que los de agua, presentando su principal diferencia en su color amarillo que los caracteriza. En cuanto a las estaciones contra incendios de espuma más o menos se sigue por el mismo camino. Son muy parecidas a las de agua, pero amarillas. Se dice que muy parecidas ya que no son exactamente iguales. La manguera es exactamente igual que las de agua, mientras que la lanza sufre un ligero cambio respecto a la del agua. Las lanzas de espuma que se pueden encontrar en el barco son como las presentadas en la ilustración 33.

Ilustración 33 Lanza de espuma de baja expansión.



Fuente: tienda leader.

En cuanto al mantenimiento de estos dispositivos, al igual que las estaciones de agua, se deben engrasar semanalmente, tanto los extremos de las mangueras como las lanzas, y cada trimestre se les realizan las pruebas a las mangueras.

Monitores de espuma.

Además de las estaciones contra incendios, en el MT Monte Ulia y en todos los petroleros, podremos encontrar monitores de espuma. Estos monitores son cañones de espuma fijos que tienen dos grados de rotación. En circular sobre si mismos 180° y un ligero cabeceo hace arriba y hacia debajo de unos 45° . Los monitores siempre deben encontrarse en una altura, para lograr mayor alcance. Al igual que las líneas, son de color amarillo. Podemos encontrar un total de 7 monitores distribuidos a lo largo de toda la cubierta, de forma que con la espuma se pueda cubrir toda la superficie de la cubierta donde pudiera haber un incendio de líquidos inflamables. Conllevan un mantenimiento mensual, según los criterios de la compañía, en los que se deben engrasar los dos ejes de giro para que en caso de una emergencia se puedan usar con total libertad. Para el engrasado, como no se puede acceder a los ejes de giro directamente, los propios cañones tienen un sistema de engrasado que consiste en un pequeño orificio donde se introducirá una pistola de grasas a presión. Se procederá a rotar completamente el monitor para que la grasa llegue hasta el último rincón. En cuanto a la normativa de estos sistemas no es muy extensa. Podemos encontrar la referencia de que en los buques tanque deben de existir por obligación estos monitores (FSSC) y que en maniobras todos los monitores deben estar apuntando en dirección al “*manifold*”. Un ejemplo de un monitor de espuma aparece en la ilustración 34.

Ilustración 34 Monitor de espuma de baja expansión.



Fuente: Elaboración propia.

Sistema de espuma de baja expansión a bordo.

Como ya se ha hecho en la espuma de alta expansión, es necesario explicar todo el sistema desde el principio hasta el final, es decir, donde se derrama la espuma. Al igual que la espuma de alta expansión, todo comienza en la línea de agua salada; en la toma de mar se recoge el agua y las bombas la impulsan por todas las líneas de agua. El camino de este agua cambia en la cubierta principal de la máquina, donde en vez de seguir por una de las bifurcaciones que llevan el agua a la sala donde se almacenaba el espumógeno de la espuma de alta expansión, el agua sube por la línea principal, de la que ya hemos hablado en el apartado de la línea de agua salada, que es la que más diámetro tiene, para llegar a la sala principal contra incendios, donde se encuentra el depósito del espumógeno de la espuma de baja expansión.

Ilustración 35 Tanque de espumógeno de baja expansión.



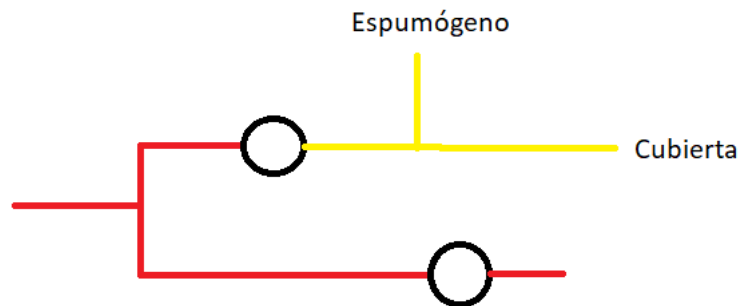
Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, el agua llega a la sala y es aquí donde se producirá el punto de mezcla. Al igual que la espuma de alta expansión, el tanque de espumógeno de baja expansión tiene una serie de líneas con sus válvulas de corte por las que saldrá para llegar a la línea de agua y mezclarse.

Para explicar cómo se distribuyen las líneas, se ha creado la ilustración 36, el cual es una ampliación de la ilustración 26. Como ya se explicaba en el apartado de las líneas del agua salada, desde la línea principal se produce esta división de líneas; la de abajo, entera roja, es la que lleva el agua a lo largo de toda la cubierta, mientras que la línea de arriba del plano representa

a la línea donde se va a producir la mezcla del agua con el espumógeno de baja expansión. Para que el sistema funcione en su totalidad, la válvula de la línea roja debe estar cerrada, para que no se pierda presión en la línea, y la que divide la línea amarilla y roja debe estar abierta. Esto es con la finalidad de que el agua pase por la línea y llegue al punto de encuentro con el espumógeno que sale del tanque, se produzca la mezcla y la espuma salga hacia la cubierta.

Ilustración 36 Bifurcación en la sala principal contra incendios.



Fuente: elaboración propia.

Este plano se debe complementar con las imágenes que se muestran a continuación para entender mejor el funcionamiento del sistema.

Ilustración 37 Mecanismo para el funcionamiento del sistema de baja expansión.



Fuente: Elaboración propia.

En esta imagen podemos ver una serie de válvulas representadas. Comenzaremos por la válvula pequeña que se puede observar en la esquina inferior izquierda de la imagen. Esta válvula, como se puede ver, es la que corta la salida del espumógeno del tanque y se encuentra siempre en contacto con el espumógeno. Continuando la línea, podemos ver una bomba de pequeño tamaño que es la encargada de impulsar al espumógeno hacia el punto de mezcla. Siguiendo el camino con la línea, nos encontramos con la válvula D, la cual es una válvula de corte que puede ser usada en caso de necesidad y se encuentra siempre cerrada. Si se continua el camino de la válvula D, podemos ver cómo el espumógeno ascendería verticalmente llegando al punto de mezcla entre el agua y el espumógeno, representado en la ilustración 36. Si observamos detenidamente la imagen, podemos ver dos válvulas más. La válvula de corte B, representada en la ilustración 36 por la válvula en la que la línea pasa de ser roja a ser amarilla. Y la válvula C, que se usa con fines de limpieza de las líneas en caso de que la espuma deba ser utilizada.

