

Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio de requerimientos y diseño de un sistema de extinción de incendios en máquinas mediante agua pulverizada para un buque de la Armada

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: Santiago Pinto Laborde

DIRECTORES: Roberto Bellas Rivera

CURSO ACADÉMICO: 2016-2017

Universidad de Vigo



Centro Universitario de la Defensa
en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio de requerimientos y diseño de un sistema de extinción de incendios en máquinas mediante agua pulverizada para un buque de la Armada

Grado en Ingeniería Mecánica

Intensificación en Tecnología Naval

Cuerpo General

Universidade Vigo

RESUMEN

El presente trabajo consiste en el estudio de requerimientos y diseño de un sistema contraincendios por agua pulverizada en los espacios de máquinas a bordo de un Buque de Aprovisionamiento de Combate de la Armada Española.

Para ello se ha realizado un estudio de los elementos que componen la instalación y a continuación se han seleccionado los más adecuados. Posteriormente se han escogido los espacios considerados como riesgos, se han determinado las boquillas necesarias para cubrir dichos riesgos y se han realizado los cálculos necesarios para dimensionar las bombas que cumplan los requisitos del sistema.

Durante el proceso se han utilizado tanto el programa FHC para los cálculos hidráulicos como el AutoCAD para la creación de los planos y la distribución de las boquillas.

Tanto los cálculos como el diseño realizados se han hecho en base a la normativa vigente que se menciona y explica a lo largo de la memoria de este trabajo.

PALABRAS CLAVE

AGUA PULVERIZADA, SOLAS, NAVAL SHIP CODE, SISTEMA CI

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar me gustaría mostrarle mi más sincero agradecimiento a mi tutor durante la ejecución de este trabajo Roberto Bellas, sin cuya inestimable e incondicional ayuda este trabajo no habría sido posible mostrando durante todo este tiempo preocupación y disponibilidad en todo momento.

En segundo lugar agradecerles tanto a la Escuela Naval Militar como al Centro Universitario de la Defensa la oportunidad que me han brindado de formarme a lo largo de los 5 años como Oficial de la Armada Española y asimismo, como Ingeniero Mecánico.

También me gustaría darles las gracias a todos mis compañeros de promoción, y sobre todo a mis compañeros de camareta, con los que he vivido innumerables anécdotas que han hecho más llevadero el trabajo y de los que me llevo un recuerdo muy especial. De la misma forma, me gustaría mencionar el apoyo recibido por mis amigos de toda la vida y su preocupación en todo momento a pesar de la distancia, son sin duda mi segunda familia.

Por otro lado, de manera más personal me gustaría agradecer a mi familia todo el apoyo que me han dado, no sólo en este último año con todos los hitos importantes a los que me he enfrentado sino también por toda su preocupación por mi bienestar a lo largo de los cinco años. A mis padres, a mis hermanos y a mi hermana, cualquier palabra de agradecimiento se queda pequeña con vosotros.

CONTENIDO

Contenido 1
Índice de Figuras 3
Índice de Tablas 4
1 Introducción y objetivos 5
1.1 Introducción 5
1.2 Objetivos del TFG 6
1.3 Metodología del Proyecto 6
1.4 Organización de la memoria 6
2 Estado del arte 8
2.1 El fuego 8
2.1.1 Definición de fuego 8
2.1.2 Química del fuego 9
2.1.3 Conceptos básicos 9
2.1.4 Transmisión de calor 10
2.1.5 Tipos de incendios 10
2.2 Extinción de incendios 11
2.2.1 Métodos de extinción 11
2.3 Sistemas fijos de extinción de incendios 14
2.3.1 Sistemas de agua 14
2.3.2 Instalación fija de espuma 22
2.3.3 Instalación fija de CO2 22
2.3.4 Otros gases alternativos al CO2 23
2.4 Empresas especialistas en sistemas CI 27
3 Desarrollo del TFG 29
3.1 Descripción de los BAC de la Armada Española 29
3.1.1 BAC “Cantabria” 29
3.1.2 Comparativa de sistemas CI y elección 32
3.1.3 Fundamentos teóricos sobre máquinas de fluidos 33
3.1.4 Cálculo de la instalación CI 39
3.1.5 Especificaciones técnicas 59
4 Resultados 64
4.1 Comparativa 64
4.2 Diseño de la red de tuberías 64

4.3 Cálculos hidráulicos de la red de tuberías 64
4.4 Elección de bomba y resto de equipos.....64
5 Conclusiones y líneas futuras.....66
5.1 Conclusiones.....66
5.2 Líneas futuras.....66
6 Bibliografía 67
Anexo I: Hojas técnicas de equipos 70
Anexo II: Listado de equipos.....99
Anexo III: Cálculo hidráulico FHC 104
Anexo IV: Presupuesto 139
Anexo V: Planos de la red de tuberías y sistema de control.....143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Tetraedro del fuego [3] 9
Figura 2-2 Extinción por enfriamiento [4] 11
Figura 2-3 Extinción por sofocación [5] 12
Figura 2-4 Extinción por dilución [6] 12
Figura 2-5 Incendio en una tubería generado por gas [7] 13
Figura 2-6 Extinción por medios químicos [8] 13
Figura 2-7 Unidad de bombeo [10] 19
Figura 2-8 Batería de botellas [3] 20
Figura 2-9 Válvula direccional [12] 20
Figura 2-10 Símbolo del certificado de marina [16] 27
Figura 3-1 BAC 'Cantabria' [17] 29
Figura 3-2 Rotor o rodete [18] 34
Figura 3-3 Fuerza centrífuga [19] 34
Figura 3-4 Ecuación de Bernoulli 35
Figura 3-5 Relación entre presión y caudal para distintos factores 'k' [20] 37
Figura 3-6 Boquilla K6 [21] 40
Figura 3-7 Medidas de la boquilla K6 [21] 41
Figura 3-8 Patrón de pulverización de la boquilla K6 a 8 bares [21] 41
Figura 3-9 Requerimientos de espacio K6 protección local [21] 43
Figura 3-10 Boquilla B1 [22] 45
Figura 3-11 Dimensiones de la boquilla B1 [22] 46
Figura 3-12 Instalación boquillas B1 [22] 47
Figura 3-13 Utilización de la fórmula de Hazen Williams [25] 49
Figura 3-14 Red de tuberías diseñada (Vista general) 51
Figura 3-15 Red de tuberías diseñada 51
Figura 3-16 Cálculo preliminar en el FHC 53
Figura 3-17 Selección de la bomba en el catálogo de Grundfos [26] 54
Figura 3-18 Comparativa Grundfos CR 64 y Grundfos CR 90 [26] 55
Figura 3-19 Curva H-Q Grundfos CR 90-6 [26] 56
Figura 3-20 Panel de control ACS01.100 en puente 57
Figura 3-21 Panel de disparo ACS01.209 en CCC [27] 58
Figura 3-22 Pulsador de disparo RP01 [27] 59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Agentes extintores en el programa SNAP de la EPA [13] 24
Tabla 2-2 Fabricantes de sistemas CI [16].....28
Tabla 3-1 Características del BAC ‘Cantabria’ [17].....31
Tabla 3-2 Comparativa sistemas CI.....33
Tabla 3-3 Versiones, aplicaciones, estándares y normas [21] 40
Tabla 3-4 Características boquilla K6 Pacific [21].....42
Tabla 3-5 Características boquilla K6 Skagerrak [21].....42
Tabla 3-6 Características de la boquilla B1 Hudson [22] 45
Tabla 3-7 Características de la boquilla B1 Bengal [22] 46
Tabla 3-8 Estándares de B1 [22].....46
Tabla 3-9 Número de boquillas requeridas e instaladas 47
Tabla 3-10 Comparativa Grundfos CR 64 y Grundfos CR 90 [26].....55

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

Desde hace muchos siglos atrás, el hombre se ha servido de los barcos como uno de sus principales medios de transporte tanto de personal como de mercancías. Algunos ejemplos son antiguas flotas de carácter bélico como la árabe en el siglo VII, el tráfico de mercancías procedentes de las colonias durante el siglo XVII, o ya más recientemente el tráfico marítimo, el cual actualmente es indispensable para el funcionamiento del comercio internacional.

Teniendo esto en cuenta, es lógico pensar que en todos sus años de historia, los barcos han experimentado todo tipo de catástrofes. Dentro de las diferentes vicisitudes que se pueden dar a bordo de un buque en la mar encontramos los incendios. Hasta hace poco más de un siglo, cuando los navíos eran de madera, un incendio suponía un contratiempo de una magnitud prácticamente irremediable. La revolución industrial y la llegada del acero a la construcción naval, facilitó en su día una reducción de este riesgo, no obstante, sigue siendo uno de las principales causas que pueden provocar la pérdida de un buque si no se actúa de manera correcta y no se cuenta con las instalaciones pertinentes para combatir dicha incidencia.

La mejora de la seguridad en los barcos no es algo novedoso, sino que es un tema en el que se ha estado investigando muchos años y han sido muchas las personas y las organizaciones que han tratado de elaborar recomendaciones y normas con el fin de reducir al mínimo las pérdidas, tanto materiales como personales, que en las posibles incidencias ocurridas a bordo se puedan producir.

El convenio SOLAS (Safety Of Life At Sea) está considerado como el más importante de todos los tratados que pretenden regular la seguridad de los buques mercantes, además, los sistemas contraincendios de las marinas de guerra, a menudo se basan en las reglas IMO-SOLAS a pesar de que por su carácter militar no están obligadas a hacerlo. El convenio ha sido modificado en numerosas ocasiones desde su creación en 1914 motivada por el hundimiento del Titanic, y, actualmente, la versión vigente se conoce como “Convenio SOLAS, 1974, enmendado”. [1]

Son muchos los aspectos que se regulan con este documento, y, por lo tanto, es necesario que existan organismos que regulen el cumplimiento de dichas disposiciones. Esta responsabilidad recae sobre las autoridades de bandera y sobre las Sociedades Clasificadoras de buques IACS (International Association of Classification Societies LTD) [2] las cuales realizan una importante aportación a la seguridad marítima contribuyendo en los ámbitos técnico, de verificación e investigación y desarrollo. De hecho, más del 90% de los buques de transporte de mercancías tienen su diseño acorde a lo determinado por doce de estos organismos.

1.2 Objetivos del TFG

Los objetivos planteados para este Trabajo de Fin de Grado son realizar un estudio de requerimientos y diseño de un sistema contraincendios por agua pulverizada para el caso concreto de los Buques de Aprovisionamiento de Combate de la Armada Española. Valiéndose de programas de diseño y cálculo como AutoCAD y FHC se realiza una instalación que cumple los requerimientos. Como objetivos durante este proceso se establecen los siguientes:

- Estudiar los requerimientos de la normativa de seguridad actual: SOLAS y FSS de la Organización Marítima Internacional y Capítulo VI de Nato Naval Ship Code (NSC).
- Evaluar los distintos sistemas contra incendios mediante agua existentes y seleccionar en función de su efectividad, coste y espacio requerido, el más adecuado.
- Diseño del sistema, confeccionando planos y lista de materiales.

1.3 Metodología del Proyecto

La metodología empleada para realizar el presente Trabajo de Fin de grado ha sido la siguiente:

- Estudio de la normativa que afecta a la seguridad marítima: Nato Naval Ship Code (NSC), IMO SOLAS, Fire Safety System Code (FSS) y reglas establecidas por diferentes sociedades clasificadoras.
- Estudio de requerimientos de la plataforma donde se diseña la instalación CI (BAC Armada Española)
- Estudio de los diferentes medios de CI gracias a la documentación existente en la Armada Española y otras fuentes
- Comparación de los diferentes medios de CI y justificación de la elección
- Diseño del sistema CI en base a la documentación y normativa anteriormente citada con la ayuda de programas CAD para el diseño de planos
- Realización de los cálculos hidráulicos con la ayuda de programas informáticos
- Selección de los componentes que forman parte de la instalación en base a su eficiencia y coste

1.4 Organización de la memoria

El presente trabajo está organizado en 6 capítulos acompañados de 5 anexos según la siguiente distribución:

En el capítulo 1 Introducción y objetivos se hace una introducción al ámbito en el que se encuadra el trabajo. Posteriormente se habla de los objetivos planteados en su realización para luego dar paso a la metodología empleada durante ese proceso. Como apartado final de este capítulo se incluye la organización de la memoria.

Tras exponer en el primer capítulo las razones que motivaron la realización de este TFG y los objetivos que se pretenden alcanzar con el mismo se realiza en el capítulo 2 Estado del arte una revisión de la normativa actual existente sobre este tema en base a la cual se ha desarrollado el presente trabajo

En el capítulo 3 Desarrollo del TFG se explican las siguientes fases:

- Identificación de zonas a proteger en el BAC Cantabria para cumplir con la normativa
- Selección del sistema de protección contraincendios más adecuado
- Utilización del software de cálculo FHC para dimensionar de forma óptima la red de tuberías, disminuyendo las pérdidas de carga
- Elección de la bomba necesaria para el caudal y presión que requiere la red
- Listado de componentes necesarios: tubería, válvulas y accesorios

- Diseño preliminar del sistema de control

A continuación en el capítulo 4 Resultados se analizarán los resultados obtenidos y se comentarán sus ventajas.

En el capítulo 5 Conclusiones y líneas futuras se extraen conclusiones acerca del diseño de la instalación CI diseñada así como se proponen posibles vías de investigación a seguir para los futuros trabajos sobre este tema.

2 ESTADO DEL ARTE

En este apartado se explicarán los fundamentos del fuego en lo que respecta a los elementos necesarios para su aparición y sus fuentes basándose, sobre todo, en la información que se recoge en la I-CP-01(A) [3]. Además, se explicarán determinados conceptos y definiciones básicos que permitirán entender mejor las técnicas de extinción.

2.1 El fuego

2.1.1 Definición de fuego

El fuego es una reacción de combustión exotérmica, por lo que, genera luz y calor, y además va acompañada de humo y/o llamas. Más concretamente es una reacción de oxidación-reducción, es decir, uno de los dos materiales de la reacción (denominado oxidante) gana electrones mientras que el otro (denominado reductor) los cede. A estos dos elementos se les conoce como **comburente** y **combustible** respectivamente.

Es importante hacer hincapié en la diferencia entre fuego e incendio, ya que el primero es un proceso controlado en todo momento por el hombre mientras que el segundo es un suceso que ocurre sin control en el espacio y tiempo.

Para que la reacción pueda tener lugar, además de tener estos dos elementos presentes, es necesaria una determinada cantidad de energía, la cual se conoce como energía de activación y que generalmente suele ser calor.

Por lo tanto, es imprescindible tener claro que para que el fuego pueda tener lugar, es necesaria la presencia de estos tres elementos, los cuales forman el denominado **triángulo del fuego**.

Cabe destacar que aunque esos tres elementos son los principales para que se pueda producir un incendio, existe un cuarto elemento llamado reacción en cadena el cual es recogido por numerosas investigaciones posteriores. La **reacción en cadena** consiste en una reacción química entre los radicales libres que se generan en la combustión y el combustible, generándose en este proceso gran cantidad de calor. Teniendo en cuenta esta última idea, algunos expertos hablan de **tetraedro del fuego (**Figura 2-1 Tetraedro del fuego), en lugar del triángulo del fuego antes mencionado, no obstante, no es recogido así por todos los documentos.

Como se verá más adelante, las técnicas de extinción de incendios tienen su fundamento en la ruptura de este triángulo, es decir, en evitar la relación entre dos o más de los elementos.



Figura 2-1 Tetraedro del fuego [3]

2.1.2 Química del fuego

Una vez establecidas las premisas necesarias para la aparición del fuego, es conveniente conocer con más detalle cuales son estos elementos y sus características.

2.1.2.1 Comburente

Se conoce como comburente a una especie química capaz de oxidar un combustible, es decir, capaz de recibir electrones procedentes de este. De forma general el comburente es el oxígeno presente en el aire, el cual se encuentra en una proporción aproximada del 21%, sin embargo, una pequeña parte del oxígeno necesario para la combustión puede ser obtenido del propio combustible. Para conseguir la combustión es necesario que el comburente entre en íntimo contacto con el combustible y se produzca el intercambio de electrones.

2.1.2.2 Combustible

Se define como combustible a cualquier sustancia, líquida o gaseosa, que a una determinada temperatura (alcanzada por un aporte de energía) produce una serie de vapores, los cuales en contacto con un comburente (oxígeno) genera una reacción de combustión.

La oxidación siempre tiene lugar en presencia de un agente oxidante, pero a temperatura ambiente, esta reacción ocurre tan lentamente que es prácticamente imperceptible. Cuando se eleva la temperatura la oxidación se hace más rápida y genera gran cantidad de calor siendo entonces cuando se alcanza la temperatura de auto-ignición y aparece la llama.

Existen combustibles cuyo estado en condiciones ambientales es sólido (carbón mineral o madera), líquido (productos de destilación del petróleo como la gasolina) y gaseoso (metano o propano). A bordo de los buques el combustible se almacena en estado líquido.

2.1.2.3 Energía de activación

Es la cantidad de energía que es necesaria aportar a la mezcla combustible-comburente para comenzar la reacción de combustión. Esta energía puede ser provocada de forma intencionada como por ejemplo la chispa de una bujía en un motor de combustión o de forma accidental como la generada por un cortocircuito.

2.1.3 Conceptos básicos

Existen tres temperaturas o puntos clave en la química del fuego que conviene diferenciar. En primer lugar, la **temperatura o punto de inflamación** es aquella en la que un combustible comienza a emitir vapores los cuales en presencia de oxígeno y de una llama generan una pequeña explosión

que se apaga acto seguido. Por otro lado, la **temperatura o punto de combustión** se diferencia de la anterior en que la mezcla, tras producirse la pequeña explosión continúa ardiendo. Por último la **temperatura o punto de auto-ignición** es aquella en la que la mezcla de gases arde de forma espontánea, no siendo necesaria la presencia de ninguna fuente de calor para conseguirlo.

En base a esto se define el **límite de inflamabilidad o explosión**. Cuando la proporción de comburente es muy superior a la de combustible se dice que la mezcla es pobre, ya que no es posible la propagación de la llama. En el caso en el que el combustible es mucho más abundante que el comburente se dice que la mezcla es demasiado rica y la llama tampoco se propaga. Entre estos dos valores se establece el **margen explosivo**, en el cual la mezcla está en las proporciones adecuadas para que se produzca la propagación de la llama.

2.1.4 Transmisión de calor

Como se ha visto anteriormente no es posible comenzar la reacción sin un aporte energético por parte de una fuente. Esta fuente energética es normalmente una fuente calorífica, la cual puede realizar el intercambio de calor de tres formas diferentes: conducción, convección y radiación.

En la **conducción** la transferencia de calor se hace por contacto físico entre dos cuerpos, bien porque están en contacto directo entre ellos o bien a través de un medio conductor que puede estar en cualquier estado. La presión en este método de transmisión juega un papel importante siendo su aumento directamente proporcional a la velocidad de transmisión.

En cuanto a la **convección**, consiste en el intercambio de calor por movimiento de un fluido. Un ejemplo claro es el del aire, el cual transmite el calor en sentido vertical y hacia arriba (aunque la corriente de aire puede transmitir el calor en cualquier dirección) debido a su aumento de volumen y ascenso al ser calentado.

Por último, la **radiación**, se basa en la transmisión de calor a través de las ondas transmitidas por los cuerpos los cuales las pueden emitir a diferentes longitudes de onda. Esta transmisión se podría realizar también en el vacío, y la absorción de estas ondas depende de las características del cuerpo que las absorbe como por ejemplo el color oscuro o claro.

2.1.5 Tipos de incendios

La norma UNE- 2-1994/A1 2005 recoge varias clases de fuego en función del tipo de combustible, sin embargo esta norma no hace referencia a los fuegos en equipos eléctricos conectados a tensión los cuales requieren tener unas precauciones especiales. A continuación se definen los diferentes tipos de fuegos existentes teniendo en cuenta los antes mencionados.

Incendio clase “A”

Son todos los incendios generados por combustibles en estado sólido y que por lo tanto generan llamas y brasas (madera, tejidos, carbón, papel, etc.). Es preciso tener en cuenta que los metales no entran dentro de este tipo de incendios.

Incendio clase “B”

Incendios provocados por combustibles en estado líquido (gasolina, fuel, etc.) o sólido licuable (grasas, parafina, etc.).

Incendio clase “C”

Son los provocados por sustancias que en condiciones normales de presión y temperatura se encuentran en estado gaseoso (propano, metano, butano, etc.).

Incendio clase “D”

Incendios que tienen lugar en metales combustibles, generalmente alcalinos o alcalinotérreos aunque también pueden tener lugar en metales de transición (Al, Na, Mg, etc.).

Incendio clase "E"

Los producidos en elementos o equipos conectados a tensión (motores, transformadores, etc.) o bien de la clase "A","B","C","D" en presencia de equipos eléctricos con tensión.

Incendio clase "F"

Es también conocido en determinadas ocasiones como incendio clase "K" aunque su denominación más extendida es "F". Se trata de los incendios producidos en ambientes de cocina debidos a la utilización de productos para cocinar como aceites o grasas.

2.2 Extinción de incendios

A continuación se definen los diferentes métodos de extinción de incendios que como ya se expuso anteriormente, tienen su fundamento en romper uno de los 4 elementos que forman el tetraedro del fuego.

2.2.1 Métodos de extinción

Para conseguir acabar con un incendio es preciso atacar a la reacción de combustión que lo causa. Existen cinco métodos que afectan de diferente manera a esta reacción, estos son: enfriamiento, separación del agente oxidante del material combustible, dilución o supresión del combustible y mediante la utilización de medios químicos.