Una vez que la espuma sale a cubierta, al igual que el agua, se distribuye por dos lugares. En primer lugar, la línea se extiende pegada a la acomodación para la distribución de la espuma por las diferentes cubiertas. Esta división de la línea, a su vez, tiene otra subdivisión llegando de esta forma a la banda de babor y de estribor. Al igual que el agua, el primer lugar donde podemos ver los hidrantes de espuma, de los cuales hablaremos más adelante, será pegado a la acomodación, junto a la puerta de entrada al “*upper deck*”, uno a estribor y el otro a babor. De esta forma la línea seguirá subiendo de forma vertical hasta llegar a la plataforma de la cubierta A. Una vez la línea llega a esta altura no encontraremos un hidrante, sino que encontraremos un cañón de espuma de baja expansión -como el que podemos ver en la imagen 39-, uno a estribor y el otro a babor. En este punto, la línea se termina y no sigue creciendo hasta arriba. Esto tiene bastante sentido, ya que el lugar donde se pueden producir incendios de líquidos siempre será la cubierta, y desde una altura como la que se encuentra, el alcance de lanzamiento de la espuma siempre será mayor. En segundo lugar, si retrocedemos hasta la salida de la línea de espuma a cubierta, podremos ver que la línea de espuma continua

recta hacia proa paralela con la del agua. Esta línea llega hasta la proa del barco y durante su recorrido se ve interrumpida por dos elementos de extinción; por una parte, acompañando a las estaciones de agua tendremos hidrantes de espuma. solo encontraremos 4 estaciones de espuma de baja expansión. Dos colocadas a los costados de la acomodación, una en popa y otra en proa, siguiendo el criterio de la distancia entre estaciones que se usaba con el agua, pero respaldado por el segundo elemento que podemos encontrar en la cubierta que son los cañones. Al igual que en las bandas, a lo largo de la línea de espuma que va de popa a proa podremos encontrar cañones de espuma. Estos cañones se encuentran sobre plataformas de metal que los levantan 5 metros por encima del nivel de la cubierta. Con esta altura y la potencia de los cañones, el alcance de la espuma será mayor que el del agua, por lo que, como mencionamos anteriormente en este párrafo, el barco está exento de tener una carga tan grande de estaciones de espuma como de agua.

Para realizar la inspección anual del sistema de espuma de baja expansión, debemos realizar todas las líneas de espuma del buque (cubierta y local de espuma de baja expansión), monitores de espuma, bomba de espumógeno y el tanque de espuma de baja expansión.

Para el arrancado de todo este sistema, tenemos un panel de control que se presenta en la ilustración 38.

Ilustración 38 Panel de control de la bomba del espumógeno.



Fuente: Elaboración propia.

Es mucho más simple que el sistema de espuma de alta expansión, ya que todo se resume en dos botones, uno de encendido de la bomba que mueve el espumógeno y uno de apagado de la misma. Siempre recordando que para que esto funcione debe haber una bomba de servicios generales o contra incendios arrancada. El resto de las componentes que vemos en el panel son simplemente luces para indicar el funcionamiento correcto del sistema.

Al igual que todos los sistemas del buque, el sistema de espuma de baja expansión tiene su método de arranque que consta de unos sencillos pasos. En primer lugar, para evitar una sobrepresión en las líneas, lo que haremos será preparar las válvulas necesarias. Comenzaremos abriendo la válvula B y comprobando; seguido de esto abriremos la válvula de corte del tanque y la válvula D. Una vez tengamos todas estas válvulas operativas, procederemos a arrancar una de las bombas contra incendios o de servicios generales, para que el agua empiece a fluir. Finalmente arrancaremos la bomba del espumógeno en el panel de la ilustración 38 y de esta forma, la espuma comenzará a salir por los hidrantes y los monitores que queramos. Es importante resaltar que, si tenemos intención de usar una manguera, debemos conectarla antes de arrancar el sistema, de lo contrario será imposible.

Toda la tripulación debe ser consciente que a lo largo de la línea de espuma que recorre la cubierta hay válvulas de corte que pueden aislar los cañones que sean necesarios, cumpliendo con la normativa. (FSSC)

En cuanto al mantenimiento del sistema, se deben probar la bomba y los elementos del sistema que se encuentran en el local de espuma siguiendo los siguientes pasos:

1. Comprobar que la válvula de corte con el tanque de espumógeno esté cerrada.
2. Abrir la válvula "C" y cerrar la "B".
3. Abrir la válvula "D" y un monitor de espuma (el más a proa posible).
4. Arrancar una bomba C.I. y la bomba de espuma.
5. Comprobar que la bomba no tiene pérdidas y los manómetros marcan la presión de trabajo correcta.

Ilustración 39 Manómetros del sistema de baja expansión.



Fuente: Elaboración propia.

6. Comprobar que ninguna línea ni monitor tenga pérdidas.
7. Apagar la bomba de espuma y C.I.
8. Comprobar el nivel de espumógeno del tanque.

Para finalizar, devolver el sistema a su disposición original. Esta revisión se debe hacer anualmente según los criterios de la compañía y preferiblemente fondeados o atados a tierra. Además, el suministrador de los espumógenos subirá al barco para realizar un análisis del estado del componente.