2.2.1.1 Enfriamiento

Consiste en reducir la temperatura del combustible hasta el punto en el que se reduzca la emisión de vapores que dan lugar a la combustión y provocando por lo tanto que se reduzca la concentración de estos en la mezcla y cese la reacción química.

Para este tipo de extinción tiene especial relevancia el tipo de agente extintor que se va a emplear. El más utilizado, por ser también el más efectivo, es el agua, el cual tiene un calor específico y latente por encima de la mayoría de elementos extintores que se puedan utilizar.



Figura 2-2 Extinción por enfriamiento [4]

Dentro del enfriamiento existen dos métodos, por un lado, el **enfriamiento por ventilación**, consiste en ventilar un incendio para ayudar a controlarlo, su finalidad es la de que los gases que no han combustionado se expandan o eliminen de la zona de peligro, no obstante se debe tener especial precaución a la hora de utilizarlo ya que puede proporcionar la cantidad de oxígeno que le falta a la mezcla para realizar la combustión. Por otro lado, el **enfriamiento por gases inertes** extingue el

incendio porque estos gases además de diluir los gases que componen la mezcla comburente-combustible, absorben calor y por lo tanto realizan el enfriamiento en sí.

2.2.1.2 Separación del agente oxidante del combustible

Este método basa su efectividad en la sofocación, es decir, en separar el comburente del combustible y evitando por lo tanto que el incendio se alimente de oxígeno. Este tipo de extinción se realiza mediante espuma y anhídrido carbónico. Es importante tener en cuenta que para que el incendio se apague por completo es necesario que la separación comburente-combustible se mantenga el tiempo suficiente como para que el combustible baje su temperatura por debajo de la de auto-ignición además de no dejar ningún foco de ignición. No todos los incendios pueden ser apagados con este método, de hecho, generalmente no es efectivo con incendios en sólidos y cuando el foco de ignición desprende oxígeno es totalmente inefectivo como es el caso del nitrato de celulosa.



Figura 2-3 Extinción por sofocación [5]

2.2.1.3 Dilución o supresión del combustible

Este proceso consiste en la aportación de aire en una cantidad tal, que permita que la mezcla aire-combustible se diluya. Si se consigue que lo haga por debajo del límite bajo de propagación de la llama o que esta se aleje del combustible a una velocidad mayor que la velocidad de propagación de la llama se conseguirá extinguir el fuego. Un claro ejemplo de este tipo de extinción es el que ocurre cuando se apaga una cerilla al soplar (Figura 2-4 Extinción por dilución).



Figura 2-4 Extinción por dilución [6]

2.2.1.4 Supresión del combustible

Esta clase de extinción se realiza cuando hay un incendio en un líquido miscible en agua como puede ser el caso del alcohol. Lo que se pretende es diluir el combustible para reducir el punto de inflamación hasta un punto en el que es posible apagar el incendio. Cuando se trata de un incendio provocado por un gas, el método más efectivo es cortar el suministro de combustible, es decir, el suministro de gas. En otros casos el único método efectivo es retirar el combustible de la zona del incendio como puede ser en el caso de una pila de carbón o un silo.



Figura 2-5 Incendio en una tubería generado por gas [7]

2.2.1.5 Extinción por medios químicos

Los agentes extintores de este tipo más empleados son el bicarbonato sódico, potásico y el fosfato mono amónico. El primero y el último son efectivos en incendio clase “B” pero el segundo es una o dos veces más efectivo que estos. De las sales metálicas destacan los metales alcalinos los cuales aumentan su efectividad proporcionalmente con el peso atómico.

El fosfato mono amónico tiene un funcionamiento complejo en los incendios de la clase “A”, el cual comienza con una supresión de la llama por una ruptura de la reacción en cadena seguida de una sofocación provocada por la formación de anhídrido fosfórico.



Figura 2-6 Extinción por medios químicos [8]

2.3 Sistemas fijos de extinción de incendios

En función del agente extintor que se utilice y la manera en que se utiliza se pueden distinguir varios tipos de sistemas fijos de extinción de incendios. En el ámbito marino hay varios tipos, aunque la tendencia sea la de generalizar algunos de ellos e intentar eliminar el uso de otros, motivado esto principalmente por el riesgo que entraña su uso como es el caso del CO_2. A bordo de los buques podemos encontrar instalaciones fijas de espuma, de CO_2 (con y sin manguera), de manguera de doble agente, de Halón, de carbonato potásico acuoso y de agua nebulizada o pulverizada.

Cada uno de estos sistemas puede ser explicado en detalle por su entidad, en este caso, la explicación estará centrada en el sistema de extinción por agua pulverizada o nebulizada.

2.3.1 Sistemas de agua

En primer lugar cabe resaltar que cuando hablamos de un sistema de agua pulverizada se trata de una instalación sustancialmente distinta a la que es una de agua nebulizada o de rociadores automáticos.

En primer lugar el sistema de rociadores automáticos se basa en una extinción mediante agua activada de forma automática a través de un componente que se funde por el efecto de la temperatura liberando un orificio por el que sale el agua propulsada. Su funcionamiento se basa en la sofocación y el enfriamiento y trabaja a presiones menores de 2 bares.

Por otro lado, la instalación de agua pulverizada, la cual será definida en detalle posteriormente, consiste en equipos similares a los de rociadores automáticos con la diferencia de que no disponen de ningún elemento que libere el orificio de salida del agua de la boquilla pulverizadora por acción del calor debido a que el orificio ya está abierto. Al igual que los rociadores automáticos, son un método de extinción por sofocación y enfriamiento trabajando a una presión de entre 3 y 12 bares aunque no son valores estrictos.

Por último, la instalación de agua nebulizada utiliza el agua en gotas de muy pequeño tamaño (menos de 50μ) produciendo el enfriamiento, facilitando la evaporación y reduciendo el calor. Su funcionamiento se basa en la sofocación, el enfriamiento y la separación del oxígeno. Trabajan a tres niveles distintos de presión en el abanico desde 12 a 100 bares.

Las principales ventajas que presentan los sistemas de contra incendios basados en agua son su activación inmediata, su gran eficacia de protección contra una gran variedad de incendios, su carácter respetuoso con el medioambiente y su ausencia de problemas de toxicidad, siendo esta una de las más importantes por poder actuar en los espacios a proteger habiendo personal en ellos, problema que supone una gran tara en instalaciones que trabajan con gases tóxicos.

2.3.1.1 Normativa reguladora

Actualmente, la Organización Marítima Internacional es la encargada de regular los requisitos necesarios en las instalaciones contraincendios de buques civiles a nivel mundial. A partir de esta normativa, existen diferentes organismos que comprueban estos requerimientos a través de ensayos e inspecciones periódicas como es el caso de las IACS mencionadas en la introducción de este trabajo.

Para el caso de buques militares, esta normativa no es de obligado cumplimiento, sino que por su carácter militar, posee su propia normativa, la cual en muchos casos, se basa en la establecida por la OMI. Concretamente, la INSA (International Naval Safety Association), organización que emana de la OTAN, ha sido la encargada de crear y desarrollar la NSC (Naval Ship Code), normativa que pretende cubrir los vacíos dejados por la OMI en el ámbito de la seguridad para barcos militares.

De acuerdo con esto, la instalación para un buque de carácter militar estará de acuerdo con la normativa propuesta tanto por la OMI como por la INSA.

Las normas a cumplir por parte de la instalación son, por un lado la MSC/Circ.1165 para inundación total en espacios de máquinas y bombas de carga, la MSC/Circ.1387 para extinción local en los mismos espacios, las cuales se explican brevemente a continuación; y por otro lado, todas aquellas excepciones que puedan existir y que vengan contempladas en la ya mencionada NSC.

Además, también es de especial importancia la norma A 19/Res.800 que trata sobre las directrices revisadas para la aprobación de sistemas sprinkler equivalente a lo referido en el reglamento del SOLAS II-2/12, la cual se aplica en espacios de acomodación.

2.3.1.1.1 MSC/Circ.1165

En esta norma se establecen las directrices revisadas para la aprobación de sistemas equivalentes de extinción de incendios a base de agua para los espacios de máquinas y las cámaras de bombas de carga.

Una de las cuestiones generales más importantes es demostrar que los sistemas de extinción de incendios a base de agua que se utilicen en los espacios de categoría A para máquinas y en las cámaras de bombas de carga, equivalentes a los sistemas de extinción de incendios prescritos en la regla II-2/10 del Convenio SOLAS y en el capítulo 5 del Código SSCI, tienen la misma fiabilidad que los definidos por las normas antes mencionadas.

Previamente a explicar el contenido de la norma, es preciso dejar claro a que espacios se rige la aplicación de esta.

Según el capítulo II-2 del convenio SOLAS [9], se definen como espacios de máquinas todos los espacios de categoría A para máquinas y los espacios que contengan maquinaria propulsora, calderas, instalaciones de combustible líquido, motores de vapor y de combustión interna, generadores y maquinaria eléctrica principal, estaciones de toma de combustible, maquinaria de refrigeración, estabilización ventilación y climatización, y otros espacios análogos, así como los troncos de acceso a los mismos.

Como espacios de categoría A para máquinas se entienden aquellos espacios y los troncos de acceso que contengan alguno de los siguientes:

- Motores de combustión interna utilizados para la propulsión principal
- Motores de combustión interna utilizados para fines distintos de la propulsión principal, si esos motores tienen una potencia de salida total conjunta no inferior a 375 kW
- Cualquier caldera alimentada por combustible líquido o instalación de combustible líquido, o cualquier equipo alimentado por combustible líquido que no sea una caldera, tal como generadores de gas inerte, incineradores, etc.

En cuanto a estos espacios, la norma dicta una serie de prescripciones principales para todo sistema de extinción de incendios que actúe en ellos. Algunas de estas premisas se explican brevemente a continuación por ser necesario su conocimiento de forma general no obstante la presente norma figura como anexo.

Con carácter general, los sistemas deberán poder entrar en acción manualmente y serán sometidos a ensayo con el objetivo de comprobar su funcionamiento a la hora de extinguir un incendio. Este ensayo también debe garantizar que el fuego queda efectivamente apagado sin quedar ningún foco de ignición activo que permita la reavivación del fuego.

En lo que respecta a los materiales que forman estas instalaciones, deben de poseer las características necesarias que les permitan soportar cambios de temperatura, vibraciones, humedad choques, golpes, obstrucción y corrosión; todos ellos todos ellos producidos normalmente en los espacios de máquinas de los buques.

Por otro lado, es obligatoria la presencia de unidades de bombeo redundantes capaces de compensar la pérdida de cualquier bomba de suministro sencilla, y estas, deben estar situadas fuera de las zonas a proteger.

Además, será necesaria la existencia de métodos de alarma en caso de apertura de cualquier válvula de distribución de agua, siendo estas alarmas del tipo visual y acústico.

La situación, el tipo y las características de las boquillas también están reguladas y cambian en función del compartimento al que estén destinadas a proteger. Algunas de las características que se regulan son las dimensiones, las temperaturas de trabajo y de activación, funcionamiento y resistencia en determinados aspectos o la integridad de los revestimientos de las boquillas.

Por otra parte, al final de la norma también se explican una serie de pruebas que se realizan con el objetivo de comprobar que efectivamente determinados elementos cumplen con los requisitos necesarios como son por ejemplo las pruebas de resistencia a las fugas y resistencia hidrostática, las pruebas de funcionamiento o las pruebas de exposición al calor.

Por último, se explica cómo se realiza el marcado de las boquillas estableciendo en primer lugar las marcas permanentes con las que debe contar la boquilla como pueden ser el factor K o la temperatura nominal de activación; y posteriormente se define como ha de ser la envuelta de las boquillas.

2.3.1.1.2 MSC/Circ.1387

La presente norma define las directrices revisadas para la aprobación de sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local a base de agua destinados a los espacios de máquinas de categoría A.

Los sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local a base de agua deberían permitir la supresión localizada de un incendio en las zonas que se especifican en la regla II-2/10.5 del convenio SOLAS para los espacios de máquinas de categoría A, sin que sea necesario parar el motor, evacuar al personal, apagar los ventiladores de circulación forzada de aire, o cerrar herméticamente el espacio.

El funcionamiento del sistema debe de poder ser activado de manera manual. Además para la activación del sistema no debería ser necesario tener que parar el motor, cerrar las válvulas de descarga de los tanques de combustible líquido, evacuar personal ni cerrar herméticamente el espacio; evitando de esta manera una pérdida de energía eléctrica o maniobrabilidad.

En lo que respecta a los mandos de funcionamiento, estos deben estar situados tanto dentro como fuera de los espacios a proteger y en lugares accesibles; en lo que respecta a los elementos de presión, siempre fuera de los espacios a proteger.

La instalación debe contar con alarmas del tipo acústico y visual con el fin de detectar y localizar una posible incidencia. Además, esto debe permitir que al activarse dos o más detectores el sistema se active para evitar daños irreparables a causa de la tardanza en la reacción.

En cuanto a la disposición de las boquillas, se determinan una serie de características que se deben cumplir los cuales vienen determinados por el ensayo que se anexa en la norma. No obstante, en el caso de que se siga otra distribución por razones justificadas, existe la posibilidad de realizar el correspondiente ensayo en dicha instalación, la cual será considerada como válida, toda vez que supere con éxito el mencionado ensayo.

Refiriéndose al cálculo de las dimensiones del sistema de tuberías, se mencionan como válidos los métodos de cálculo hidráulico Hazen-Williams o el método de Darcy-Weisbach con objeto de garantizar los flujos correspondientes para el correcto funcionamiento del sistema.

Los componentes del sistema deben cumplir una serie de requisitos técnicos los cuales son los mismos que para la MSC/Circ. 1165 con las correspondientes adaptaciones y enmiendas.

Finalmente, como anexo a la norma, figura el método de ensayo para los sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local a base de agua. Con este ensayo se pretende evaluar la eficacia de los sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local a base de agua, comprobando los criterios de proyecto de las redes verticales y horizontales de boquillas con el objetivo de evaluar la distancia máxima entre las boquillas, las distancias mínima y máxima de la boquilla al posible foco de incendio, el caudal mínimo de la boquilla y el ángulo de las boquillas, si procede, y la presión mínima de servicio.

2.3.1.1.3 Naval Ship Code

La Naval Ship Code (NSC) es la normativa base creada por la INSA con el objetivo de establecer el estándar mínimo internacional de seguridad en buques de las marinas de guerra de la mano de la normativa publicada por la IMO y las resoluciones y convenciones publicadas por algunos países miembros de la OTAN. Fue publicada por la OTAN como el ANEP77 (Allied Naval Engineering Publication 77) y será, para aquellas naciones que la adopten, el referente en materia de seguridad, para construir, mantener y operar los buques de guerra, de la misma manera que el convenio SOLAS lo es para los buques civiles.

La International Naval Safety Association (INSA) fue fundada en 2008 con el fin de la creación y desarrollo de la NSC. Todos los miembros participantes de esta organización tienen como principal objetivo el desarrollo de la normativa que se incluye dentro de esta publicación. La participación en esta organización está limitada a las marinas de guerra y a las sociedades de clasificación por lo que otras organizaciones no tienen permitida la participación directa, no obstante, la secretaría de la INSA tiene la función de proporcionar mejoras e innovaciones a través de todas las organizaciones que estén dispuestas a colaborar indirectamente.

Desde provisiones generales hasta evacuación y rescate pasando por comunicaciones o navegación, la NSC hace referencia a todos los aspectos relativos a la seguridad a bordo a través de una estructura dividida en 10 capítulos y un anexo, siendo este último una guía del propio documento.

Dentro de lo expuesto por esta normativa, se puede encontrar la clasificación OTAN de los barcos en los tipos A, B y C. Se habla de barco tipo A cuando tiene un número de personas a bordo de 240 o superior o posee la capacidad de transportar más de 36 pasajeros; por otro lado, los barcos tipo B son aquellos con una dotación de entre 60 y 239 personas dentro de las cuales no hay más de 36 pasajeros; y por último, se definen los barcos tipo C como los que tienen menos de 60 personas a bordo dentro de las cuales no hay más de 12 pasajeros.

En otro orden de cosas, en su capítulo 7, la NSC hace referencia a la seguridad en relación con los incendios. De forma resumida, en este capítulo se habla de que para obtener una seguridad contraincendios eficaz, el buque y sus disposiciones deben ser diseñados, construidos, mantenidos y operados de tal manera que, en la medida de los posible, el fuego pueda ser prevenido, detectado, contenido y extinguido manteniendo las funciones esenciales de seguridad durante y después de la aparición de un incendio.

Dentro de las disposiciones establecidas en el capítulo 7, las cuales están basadas en gran parte en lo expuesto en el convenio SOLAS, se hará referencia más adelante a aquellas que afectan directamente a la instalación objeto de este trabajo explicando detalladamente todos los puntos necesarios para clarificar y delimitar los elementos que componen a esta.

2.3.1.2 Instalación fija de agua pulverizada

En este apartado se pretende realizar una explicación de los elementos que componen una instalación fija de agua pulverizada de forma general. Estos elementos no coinciden fielmente con los elementos que llevará implementados la instalación objeto del trabajo, no obstante, servirán para hacer ver al lector los requisitos generales que debe cumplir, junto con las especificaciones determinadas por la normativa vigente que se explicarán más adelante.

En toda instalación de agua pulverizada se pueden encontrar como elementos concurrentes una unidad de bombeo, una batería de botellas auxiliares, una serie de válvulas direccionales instaladas en las tuberías del circuito, boquillas pulverizadoras, cuadros de potencia, mando y control y por último diferentes accesorios.

2.3.1.2.1 Unidad de bombeo

Tanto la unidad de bombeo como la batería de botellas tienen como objetivo el aportar la presión necesaria al circuito que permita la impulsión del agua desde estos elementos, hasta las boquillas pulverizadoras instaladas en los espacios a proteger a través de las tuberías del circuito.

La unidad de bombeo está integrada por motores eléctricos y una o varias bombas principales y al menos una bomba de reserva. Cada motor mueve una o dos bombas.

Las bombas aspiran agua de un tanque atmosférico con una capacidad determinada que se llena a través del circuito de agua potable. Este tanque cuenta con tres detectores de nivel en su interior. Dos de ellos son de nivel alto y bajo y su función es la de regular la entrada de agua en el tanque a través de la válvula de suministro. Por otro lado el tercero de los indicadores es el que marca el mínimo nivel de agua permitido, y su origen viene motivado por la protección de las bombas, las cuales al trabajar en vacío corren riesgo de sufrir daños.

Las bombas impulsan el agua a través de un colector general y unas válvulas reguladoras, las cuales llevan el agua a un piano de válvulas direccionales desde donde el agua llega a las diferentes boquillas pulverizadoras situadas en los espacios a proteger.

Al colector general hay conectados dos presostatos que garantizan que la presión de descarga de las bombas está por encima del valor mínimo de funcionamiento.

El sistema de bombeo se completa con tuberías de recirculación del agua, bombas/ tanque, a baja presión para pruebas de funcionamiento y mantenimiento.

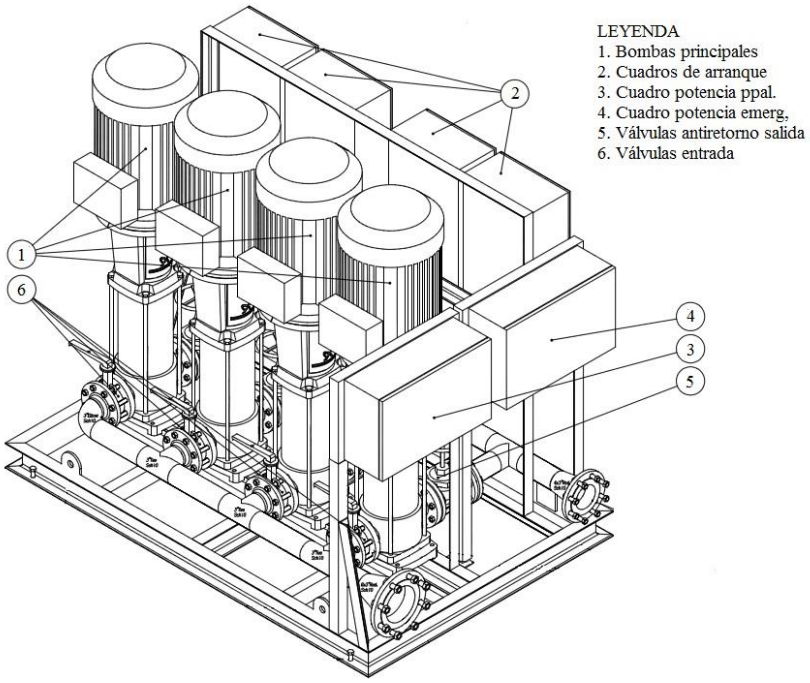


Figura 2-7 Unidad de bombeo [10]

2.3.1.2.2 Batería de botellas auxiliares

Antes de comenzar a explicar este apartado, cabe resaltar que a pesar de que en la normativa vigente de la Armada Española viene recogido este elemento como esencial en la instalación, esta imposición fue hecha en su momento en base a la normativa vigente por aquel entonces, no obstante, actualmente según la MSC/Circ.1165 [11] no es obligatoria la presencia de este elemento.

En caso de que una unidad de bombeo no pueda utilizarse por fallo de energía eléctrica, se puede contar con dos baterías de botellas, formada cada una de ellas por una botella de Nitrógeno y las otras tres de agua.

Las botellas de agua están comunicadas con el sistema de agua potable por lo que en el caso de utilizarlas se podría proceder al relleno de las botellas directamente.