7.1.3 Aplicadores de espuma

La máquina prácticamente en su totalidad está cubierta por el sistema de espuma de alta densidad, y en los lugares hasta donde no llega el sistema, como las calderas, tenemos extintores de espuma. El problema del sistema de espuma de alta densidad viene dado en la gran cantidad de espuma que descarga. Por ejemplo, si se sufre un incendio en la cubierta principal de la máquina, la espuma se descargaría, sin forma para regular la salida del agente extintor, toda la máquina se llenaría de espuma y tendería a ocupar todo el espacio gracias a su poder de expansión. Esto casi seguro nos ayudaría a extinguir el incendio, pero el coste sería muy grande, ya que se inutilizarían muchos sistemas de la máquina, con lo que se detendría el buque que detener el buque. Está claro que lo principal son las vidas de la gente y detener la propagación del incendio, pero si el buque se encontrara en una zona con piratería, perder la máquina sería correr un gran riesgo. Para evitar este

suceso en la máquina se instala un aplicador de espuma, con la finalidad de no activar el sistema de espuma de alta densidad si no es necesario. Si se diera el caso que se produjera un incendio, por ejemplo, en uno de los generadores, se puede atacar al fuego sin dañar el resto de los sistemas y el buque podrá seguir actuando con uno de los generadores auxiliares. Por estas razones, el único aplicador de espuma que se encuentra a bordo está situado en la cubierta principal de la máquina. De esta forma, desde esta posición se puede atacar directamente casi a todos los dispositivos de la máquina.

Un aplicador de espuma debe ser una lanza con un adaptador de tres entradas en el que se conecta; en primer lugar, una manguera del sistema contra incendios de agua, en este caso una de las de la máquina que se encuentran en su proximidad. En segundo lugar, otra manguera de menor tamaño conectada a la lanza por donde saldrá la espuma.

Ilustración 40 Manguera y lanza del aplicador de espuma.



Fuente: Elaboración propia.

Y en último lugar, el adaptador contiene una tercera manguera de menor dimensión que debe apuntar hacia abajo, esta manguera se introducirá en un bidón que contienen el espumógeno de este tipo de espuma.

Ilustración 41 Bidón del aplicador de espuma.



Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, el funcionamiento de este sistema es muy similar a los sistemas de espuma de alta y baja expansión. Lo que se consigue con el adaptador de tres entradas, es crear un punto de mezcla. Es decir, la manguera del sistema de agua salada se conecta a un hidrante, esto hace el efecto de la línea que trae agua. Al mismo tiempo, en la parte de abajo del adaptador tenemos una manguera pequeña metida dentro del bidón de espumógeno. El agua llega al punto de mezcla, se introduce en el bidón, se produce la mezcla y por presión la espuma sale por la única salida que tiene libre, la lanza.

Este equipo se encuentra en la máquina, estibado en una caja que evita que se derrame en caso de balance.

Ilustración 42 Bidón del aplicador de espuma.



Fuente: Elaboración propia.

Siempre acompañado de su pegatina “OMI”, la cual indica de que dispositivo se trata.

7.1.4 Sistema fijo de CO2

Uno de los sistemas más innovadores y distintos a lo que se ve habitualmente con el que cuenta el MT Monte Ulia es el sistema fijo de CO2. Este sistema lo podemos encontrar en medio de la cubierta, a la altura de los “*Manifold*”. El sistema consta de una caseta que tiene en su interior una gran bombona de 45 Kg llena de dióxido de carbono. Este sistema está pensado para combatir un fuego producido en el palo de venteo.

El palo de venteo es uno de los lugares con más riesgo de incendio del buque. Esto se debe a que por el palo de venteo salen todos los gases sobrantes de los tanques. Estos gases provienen del crudo y son muy inflamables. Para reducir el riesgo de incendio se instala el sistema de CO2. Este sistema está colocado junto al palo de venteo, y en el caso de que un tripulante vea un indicio de fuego en este lugar puede activarlo. Su funcionamiento es muy simple, el dispositivo lo forman la bombona de CO2 y una tubería que nos lleva directamente al palo de venteo. Si un tripulante desea activarlo, simplemente debe abrir la válvula de corte que se encuentra en la caseta y quitarle el pin de seguridad a la bombona. De esta forma la bombona se empezará a descargar soltando el CO2 alrededor del palo de venteo, cortando el suministro de oxígeno al fuego. Además de esto, el gas también enfriará la zona produciendo que el fuego desaparezca al momento y no vuelva a aparecer debido al corte de calor que se produce. Este sistema se encuentra adaptado a [9] (Chapter 5), pero con algunas excepciones.

7.1.5 Pañol de pinturas

Se incluye el pañol de pinturas entre los sistemas contra incendios porque cuenta con un sistema de extinción de fuegos con el que no cuenta ninguna otra parte del barco. El sistema del pañol de pinturas funciona mediante unos rociadores que vierten el agua procedente de la línea contra incendios. El agua llega hasta el pañol de pinturas por la línea contra incendios de emergencia, suministrada por la línea principal contra incendios. La línea cuenta con una válvula de corte justo antes de llegar al pañol de pinturas que hace que el agua

no pase cada vez que se accione alguna de las bombas contra incendios. Si cualquier integrante de la tripulación quiere activar el sistema simplemente debe accionar cualquiera de las bombas de servicios generales o contra incendios y abrir la válvula de corte. De esta forma los rociadores entraran en funcionamiento y el pañol entero será cubierto por agua salada.

Algo muy curioso que tiene este sistema es su mantenimiento. Este mantenimiento se realiza cada 6 meses, y yo tuve la suerte de poder realizarlo con el oficial de seguridad.

Ilustración 43 Sistema del pañol de pintura.



Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 43 se puede apreciar la válvula de corte que hace que el sistema no expulse agua nada más que cuando se requiere, y una pequeña bifurcación en la línea con otra válvula. Para realizar el mantenimiento de este sistema, se debe desatornillar la válvula pequeña que vemos en la ilustración 43 de manera que se pueda extraer. En lugar de la válvula se colocará una manguera especial pequeña. Esta manguera se conectará a uno de los grifos de aire que hay distribuidos por el buque. Se abrirá la válvula de corte grande

y se activará el grifo de aire. Para comprobar que todo el sistema funcione correctamente, por los rociadores debe salir aire. Si por alguno de ellos no sale aire, se procederá a desmontar y ver cuál es la causa de la obstrucción.

7.2 Equipos de protección personal

Cuando se habla de la lucha contra incendios, no solo se debe fijar toda la atención en los equipos que sirven para mitigar un fuego, sino que también se debe hablar de los equipos de protección personal que protegen a toda la tripulación del fuego. Es común pensar que estos equipos tienen menor importancia que los equipos que apagan los fuegos, pero esto no es así, ya que, ante una situación de peligro, los equipos de protección personal también pueden salvar la vida. Encontraremos tres tipos de equipos de protección personal a bordo del MT Monte Ulia; los trajes de bomberos, los EBD y los ERA. Cada uno con su cometido e importancia.

7.2.1 Trajes de bombero

Estos trajes están destinados a realizar una intervención con el fin de apagar un fuego; están preparados para que cualquier tripulante pueda usarlos en caso de necesidad; dentro de la tripulación, hay dos encargados que son los que, si es posible, deben de utilizar estos trajes y ocupar la primera línea de un equipo contra incendios. En el caso del MT Monte Ulia y de todos los buques de la compañía, salvo algún tipo de excepción por problemas físicos, los encargados de usar el traje contra incendios son el mecánico y el bombero del buque. Estos tripulantes no son elegidos por casualidad; al bombero se le elige por su conocimiento perfecto de la cubierta y al bombero por su conocimiento de la máquina. Por lo tanto, como estos tripulantes son los encargados de esta tarea, cuando se realiza un cambio de tripulación y el bombero o el mecánico son relevados, una de las primeras cosas que deben llevar a cabo en su familiarización con el buque, es probarse el traje de bombero y ajustarlo a su medida. De esta forma, los trajes se mantendrán siempre ajustados a las medidas de estos dos tripulantes hasta que el personal sea relevado.

El equipamiento que debe llevar un traje de bomberos viene especificado en [9] (Chapter 2.1.1).

1. **Chaqueta y pantalones de seguridad:** el traje debe contener una chaqueta y un pantalón que sean ignífugos, resistentes a las descargas eléctricas y con una capa exterior que sea resistente al agua. La chaqueta debe encontrarse siempre abierta y lista para ponerse. Los pantalones también estarán en una posición óptima para ser puestos.
2. **Botas de seguridad:** siempre deben ser de goma o algún sucedáneo que no sea conductor de la electricidad. Las botas se colocarán dentro de las perneras de los pantalones, formando una sola pieza que se pueda poner con rapidez.
3. **Casco:** el traje debe contener un casco rígido que absorba los impactos.
4. **Linterna:** el traje debe contar con una linterna especial anti-explosiones y con una durabilidad de mínimo 3 horas.
5. **Hacha:** todo traje de bomberos cuenta con un hacha y su cinturón para portarla. Esta se puede usar para entrar en espacios bloqueados o cortar lo que se necesite. Al igual que todo el equipo, deberá llevar un mango que sea resistente a las descargas eléctricas.
6. **Guantes:** el traje debe de llevar un par de guantes con las mismas características que la chaqueta y los pantalones.
7. **ERAS:** cada traje de bombero lleva consigo un equipo ERA para entrar en atmósferas con problemas de oxígeno.
8. **Línea de vida:** todo traje de bombero debe llevar consigo una línea de vida. Se trata de un cabo de fibra metálica que el bombero debe llevar al entrar a cualquier espacio confinado. Debe de poder anclarse al cinturón del hacha. Estas deben de tener un mínimo de 30 m. y deben de poder aguantar 3,5 Kn. de fuerza durante 5 minutos.

El buque cuenta con 3 equipos de bombero, 2 situados en la sala principal contra incendios, estibados dentro de un cajón de madera, como podemos ver en la ilustración 44.

Ilustración 44 Traje de bombero.



Fuente: elaboración propia.

El otro equipo estará estibado en la casamata de babor, como parte del equipo del helicóptero.

7.2.2 ERA

Los ERA o equipo de respiración autónoma, son equipos preparados para la intervención de cualquier tripulante en una atmósfera sin la cantidad de oxígeno adecuada. En cuanto a la normativa sobre estos aparatos, el SOLAS deriva al [9] (Chapter 2.1.2) en su Capítulo II-2, Regla 10, 10.1.2. La norma nos habla sobre los litros de aire que debe contener la botella, pero dentro de los buques se suele hablar más en términos de presión. Cada botella a bordo tiene una dimensión de 12 l.; estas botellas deben de mantener una presión entre 280 y 300 bar, y tienen una señal acústica que indica cuándo se ha llegado a los 50 bar y se debe abandonar del lugar. Todo ERA debe llevar:

1. **Botella:** con las características que se ha especificado anteriormente.
2. **Arnés:** encargado de aguantar la botella contra nuestra espalda y ajustado a las medidas del bombero o mecánico.
3. **Manómetro:** para comprobar la presión que nos queda en la botella.

4. **Pulmo:** se trata del sistema que se conecta con la máscara y suministra el aire al usuario. El buque MT Monte Ulia cuenta con 2 tipos, *suministro continuo* y *suministro a demanda*. Del primer tipo, 2 unidades suministran aire constantemente al usuario creando una atmosfera respirable. Del tipo *a demanda*, que solo cuenta con 1 unidad, solo suministran aire al usuario cuando inspira. Ambos tipos son válidos.
5. **Máscara:** el tripulante debe colocársela utilizando unas cintas de goma que tiene en su parte posterior. Cuenta con una pantalla de metacrilato para poder ver con claridad.

Ilustración 45 Equipo ERA.



Fuente: portal web Prevenwork.

El buque cuenta con un total de 4 equipos ERA completos, 3 en los trajes de bomberos y 1 en la puerta de la sala de tratamiento de lastre.

7.2.3 EEBD

Los EEBD o “*Emergency escape breathing devices*” son unos dispositivos preparados únicamente para escapar de una atmósfera irrespirable. Es importante destacar esto, porque toda la tripulación debe ser consciente que estos dispositivos nunca deben usarse para realizar una intervención de ningún tipo. Solamente se deben usar para escapar.

Ilustración 46 EEBD.



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la ilustración 46, los EEBD son unas bolsas que cuentan con un asa para colgar del cuello. En su interior, las bolsas contienen una máscara y una botella pequeña de oxígeno. La máscara tiene un parecido mayor al de una bolsa que al de una máscara de un ERA. Son del mismo material que la bolsa y cubren toda la cabeza, pero con una pantalla de plástico transparente para ver. Esta bolsa crea en su interior una atmósfera respirable sin la necesidad de ser estanca. En cuanto a la botella, es de menor tamaño que las de un ERA, ya que solo se busca que tenga una duración de 15 minutos. La normativa acerca de estos dispositivos nos viene dada en [9] (Chapter 3, 2.2). Como vemos en la ilustración 46, las instrucciones de uso deben de venir bien claras en la parte frontal de la bolsa. La forma de usar estos dispositivos es:

1. Colgarte la bolsa del cuello por el asa, de manera que se pueda llevar sin usar las manos.
2. Abrir la bolsa.
3. Quitar el pasador que lleva incorporado la botella.
4. Colocarte la máscara.
5. Huir del lugar lo más rápido posible.