En la cabeza de cada botella de agua se monta una válvula que permite:

- La entrada de nitrógeno a alta presión

- La salida de agua presurizada hacia el colector general

- El rellenado de las botellas

- Mediante unas válvulas de bola, la purga de las mismas durante el llenado.

En la cabeza de la botella de nitrógeno hay instalada una válvula de descarga que puede ser activada eléctricamente o manualmente en local y por control remoto. Además, en esta botella hay instalado un presostato que se activa cuando la presión baja del nivel mínimo de funcionamiento.

Un latiguillo flexible une la botella de nitrógeno con la primera de agua, y entre esta primera de agua y las otras dos, la unión es mediante tuberías rígidas, con una válvula antiretorno entre ellas.

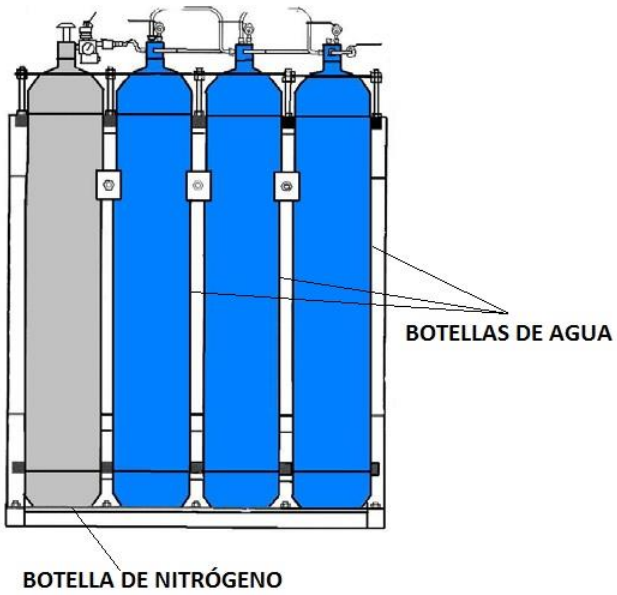


Figura 2-8 Batería de botellas [3]

2.3.1.2.3 Válvulas direccionales

Estas válvulas irían montadas independientemente sobre un colector común y que normalmente están cerradas. Pueden abrirse eléctrica o manualmente permitiendo el paso de agua presurizada a la zona deseada. Están distribuidas de manera que protejan los siguientes espacios:

- La cámara de máquinas, una al techo y otra a la sentina.
- La cámara de máquinas auxiliar
- La cámara de generadores y guardacalor, ambos de babor
- La cámara de generadores y guardacalor, ambos de estribor

En cada una de las válvulas hay instalado un presostato con un indicador que permite comprobar que el sistema trabaja por encima del valor límite inferior de funcionamiento.



Figura 2-9 Válvula direccional [12]

2.3.1.2.4 Boquilla pulverizadora

En función del tipo de boquilla instalado se conseguirán unos resultados u otros en cuanto a tamaño de la gota y cantidad de agua utilizada. En cuanto a la presión a la que trabajan, también es variable puesto que no hay un valor determinado en la normativa reguladora.

No obstante, si es de obligado cumplimiento que estas boquillas cumplan con los requisitos determinados en la normativa en función de los espacios a los que estén destinadas a proteger, es decir, para el caso de que su función sea la de protección local, deberán cumplir con lo expuesto en la MSC/Circ. 1387, y para el caso de la inundación total, con lo determinado por la MSC/Circ. 1165. Las características que deben cumplir para cada caso se explicarán en apartados posteriores con el correspondiente detalle, haciendo referencia a las boquillas utilizadas en la instalación proyectada.

2.3.1.2.5 Cuadro de potencia, mando y control

El sistema, tanto de la unidad de bombeo como de la batería de botellas auxiliar, se pone en marcha, se para y se controla por medio de los cuadros eléctricos y electrónicos siguientes:

Cuadro de control central.

Está situado en el Centro de Control Central, y desde él se puede ordenar mediante pulsadores:

- El arranque y la parada de los motores de la unidad de bombeo
- Disparo de cada una de las baterías de botellas
- Apertura y cierre de las válvulas direccionales
- Apertura de la válvula de agua dulce después de disparar el sistema

También recibe señales de los aparatos instalados en los circuitos mediante pilotos:

- Paso de agua por válvulas direccionales
- Baja presión en botellas de nitrógeno (en caso de estar instaladas)
- Baja presión en descarga de bombas
- Bombas en marcha
- Niveles bajo y mínimo de agua en el tanque

A través de un autómata se paran las bombas cuando el indicador de nivel mínimo se activa, además también se actúa sobre la válvula de alimentación de agua de una forma u otra en función de si el indicador que se activa es el de nivel bajo o alto.

Cuadro de potencia y mando de bombas

Situado en el tanque permite el arranque de los motores de la unidad de bombeo así como controlar la alimentación eléctrica de los mismos.

Cuadro auxiliar de bombas de agua

Ubicado en el compartimento donde están la unidad de bombeo y las baterías auxiliares de botellas.

Su misión es la de recibir y transmitir al cuadro de control central y a los cuadros locales de la cámara de máquinas y cámara de máquinas auxiliar las siguientes señales:

- Motores en marcha
- Mínimo nivel de agua en el tanque (parada de bombas)
- Bajo y alto nivel de agua en el tanque
- Presión correcta de impulsión de agua
- Apertura y cierre de la válvula de alimentación de agua al tanque

Cuadro local de cámara de máquinas

Permite:

- Arrancar las bombas de la unidad de bombeo
- Abrir las válvulas direccionales de la cámara de máquinas y sentina de la cámara de máquinas
- Disparar las botellas de nitrógeno (en caso de estar instaladas)

Cuadro local de cámara de máquinas auxiliar

Tiene las mismas funciones que el cuadro local de cámara de máquinas con la salvedad de que el compartimento sobre el que actúa es la cámara de máquinas auxiliar.

2.3.2 Instalación fija de espuma

La misión que tiene este tipo de instalaciones es la de conseguir la formación, distribución y aplicación de una mezcla de espuma acuosa AFFF (Aqueous Film Forming Foam) con agua procedente del colector CI en lugares donde pueden producirse incendios en presencia de combustibles y aceites. Para el caso de este trabajo se implementará en la sentina de la cámara de máquinas.

Las estaciones de espuma de alta capacidad van instaladas en la cubierta de Seguridad Interior en los buques de la Armada. En un Buque de Aprovisionamiento de Combate por lo tanto, deberá ir instalada en la Segunda Cubierta. Pueden ser accionadas mediante motor de agua y/o motor eléctrico/bomba de inyección.

De forma general sus principales componentes son el depósito de espumógeno (concentrado químico que en la proporción adecuada es capaz de producir espuma al mezclarlo con agua), una bomba eléctrica o motor de agua, unas válvulas de control y unas válvulas piloto.

El funcionamiento comienza una vez que se arrancan las bombas hidráulicas del circuito, las cuales trasladan el agua hasta los diferentes riesgos, en ese momento, el líquido espumógeno sale del depósito recorriendo la tubería hasta que entra en contacto con el agua que proviene de la bomba CI. En función de la concentración del espumógeno saldrá un tipo de espuma u otro, para el caso de la instalación de este trabajo se utilizará un 1% de AFFF. Una vez que se ha producido la mezcla agua-espumógeno se forma una capa flotante sobre los líquidos inflamables que extingue el incendio por sofocación y enfriamiento, cortando la formación de vapores combustibles y el contacto del oxígeno con ellos. Es por esto que se ha de tener especial precaución a la hora de aplicar la espuma evitando que esta caiga como un chorro sobre los líquidos inflamables y que pueda de esta forma propagar el incendio. A fin de evitar esta situación, la aplicación de la espuma se debe realizar sobre un mamparo vertical de forma que por efecto de la gravedad caiga sobre el líquido a extinguir, evitando de esta forma el problema antes mencionado.

2.3.3 Instalación fija de CO2

Este tipo de instalaciones basa su funcionamiento en la conducción del CO_2 desde las botellas portadoras del gas hasta la zona de incidencia, bien mediante mangueras (instalaciones de manguera y carretel) o bien mediante un circuito de tuberías, el cual se controla mediante el cierre y apertura de las válvulas de control correspondientes. En función del riesgo que se quiera proteger se utilizará un tipo u otro de instalación.

El dióxido de carbono es un gas incoloro que se encuentra presente en la atmósfera en una proporción de 0,35%. Es utilizado por su capacidad extintora la cual se basa en el desplazamiento del oxígeno de los alrededores del foco de ignición debido a que es 1,5 veces más denso que el aire. Las concentraciones de este en las instalaciones CI son de entre el 30% y el 70%.

El principal inconveniente que presenta este tipo de instalaciones es que el CO_2 puede provocar la muerte por asfixia en el personal que se encuentre en el compartimento en el que actúa el gas. La magnitud en que afecta a cada persona depende de la concentración que haya de CO_2 y en gran medida también de la constitución física del individuo. Los primeros síntomas que se padecen son la pérdida del conocimiento dentro de los primeros 30 segundos aproximadamente pudiendo producirse en este tiempo un paro cardíaco. No obstante, si el individuo permanece durante un tiempo prolongado superior a 3 minutos, existe la posibilidad de padecer graves daños cerebrales.

En concentraciones de entre el 7 y el 10%, las cuales se podrían dar perfectamente en un compartimento protegido y con pérdidas en el sistema, se apreciarán síntomas de aumento de la frecuencia respiratoria, que aumentarán proporcionalmente con la concentración de CO_2 hasta llegar a la pérdida de la conciencia.

La apariencia del CO_2 es de una especie de nube blanca provocada por las pequeñas partículas de hielo que son transportadas con el vapor. Además, debido a la baja temperatura, se forma una pequeña condensación de vapor de agua a partir del aire atmosférico que persiste durante un tiempo en forma de niebla una vez que las partículas de hielo antes mencionadas se depositan o hayan sublimado.

La capacidad de enfriamiento del hielo seco permite reducir de manera notoria la temperatura después de un incendio, no obstante, cuando se trate de incendios en presencia de equipos que sean muy sensibles a los cambios de temperatura se debe tener especial precaución en no realizar descargas directas sobre estos.

Una de las consideraciones más importantes que se debe hacer al utilizar esta instalación CI son las características de la vía de escape para el personal que se pueda encontrar afectado por su activación. Se deberá evitar en todo momento que esta vía sea de difícil acceso o que posea obstáculos en su camino que impidan realizar un escape de manera rápida. Por otro lado también se deberá tener en cuenta que el compartimento no sea demasiado grande como para tener que recorrer una distancia que realmente sea excesiva para una persona de características normales. A todo esto hay que sumarle que toda persona que se vea obligada a utilizar esta vía de escape no estará en condiciones normales, sino que, el simple hecho de verse sorprendido por las alarmas y por la situación hace mucho más difícil que su reacción sea tan rápida como en un simulacro.

Todas estas consideraciones se deben de realizar con especial relevancia cuando el dióxido de carbono sea utilizado en compartimentos que estén normalmente ocupados, y en aquellos en los que se realicen mantenimientos y recogida/almacenamiento de material.

Las precauciones de seguridad para estos sistemas son de especial importancia. La descarga del CO_2 puede originar descargas eléctricas estáticas. Esto podría suponer un grave problema si tiene lugar en una atmósfera explosiva, por ello todos los equipos y elementos que estén sometidos a la acción del agente extintor deberán estar convenientemente conectados a una masa.

Debido al hueco generado por la prohibición del uso de los sistemas CI por Halón-1301, el cual tiene un grado de toxicidad mayor y además afecta en mayor medida a la capa de ozono, la utilización de sistemas CI que utilizan el dióxido de carbono como agente extintor se ha incrementado de manera notoria últimamente, sobre todo en buques de nueva construcción.

2.3.4 Otros gases alternativos al CO2

Como se ha mencionado anteriormente, en la actualidad algunos agentes halogenados han sido prohibidos por el Convenio SOLAS. Así, en el capítulo II-2 [9] de este reglamento se cita textualmente “Se prohibirán los sistemas de extinción de incendios que usen Halón 1211, 1301 y 2402 así como perfluorocarbonos”.

Los halones son hidrocarburos halogenados que tienen la capacidad de extinguir el fuego mediante la captura de radicales libres que se generan en la combustión. El grado en el que afectan a la capa de ozono ha provocado que recientemente se haya prohibido su uso a bordo de los buques, no obstante, antes de que tuviese lugar esta prohibición, eran los productos extintores más eficaces para combatir el fuego, ya que, sumado a su alto poder de extinción son también fáciles de proyectar y de almacenar.

Como consecuencia, se han realizado sucesivas investigaciones con el fin de obtener un conjunto de sustitutos químicos, mezcla de gases inertes o técnicas alternativas a los halones que eviten dañar

o inutilizar los equipos, tengan iguales propiedades de extinción y sean inocuos para las personas si se tiene que usar en áreas ocupadas, pero también que no sean dañinos para el medioambiente.

Los agentes inertes suelen ser mezcla de gases constitutivos del aire tales como nitrógeno, argón y/o dióxido de carbono. Lo que se pretende conseguir con esta clase de gases es disminuir la concentración de oxígeno en la combustión a una proporción que esté por debajo de un 12% consiguiendo así la extinción por sofocación.

Por otro lado, los agentes halogenados se descomponen en radicales e iones al entrar en contacto con el fuego, los cuales reaccionan con los precedentes del combustible. Estas reacciones químicas son endotérmicas, de forma que evitan que se produzca la reacción en cadena y, por consiguiente, la combustión.

Con respecto a esto, en la NTP 666: Sustitutos y alternativas para los halones de extinción [13] se mencionan y explican una serie de gases que poseen buenas características extintoras y pueden reemplazar a los halones antes mencionados. En la Tabla 2-1 Agentes extintores en el programa SNAP de la EPA se recogen una serie de gases que se plantean como posibles sustitutos.

	AGENTE	FÓRMULA	NOMBRE	NOMBRES COMERCIALES
GASES INERTES	IG-01	Ar	Argón	Argotec,Argonfire
	IG-55	50% N2 50%Ar	Nitrógeno Argón	Argonite
	IG-100	N2	Nitrógeno	NN100
	IG-541	52% N2 40% Ar 8% CO2	Nitrógeno Argón Dióxido de carbono	Inergen
GASES HALOGENADOS	HFC-227ea	CF3CHFCF3	Heptafluoropropano	FM-200, FE-227
	HFC-125	CHF2CF3	Pentafluoroetano	FE-25
	HFC-23	CHF3	Trifluorometano	FE-13
	HCFC-124	CHClFCF3	Clorotetrafluoroetano	FE-241
	HCFC-mezcla A	4,75% HCFC-123 82% HCFC-22 9,5% HCFC-124 3,75% Isopropenyl-1- metilci-clohexano		NAF S-III
	HFC-134a	CHF2CHF2	Tetrafluoretano	
	HCFC-22	CHClF2	Clorodifluorometano	
	HFC-236fa	CF3CH2CF3	Hexafluoropropano	FE-36
	FC-2-1-8	C3F8	Perfluoropropano	CEA-308
	FC-3-1-10	C4F10	Perfluorobutano	CEA-410
	FIC-1311	CF3I	Trifluoroiodometano	Triodide
	FS 49 C2	HFC-134a + 2 comp.	Dodecafluoro-2-metilpentan-3-ona	Halotron II
	C6-fluorocetona	CF3CF2C(O)CF(CF3)2		Novec 1230
	H FC227-BC	HFC-227ea NaHCO3		

Tabla 2-1 Agentes extintores en el programa SNAP de la EPA [13]

2.3.4.1 Gases inertes

Los gases inertes están formados por gases o mezclas de estos que no intervienen en la reacción de combustión y que se descargan en un tiempo mayor que los halones, desplazando el O2 a niveles respirables, pero no suficientes para sostener la combustión. La EPA (United States Environmental Protection Agency) y la NFPA (National Fire Protection Association) han puesto como límite que en áreas ocupadas la concentración de diseño debe asegurar que la concentración de oxígeno sea al menos de un 10%. El NOAEL (No Observed Adverse Effect Level), que es la concentración hasta la cual no se observa ningún efecto adverso, de los gases inertes es del 43%. Además, no son conductores de la electricidad y su efecto invernadero y poder destructor de la capa de ozono son nulos.

Un ejemplo de gas inerte es el **IG-01**, el cual básicamente es argón y se encuentra de forma natural en la atmósfera. Los sistemas de extinción con argón se basan en el principio de reducción de oxígeno en el incendio: el oxígeno es desplazado por el argón hasta un punto tal en que el incendio no puede continuar por falta de comburente. En la mayoría de incendios es necesario que la concentración de oxígeno sea de entre el 14% y el 16% para poder mantener la combustión, el Argón reduce esta concentración hasta el 12% lo cual es suficiente para extinguir la mayoría de los

incendios. Aunque el método de extinción del argón sea el mismo que el del CO_2, el argón es seguro para su uso en compartimentos ocupados. Durante la descarga se mantiene una buena visibilidad y la mayoría de los incendios con este agente se extinguen en menos de 45 segundos.

El **IG-55** es otro de los gases inertes que se pueden emplear como sustituto. Es una mezcla equitativa de nitrógeno y argón. No deja residuo, es no conductor, no corrosivo, no tóxico y no produce productos de combustión secundarios. Cuando se inicia un fuego se inyecta rápidamente reduciendo la concentración de oxígeno del 21 % normal a un nivel entre 11% y 13%, para lo que se emplea una concentración extintora del 36%.

Por último, el **IG-541** está compuesto por un 52% de nitrógeno, un 40% de argón y un 8% de dióxido de carbono. Utiliza una concentración extintora entre el 40 y el 80%. Se diseña con una concentración del 80% del NOAEL. El tiempo de descarga es de 60 a 90 segundos. Es un gas respirable que incrementa el ritmo respiratorio en periodos cortos de tiempo. Para tener un ambiente seguro es necesario que el porcentaje del O_2 en el ambiente no sea inferior al 12% y además que no haya un porcentaje de CO_2 superior al 4%; en caso contrario se debería abandonar el local en menos de 30 segundos.

2.3.4.2 Gases halogenados

Estos agentes extintores son compuestos químicos orgánicos que en su composición contienen átomos de Cl, F o I, solos o en combinación. Existen sistemas NAF (hidroclorofluorocarbonos (HCFC)), sistemas FE y FM (hidrofluorocarbonos (HFC)) y sistemas CEA (perfluorocarbonos (FC)).

Aunque son menos efectivos que los halones, por lo que las concentraciones de agente extintor son mayores, su forma de actuar es similar y son en general gases licuados o líquidos compresibles que se sobre-presurizan con nitrógeno para aumentar la velocidad de descarga. El tiempo de descarga para las aplicaciones de inundación total es inferior a 10 segundos. Como inconveniente cabe mencionar que algunos de ellos también deberán reemplazarse en el futuro por afectar a la capa de ozono, aunque lo hacen en menor medida que los halones.

Un tipo de agente halogenado es el HFC-227ea el cual es apto para actuar en los riesgos en los que actuaba el Halón 1301.

El **HFC-227ea** utiliza un mecanismo diferente para la extinción que el Halón 1301; éste extinguía el fuego por reacción química eliminando radicales libres, mientras que el HFC-227ea actúa físicamente por absorción de calor. Las características físicas que tiene el HFC-227ea permiten su uso en ambientes con temperaturas entre 0ºC y 50ºC. Es seguro para las personas porque no sólo extingue el fuego sin reducir la cantidad de oxígeno, sino que no resulta tóxico en las concentraciones específicas de utilización. Por estas razones es idóneo para la protección de ambientes ocupados normalmente por personal. Su tiempo máximo de exposición segura es de 5 minutos a la concentración de 10,5%. El NOAEL es del 9%.

Otra característica es que no es conductor de la electricidad, por lo que se puede utilizar para la protección de espacios que alberguen equipos eléctricos como salas de ordenadores. Además, posee un potencial de reducción del ozono (ODP) nulo, un potencial de efecto invernadero (GWP) extremadamente bajo y una vida atmosférica (ALT) muy limitada (31 años).

Otro ejemplo de agente halogenado es el **HFC-125** tiene una capacidad extintora de alrededor del 10%. Debido a sus características físicas se puede emplear en incendios de muy bajas temperaturas y además en espacios que estén ocupados. El tiempo máximo de exposición a este gas es de 5 minutos calculado para una concentración del 11,5%. Su NOAEL es del 7,5%.

Por otro lado, el **HFC-23** tiene una concentración extintora de entre el 12% y el 16%. Debido a su presión a temperatura ambiente no es necesario comprimirlo con nitrógeno para su almacenamiento. Además, basa su método de extinción principalmente en la absorción de calor, no

obstante, también realiza dicha extinción químicamente gracias a la eliminación de radicales libres de la zona de fuego.

Una de sus principales ventajas es el amplio margen de seguridad que tiene, ya que normalmente se utiliza con una concentración del 16% y su NOAEL es del 30%, hecho este, que permite que se pueda utilizar sin ningún peligro en lugares ocupados. No es conductor de la electricidad y no afecta a la capa de ozono, sin embargo, tiene un potencial de efecto invernadero (GWP) de 13.

El **HCFC-mezcla A** está formado por hidrocarburos halogenados (HCFC) y un aditivo detoxificante, este último añadido con el objetivo de reducir la cantidad de productos de descomposición que se forman en presencia de la llama. Es un agente extintor cuya utilización se puede hacer con la misma instalación que la del Halón 1301 sin hacer cambios importantes. Este agente extingue los incendios principalmente por absorción de calor, no obstante, también lo hace en parte mediante un proceso químico similar al del Halón 1301. La concentración necesaria para extinguir un incendio depende del tipo de incendio, para incendios clase A es necesaria una concentración del 10% mientras que para los tipo B es del 12%. Su nivel de toxicidad permite que sea utilizado en lugares normalmente ocupados y su NOAEL es del 12%. Además cuenta con un bajo impacto ambiental, no obstante no llega a ser 0, por lo que estos gases están incluidos en el reglamento 2037/2000 y está prohibido el suministro para nuevas instalaciones dentro de la CE, estando prevista su eliminación en el futuro.