En cuanto al mantenimiento de estos dispositivos, siempre debemos fijarnos que la presión que marca el manómetro está dentro de la zona verde y que el pasador de la botella está bien colocado y no pierde. Para esto último, se debe abrir la bolsa; este proceso se debe realizar con mucho cuidado, ya que la

bolsa lleva un precinto que indica que el dispositivo no ha sido usado, llevando una etiqueta donde el oficial marcará la última revisión que se les ha realizado.

El MT Monte Ulia cuenta con 11 EEBD distribuidos de la siguiente forma: 2 en el doble fondo de la máquina, 1 en el servomotor, 2 en el control de la máquina, 1 en la entrada del puente, 1 en la sala de bombas, 1 en el pañol de proa y 3 en la sala principal contra incendios; de estos últimos, 2 son de respeto y 1 es de entrenamiento. Estas tres unidades están bien señalizadas en su caja para que no se use un EEBD que no esté en perfectas condiciones.

8 CONCLUSIONES

Una vez descritos todos los dispositivos contra incendios que tenemos a bordo, tanto los relativos a la lucha contra incendios como los de protección personal, se puede hacer una valoración con el fin de resolver el problema que se expuso al principio del trabajo. Para esto, se va a realizar una valoración con carácter más objetivo, en la que se irán exponiendo cada uno de los elementos y respondiendo a la pregunta si están adaptados o no los sistemas contra incendios a la normativa internacional. Por otra parte, se realizará una valoración más subjetiva de la capacidad que dispone la tripulación del buque para hacer frente a cualquier tipo de incendio. Para esto, se expondrán algunas de las salas y lugares más importantes del buque y se evaluará la cantidad de elementos que se pueden utilizar para repeler un incendio. De esta forma, se establecerá si existen algunos lugares más seguros que otros y si, en conjunto, el barco es un lugar seguro en relación con la lucha contra incendios.

8.1 Adecuación a la normativa

Como se ha podido observar según se iba desarrollando el trabajo, se han ido exponiendo las diferentes normativas dentro del desarrollo de los sistemas. Se tratará ahora de establecer si se cumple la normativa de una forma precisa.

8.1.1 Extintores

Cuando hablamos de extintores, lo primero que destacamos es su número. El MT Monte Ulia cuenta con un total de 54 extintores de PQS y 15 de CO₂. Atendiendo a la norma ya tratada en este trabajo e impuesta por el SOLAS, recordamos que:

- Siempre se deben tener repuestos para las primeras 10 botellas.
- De las restantes, se debe tener repuesto para el 50% de las botellas.

Los cálculos ya se realizaron en la parte del desarrollo dedicado a los extintores. Como conclusión, con 40 botellines de CO₂ y 10 extintores de CO₂, solo contando los respetos, el buque, efectivamente, cumple sobradamente con la normativa.

Otros de los aspectos de los que habla normativa, es la colocación de los extintores. Se establece que deben encontrarse cerca de las puertas de salida y que la información incluida en el frontal del extintor debe estar visible. Tras una experiencia de meses con el oficial de seguridad, se puede afirmar que todos los extintores del buque se encuentran colocados como podemos ver en la ilustración 11, firmes con las cinchas y con las instrucciones hacia el exterior. Además de esto, si nos fijamos en todas las ilustraciones que se dan en el trabajo sobre el "*safety plan*", podemos ver que todos los extintores están colocados junto a las puertas. Por lo tanto, en cuanto a la colocación de los extintores, el buque cumple asimismo con la normativa.

Otra de las normas que incluye la normativa es que no debe haber extintores de CO₂ en la acomodación. Como se puede ver en el "*safety plan*", no existen extintores de CO₂ en las cubiertas de la acomodación.

Por todo esto, en líneas generales, se puede decir que los extintores con los que cuenta el buque MT Monte Ulia están adaptados a la norma e incluso por encima de lo necesario.

8.1.2 Líneas contra incendios

En cuanto a las líneas contra incendios, no me extenderé mucho, ya que, dentro del desarrollo de este trabajo, se ha ido incorporando la normativa y su adecuación a esta. Aún con todo, hablaremos de algunas comparativas con la normativa.

8.1.2.1 Hidrantes

Si nos fijamos en la normativa de los hidrantes, podremos encontrar una normativa bastante extensa.

Como siempre, la normativa nos indica que la distribución de hidrantes será

diseñada y aprobada por la administración. En cuanto a la distribución de los hidrantes, se especifica que 2 chorros producidos por un hidrante no deben coincidir, que nunca se debe dejar más separación entre ellos que la longitud de una manguera y que se deben colocar cerca de la salida de la acomodación. Si se observa el reparto de los hidrantes del barco, se puede ver que no existe una separación entre ellos más grande que la longitud de una manguera. Además de esto, por cada puerta de la acomodación que dé al exterior, podemos encontrarnos un hidrante. Cumple, por tanto, con la normativa.

En cuanto a la presión de salida del agua de los hidrantes, se dice que nunca debe superar la presión que pueda aguantar una manguera. Realmente, durante mi estancia en el barco, no tenía ningún instrumento para medir la presión del agua que salía, pero vi funcionar las mangueras muchas veces y todas soportaban bien la presión. Por lo que se puede decir que cumple con la norma.

8.1.2.2 Mangueras

En el apartado de las estaciones contra incendios, hay que resaltar la importancia que tienen a las mangueras.

La norma nos dice que las mangueras deben de tener distintas longitudes:

- No más de 15 m. en la máquina.
- No más de 25 m. de largo en buques con más 30 m. de manga.