Otra alternativa sería el **FS 49 C2**, el cual es una mezcla de gases basada principalmente en el HFC-134a que surgió como sustituto al Halón 1301 puesto que posee características parecidas aunque presenta un impacto ambiental mínimo. Al igual que sucede con el HCFC-mezcla A es un gas que se puede utilizar en la misma instalación que el Halón 1301, no obstante, para este caso sí que sería necesario aumentar el volumen del lugar de almacenamiento. Las concentraciones no presentan peligro para los humanos y su NOAEL es del 4% aproximadamente. Por otra parte, posee un potencial de reducción del ozono (ODP) nulo y un potencial de efecto invernadero (GWP) de 1,598 siendo por ejemplo el GWP del CO_2 de 1.

Otra opción sería el **HCFC-mezcla C**, el cual está compuesto por una mezcla de hidrocarburos halogenados y un aditivo detoxificante que reduce la cantidad de productos de descomposición que se forman en presencia de la llama. Este gas no supone en sí un riesgo para el ser humano, no obstante, los productos de descomposición que se forman en presencia de la llama sí que lo son. Por ello incorpora un aditivo detoxificante que al estar expuesto a las altas temperaturas de las llamas reduce los humos ácidos tóxicos e inertiza los compuestos halogenados más tóxicos. El HCFC-mezcla C posee un ODP de 0,017 y un GWP de 0,068.

El **HCFC-mezcla E** ha sido formulado específicamente optimizando sus características físicas para que fueran lo más parecidas posible a las del Halón 1211, de hecho, puede reemplazar eficazmente a este y al Halón 2402 en áreas donde hay equipos muy sensibles o no sustituibles y que pueden ser dañados sin remedio por agua, espuma, polvos o dióxido de carbono.

Por último el **Novec 1230** es un candidato firme para ser ampliamente utilizado en el futuro por las características que reúne ya que no ha sido incluido en ninguna regulación referente a protocolos internacionales de protección medioambiental como pueden ser el Protocolo de Kioto, el cual tiene como objetivo entre otros la reducción de las emisiones de ciertos gases como los hidrofluorocarbonos entre otros; o el Protocolo de Montreal, el cual tiene como principal cometido la reducción y producción de sustancias que atenten contra la capa de ozono y que, además, ha propuesto el Novec 1230 como una de las principales alternativas a los FHC en la Enmienda de Kigali [14] realizada el pasado Octubre. En base a esto, algunas empresas científicas punteras como 3M ya han garantizado la sostenibilidad del Novec 1230 a largo plazo [15].

En cuanto a sus propiedades ambientales, cuenta con un ODP de 0, lo cual quiere decir que tiene un potencial de destrucción de la capa de ozono nulo; un GWP de 1 y un tiempo de vida en la

atmósfera de 3 a 5 días. A pesar de que normalmente este tipo de sistemas basan su esencia extintora en el desplazamiento del oxígeno, el Novec 1230 realiza esta tarea en gran medida absorbiendo la energía del calor de la llama (interrumpiendo de esta forma la reacción de combustión) y sólo una pequeña parte gracias a sus características químicas. Otras características son su carácter no conductor, su posible utilización en emplazamientos ocupados y el hecho de que su instalación no requiere mucho espacio puesto que demanda pocos componentes.

2.4 Empresas especialistas en sistemas CI

En la actualidad existen un gran número de empresas que se dedican a ofrecer tanto el material como la instalación de los sistemas contraincendios, tanto en tierra como a bordo de buques. Además estas empresas cuentan con las correspondientes certificaciones que les permiten realizar dicha actividad.

En la Tabla 2-2 Fabricantes de sistemas CI se adjuntan los diferentes fabricantes que tienen sistemas certificados por Organismos Notificados (Notified Bodies) cumpliendo la MED (Marine Equipment Directive). Estos organismos que certifican según la directiva sobre equipos marítimos europeos Directiva UE 2014/90 / UE (MED) son las Sociedades de Clasificación IACS y algunos laboratorios especializados como SINTEF en Noruega, VTT en Finlandia, BRE en Gran Bretaña, SP en Suecia o DFL en Dinamarca.

Todos los equipos certificados MED cuentan con símbolo del timón (Figura 2-10 Símbolo del certificado de marina) que distingue a estos equipos y facilita su identificación. Al símbolo del timón se le acompaña de dos números: la identificación del Organismo Notificado y el año del certificado.

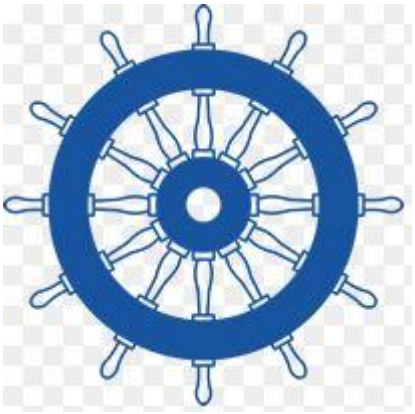


Figura 2-10 Símbolo del certificado de marina [16]

Los fabricantes más conocidos y que también tienen mayor demanda son MARIOFF HI-FOG, Danfoss SEMCO y Tanktech para sistemas CI de alta presión, y Autronica-Heien Larssen, Wilhemsen-Novenco, Minimax y Vid Fire-Kill para sistemas CI de baja presión.

FABRICANTES DE SISTEMAS CI
Novenco Fire Fighting A/S BV
Autronica Fire and Security AS. Div. Maritime DNV GL AS
Knaack & Jahn Schiffbau GmbH DNV GL AS
MARIOFF CORPORATION OY BV
TANKTECH CO., LTD. BV
EUSEBI IMPIANTI S.R.L. RINA
Danfoss Semco A/S DNV GL AS
Vid Fire-Kill ApS DNV GL AS
Wilhelmsen Technical Solution A/S BV
Minimax GmbH & Co. KG DNV GL SE
Phirex Australia DNV GL AS
Nanjing Fire Protection Technology Co., Ltd. DNV GL SE
KASHIWA CO., LTD. Tsukuba Works BV
Shanghai Rongde Engineering Equipment Co.,Ltd LRVL
SILVANI SPA DNV GL AS

Tabla 2-2 Fabricantes de sistemas CI [16]

3 DESARROLLO DEL TFG

3.1 Descripción de los BAC de la Armada Española

A continuación se explica en líneas generales sobre qué tipo de barco se va a realizar el estudio de requerimientos y diseño del sistema contraincendios por agua pulverizada. Para ello, se recurre a dar la información necesaria sobre uno de los dos Buques de Aprovisionamiento de Combate con los que cuenta la Armada Española en la actualidad, en concreto, el "Cantabria". El BAC "Patiño", el cual es prácticamente idéntico a este, también podría ser válido como ejemplo, sin embargo, por cuestiones de actualidad, se ha preferido optar por detallar las características del BAC "Cantabria".

3.1.1 BAC "Cantabria"

El BAC "Cantabria" (Figura 3-1 BAC 'Cantabria') es un buque construido por la empresa Navantia, la cual se encarga de la construcción naval de buques militares para la Armada Española y en determinadas ocasiones para otras marinas de guerra extranjeras como puede ser el caso de la armada australiana. El barco fue íntegramente diseñado y construido por los astilleros de esta empresa situados en la bahía de Cádiz, y en su construcción, fue dotado de una serie de características que lo hacen ser un barco único en el mundo.



Figura 3-1 BAC 'Cantabria' [17]

Por su enorme capacidad de transporte de combustible, el Cantabria podría ser considerado un petrolero de suministro, no obstante, además de esto, es un buque que cuenta también con una gran

capacidad de carga y hospitalaria y sirve como referente en materia de lucha contra la contaminación marina.

Con sus 174 metros de eslora, es el segundo barco más grande de la Armada Española, por detrás sólo del LHD "Juan Carlos I".

Como innovaciones más importantes puede resaltar el doble casco presente en las zonas de almacenamiento de combustible, el cual permitió anticiparse a la normativa que entró en vigor en 2016 y que afecta tanto a buques civiles como militares. Con esto, el "Cantabria" se convirtió en el primer buque de la Armada Española que cumple con toda la reglamentación medioambiental vigente para barcos mercantes, la cual contempla las disposiciones realizadas por el convenio MARPOL, SOLAS, etc.

A pesar de su gran tamaño, el buque cuenta con una gran maniobrabilidad, gracias, en parte, a la Unidad de Propulsión Auxiliar (UPA) instalada en proa que le permite obtener propulsión en sentido transversal y facilitar de esta manera las maniobras de entrada y salida de puerto.

El buque se encuentra completamente automatizado gracias a que cuenta con un innovador Sistema Integrado de Control de Plataforma que integra todos los sistemas de mando y control, combate y comunicaciones, lo cual le permite gozar de interoperabilidad con fuerzas aliadas reduciendo notablemente la dotación.

Sin restarle importancia a todo lo anterior, el aspecto más importante por el que destaca el "Cantabria" es su sistema de aprovisionamiento en la mar, el cual le permite realizar intercambios de mercancías tanto sólidas como líquidas tanto por el día como por la noche a barcos, submarinos y aeronaves. Cuenta con 5 estaciones de aprovisionamiento y es capaz de abastecer a 3 buques simultáneamente mientras navegan. También posee la capacidad de realizar operaciones de aprovisionamiento vertical con helicópteros.

En cuanto a su capacidad de carga, cuenta con 900 m^2 de espacio para portar cargas sólidas y espacio en cubierta para transportar 20 contenedores. En lo que respecta a las cargas líquidas, es capaz de transportar 9000 m^3 de combustible para embarcaciones, 1500 m^3 de combustible para aviación y hasta 160 m^3 de agua potable. La plataforma cuenta con ascensores, grúas y montacargas con los que realiza el manejo de toda esta carga de un modo más sencillo.

Por otro lado, su cubierta de vuelo le permite portar un helicóptero pesado y su hangar le aporta la capacidad para albergar 3 helicópteros medios o 2 pesados así como dos lanchas RHIBS.

Su diseño le permite cumplir con toda la normativa vigente en relación al cuidado medioambiental, de hecho, cumple con todos los requisitos de tratamientos de residuos tanto sólidos como líquidos. Es capaz de almacenar 2000 m^3 de vertidos y transportar y desplegar dispersantes y barreras, convirtiéndolo esto en un referente en la lucha contra la contaminación marítima.

En la Tabla 3-1 Características del BAC 'Cantabria' se pueden ver las características más relevantes del buque haciendo referencia a todas sus funciones en general.

CARACTERÍSTICAS	VALORES
DESPLAZAMIENTO	19.550 t
ESLORA	174 m
MANGA	23 m
PROPULSIÓN	La propulsión está constituida por **dos motores diésel de 10.890 kW** cada uno, que le proporciona una velocidad máxima de 21,3 nudos, equivalente a 40 Kilómetros por hora, una velocidad máxima sostenida de 20 nudos y una autonomía de 6.000 millas a velocidad económica de 13/14 nudos.
	Además cuenta con una hélice en proa que le proporciona empuje transversal para facilidad de maniobra en lugares restringidos.
VELOCIDAD	21,3 nudos
AERONAVES	Dispone de un hangar con capacidad para albergar 2 helicópteros pesados (SH3D) o tres ligeros.
DOTACIÓN	164
ARMAMENTO	6 Lanzachaff SRBOC MK3
	2 ametralladoras pesadas "Oerlikon" de 20 mm
	4 ametralladoras medias "Browning" de 12,7 mm y 2 ametralladoras ligeras MG-42
SENSORES	Radar Aries SAAS-NAV de exploración de superficie.
	Radar Aries SAAS-SCH de control de helicópteros que lleva a su vez asociado el IFF CIT-25D, un sistema transpondedor de identificación amigo-enemigo
	Sistema de ESM RIGEL.
	Sistema DIANA, es un Sistema de Distribución de Datos de Navegación (SDDN) que distribuye los datos de GPS, AIS, giroscópica, sonda, corredera, meteorológicos.
	LINK-11-LINPRO
	Sistema de Vigilancia Optrónica, SVO, desarrollado por TECNOBIT, es un sistema de vigilancia TV y FLIR con capacidad seguimiento blancos, grabación vídeo, exploración sectorial y medida de distancia por láser.
	Consolas multifunción CONAM C2D/C3D. Son cuatro consolas, una triple y tres dobles, sirven para la presentación de datos tácticos, video radar, video TV y disponen de pantallas y procesadores intercambiables
OTROS. Las capacidades de sus tanques le permiten almacenar más de 10.000 metros cúbicos de líquidos, con la siguiente distribución:	8.200 metros cúbicos de F76.
	1.480 metros cúbicos de F44
	200 toneladas de agua potable.

Tabla 3-1 Características del BAC 'Cantabria' [17]

3.1.2 Comparativa de sistemas CI y elección

A la hora de escoger el tipo de sistema contraincendios a instalar a bordo del BAC se han tenido en cuenta una serie de consideraciones en lo relativo a ventajas y desventajas que éste presenta con respecto al resto de sistemas contraincendios disponibles en la actualidad.

Cabe destacar que ninguno de los sistemas existentes en la actualidad está considerado el mejor de forma absoluta, sino que, en función de los requerimientos que presente el lugar donde se va a instalar (a bordo de un buque, si es un buque de guerra o civil, en tierra, cantidad de personal que trabaja normalmente en la zona donde está instalado,…) puede ser más conveniente un tipo u otro.

Las principales razones que han motivado la elección de un sistema de agua pulverizada de baja presión son su fiabilidad y sencillez de instalación, uso y mantenimiento. Además, su efectividad se ha contrastado en los test IMO realizados en presencia de las sociedades de clasificación y en múltiples incidencias con fuego real.

Uno de los factores determinantes que le hacen obtener ventaja con respecto a los sistemas de extinción por gases es su carácter no dañino para el personal, mientras que algunos gases, como por ejemplo el CO_2 pueden llegar a ser letales. Esto implica que su activación se pueda realizar en presencia de personal dentro del local incendiado y por lo tanto se gane un tiempo vital al comenzar antes las labores de contraincendios.

Por otro lado, los sistemas de extinción basados en agua gracias a su tiempo de autonomía tienen un poder de enfriamiento mayor que el de los gases, lo cual puede ser de especial importancia si tenemos en cuenta la transmisión de calor que puede tener lugar a la propia estructura del buque y además a los compartimentos adyacentes al incendiado que pueden alojar mercancías o sustancias peligrosas.

En el caso de agua pulverizada, el consumo de agua es muy bajo, de hecho se reduce en un 60% con respecto a los sistemas de rociadores convencionales que por norma descargan 5 l/min/m^2. En los sistemas de agua pulverizada a baja presión las unidades de bombeo requieren menos energía que las de los sistemas de alta presión (reduciendo su coste tanto de equipos como de instalación de cableado).

El espacio necesario para su instalación es mucho menor que el necesario para una instalación convencional de rociadores (tuberías de menor diámetro, depósitos más pequeños,…)

Presentan un menor condicionamiento por la ventilación que los sistemas basados en gases pudiendo incluso aplicarse a zonas abiertas.

Con respecto a los sistemas de alta presión, utilizan componentes de menor coste, tienen menos posibilidades de fallo de funcionamiento por obstrucciones ya que los orificios de las boquillas son más grandes que los de las boquillas de agua nebulizada a alta presión. Así mismo, no necesitan un tratamiento especial del agua ni una comprobación continua de posibles atascos en las tuberías.

Como conclusión, los sistemas de agua pulverizada de baja presión son la mejor opción para un buque de guerra debido las ventajas anteriormente citadas.

En la Tabla 3-2 Comparativa sistemas CI se expone un cuadro resumen con las características principales de cada tipo de sistema CI. A cada una de estas características se le asigna un símbolo desde el **- -** hasta el **+ +**, siendo **- -** la clasificación más deficiente, **+ +** la más satisfactoria y **0** como valor neutro.

CARACTERÍSTICA	**CO_2**	**NOVEC**	**AGUA** (ALTA PRESIÓN)	**AGUA** (BAJA PRESIÓN)
PELIGROSIDAD PARA PERSONAL	- -	0	+ +	+ +
PERJUDICIAL PARA EQUIPOS	+	+ +	+	0
ESPACIO QUE OCUPA EL LOCAL	- -	-	+	+
PESO EQUIPOS	-	- -	+	+ +
TUBERÍAS (ESPACIO Y PESO)	+ +	+	0	-
TUBERÍAS (COSTE)	+ +	+	- -	0
EQUIPOS (COSTE)	+ +	-	-	+
EQUIPOS (MANTENIMIENTO)	- -	- -	-	+ +
	0	**-2**	**1**	**7**

Tabla 3-2 Comparativa sistemas CI

3.1.3 Fundamentos teóricos sobre máquinas de fluidos

Uno de los elementos principales que componen una instalación de contraincendios, sea del tipo que sea, es la unidad de bombeo. Su función consiste en proporcionar al fluido que actúa como agente extintor la energía necesaria para que pueda recorrer el circuito contraincendios y llegar a los diferentes riesgos que existen, entendiendo el término riesgo como cualquier espacio que se encuentre dentro del área de actuación del sistema contra-incendios y sea necesaria su protección .

Teniendo esto en cuenta, a continuación se explicarán los fundamentos teóricos y de transmisión de la energía relativos a las máquinas de fluidos que tienen como función la aportación de energía al fluido.

3.1.3.1 Clasificación de las máquinas de fluidos

Una máquina de fluido es un sistema mecánico que intercambia energía con el fluido que está contenido o que circula a través de ella. En función del sentido de la transmisión de la energía existen varios tipos de máquinas de fluidos. En concreto, existen máquinas generadoras, motoras, reversibles y transmisoras; en este apartado la explicación se centrará en las generadoras puesto que las bombas hidráulicas se encuentran dentro de este tipo de máquinas de fluidos.

El aspecto más importante de una máquina de fluidos generadora es que la transmisión de la energía se produce de la máquina al fluido. Esta energía que la máquina transmite viene proporcionada por un motor eléctrico.

En el caso de las máquinas motoras, la transmisión de energía se realiza en sentido contrario (turbina), las reversibles permiten la transmisión en ambos sentidos (grupo turbina-bomba) y las

transmisoras realizan el intercambio de energía entre dos sistemas mecánicos o dos fluidos combinando una máquina generadora y otra motora (turbocompresor).

Para el caso concreto de la instalación objeto se trabajará con una bomba centrífuga multicelular vertical. A continuación se procede a explicar el funcionamiento de una bomba centrífuga atendiendo a los principios de conservación de la energía y a la fuerza centrífuga.

3.1.3.2 Bombas centrífugas

Las bombas centrífugas realizan la impulsión del fluido a través de un elemento conocido como rotor o rodete. El rodete se encuentra situado perpendicularmente a la dirección de movimiento del fluido y cuenta con una serie de álabes o palas curvados en sentido contrario a la circulación del fluido mediante los cuales lo impulsa aportándole de esta forma energía. En la Figura 3-2 Rotor o rodete se puede apreciar la curvatura de los álabes antes mencionada.

La trayectoria que sigue el fluido comienza en el centro del rotor, al cual entra de forma perpendicular a la circunferencia que describe. Una vez dentro, mediante la fuerza centrífuga provocada por el giro del rodete (giro que proviene a su vez de un eje que es movido por un motor eléctrico), el fluido es desplazado lateralmente a través de los álabes hasta que alcanza el extremo de la circunferencia, momento en el cual, puede salir hacia una tubería en el caso de una bomba mono-etapa o hacia otro rodete en el caso de que la bomba cuente con varias etapas.

Para el caso de la instalación de este trabajo la bomba será una multietapa o multicelular, lo que quiere decir que cuenta con varios rodetes en serie en los que se le aporta energía al fluido. La razón de que tenga varias etapas radica en que se requiere realizar un aumento de energía demasiado grande como para conseguirlo sólo con una etapa y es más eficiente aumentar la energía mediante varias etapas de un tamaño menor que disponiendo de un único rotor de mayor tamaño.



Figura 3-2 Rotor o rodete [18]

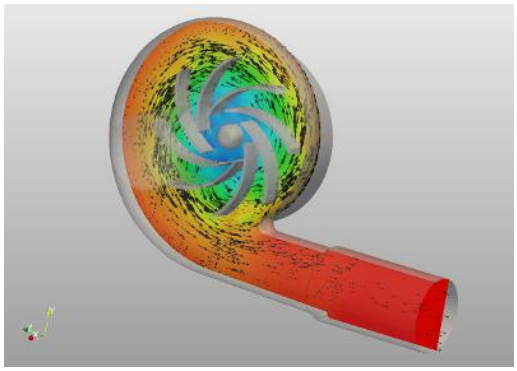


Figura 3-3 Fuerza centrífuga [19]

En una bomba la fuerza que actúa sobre el fluido se conoce como fuerza centrífuga y es la que experimentan las partículas del fluido al pasar por el rodete y por lo tanto provoca que avancen a lo largo de los álabes desembocando finalmente en la tubería de salida.

Además de la actuación de esta fuerza, también existen otros aspectos físicos sin los cuales no sería posible entender el funcionamiento de una bomba hidráulica. La relación entre la transmisión de energía entre la bomba y el fluido se obtiene a través del teorema de Bernoulli, el cual se explica en el siguiente apartado.