El buque MT Monte Ulia supera los 30 m. de manga como podemos observar en la tabla 1. Por este motivo, cuenta con 11 mangueras de 15 m. distribuidas por la máquina y de respeto. También cuenta con 8 mangueras de 20 m. y 19 de 25 m. distribuidas a lo largo de la acomodación y la cubierta. Lo que todas tienen en común es que cuentan con un diámetro de 52 mm. Esto nos lleva a confirmar otra de las normas que nos exige la normativa, que todas las mangueras se pueden intercambiar entre todos los hidrantes del buque y, además, toda manguera debe contar con su propio hidrante.

De esta forma, en el ámbito de las mangueras, el MT Monte Ulia se adapta a la perfección a la normativa.

8.1.3 Aplicador de espuma

La normativa sobre los aplicadores nos impone ciertas condiciones. En primer lugar, nos habla sobre la capacidad de los bidones de espumógeno, afirmando que deben ser mínimo de 20 l. y tener uno para su uso y otro exactamente igual de respeto. Los dos bidones que encontramos dentro de la caja del aplicador de espuma son de 25 l. cada uno de ellos y son exactamente iguales. En segundo lugar, nos dice la norma que el espumógeno debe de estar aprobado por la sociedad de clasificación. A bordo del buque se encuentra el certificado de aprobación del espumógeno. Además de esto, la norma también nos habla de la unidad donde se almacena todo el equipo. Dice al respecto la norma que debe de poder resistir cambios de temperatura, vibraciones o golpes. Como podemos ver en la ilustración 42, el recipiente donde se almacena todo el equipo del aplicador es rígido y fuerte. Se debe tener en cuenta que este dispositivo se encuentra a escasos metros del motor principal, por lo que el baúl donde se guarda debe ser muy resistente.

En conclusión, el aplicador de espuma que tenemos a bordo se ajusta a la norma en nuestro buque.

8.1.4 Trajes de bombero

Atendiendo a la normativa que habla sobre los trajes de bomberos, se ha podido ver que es lo que requiere esta normativa. El buque MT Monte Ulia, como podemos ver en la ilustración 43, cumple absolutamente con todos y cada uno de los elementos que establece la normativa. Además de estos, en la compañía Ibaizábal, todos los trajes de bombero cuentan con un equipo VHF siempre dispuesto en el canal 16 y además con un auricular que se conecta al casco para que los 2 bomberos puedan comunicarse entre ellos y con el resto de la tripulación.

El buque tiene 3 trajes, por lo que cumple con la normativa exigida al respecto, que establece que se requieren 2 trajes obligatoriamente. Estos trajes se encuentran en un sitio de fácil acceso para su uso y preparados para su utilización, cumpliendo con el capítulo II-2, Regla 10, 10.3.1.

En el único punto donde se puede crear cierta duda es en las linternas, ya que, pese a ser las homologadas para buques tanque, no cuentan con una

autonomía de tres horas como establece la norma. Pero, cada linterna cuenta con un juego de pilas de repuesto con las que supera la autonomía necesaria.

En cuanto a las revisiones, la compañía establece una revisión mensual de estos trajes. Se comprobará el estado de todos los utensilios del traje y si se encuentran preparados para su uso, haciendo especial hincapié en el correcto funcionamiento de las linternas y en la caducidad de sus pilas.

En cuanto a las líneas de vida, cada traje de bombero cuenta con una línea de vida de fibra metálica de 35 m., cumpliendo de esta forma con lo requerido por la norma.

De esta forma, el MT Monte Ulia cumple con todas las exigencias de la normativa sobre trajes de bombero.

8.1.5 Equipos ERA

Con respecto a los equipos ERA, la normativa no es muy extensa, pero aun así el MT Monte Ulia cumple sin ningún problema con las condiciones de presión y el equipamiento que deben de tener los ERA.

Otro de los aspectos que se debe tratar son los respetos. El buque cuenta con una botella de respeto por cada equipo y siempre se debe comprobar la presión con un manómetro auxiliar que se debe de tener a bordo.

8.1.6 EEBD

De la misma manera que los equipos ERA, los EEBD no son los dispositivos con más regulación normativa, siendo este el caso perfecto de que existen 4 normas y las 4 se cumplen. La norma dice que los dispositivos son solo para escape, que deben cubrir toda la cara, que se deben llevar sin manos y que las instrucciones deben estar claramente indicadas. Como podemos ver en la ilustración 46, los dispositivos del barco cumplen perfectamente con la normativa establecida. Además de esto, también se nos habla de que los dispositivos deben de contar con una autonomía mínima de 10 minutos. En el caso de los EEBD del buque, tanto en la bolsa como en el manual de uso, nos indican que tienen una autonomía de 15 minutos.

En adición a la normativa, el buque cuenta con varios dispositivos de respeto y 1 de entrenamiento.

Por todo esto, una vez más se puede decir que el MT Monte Ulia también cumple a la perfección con la normativa en los EEED.

8.2 Evaluación de espacios

Tras la comparativa, dispositivo a dispositivo con la norma, ahora pasaremos a analizar la capacidad de cada sala para repeler un incendio. Para esto expondremos algunas de las salas más importantes del buque y trataré de evaluar su capacidad para que la tripulación pueda escapar o atacar al fuego. Se tratará de dar la opinión justificada sobre si todos los lugares son seguros y si se los pudiese aportar algún dispositivo más.

8.2.1 Puente de mando

El puente de mando es uno de los lugares más importantes del barco. Desde el puente se controla absolutamente todo lo que ocurre en el barco, no solo su manejo, sino que cualquier decisión que se tome, tanto en la máquina como en la cubierta, debe ser reportada al oficial de guardia. Por esta razón, comenzamos por esta sala.

El puente no es uno de los lugares donde más incendios se producen, aunque estos pueden resultar fatales para el buque. En el puente se pueden producir incendios de la clase A, ya que el puente contiene varias estructuras de madera, plásticos y mucho papel. Además de esto, otros de los principales incendios que se pueden producir en el puente son los denominados fuegos producidos por equipos eléctricos. El puente está lleno de aparatos con electricidad en los equipos de navegación o comunicaciones. Estos fuegos se encuentran dentro de la clase A y representarían la clase C según la clasificación de la NPFA.