3.1.3.3 Teorema de Bernoulli

El teorema de Bernoulli permite la explicación de la conservación de la energía que tiene lugar en la circulación de un fluido a través de una bomba.

El principio del teorema establece que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido. Cuando se habla de fluido ideal se entiende este como aquel que tiene viscosidad cero, siendo la viscosidad la resistencia de un líquido a fluir, y que no presenta rozamiento por la tubería por la que fluye. Esto se explica teniendo en cuenta los diferentes tipos de energías que aparecen en esta circulación y las diferentes transformaciones que tienen lugar dentro de la máquina de fluido que para este caso será una bomba hidráulica.

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g z_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$$

Figura 3-4 Ecuación de Bernoulli

En la Figura 3-4 Ecuación de Bernoulli se hace referencia a la ecuación general de Bernoulli. En esta fórmula se establece como entre dos puntos cualesquiera 1 y 2 de un fluido el sumatorio total de energías permanece constante. El término 'p' hace referencia a la presión del fluido, el 'v' a la velocidad del fluido, la 'ρ' a la densidad del fluido, la 'z' a la altura de este y por último la 'g' a la aceleración gravitatoria terrestre.

Según este teorema, la energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes: la componente cinética (debida a la velocidad que posea el fluido), la componente potencial o gravitacional (debida a la altitud que posea el fluido en relación al sistema de referencia establecido) y la componente de presión (debida a la presión que posea el fluido en cuestión). Teniendo esto en cuenta se puede deducir de la fórmula que cualquier incremento de uno de los factores sea la presión, velocidad o altura del fluido provocará el correspondiente decremento en los otros factores. Por otro lado también cabe resaltar que en función del fluido con el que se esté trabajando se tendrá una densidad diferente y por tanto estas variaciones energéticas no serán las mismas.

Para poder aplicar la ecuación de Bernoulli se deben realizar varios supuestos. En primer lugar se debe suponer una fricción interna del fluido de valor cero, o lo que es lo mismo, una viscosidad nula. Por otro lado también se establece que los rozamientos entre el fluido y la tubería sean cero y que el caudal de este sea constante. Por último también se establece como necesaria la hipótesis de flujo incompresible, es decir, que la densidad 'ρ' sea constante, puesto que si esta propiedad cambia no se cumpliría el balance energético en todos los puntos del fluido. Además de todo esto, esta ecuación se aplica a lo largo de una línea de corriente o flujo laminar.

El balance energético que tiene lugar en una bomba hidráulica se puede explicar de forma sencilla con un ejemplo. Dicho balance comenzaría con el fluido antes de entrar en la máquina en un estado energético 1 en el cual se va a suponer que su altura 'z' es 0 y su velocidad y presión de un determinado valor 'v' y 'p' respectivamente. Dentro de la bomba se encuentra el rotor, el cual se pone en movimiento en cuanto el motor eléctrico que la bomba lleva acoplado arranca y comienza a transmitirle energía. Entonces, la rotación del rodete genera una depresión en el interior de la bomba

que hace que el fluido sea succionado hacia el interior de esta. Esta depresión genera simultáneamente un aumento en la velocidad del fluido gracias a la cual es capaz de entrar en la máquina. Hasta aquí ya han tenido lugar varias transformaciones energéticas, obviando los procesos energéticos que tienen lugar en el motor eléctrico por no tener relación con el principio de Bernoulli, el movimiento del rodete (aumento de energía cinética) provoca una depresión (decremento de energía de presión) que a su vez provoca el movimiento del fluido (aumento de energía cinética).

Una vez dentro, el fluido pasa a entrar en contacto con el rodete, el cual se encuentra en movimiento. Como se ha explicado anteriormente, mediante la fuerza centrífuga se consigue el desplazamiento del líquido a lo largo de los álabes y hacia el exterior de la voluta determinada por estos. Al salir de los álabes, el líquido pasa a la tubería de salida o bien a la siguiente etapa de la bomba en función del tipo de máquina. En cualquiera de los casos, el fluido aumenta su energía potencial (al aumentar su altura) y su energía de presión en detrimento de la energía cinética con la que sale del rotor. El fluido avanzaría a lo largo de la tubería hasta llegar a la descarga donde volvería a hacer una transformación de energía de presión a energía cinética. A todo esto hay que añadirle que realmente a lo largo de la tubería sí que se produce una reducción de energía debido al carácter no ideal del fluido, sobre todo por el rozamiento.

De esta forma, suponiendo el punto 2 como el punto posterior a la descarga, el sumatorio de las energías cinética, potencial y de presión en este punto será igual al sumatorio de energías en el punto 1 descrito anteriormente, cumpliéndose así el balance energético.

3.1.3.4 Fórmula del Factor K para rociadores y boquillas pulverizadoras

En 1644 el físico italiano Torricelli (pupilo de Galileo, inventor del barómetro) descubrió que el caudal de agua a través de un orificio variaba en función de la presión. Posteriormente, en función del descubrimiento antes mencionado consiguió establecer la fórmula $Q = AV$ siendo la Q el caudal de fluido, A el área del orificio que atraviesa el líquido y V la velocidad con la que lo atraviesa.

Más adelante, en base a esta fórmula se ha llegado a la actual $Q = A\sqrt{2gh}$. Esta fórmula es meramente teórica, y es necesario tener en cuenta los efectos de la fricción, turbulencia y compresión del fluido para simplificarla a lo que actualmente se conoce como la fórmula del factor 'k' utilizada para rociadores.

Cuando se comienza cualquier cálculo hidráulico para un sistema contraincendios basado en agua, sea de rociadores, agua pulverizada o agua nebulizada lo primero que se debe de tener en cuenta es el factor K, del cual es importante tener un buen entendimiento de cómo se obtiene y cómo funciona debido a su carácter fundamental en el cálculo de este tipo de instalaciones. En su forma más común la fórmula nos permite calcular la descarga que se produce desde un rociador si conocemos la presión y el factor k.

La descarga de un rociador, una boquilla de agua pulverizada o una boquilla de agua nebulizada se puede calcular con la fórmula $q = kp^{0.5}$. En la fórmula, 'q' hace referencia al caudal, 'k' al coeficiente de descarga del rociador y 'p' a la presión. Es de vital importancia no cometer errores a la hora de establecer las unidades en cada parámetro ya que de lo contrario saldrían resultados incongruentes con la realidad y el cálculo realizado no serviría de nada. Siempre que se quiera utilizar el sistema métrico las unidades que se utilizarán para cada variable serán bares para la presión, litros/minuto (lpm) para el caudal y $lpm/bar^{0.5}$ para el factor 'k'. Existe una importante relación entre el factor 'k', la presión y el caudal que nos permite obtener para una misma presión un mayor caudal siempre y cuando este factor sea mayor. En la se puede apreciar la relación que existe para 4 ejemplos con factores distintos.

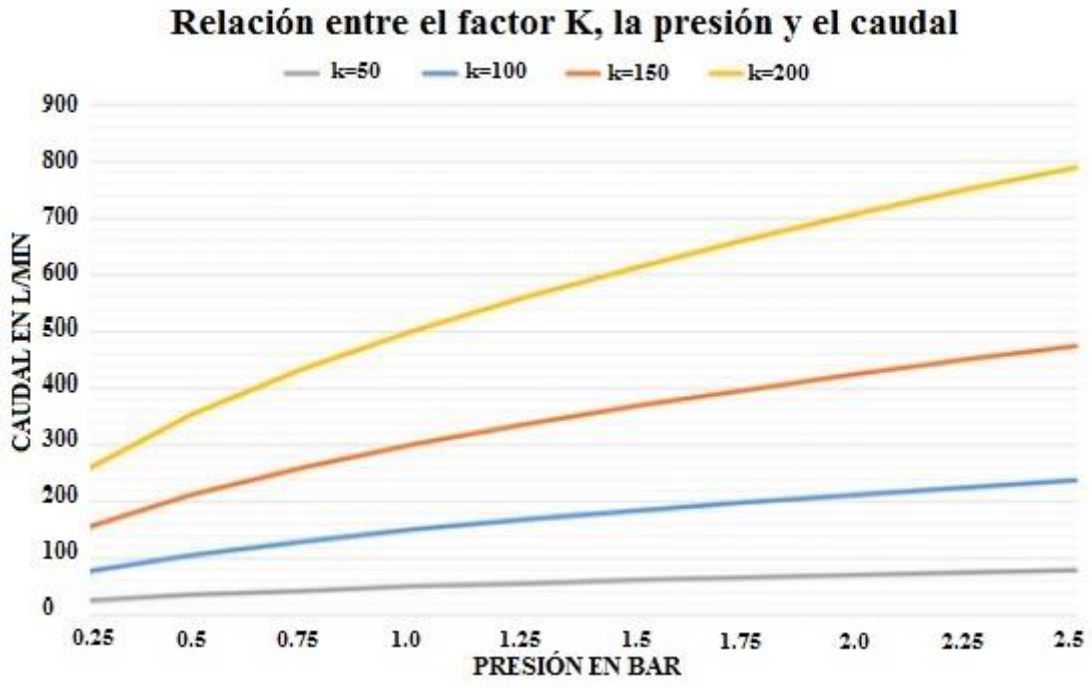


Figura 3-5 Relación entre presión y caudal para distintos factores 'k' [20]

3.1.3.5 Fórmula de Hazen Williams

La fórmula de Hazen Williams es una expresión de carácter empírico utilizada para el cálculo de pérdida de energía por fricción en sistemas de extinción por agua de baja, media y alta presión. Esta ecuación utiliza el coeficiente C para hacer referencia a la rugosidad de la superficie de las tuberías. Este coeficiente no es función del número de Reynolds (que determina si el régimen es laminar o turbulento) como lo es en otras ecuaciones. Sin embargo, presenta el inconveniente de que la ecuación puede ser utilizada únicamente cuando el fluido se desplaza con régimen turbulento. En el hipotético caso de que el sistema sobre el que se van a realizar los cálculos se encuentre trabajando fuera de los límites de la presión y caudal normal o está expuesto a condiciones de temperatura inusuales entonces se deberá utilizar la fórmula de Darcy Weisbach.

Gardner Williams y Allen Hazen fueron los primeros en realizar los experimentos sobre este tema durante el siglo XX. Comenzaron anotando la pérdida por fricción a través de una tubería en numerosos experimentos obteniendo una base de datos empírica que finalmente derivó en la fórmula que hoy en día se conoce.

Actualmente esta fórmula es utilizada para realizar los cálculos hidráulicos de diseño para sistemas contraincendios por rociadores o sistemas de agua pulverizada en los que la presión no exceda los 12 bares (sistemas de baja presión) o la velocidad del agua no supere los 7.6 m/s y el mínimo diámetro de tubería sea 20 mm para sistemas de media y alta presión.

La expresión matemática es la siguiente:

$$p = 6.05 \cdot \left(\frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \right) \cdot 10^5$$

p = presión pérdida por metro en bares

Q = caudal en l/min

C = coeficiente de fricción (adimensional)

d = diámetro interno de la tubería en mm

3.1.3.6 Cálculo de las bombas

A la hora de dimensionar una instalación de contraincendios uno de los elementos más importantes que se ha de tener en cuenta es la bomba hidráulica, ya que es el componente que proporciona la energía necesaria para llevar el agente extintor, en esta instalación agua con o sin espuma, hasta los diferentes riesgos definidos en el barco. Existen una serie de documentos a la hora de realizar este dimensionamiento que permiten obtener el tipo de bomba a utilizar de forma aproximada pero lo suficientemente precisa en función de los requerimientos necesarios de la instalación. Estos documentos son las curvas características de las bombas proporcionadas por los fabricantes y la curva característica de la instalación, además, se ha de determinar una serie de parámetros como el punto de funcionamiento y se han de tener en cuenta posibles inconvenientes como puede ser la cavitación.

Cualquier instalación de bombeo requiere una determinada altura (H) y un caudal (Q). No obstante, a la hora de seleccionar una bomba se han de tener también en cuenta otras variables de funcionamiento como puede ser el régimen de giro (N). Para la selección de este último parámetro entran en juego numerosos condicionantes como pueden ser las vibraciones, cargas axiales y radiales sobre los rodamientos, etc.

Siempre que no existan otras razones que motiven realizar la selección de la bomba en base a otros factores, se intentará realizar dicha selección tratando de maximizar la eficiencia del punto de funcionamiento H, Q de la bomba. Además, cuando se selecciona una bomba para una aplicación particular como puede ser la de una instalación contraincendios, se deben tener en cuenta diversos factores que afectan a la toma de esta decisión. Entre ellos se encuentran:

- El tipo de líquido que se va a utilizar, sobre todo en relación a su viscosidad y otras características que afecten al rendimiento de la instalación

- La capacidad requerida, es decir, la velocidad del caudal de agua que va a circular por el circuito

- Las condiciones y estados energéticos de los puntos y de entrada y salida de la bomba

- El tipo de fuente de alimentación (motor eléctrico, motor diésel, turbina de vapor, etc.)

- La existencia de limitaciones de peso y espacio, sobre todo para este caso particular en el que la instalación se hace a bordo de un barco militar y es necesario compactar al máximo los elementos del circuito CI

- Condiciones de trabajo de las bombas. Por el hecho de estar situadas a bordo de un barco, cabe la posibilidad de que por razones como la escora o el asiento provocados por la mala mar, las condiciones de trabajo de las bombas no sean las ideales y que existan variaciones que dificulten el correcto funcionamiento de estas.

Por último, hay que destacar que las bombas son elementos comerciales. Es decir, los fabricantes no realizan el diseño de una bomba para un caso particular con unos valores H, Q, N determinados. Es en ocasiones muy contadas en las que el beneficio es suficiente como para que el fabricante aborde el proyecto de realizar un diseño distinto a los que ya tiene en el mercado. En lugar de esto, los fabricantes diseñan una serie de bombas que les permiten cubrir un amplio abanico de alturas y caudales con un menor coste. Debido a esto, la responsabilidad de seleccionar la bomba adecuada que tenga un punto óptimo de funcionamiento cercano al que desempeñará en la instalación recae sobre el ingeniero que diseña dicha instalación.

3.1.3.7 Punto de funcionamiento

Como se ha mencionado anteriormente, la curva característica de la instalación es uno de los factores más importantes a tener en cuenta. Para su obtención se ha de aplicar el teorema de Bernoulli a toda la instalación, es decir, desde el punto de alimentación en el tanque de suministro hasta el punto de entrada en la bomba, y desde el punto de salida de la bomba hasta el punto final del circuito CI.

Lógicamente, es posible que dos instalaciones completamente distintas posean curvas características similares como resultado de aplicar el teorema de Bernoulli.

Por otro lado se encuentra la curva de funcionamiento de una bomba para un régimen de giro determinado. El cálculo de la curva H-Q de la bomba varía en función de su régimen de giro, de las características del rodete, y de la dirección de los caudales de entrada y salida.

A partir de estas dos curvas, las cuales se superponen en una gráfica H-Q (altura y caudal respectivamente) se puede obtener el punto de funcionamiento (F) de la bomba. Como se ha visto en el apartado anterior, lo más seguro es que no exista en el mercado una bomba con el mismo punto de funcionamiento exacto, sino que será labor del ingeniero seleccionar una bomba comercial que cumpla con los requisitos necesarios.

3.1.3.8 Selección de la bomba

A la hora de seleccionar una bomba lo primero que se ha de realizar es seleccionar el catálogo del fabricante de bombas y por lo tanto el tipo de bomba que se va a utilizar. En el caso de este trabajo se va a seleccionar una bomba centrífuga vertical multicelular. Posteriormente, dentro del catálogo, se debe buscar la bomba según el régimen de giro antes establecido. Una vez hecho esto, utilizando los datos del caudal y altura en la gráfica, donde se corten sus dos rectas se obtiene el punto de funcionamiento, punto que servirá como referencia para seleccionar la bomba que mejor cumpla las condiciones establecidas. Por último, una vez que se conoce la bomba que se va a utilizar se debe contactar con el fabricante para recibir la información técnica pertinente acerca de esta.

3.1.4 Cálculo de la instalación CI

En este apartado se explicarán todos los elementos que componen la instalación contraincendios proyectada a bordo y se explicarán y justificarán los cálculos realizados y las decisiones tomadas.

Antes de comenzar, es necesario explicar que en función de la normativa vigente del Convenio SOLAS se han determinado dos tipos de extinción dentro de una misma instalación contraincendios. Con el objetivo de cubrir toda el área de los espacios de máquinas, la instalación ha de contar con un circuito de inundación total que afecte a todo el compartimento por igual según determina la MSC/Circ.1165 explicada en este trabajo en apartados anteriores. Por otro lado, también se ha de proveer un circuito de protección local que afecte únicamente a aquellos elementos que vienen determinados por la norma MSC/Circ.1387 anteriormente explicada.

3.1.4.1 Boquillas

En primer lugar se procederá a la selección de las boquillas que se van a utilizar. En el Estado del Arte se referencian en la Tabla 2-2 los distintos sistemas CI por agua certificados según M.E.D. Cualquiera de los sistemas CI por agua pulverizada de baja presión podría satisfacer los requerimientos necesarios. Todos los sistemas de la tabla salvo el VID se comercializan completos (grupo de bombeo, válvulas, boquillas y sistema de control) con lo que su diseño y cálculo es realizado por la oficina técnica del fabricante. El único fabricante que suministra las boquillas certificadas independientemente del resto de equipos es VID Fire Kill, por lo que se han elegido estas boquillas que por otra parte se encuentran entre las de mejores prestaciones y son utilizadas por otros fabricantes como Autronica.

Debido a la necesidad de instalar circuitos de inundación total y protección local que son sistemas diferentes, una ventaja del fabricante VID es que usa la misma boquilla pero con diferentes presiones, con lo que simplifica la red de tuberías, esta boquilla es la VID K6. Además para los espacios de la sentina se utilizarán boquillas tipo B1 que utilizan agua mezclada con espumógeno al 1% para producir espuma. A continuación se procede a explicar sus características.

3.1.4.1.1 Boquillas K6

Las boquillas K6 están pensadas para ser utilizadas en sistemas automáticos de pulverización de agua de baja presión.

Descripción general

La K6 es una boquilla fácil de instalar y que permite su aplicación en diferentes tipos de compartimentos utilizando baja presión y bajas cantidades de agua. Su diseño está pensado para la protección de espacios de máquinas y equipos con riesgo especial dentro de estos espacios como son los motores, depuradoras de combustible, calderas y turbinas.



Figura 3-6 Boquilla K6 [21]

Las boquillas K6 crean una fina pulverización que absorbe el calor, reduce su radiación y la cantidad de oxígeno en las proximidades del fuego, lo que permite controlar y extinguir posteriormente el incendio. Esta pulverización homogénea consiste en una alta concentración de pequeñas gotas. Debido a la poca masa que tiene en relación con la superficie que ocupa, el tipo de gota rociado permite realizar una extinción eficaz minimizando la cantidad de agua utilizada.

Versiones, aplicaciones y estándares.

En la Tabla 3-3 Versiones, aplicaciones, estándares y normas se pueden ver algunas versiones de la boquilla tipo K6 entre los cuales se encuentran los tipos que se van a seleccionar, además de las aplicaciones que tienen y la normativa reguladora que cumplen.

VERSIÓN DEL ROCIADOR	APLICACIONES	IMO Standard	Aprobación
K6 PACIFIC	Cámaras de máquinas y bombas de carga hasta 3842 m³	IMO MSC/Circ.1165	DNV MED+DNV Type Approval
K6 ATLANTIC	Cámaras de máquinas y bombas de carga hasta 5036 m³	IMO MSC/Circ.1165+IMO MSC.1/Circ.1385	Lloyds Register MED+DNV Type Approval
K6 SKAGERRAK	Protección local en espacios de máquinas categoría A	IMO MSC/Circ.1387	Lloyds Register MED+LR Type Approval DNV Type Approval

Tabla 3-3 Versiones, aplicaciones, estándares y normas [21]

Descripción específica de la boquilla

En la Figura 3-7 Medidas de la boquilla K6 se pueden ver las medidas que presentan este tipo de boquillas. Los valores son comunes a todas las variedades de la K6. Por otro lado en la Figura 3-8 Patrón de pulverización de la boquilla K6 a 8 bares se muestra el patrón de pulverización de estas boquillas, también común a las diferentes variedades.

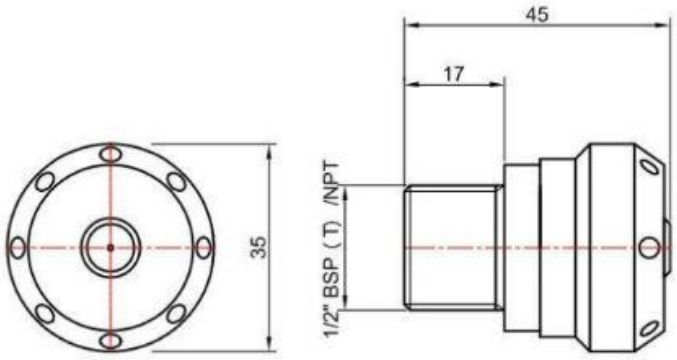


Figura 3-7 Medidas de la boquilla K6 [21]

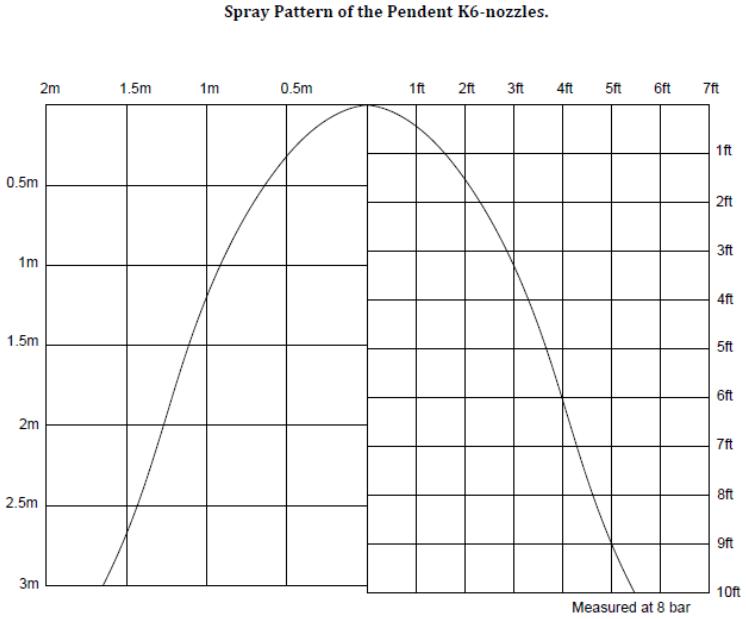


Figura 3-8 Patrón de pulverización de la boquilla K6 a 8 bares [21]

K6 Pacific

K6 PACIFIC	
TIPO	Inundación total
MATERIALES	Latón/Latón naval/SS316/Titanio gr.2
ACABADO	NiSn
PRESIÓN	8 bar-16 bar
FACTOR K	5.6 $(lpm/\sqrt{bar})$
CAUDAL NOMINAL	15,84 lpm
MÁXIMO ESPACIADO	3 m x 3 m
MÁXIMA ALTURA	10 m
MÁXIMO VOLUMEN DE LA INSTALACIÓN	3842 m³
TIPO DE ROSCA	1⁄2" BSP-T, 1⁄2" NPT, M10x1mm

Tabla 3-4 Características boquilla K6 Pacific [21]

K6 Skagerrak

K6 SKAGERRAK	
TIPO	Protección local
MATERIALES	Latón/Latón naval/SS316/Titanio gr.2
ACABADO	NiSn
PRESIÓN	12,5 bar-16 bar
FACTOR K	5.6 $(lpm/\sqrt{bar})$
CAUDAL NOMINAL	19,8 lpm
MÁXIMO ESPACIADO	1,5 m x 1,5 m
ALTURA SOBRE OBJETO	0,75 m - 11 m
MÁXIMO VOLUMEN DE LA INSTALACIÓN	3842 m³
TIPO DE ROSCA	1⁄2" BSP-T, 1⁄2" NPT, M10x1mm

Tabla 3-5 Características boquilla K6 Skagerrak [21]

Diseño para inundación total

Cuando se instalen boquillas K6 en sistemas de inundación total deberán de colocarse con un espaciado máximo entre boquillas de 3 m x 3m y una distancia máxima a los mamparos de 1,5 m. Dependiendo del tamaño y de la cantidad de obstáculos que haya en el compartimento a proteger puede ser necesario instalar un número mayor de boquillas que los mínimos necesarios para cubrir el área del compartimento

Diseño para protección local

En sistemas de protección local de determinados equipos se deberán colocar con un espaciado máximo entre boquillas de 1.5 m x 1.5 m. La boquilla no estará instalada a menos de 0.75 m ni a más de 11 m del riesgo que se quiere proteger. La distancia entre los bordes del objeto a proteger y el margen de actuación de la boquilla no será nunca superior a 0.375 m tal y como se muestra en la Figura 3-9 Requerimientos de espacio K6 protección local.

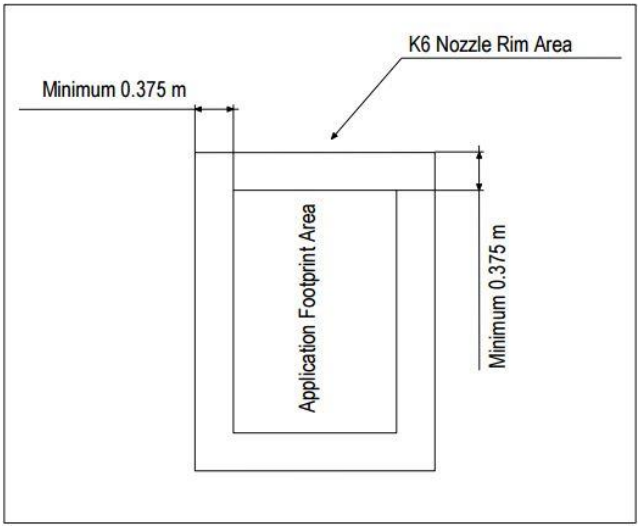


Figura 3-9 Requerimientos de espacio K6 protección local [21]

Obstrucciones

Las obstrucciones mayores serán consideradas aquellas que cubran una superficie igual o superior al 30% del área de actuación de la boquilla al nivel del suelo. En el caso de que la obstrucción no permita proteger correctamente el espacio deseado, se instalarán un mayor número de boquillas pudiendo estar estas tanto al lado como debajo de la obstrucción con el fin de conseguir la protección eficaz.

Aquellas obstrucciones que tengan un tamaño mayor a 1 m x 2 m irán provistas de rociadores debajo. Esto incluye también pasarelas con enjaretado.

Todos aquellos compartimentos que alberguen combustibles líquidos o materiales que se puedan acumular deberán ir protegidos convenientemente con rociadores adicionales.

Ventilación

Con el fin de conseguir la máxima eficiencia, la ventilación deberá actuar en el compartimento que se quiere proteger. Además es de vital importancia que cualquier sistema de ventilación que actúe en los compartimentos a proteger se apague en cuanto el sistema CI comience a funcionar.

En el caso de que el sistema de ventilación actuase mientras el sistema CI está en funcionamiento, su eficacia no será óptima. La circulación de aire podría aportarle al fuego oxígeno, impidiendo que la pulverización de agua haga su trabajo de separación del oxígeno del fuego. Por otro lado también es necesario que cualquier ventana, puerta y en definitiva conexión con el exterior del compartimento, albergue la opción de cerrado automático para evitar este mismo problema.

Otros aspectos a tener en cuenta

El recinto de aplicación deberá ser capaz de soportar temperaturas internas superiores a 100º C y deberá ser lo suficientemente hermético como para no comprometer la funcionalidad de las boquillas y soportar la presión interna a la que puede ser sometido en caso de incendio.

Por otro lado el sistema deberá estar formado por materiales que eviten la corrosión y por tanto que esta afecte a su buen funcionamiento. Mediante los cálculos hidráulicos pertinentes se garantizará que el sistema es capaz de satisfacer la demanda de caudal. Para conseguir esto se utilizará el programa de cálculo FHC (Full Hydraulic Calculations).

Deberán ser provistos los elementos eléctricos necesarios en lo relativo a alarmas, bombas, interruptores, etc.

Especificaciones relativas al agua

El aporte de agua deberá tener, por lo menos, una duración similar a 20 minutos para protección local y 30 minutos para inundación total.

Se deberán utilizar bombas hidráulicas que estén actualmente aprobadas por las autoridades competentes.

La toma de agua podrá ser de agua dulce o salada siempre y cuando esta esté limpia. Además el agua suministrada no podrá contener objetos de un tamaño mayor a 0.75 mm en diámetro. Por otro lado, se deberá contar con una toma de mar de emergencia.

Depósito de agua

Todo depósito de agua que esté destinado a proveer al sistema contraincendios deberá estar provisto de lo siguiente:

- Estar sellado y blindado de la luz del sol
- Estar situado en una zona libre de heladas
- Estar construido con materiales anticorrosivos
- Contar con una alarma de nivel de agua
- Contar con un filtro interno de tamaño de malla no superior a 1 mm
- Estar conectado con las bombas mediante una tubería anticorrosión y tener el suficiente tamaño como para trasladar la cantidad de agua necesaria desde el depósito
- Contar con un desagüe a una distancia mínima del fondo de 0.3 m para evitar que entren en la bomba impurezas y cuerpos extraños
- Estar completamente limpio antes de que se produzca su llenado

Especificaciones del sistema

A continuación se relacionan una serie requerimientos determinados por VID Fire-Kill, los cuales han de ser considerados además de aquellos que sean de obligado cumplimiento. Estos requerimientos son los siguientes:

- Los componentes del sistema deberán haber sido probados y testados para el uso en instalaciones de baja presión
- Estos componentes además deberán estar hechos de materiales que no sufran corrosión galvánica
- El sistema deberá utilizar tuberías de acero inoxidable como el AISI 304 o el AISI 316 con el fin de minimizar la posibilidad de corrosión y de atasco de estas
- El sistema deberá ser capaz de soportar una presión interna superior a 24 bares (1.5 veces la presión a la que esté destinado a trabajar) y deberá ser capaz de aportar la cantidad de agua necesaria a todos los rociadores de la instalación a la presión correspondiente
- El sistema deberá ser capaz de proporcionar la suficiente cantidad de agua a la zona más demandada trabajando a la mínima presión para la que está diseñado

3.1.4.1.2 Boquillas B1

Las boquillas B1 serán utilizados para proteger los espacios de sentinas situados en la cubierta de doble fondo.

Descripción general

Las boquillas tipo B1 está pensado para ser utilizado en circuito CI de baja presión, concretamente para proteger las zonas de sentina (situada entre las planchas del fondo y el techo de tanques) de la cámara de máquinas.



Figura 3-10 Boquilla B1 [22]

Se debe instalar junto con el sistema una unidad de mezclado de espuma AFFF al 1%. El 1% será calculado para estar operando durante 30 minutos en el modelo Bengal y 23 minutos comenzando la inyección 7 minutos después de la activación en el modelo Hudson.

Versiones, aplicaciones y estándares

En la Tabla 3-6 Características de la boquilla B1 Hudson se presentan las características generales de las dos variedades de la boquilla B1. Como se puede observar, todas las características de la tabla son comunes a las dos y la única diferencia que existe entre ellas es la presión mínima de trabajo y el caudal requerido, lo cual es de gran importancia ya que reduce la presión requerida por el sistema sustancialmente, y por tanto, también la capacidad que ha de tener la bomba hidráulica.

B1 HUDSON	
TIPO	Protección de sentina
MATERIALES	Latón naval/SS316
ACABADO	NiSn
PRESIÓN	10,5 bar-16 bar
FACTOR K	2,8 ($lpm/\sqrt{bar}$)
CAUDAL NOMINAL	9 lpm
MÁXIMO ESPACIADO	4 m x 1,5 m
ALTURA SOBRE OBJETO	0,30 m - 0,60 m
FILTRO	1200 micron
TIPO DE UNIÓN	⅜” BSP

Tabla 3-6 Características de la boquilla B1 Hudson [22]

B1 BENGAL	
TIPO	Protección de sentina
MATERIALES	Latón naval/SS316
ACABADO	NiSn
PRESIÓN	6 bar-16 bar
FACTOR K	2,8 $(lpm/\sqrt{bar})$
CAUDAL NOMINAL	6.85 lpm
MÁXIMO ESPACIADO	4 m x 1,5 m
ALTURA SOBRE OBJETO	0,30 m - 0,60 m
FILTRO	1200 micron
TIPO DE UNIÓN	⅜" BSP

Tabla 3-7 Características de la boquilla B1 Bengal [22]

Modelo	Standard	Aprobación
B1 BENGAL	IMO MSC/Circ. 1165 protección CI mediante inundación total en cámara de máquinas	DNV MED CON 1% AFFF
B1 HUDSON	IMO MSC/Circ. 1165 protección CI mediante inundación total en cámara de máquinas	DNV MED CON 1% AFFF

Tabla 3-8 Estándares de B1 [22]

Dimensiones e instalación

En la Figura 3-11 Dimensiones de la boquilla B1 se presentan las dimensiones que son comunes para las dos variedades de boquillas tipo B1. Por otro lado, en la Figura 3-12 Instalación boquillas B1 se incluye como han de ser instalados dichas boquillas.

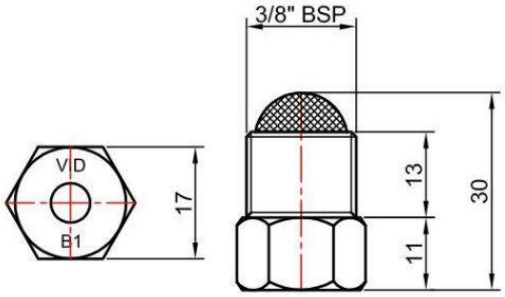


Figura 3-11 Dimensiones de la boquilla B1 [22]

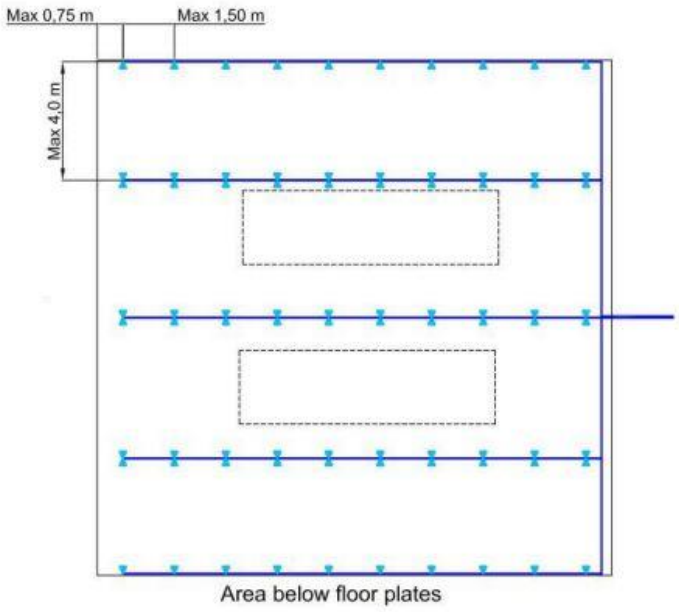


Figura 3-12 Instalación boquillas B1 [22]

3.1.4.2 Diseño de la distribución de las boquillas

Una vez se conoce el tipo de boquillas que se van a utilizar, se procede a realizar su distribución sobre los diferentes riesgos. Teniendo en cuenta las diferentes áreas de cobertura que tiene cada boquilla a utilizar y dividiendo los m² de área a proteger entre el área de actuación de las boquillas se obtiene el número de boquillas necesarias de cada tipo por cubierta. Mediante la utilización del programa AutoCAD se proyectan sobre los planos de los espacios de máquinas tanto las tuberías como los rociadores con sus correspondientes áreas de actuación.

Como anexo figuran los diseños realizados para inundación total y protección local con las boquillas K6 (con la presión que indican sus certificados) y sentina con la boquilla B1 así como la situación de las bombas hidráulicas, válvulas y demás elementos que forman parte de la instalación. En la Tabla 3-9 Número de boquillas requeridas e instaladas figuran el número de rociadores tanto teóricos como instalados en función de los m² a proteger y los tipos de boquillas utilizados.

	ÁREA(m2)	Nº BOQUILLAS	Nº BOQUILLAS TEÓRICAS	Nº BOQUILLAS INSTALADAS
2ª CUBIERTA POPA	19.69	8.75	9	11
2ª CUBIERTA PROA	133,42	14,82	15	30
CUBIERTA PLATAFORMA POPA	413,83	45,98	46	75
CUBIERTA PLATAFORMA PROA	162,50	18,06	19	21
CUBIERTA TECHO DE TANQUES MÁQUINAS	336,12	37,35	38	53
CUBIERTA DOBLE FONDO	146,30	48,77	49	51

Tabla 3-9 Número de boquillas requeridas e instaladas

Cabe resaltar que el número de boquillas instaladas es bastante superior al de boquillas teóricas por que los cálculos están hechos para el área de cobertura de las boquillas K6 de inundación total, las cuales tienen un área de cobertura de 9 m², mientras que en las boquillas instaladas se incluyen tanto estas como las K6 de protección local (con un área de actuación de 2.25 m²).

3.1.4.3 Selección de la bomba

A continuación se describe el proceso a seguir para la selección de la bomba incluyendo como anexo los resultados de los cálculos realizados con el programa Full Hydraulic Calculations.

3.1.4.3.1 Normativa aplicada

Los cálculos que a continuación se efectúan se han realizado en base a la normativa en vigor que regula este procedimiento. La normativa utilizada es:

- Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar (Convenio SOLAS) [9]
- MSC/Circ.1165 [23]
- MSC/Circ.1387 [24]

3.1.4.3.2 Determinación de las características principales de las bombas principales de CI

En concordancia con lo establecido por la normativa vigente es necesario instalar, además de las bombas CI principales, unas bombas de reserva que sean capaces de compensar la pérdida de cualquier bomba de suministro. Debido a esto la instalación contará con tres (3) bombas centrífugas multicelulares verticales. Dos (2) de ellas como unidades de bombeo principales y la otra (1) como unidad de bombeo auxiliar.

Capacidad unitaria

En primer lugar, antes de calcular la capacidad unitaria que han de tener las bombas es necesario conocer cuál es el área que los rociadores han de cubrir, y además, calcular el número de estos en función de ese área. Para este caso, el área de cobertura es de 1211,10 m², los cuales están repartidos entre las cubiertas de doble fondo, techo de tanques, cubierta plataforma y segunda cubierta; cuyos planos se adjuntan como anexos. Teniendo en cuenta que se utilizarán boquillas del tipo K6 (para protección local e inundación total) y B1 para la sentina, habrá que tener en cuenta sus diferentes áreas de cobertura para realizar el cálculo.

Dimensionamiento teórico

De acuerdo con este criterio la capacidad unitaria de cada bomba contraincendios deberá ser capaz de proporcionar el caudal necesario a cada rociador instalado. Se calculará mediante la utilización de la siguiente expresión:

$$Q_{bci} = \sum nº\ de\ rociadores \cdot Q_r$$

Siendo:

Q_{bci}= Capacidad unitaria de las bombas contraincendios, expresada en l/min

Q_r = Caudal nominal de cada boquilla

Debido a que existen 3 tipos de boquillas habrá que realizar 3 cálculos diferentes y luego sumar sus correspondientes resultados, ya que cada una de las boquillas tiene una demanda de caudal diferente.

Así pues, hay instaladas 95 boquillas K6 para extinción local, 95 boquillas K6 para inundación total y 51 boquillas B1. No obstante, únicamente se utilizarán para los cálculos las boquillas situadas en popa debido a que en caso de que se produzca un incendio en esta parte del barco no será necesaria la activación del circuito en proa. Teniendo en cuenta esto, se utilizarán 75 boquillas K6 para extinción local, 64 boquillas K6 para inundación total y 51 boquillas B1, además de esto, hay que tomar en consideración que las boquillas K6 de protección local estarán trabajando una presión de 8 bares cuando se active el circuito de inundación total y por lo tanto su caudal nominal será de 15,84 y no de 19,8 l/min como aparece en las tablas de datos. Por tanto la expresión queda de la siguiente manera:

$$Q_{bci} = (64 + 75) \cdot 15.84 + 51 \cdot 6.85 = 2551.11\ l/min$$

$$Q_{bci} = 2551.11\ l/min$$

Dimensionamiento mediante FHC

Una vez que se han realizado todos los planos y se conocen cuáles son las tuberías que se van a utilizar así como sus longitudes, se recurre al programa Full Hydraulic Calculations para dimensionar tanto el diámetro de las tuberías a utilizar como que tipo de bombas hidráulicas se emplearán en la instalación.

Previamente a introducir los tramos de tuberías en el programa se han realizado diversos croquis de los diferentes circuitos en cada cubierta con el fin de clarificar la trayectoria que siguen y las alturas que tienen. Estos croquis se han realizado en base a los planos de las cubiertas de los BAC disponibles.

A continuación se explica el funcionamiento del programa utilizado y se incluyen algunas fotografías del proceso de diseño del circuito y su posterior cálculo.

3.1.4.3.2.1 Full Hydraulic Calculations

El software Canute FHC para cálculos hidráulicos permite realizar el cálculo de sistemas de agua pulverizada de baja, media y alta presión según lo definido en la NFPA 750, norma que estandariza los requisitos de diseño, instalación, mantenimiento y pruebas de los sistemas de extinción por agua pulverizada.

La NFPA permite la utilización de la fórmula de Hazen Williams en el cálculo de los sistemas de agua pulverizada incluyendo los de alta presión (más de 34.5 bar) siempre que se den ciertas condiciones. Para media y alta presión la velocidad del agua a través de las tuberías debe ser inferior a 7.6 m/s y el tamaño de tubería más pequeño debe ser mayor de 20 mm. El gráfico de la Figura 3-13 Utilización de la fórmula de Hazen Williams presenta las tres clasificaciones de presión y cuando puede ser utilizada la fórmula de Hazen Williams.

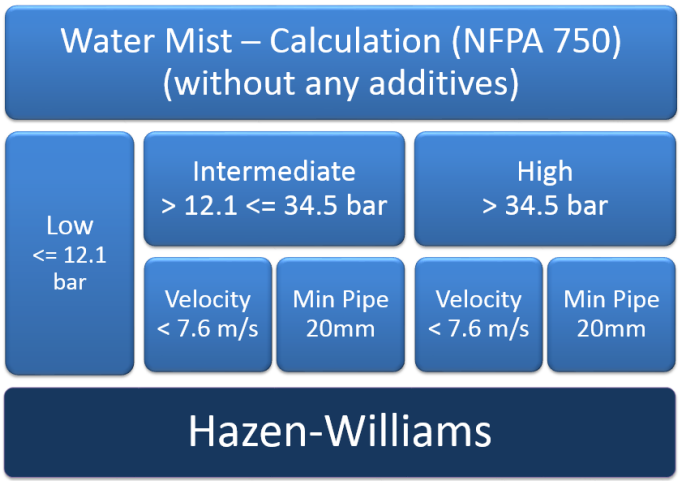


Figura 3-13 Utilización de la fórmula de Hazen Williams [25]

3.1.4.3.2.2 Creación del circuito y cálculo

Una vez que se han realizado todos los croquis de las diferentes partes del circuito CI y se conoce el tipo y número de boquillas que se van a utilizar, se puede proceder a realizar el cálculo mediante el programa FHC para obtener las características que deben tener las bombas hidráulicas del circuito. Teniendo en cuenta el resultado obtenido y además también los cálculos teóricos realizados en apartados anteriores se podrá proceder a escoger la bomba entre las diferentes opciones que los fabricantes tienen en el mercado.