Como podemos observar en la ilustración 8, el puente cuenta con 3 extintores. 1 extintor de polvo químico seco de 6 Kg situado a la entrada, a la derecha de la puerta. 2 extintores de CO₂ de 5 Kg situados en las puertas de salida al alerón. No encontraremos ningún equipo más contra incendios.

Al ver la disposición de los extintores, está claro que tratan de cumplir la norma de su ubicación: encontrarse junto a las puertas para que al coger el extintor no te impida escapar. Pero ¿y si se quemaran unos papeles junto a la puerta? Siendo realistas, una quema de papeles se puede repeler con cualquier

extintor, pero para evaluar esto, siempre nos tenemos que poner en el peor de los casos. Si el fuego producido por los papeles se trasladara a la mesa de las GMDSS, la llegada al extintor de PQS se nos cerraría y tendríamos que ir a buscar este equipo a otro lugar mientras el fuego se expande. Por lo tanto, pese a la que la distribución de los extintores es correcta, no sería una mala decisión la colocación de un extintor más de PQS en alguna otra zona del puente.

Tras examinar los equipos del puente, nos damos cuenta de que solo existen extintores con el fin de extinguir un incendio. El problema que puedo observar es que para la extinción de un incendio siempre se necesita la acción de un tripulante. Desde mi punto de vista, se debería de instalar algún sistema de rociadores automáticos. Estos funcionarían mediante un detector de humo que hiciera saltar una alarma. Si la alarma no se desactiva por un botón en menos de 30 segundos, automáticamente los rociadores comenzarían a echar agua dulce sobre todo el puente. La desventaja de todo esto es que todos los equipos se verían dañados, pero si los rociadores llegaran a actuar significaría que no hay ninguna persona consciente en el puente que pueda apagar el incendio, por lo que el resultado final podría ser mucho peor que algunos aparatos dañados.

Pese a esto, mi conclusión sobre el puente es que es un lugar con poco riesgo de incendio y preparado para combatirlo.

8.2.2 Acomodación.

Continuaremos de esta forma de arriba hacia abajo. Bajo el puente nos encontraremos las diferentes cubiertas de la acomodación. Para su explicación simplemente cogeré una de las cubiertas de la acomodación, ya que aplicaré la misma regla a las 3 cubiertas.

Se ha escogido la cubierta B, ya que es la cubierta con más tripulación viviendo en ella. Entre los sistemas contra incendios que se pueden encontrar, podemos ver que en esta planta no existen muchos más sistemas contra incendios que en el puente. Sí podemos encontrar extintores de polvo PQS, y en caso de necesidad, estaciones contra incendios con sus hidrantes colocadas en el exterior de la acomodación, pero con fácil acceso por las

puertas.

En este caso, desde mi punto de vista, el problema de los incendios se agrava con respecto al puente. Hay que tener en cuenta que en la acomodación no existen dispositivos de tanto valor e importancia como en el puente, pero eso no significa que un incendio no pueda propagarse a todo el barco. El verdadero problema en la acomodación es que muchas veces la imprudencia de la tripulación es mucho mayor que en el puente, donde siempre se tiene mucho cuidado. Esta imprudencia, sumada a que los dispositivos que se dañarían no tendrían un impacto tan grande, hace que, desde mi punto de vista, sea más importante colocar un sistema de rociadores de agua dulce en los pasillos y en cada camarote.

Es cierto que en los camarotes existe un sistema de detector de llama y humo, pero para mí esto no es suficiente, cuando el detector de la alarma puede ser demasiado tarde.

8.2.3 Sala de máquinas.

En el caso de la máquina, la sala de bombas y el servomotor, mi opinión es radicalmente opuesta. Desde mi punto de vista, la máquina está perfectamente preparada para combatir cualquier tipo de incendios, tanto incendios pequeños -con aplicadores de espuma, extintores y las estaciones contra incendios-, como incendios grandes, con la espuma de alta densidad. El sistema de alta densidad creo que es un sistema muy bien desarrollado y muy útil; pienso que, antes de activarlo, hay que intentar agotar el resto de las opciones, pero llegado al caso de su uso, me parece muy eficaz. Posicionaría la espuma de alta densidad como el mejor agente extintor del barco. La máquina incluso cuenta con un sistema de rociadores de agua dulce que solo se activan desde el control de la máquina.

Por lo tanto, no se me ocurriría ningún tipo de sistema contra incendios que se pudiera aplicar en la máquina para mejorar la posibilidad de extinguir un fuego.

8.2.4 Cubierta.

La cubierta del barco es otro de los lugares del buque donde se pueden producir incendios con relativa facilidad. Creo que la cubierta también está muy bien protegida ante un incendio, sin alanzar el nivel de exigencia de la máquina. La cubierta cuenta con un buen sistema de hidrantes de agua con sus mangueras y con el sistema de espuma de baja densidad. Es justamente el sistema de espuma lo que me hace afirmar que la cubierta no es tan segura como la máquina. En mi opinión, la espuma de baja densidad puede depender demasiado de las inclemencias meteorológicas, ya que, ante una fuerte tormenta o unos vientos huracanados, el efecto de la espuma no es el mismo. Por otro lado, la cubierta tiene una posibilidad más fácil de escape que la máquina, lo que pese a ser la última opción, muchas veces puede salvar vidas.

Por este motivo, pondría la cubierta con un nivel de seguridad parecido a la máquina, debido a que lo que pierde por sus sistemas de seguridad, lo gana con la posibilidad de escape.

8.3 Conclusión

Una vez realizado este trabajo; investigado, leído sobre el tema y redactado, me considero capaz de dar una opinión crítica sobre el tema que se ha tratado. Al principio del trabajo se formularon dos preguntas. ¿Está el buque adaptado a la normativa? y ¿Es el buque MT Monte Ulia seguro en el ámbito de la lucha contra incendios? La respuesta a estas preguntas prácticamente se conocía antes de empezar el trabajo. La respuesta esperada sería un sí a las dos preguntas, y de no ser así, estaríamos en un problema grande. Pero, como ya se ha dicho es una respuesta que se esperaba. Tras la realización del trabajo puedo decir rotundamente que sí. Sí, el buque se encuentra adaptado a toda la normativa vigente, siempre manteniéndose en la vanguardia, ya sea por las posibles inspecciones o por la insistencia de la compañía ya tripulantes en que esto se cumpla. Sea por la razón que sea, cosa que no se trata en este trabajo, la normativa se cumple rigurosamente. La respuesta a la segunda pregunta, como no podía ser de otra forma, es sí. El buque MT Monte Ulia es un lugar seguro donde vivir y trabajar, está preparado para combatir cualquier amenaza de incendio y es un lugar donde estar tranquilo. Incluso teniendo en cuenta las propuestas que se han aportado, no me parece suficiente para

afirmar que el buque no es un lugar completamente seguro.