A continuación se procede a explicar el cálculo realizado mediante el programa FHC. Cabe destacar que se harán dos cálculos con este programa, uno para el caso del sistema actuando en

inundación total que estará dimensionado para trabajar a 8 bares (presión mínima de trabajo de la boquilla K6 de inundación total) y 6 bares (presión mínima de trabajo de la boquilla B1) que incluye tanto los circuitos de protección local como de inundación total; y otro para el caso de que el sistema actúe en protección local que trabajará a 12.5 bares (presión mínima de trabajo de la boquilla K6 de protección local) para el cual únicamente se escogerá el circuito del riesgo que tiene asignadas más boquillas con el fin de garantizar que la demanda de caudal más grande posible está satisfecha.

En los datos se introduce la autoridad cuya normativa se va a utilizar como base (National Fire Protection Association), el fluido con el que se va a trabajar (agua), lo cual tiene especial relevancia por ser la viscosidad de este un parámetro determinante en los resultados que se puedan obtener; y el fichero de datos de tuberías que se va a utilizar (EN_12845_tb227) el cual se ha escogido garantizando que el rango de diámetros que ofrece el fichero pueda satisfacer los requerimientos de la instalación.

Una vez hecho esto, se comienza a proyectar la instalación dibujando las diferentes tuberías que tiene el circuito con las correspondientes boquillas cuando corresponda. El material escogido para las tuberías será el acero inoxidable AISI 316 por el hecho de que el programa no cuenta con el AISI 304 en la librería (el cual es el utilizado en la instalación) ya que son prácticamente idénticos y el cálculo no varía de forma significativa. El hecho de que se escoja inoxidable viene determinado por su pequeña diferencia de precio con respecto al acero de fundición y por evitar la corrosión en todo el circuito pero sobre todo en el tramo de la toma de mar.

A la hora de realizar el cálculo, el programa tiene en cuenta el número de codos y tés que se introduzcan en el circuito ya que cada uno de estos elementos tiene asignado un valor de pérdida de energía debido al rozamiento.

Además, es preciso crear en el programa las boquillas K6_total, K6_local y B1. En los datos es preciso introducir el tamaño del orificio de salida de la boquilla, el factor K, la presión mínima de trabajo y el nombre. En función del tipo de boquilla que se introduzca cambiarán los requerimientos de la instalación y por lo tanto también los resultados del cálculo realizado por el programa.

En este caso no se introducirá el diámetro de las tuberías ni las características de la bomba que utiliza el circuito con el fin de que el programa por sí mismo dimensione ambos datos y podamos obtener tanto la bomba que se debe utilizar como los diámetros de las tuberías de los circuitos.

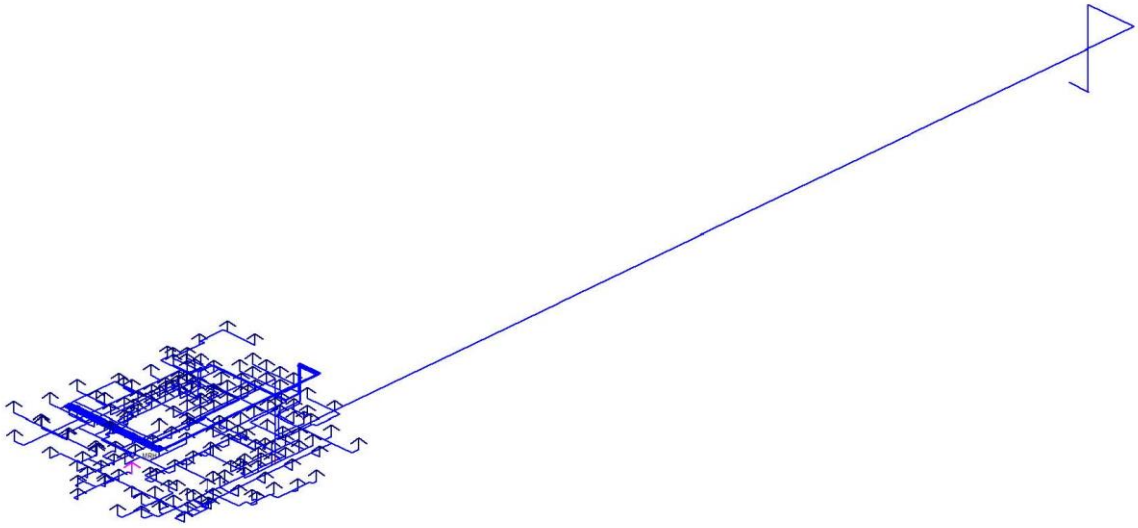


Figura 3-14 Red de tuberías diseñada (Vista general)

Cabe destacar que la realización de la red de tuberías es un proceso complejo, que requiere gran cantidad de tiempo y en el que se ha de ser meticuloso a la hora de introducir los datos puesto que es muy difícil detectar pequeños errores, los cuales pueden afectar en gran medida al resultado haciéndolo inviable. Además, previamente a la realización de esta red, es necesario trazar los croquis necesarios de cada cubierta con el fin de hacer una puesta en común final con todos ellos y englobarlos en la misma red.

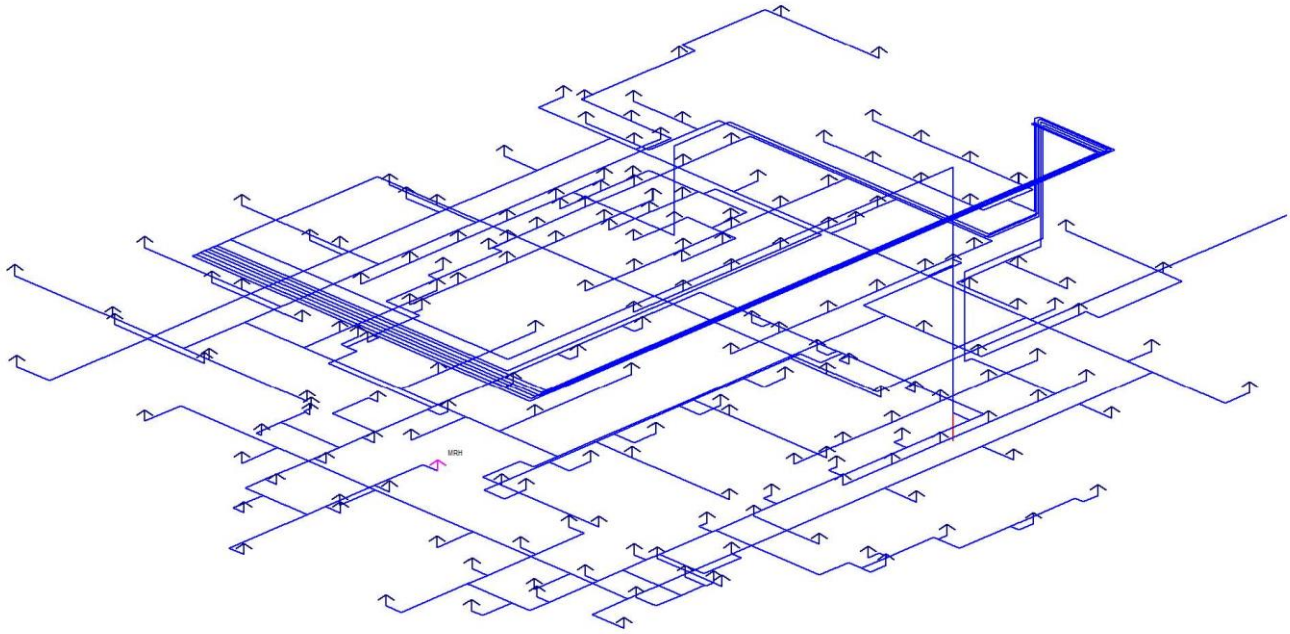


Figura 3-15 Red de tuberías diseñada

Un aspecto a tener en cuenta es que a pesar de que el circuito de inundación total comprende tanto la parte de proa como la de popa, en el hipotético caso de un incendio en una de ellas no se

activarían ambas partes del circuito a la vez puesto que no es necesario. Es por ello que el cálculo se realizará únicamente para la parte de popa por ser la más demandante (mayor número de rociadores), ya que si el sistema es capaz de abastecer esta parte del circuito también será capaz de abastecer a la parte de proa.

Los resultados que se han obtenido en el cálculo han sido un caudal necesario de 2833.1 l/min y una presión de 13.518 bares para la bomba, tal como se ve en la Figura 3-16 Cálculo preliminar en el FHC. Este resultado es completamente lógico ya que si tenemos en cuenta que el caudal teórico necesario era de 2551.11 l/min el hecho de sumarle las pérdidas mediante la fórmula de Hazen Williams a través del programa aumenta el caudal necesario en 282 l/min o lo que es lo mismo un 11.05%.

Por otro lado la mayor presión, de 13.518 bares se obtiene en la tubería de impulsión (inmediatamente después de la bomba) lo cual tiene sentido ya que a partir de ese punto la presión se irá reduciendo continuamente. La boquilla que demanda mayor presión se encuentra situada en el circuito de sentina y requiere una presión de 11.143 bares, esto sucede debido a que el circuito de sentina se encuentra situado a mayor distancia que el resto, a pesar de que la boquilla B1 (2.8) posee un factor K menor que el de la boquilla K6 (5.6).

Los caudales mínimos que circulan por las boquillas B1 son de 8.7 l/min mientras que requieren 6.85 l/min por lo que la cantidad de agua que se les proporciona es más que suficiente. Lo mismo sucede con las boquillas K6 cuyo caudal requerido es 15.8 l/min y es el que se les proporciona.

Como se verá más adelante existen varios modelos de bombas hidráulicas en el mercado que satisfacen estos requerimientos de las cuales se escogerá la más adecuada.

A la vista de los resultados se concluye que la instalación total estará formada por tuberías de varios diámetros nominales que van desde 20 mm hasta 125 mm. Los diámetros de mayor tamaño se corresponden con los diferentes colectores y con las tuberías de impulsión y aspiración, mientras que los de menor tamaño van asociados a los circuitos de protección local que tienen un menor número de boquillas, es decir, riesgos más pequeños.

Como anexos figuran tanto los informes correspondientes a los circuitos de inundación total y protección local así como los esquemas de tuberías dibujados en el programa.

Calculations summary for
TOTALF BAC
Most Unfavourable

Source Duty = 2833.1 L/min at 13.518 bar

Design Efficiency:	90	%
Heads under pressure:	0	
Heads under density:	0	
Heads above 2 bar:	190	
Pipes with no flow:	0	
No of pipes sized:	437	
Pipe volume:	2.449	cu.m
Pipes > 10.0 m/s:	0	
Remotest head node:	1880	
Min. head density:	0.000	mm/min
Max. head density:	0.000	mm/min
Min. head flow:	8.200	L/min
Max. head flow:	18.506	L/min
Min. head pressure:	8.000	bar
Max. head pressure:	11.143	bar
Min. pipe flow rate:	8.200	L/min
Max. pipe flow rate:	2833.092	L/min
Min. velocity:	0.389	m/s
Max. velocity:	4.759	m/s
:	15.613	ft/sec
Max. vel thro valves:	0.000	m/s
Min. pipe pressure:	0.001	bar
Max. pipe pressure:	1.033	bar
Min. pressure drop:	0.979	mb/m
Max. pressure drop:	93.287	mb/m
Min. equiv length:	1.000	m
Max. equiv length:	107.900	m
NFPA/FM Rules:	HW 'C's may be changed	
Metres to bars:	10.208	
SG of fluid:	1.000	
Sum of head flows:	2833.129	L/min
Source flow rate:	2833.092	L/min
:	169.986	m3/hr
:	623.192	gpm
:	748.505	US.GPM
Source pressure:	13.518	bar
:	1351.821	kPa
:	196.065	psi
Total area covered:	0.000	sq.m
:	0.000	sq.ft

Velocity profile:	Pipes	Total no
0 to 1 m/s :	173	437
1 to 2 m/s :	62	264
2 to 3 m/s :	47	202
3 to 4 m/s :	132	155
4 to 5 m/s :	23	23

Figura 3-16 Cálculo preliminar en el FHC

3.1.4.3.2.3 Selección de la bomba

Teniendo en cuenta los cálculos realizados y que los resultados obtenidos mediante el dimensionamiento con el programa FHC son más demandantes que los obtenidos teóricamente, se debe escoger una bomba que cumpla con las siguientes características:

- Caudal nominal de 1500 l/min de tal forma que la suma de las dos bombas principales sumen 3000 l/min

- Trifásica a 50 Hz
- Presión de trabajo 13.5 bares

En función de estos datos se escogerá una bomba de la marca Grundfos que cumpla con las ya mencionadas características. Para ello se recurre al catálogo de Grundfos y se selecciona la bomba que más se aproxime y cumpla estos requisitos. Debido a que las tablas de la empresa Grundfos están expresadas en m³/h y en Pa, se hace una conversión de unidades del caudal y la presión:

$$Q_{bci} = 2833.33 \frac{\cancel{l}}{\cancel{min}} \cdot \frac{\cancel{dm^3}}{\cancel{l}} \cdot \frac{10^{-3} m^3}{1\ \cancel{dm^3}} \cdot 60 \frac{\cancel{min}}{1\ h} = 170\ m^3/h$$

$$p = 13.5\ \cancel{bares} \cdot \frac{10^5\ Pa}{1\ \cancel{bar}} = 1.35\ MPa$$

Como se cuenta con dos bombas principales se tendrá que el caudal de cada una de las bombas será:

$$Q_{bci} = 85\ m^3/h$$

En base a los resultados obtenidos tras realizar el cambio de unidades, se ha seleccionado la bomba en el catálogo de Grundfos. En la Figura 3-17 Selección de la bomba en el catálogo de Grundfos se muestra como en el catálogo de bombas aparecen varias opciones que satisfacen los requerimientos impuestos de 85 m³/h de caudal y 1350 KPa (1.35 MPa).

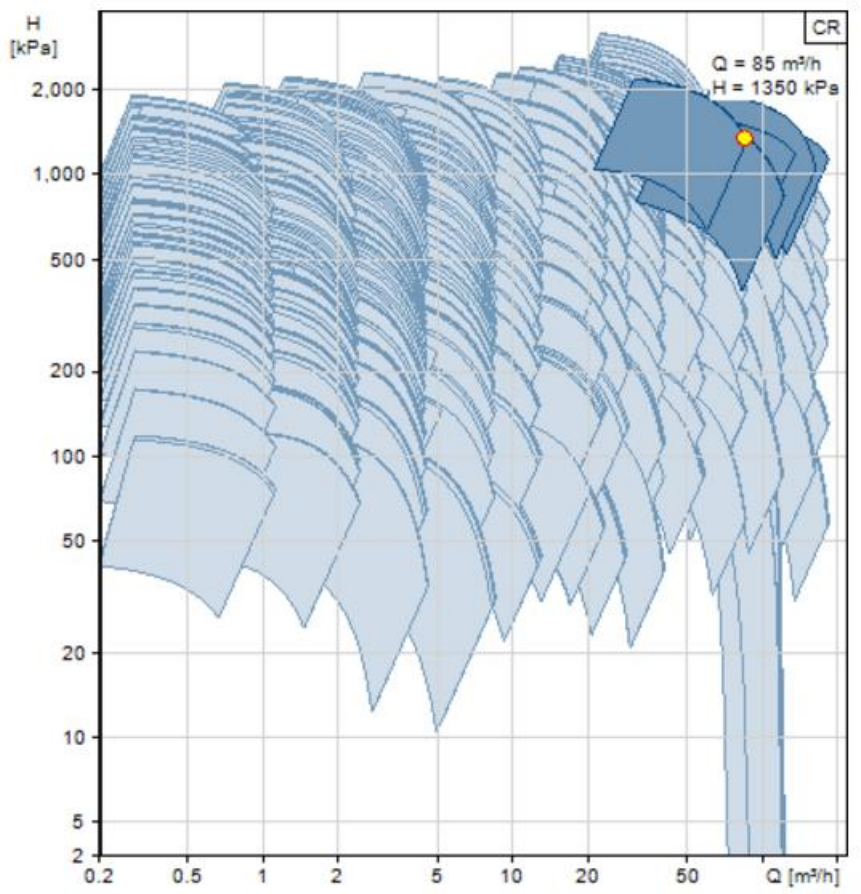


Figura 3-17 Selección de la bomba en el catálogo de Grundfos [26]

Las bombas que cumplen con estos requerimientos son la Grundfos CR 64, la Grundfos CR 90, la Grundfos CR 120 y la Grundfos CR 150. En un primer momento se descartan la CR 120 y la CR 150 por cuestiones económicas obvias.

Por otro lado, se hace una comparación de la CR 90 y la CR 64 para comprobar su eficiencia y coste del ciclo vital. En la Figura 3-18 Comparativa Grundfos CR 64 y Grundfos CR 90 y en la Tabla 3-10 Comparativa Grundfos CR 64 y Grundfos CR 90 se muestran los datos de ambas bombas.

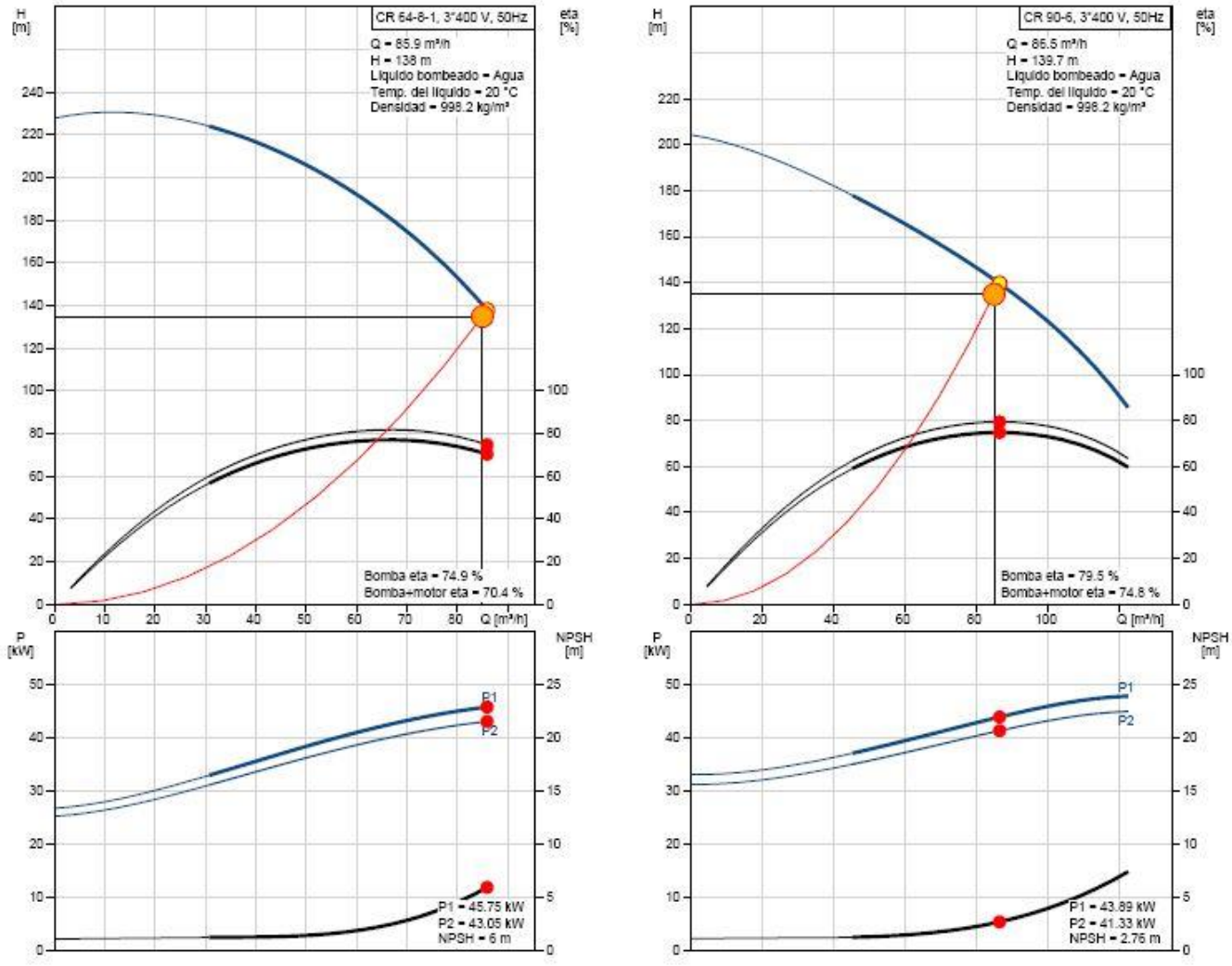


Figura 3-18 Comparativa Grundfos CR 64 y Grundfos CR 90 [26]

PRODUCTO	CR 64-8-1	CR 90-6
CÓDIGO	96123547	96124085
CAUDAL	85.9 m³/h	86.4 m³/h
ALTURA	138 m	139.7 m
RENDIMIENTO	71.1 %	74.8 %
COSTE DEL CICLO DE VIDA	116.871 €	110.838 €

Tabla 3-10 Comparativa Grundfos CR 64 y Grundfos CR 90 [26]

En vista de los resultados se escogerá la bomba Grundfos CR 90-6 por tener un mayor rendimiento y, además, un coste del ciclo de vida inferior proporcionando mejores prestaciones.