Para finalizar, solo añadir que, durante mi estancia de 6 meses en el buque, he podido comprobar de primera mano el ambiente que se respira de tranquilidad absoluta, ya que todos saben que se encuentran en un lugar seguro y acogedor para vivir.

9 BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. González Blanco, “Incidencia de las nuevas tecnologías en la seguridad de los buques,” *TDX (Tesis Dr. en Xarxa)*, Jan. 1999.
- [2] L. Mihanović, P. Ristov, and G. Belamarić, “Use of new information technologies in the maintenance of ship systems,” *Pomorstvo*, vol. 30, no. 1, pp. 38–44, Jun. 2016.
- [3] S. Bhardwaj, S. Bhattacharya, L. Tang, and K. E. Howell, “Technology introduction on ships: The tension between safety and economic rationality,” *Saf. Sci.*, vol. 115, pp. 329–338, Jun. 2019.
- [4] I. Im, D. Shin, and J. Jeong, “Components for Smart Autonomous Ship Architecture Based on Intelligent Information Technology,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 134, pp. 91–98, 2018.
- [5] I. De La, P. Zarzuelo, M. Jesús, F. Seoane, and B. López Bermúdez, “Operaciones portuarias de petróleo crudo: Una revisión bibliográfica sobre simulación e investigación operativa Port operations on crude oil: A bibliographic review on simulation and operations research,” *Rev. Chil. Ing.*, vol. 29, no. 3, pp. 406–419, 2021.
- [6] J. A. Rodríguez Rodríguez and J. L. Suárez de Vivero, “El buque como vivienda. Una aproximación metodológica,” *Rev. electrónica Geogr. y ciencias Soc.*, vol. VII, no. 149, 2003.
- [7] IAPH, ICS, and OCIMF, *International safety guide for oil tankers and terminals (6ª ed.)*. 2020.
- [8] O.M.I., *SOLAS: Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida humana en el Mar*. Organizacion Marítima Internacional, 2021.
- [9] O.M.I., “Resolución MSC. 98 (73) Adopted on 5 december 2000. Código Internacional de Sistemas de Seguridad contra el Fuego (Código SSCI),” in *BOE*, 2000, vol. 299/2002, p. pp:43558-43579.
- [10] A. Martin, “Astilleros El petrolero ‘Monte Ulía’, fabricado en Navantia Puerto Real, se hace a la mar por primera vez,” *Diario de Cadiz*, 2019.
- [11] J. Rodriguez, “Navantia-Puerto Real hace historia en la Bahía con la

- entrega del último petrolero,” *La voz de Cádiz*, Jul-2019.
- [12] “Navantia celebra en Puerto Real la ceremonia de entrega y amadrinamiento del petrolero ‘Monte Ulía’ - Navantia,” 2019. [Online]. Available: <https://www.navantia.es/es/actualidad/notas-prensa/navantia-celebra-en-puerto-real-la-ceremonia-de-entrega-y-amadrinamiento-del-petrolero-monte-ulia/>. [Accessed: 06-Sep-2022].
- [13] FREMAP, “Guia Basica Prevencion Incendios,” *Plan de actividades preventivas de la Seguridad Social*, 2020. .
- [14] Labodegadelinstalador, “Clasificación y Manejo del fuego, según la norma NFPA 10.” [Online]. Available: <https://www.labodegadelinstalador.net/norma-nfpa-10-clasificacion-del-fuego/>. [Accessed: 07-Sep-2022].
- [15] R.A.E., “Definición de extintor.” [Online]. Available: <https://dle.rae.es/extintor>. [Accessed: 06-Aug-2022].
- [16] O.M.I., “Resolution A.951(23) Adopted on 5 december 2003 Improved guidelines for marine portable fire extinguishers,” 2003.
- [17] TFM, “¿Qué son los extintores PQS?” [Online]. Available: <https://www.tfm.pe/noticias/extintores-pqs>. [Accessed: 07-Sep-2022].
- [18] J. L. Villanueva Muñoz, “Extinction methods and extinguishing agents Methodes pour l’extintion du feu et agents extinteurs Redactor,” 1984.
- [19] R. V. Carbo Gutierrez and V. A. Suarez Romero, “Diseño de un Sistema de Extinción por CO2 Manual/Automático para los cuartos de transformador, tableros y fusibles del bloque D de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil,” UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR, 2020.
- [20] N. A. Botta, “Los agentes extintores: Las espumas,” in *Los agentes extintores*, 2^a., Rosario: Red Proteger, 2021, pp. 1–38.
- [21] Diputación Foral de Vizcaya, “Tutoriales - El Fuego - Agentes extintores - Agentes extintores hídricos - Aplicaciones de la espuma.” [Online]. Available: https://www.bizkaia.eus/home2/Temas/DetalleTema.asp?Tem_Codigo

=3748&idioma=CA&dpto_biz=7&codpath_biz=7%7C153%7C1879%7C3733%7C3737%7C3741%7C3748. [Accessed: 09-Sep-2022].

- [22] SABO española, “Descripción Sistema Espuma Alta Expansión | Sabo Española. Espumogenos. Material Contra Incendios. Dosificadores Volumetricos.” [Online]. Available: <https://www.sabo-esp.com/productos/material-contra incendio/alta-expansion/descripcion-sistema-espuma-alta-expansion/>. [Accessed: 09-Sep-2022].

Anexo II: AVISO DE RESPONSABILIDAD

AVISO DE RESPONSABILIDAD:

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de grado de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Grado, así como el profesor/a director no son responsables del contenido último de este Trabajo.