En la Figura 3-19 Curva H-Q Grundfos CR 90-6 se puede visualizar la curva H-Q de la bomba escogida, como podemos comprobar cuando se fija un caudal de trabajo de 85 m³/h la bomba es capaz de trabajar a una presión de 1371 KPa, por lo tanto cumple con los requerimientos de la instalación.

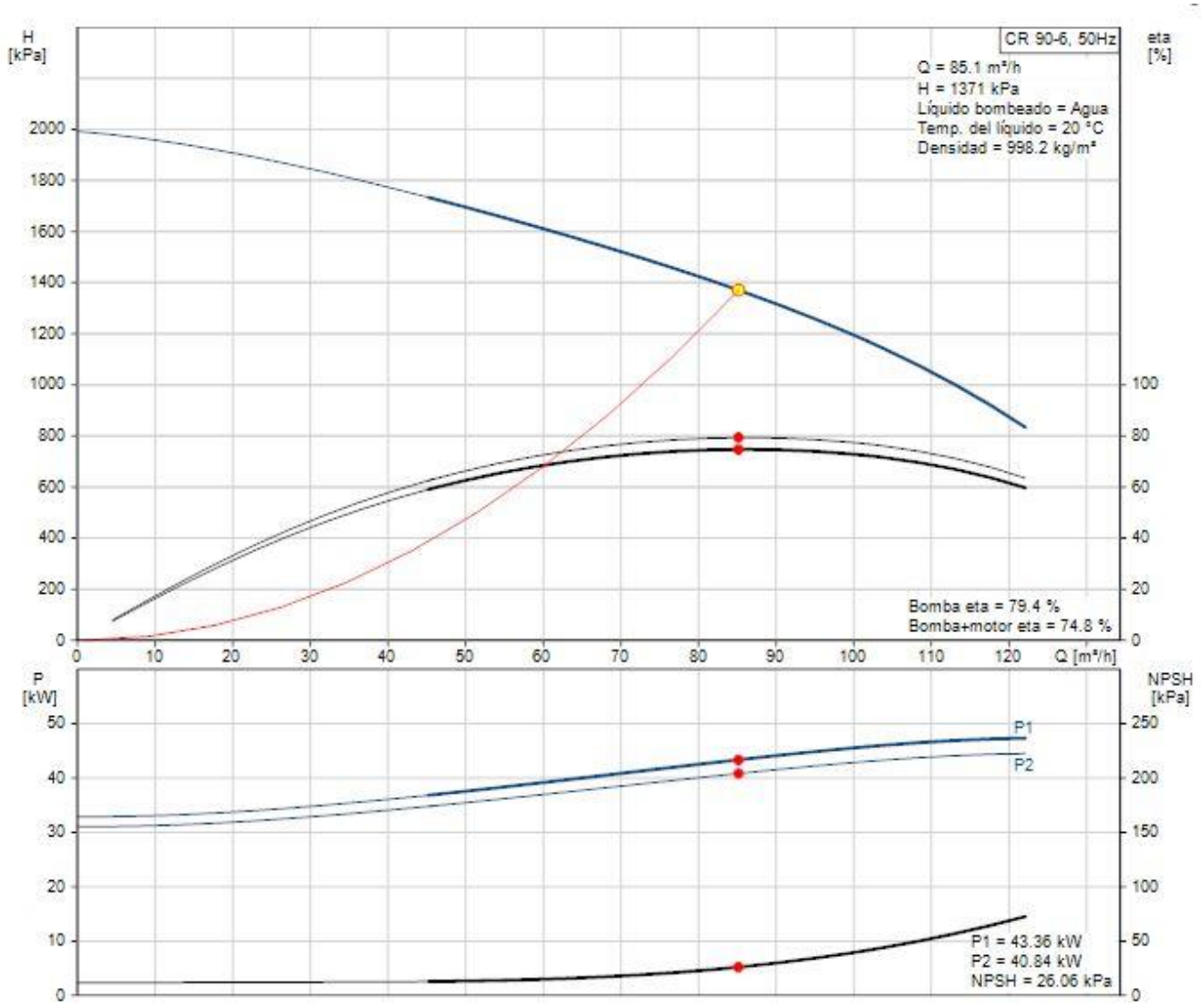


Figura 3-19 Curva H-Q Grundfos CR 90-6 [26]

En el apartado de especificaciones técnicas se detallan las características de la bomba.

3.1.4.4 Sistema de control

A continuación se describe el sistema de control que actúa sobre el sistema de extinción de incendios por agua pulverizada a baja presión para los compartimentos de máquinas, diésel generadores, sentina e incinerador en el BAC Cantabria.

El sistema está diseñado según el capítulo II-2 de SOLAS y la Circular 1165 del IMO/MSC.

3.1.4.4.1 Descripción del sistema

El sistema tiene control sobre los siguientes circuitos:

- Protección local Nº1: motores principales 1 y 2, cámara de máquinas, cubierta plataforma;
- Protección local Nº2: diésel generador babor, c. máquinas, c. techo de tanques;
- Protección local Nº3: diésel generador estribor, c. máquinas, c. techo de tanques;

- Protección local Nº4: purificadores, c. máquinas, c. plataforma;
- Protección local Nº5: quemador estribor, c. máquinas, c. plataforma;
- Protección local Nº6: quemador babor, c. máquinas, c. plataforma;
- Protección local Nº7: diésel generadores, c. diésel generadores, segunda cubierta;
- Protección local Nº8: purificadores, c. diésel generadores, c. plataforma;
- Protección local Nº9: incinerador, segunda cubierta;
- Inundación total Nº1: c. de máquinas, cubiertas plataforma y techo de tanques;
- Inundación total Nº2: c. diésel generadores, cubiertas segunda y plataforma;
- Inundación total Nº3: sentina, cubierta doble fondo;

Los espacios de máquinas están protegidos por un total de 241 boquillas repartidas entre las diferentes cubietas que abarcan dichos espacios. A la salida de estos, en el interior y en el puente hay pulsadores de disparo de extinción.

El sistema de control permite visualizar en el puente el estado del sistema, y al accionar los pulsadores de disparo RP01 realizar la extinción mediante el arranque de bomba, apertura de la válvula correspondiente y activación de alarmas. Consta de:

- Display en puente CP100 ACS01.100: Pantalla LCD que permite controlar las zonas de detección de incendios, el estado de las bombas, la posición de las válvulas. Posibilidad de interface con sistema de alarmas o VDR del buque: Se transmiten las señales de fallo, incendio, descarga y alarma general.
- Disparo centralizado desde Cámara de Control Central: Equipo ACS01.209 permite controlar y disparar las zonas de extinción.
- Disparo de zonas: Pulsador a la salida de cada riesgo, también se pueden ubicar cerca de la bajada a máquinas.
- Un módulo de entradas/salidas microprocesado para controlar las zonas de detección de incendios.
- 5 módulos de entradas/salidas microprocesados para controlar los arranques de las bombas, la apertura/cierre de válvulas de distribución y las alarmas.
- Cuadro de arranque de bombas que aloja la maniobra de las bombas y 5 módulos de entradas/salidas.
- 9 Sirenas ópticas de alarma de extinción, nivel sonoro 112 dB para ubicación en áreas de riesgo.

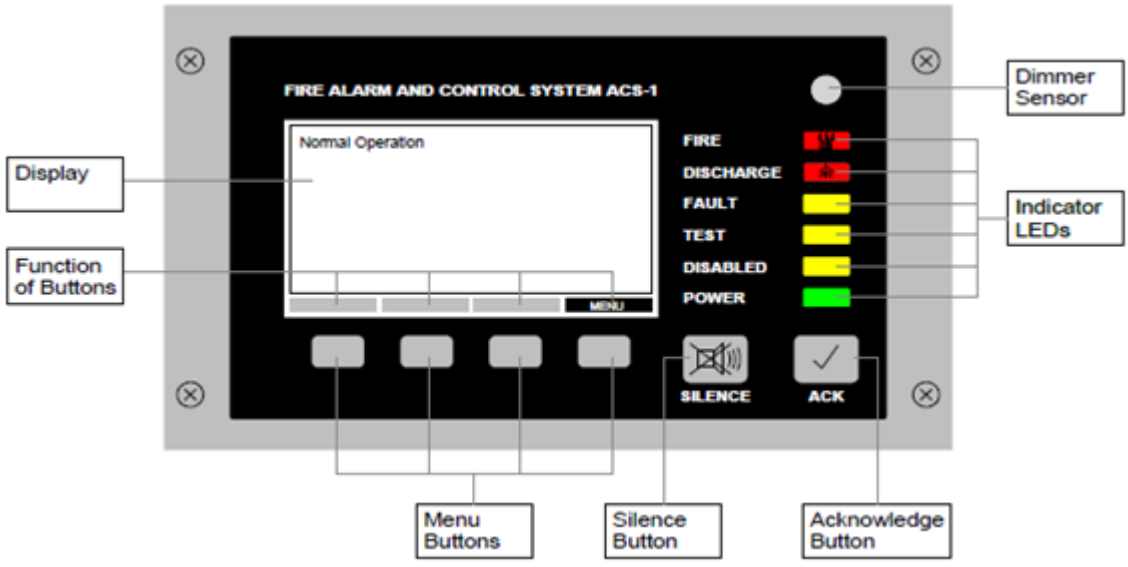


Figura 3-20 Panel de control ACS01.100 en puente

3.1.4.4.2 Funcionamiento del sistema

El disparo de la extinción se puede realizar de forma manual cuando se activa uno de los pulsadores de disparo RP01 , el funcionamiento se describe en el siguiente apartado. Para realizar el disparo de emergencia hay que ir a la cámara de bombas, abrir las válvulas correspondientes y arrancar la bomba de agua.

Cuando un detector de incendios (humo o temperatura) detecta fuego, suena la alarma en el display de puente y en las sirenas, existe una línea de sirenas de alarma inmediata en puente y otra línea de sirenas retardada para espacios de máquinas.

No existe disparo automático de agua por detectores de incendios.

Al sonar las sirenas, el personal examina la situación, si no es una falsa alarma y existe incendio, se tratará de sofocar por medios manuales: Extintores portátiles o mangueras de agua. Si no es posible extinguir el incendio se procederá a la extinción por agua pulverizada, tal como se describe a continuación.

Disparo Centralizado

Para realizar el disparo desde la Cámara de Control Central se acciona el pulsador de disparo ACS01.209 que muestra la Figura 3-21 correspondiente al local incendiado en la central de disparo. Inmediatamente después se activa la alarma de extinción por agua en esa zona, arrancan las bombas 1 y 2 y se abren la válvula motorizada correspondiente del riesgo/zona a proteger. Si se vuelve a pulsar el pulsador se cierran la válvulas motorizadas y paran las bombas 1 y 2.

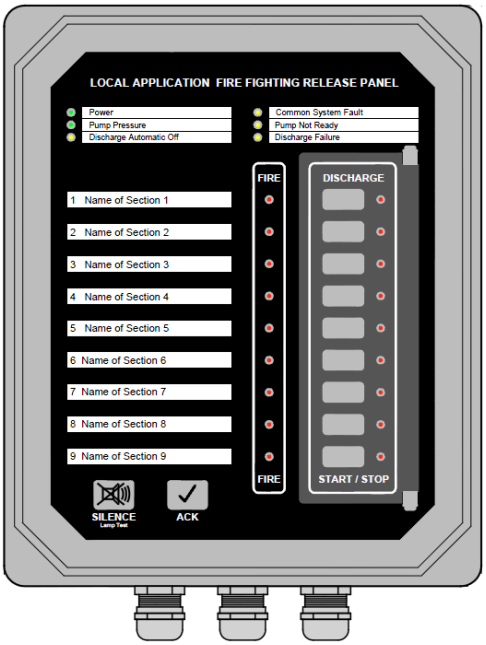


Figura 3-21 Panel de disparo ACS01.209 en CCC [27]

Disparo Manual

Para realizar el disparo manual se acciona el pulsador de disparo correspondiente al local incendiado. Inmediatamente se activa la alarma de extinción por agua en esa zona, arrancan las bombas 1 y 2 y se abren las válvulas motorizadas correspondientes para el riesgo/zona correspondiente. Si se vuelve a pulsar el pulsador se cierra la válvula motorizada y paran las bombas 1 y 2.

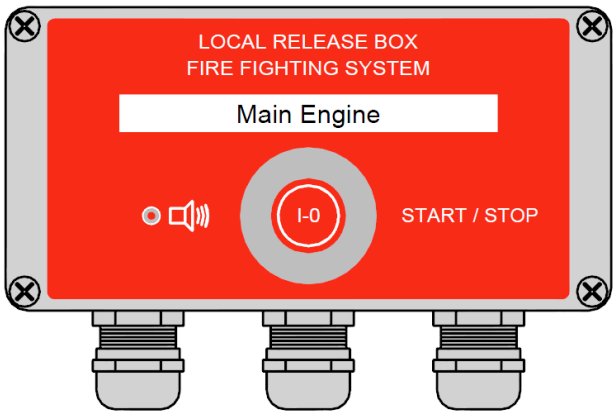


Figura 3-22 Pulsador de disparo RP01 [27]

La aspiración de la bomba en los primeros minutos se hace desde los depósitos de agua dulce (que tienen 600 litros y una autonomía de más de 30 minutos), pasados 30 minutos la válvula motorizada del depósito de agua dulce se cierra y la aspiración se hace desde la válvula de toma de mar, esta válvula es manual y debe estar en posición abierta.

El sistema controla mediante interruptores finales de carrera la posición de las válvulas en la aspiración: tanque de agua dulce y toma de mar.

Si la bomba 1 o 2 no arrancan por cualquier tipo de fallo, el presostato de control no detecta presión y después de 10 segundos el cuadro de arranque da orden de arranque a la bomba 3 de reserva.

3.1.4.4.2.1 Disparo de emergencia

Si una vez accionado el pulsador de disparo la bomba no arranca, se procederá al disparo de emergencia. Es necesario ir al local de cámara de bombas donde se encuentra la mayor parte de los componentes y realizar el procedimiento de forma manual.

3.1.5 Especificaciones técnicas

El sistema de extinción por agua pulverizada cuenta con dos circuitos, por un lado el de inundación total que se ha diseñado en base a una normativa y los diferentes circuitos de protección total que se han diseñado en base a otra. A continuación se explican ambos circuitos y posteriormente se describen técnicamente los elementos que componen ambos circuitos.

3.1.5.1 Circuito de inundación total

La instalación contraincendios proyectada consiste en un sistema de extinción por agua pulverizada a través de rociadores y que actúa sobre los espacios de máquinas diseñada de acuerdo con el capítulo II-2 del Convenio SOLAS y con la IMO MSC/Circ. 1165.

El sistema cuenta con la posibilidad de ser activado tanto manualmente como por control remoto.

El sistema posee la capacidad de actuar inmediatamente así como de hacerlo de manera continuada durante 30 minutos para prevenir la reignición del fuego durante ese periodo.

La activación del sistema se puede realizar sin ningún tipo de riesgo para la dotación del barco, lo que permite ganar tiempo a la hora de comenzar las labores de extinción.

El sistema cuenta como medio de bombeo redundante con una bomba hidráulica de reserva.

La instalación cuenta con dos vías de suministro de agua, por un lado los tanques de agua dulce situados a proa que cuentan con una capacidad de 120 m^3 (cuando sólo se necesitan 85 m^3 para que funcione continuamente durante 30 minutos) y por otro lado con una toma de mar. En cualquiera de

los dos casos el sistema está capacitado para funcionar de manera continua durante 30 minutos tal y como exige el Convenio SOLAS.

El funcionamiento normal del sistema será por medio de agua potable.

El sistema proporciona el caudal requerido más un 10% tanto de agua dulce como de agua salada.

El sistema puede ser operado desde fuera de las zonas afectadas en caso de incendio y su funcionamiento no se verá afectado por los efectos de este.

La activación de cualquier circuito del sistema activa tanto una alarma visual como una sonora y una indicación de que parte del circuito está activada.

Los componentes eléctricos tienen la clasificación IP54 y cuentan con una fuente de alimentación principal así como una de emergencia realizándose el cambio de una a otra de manera automática en caso necesario. La fuente de alimentación de emergencia está situada fuera de los espacios a proteger.

Las zonas de actuación de los rociadores cuentan con las características de ventilación y aislamiento pertinentes que garantizan el correcto funcionamiento del sistema.

El sistema está dividido en diversas zonas de la siguiente manera:

- Protección local Nº1: motores principales 1 y 2, cámara de máquinas, cubierta plataforma;
- Protección local Nº2: diésel generador babor, c. máquinas, c. techo de tanques;
- Protección local Nº3: diésel generador estribor, c. máquinas, c. techo de tanques;
- Protección local Nº4: purificadores, c. máquinas, c. plataforma;
- Protección local Nº5: quemador estribor, c. máquinas, c. plataforma;
- Protección local Nº6: quemador babor, c. máquinas, c. plataforma;
- Protección local Nº7: diésel generadores, c. diésel generadores, segunda cubierta;
- Protección local Nº8: purificadores, c. diésel generadores, c. plataforma;
- Protección local Nº9: incinerador, segunda cubierta;
- Inundación total Nº1: c. de máquinas, cubiertas plataforma y techo de tanques;
- Inundación total Nº2: c. diésel generadores, cubiertas segunda y plataforma;
- Inundación total Nº3: sentina, cubierta doble fondo;

El sistema trabaja a una presión de 13.518 bares y con un caudal de 2833.1 litros por minuto (aproximadamente 170 m^3/h). Las tuberías están hechas de acero inoxidable AISI 304.

El sistema presenta como ventajas:

- Eficacia con poca cantidad de agua
- Utilización de un sistema de baja presión
- Bajo poder de consumo
- Utilización de componentes estandarizados en cuanto a tuberías, válvulas, etc.
- Es un sistema de tubería seca, no circula agua por las tuberías hasta que no es activado.

A pesar de lo expuesto anteriormente, debido a que la cámara de diésel generadores y la cámara de máquinas se encuentran en proa y popa respectivamente, no será necesario activar todo el circuito para extinguir un incendio que se produzca en una de las dos zonas, lo mismo sucede con el circuito de inundación total 3 y el de protección local 9 que se encuentran situados en cubiertas diferentes a la cámara de máquinas y a la cámara de diésel generadores. Un ejemplo de esta situación sería que para extinguir un incendio producido en cámara de máquinas no sería necesario activar los circuitos de PL7, PL8, PL9 ni IT 3.

3.1.5.1.1 Circuito de sentina

Como parte especial dentro del circuito de inundación total se encuentra el circuito que actúa sobre la sentina en la cubierta de doble fondo. Su carácter especial viene determinado por que además de utilizar un tipo de rociador distinto (B1 Bengal) dispara una mezcla de agua con espuma AFFF al 1% de concentración.

La razón por la cual se añade espuma en el circuito de sentina es para garantizar la extinción en incendios que se puedan producir en los tanques de combustible o aceite.

El sistema debe ser capaz de estar funcionando de manera continua durante 30 minutos.

El sistema cuenta con un mezclador o proporcionador que aporta la cantidad de espumógeno necesaria al circuito (1%).

Las tuberías están hechas de acero inoxidable AISI 304.

El sistema cuenta con un depósito de 0.15 m^3, mientras que para actuar de manera continua durante 30 minutos necesita 0.104 m^3.

3.1.5.2 Circuitos de protección local

El sistema contraincendios de agua pulverizada proporciona extinción del fuego localizada en determinados riesgos categorizados como espacios de máquinas de categoría A los cuales vienen determinados por la regla II-2/10.5 del convenio SOLAS. Además el sistema está diseñado de acuerdo a lo expuesto en la IMO MSC/Circ. 1387.

Entre las características propias del sistema se encuentran:

- Eficacia con poca cantidad de agua
- Tuberías de pequeño tamaño (compacto)
- Sistema de baja presión
- Bajo poder de consumo
- Utilización de componentes estandarizados en cuanto a tuberías, válvulas, etc.
- Es un sistema de tubería seca, no circula agua por las tuberías hasta que no es activado.

El sistema proporciona supresión del fuego localizada en los espacios de máquinas categorizados como categoría A.

El sistema está dividido en diferentes zonas de la siguiente manera:

- Protección local Nº1: motores principales 1 y 2, cámara de máquinas, cubierta plataforma;
- Protección local Nº2: diésel generador babor, c. máquinas, c. techo de tanques;
- Protección local Nº3: diésel generador estribor, c. máquinas, c. techo de tanques;
- Protección local Nº4: purificadores, c. máquinas, c. plataforma;
- Protección local Nº5: quemador estribor, c. máquinas, c. plataforma;
- Protección local Nº6: quemador babor, c. máquinas, c. plataforma;
- Protección local Nº7: diésel generadores, c. diésel generadores, segunda cubierta;
- Protección local Nº8: purificadores, c. diésel generadores, c. plataforma;
- Protección local Nº9: incinerador, segunda cubierta;

Cada una de las zonas anteriormente mencionadas puede ser activada de manera independiente garantizando la presión y caudal requeridos.

El sistema trabaja a una presión de 15.769 bares y con un caudal de 479.8 litros por minuto (aproximadamente 28.78 m^3/h). Las tuberías están hechas de acero inoxidable AISI 304.

La instalación cuenta con dos vías de suministro de agua, por un lado los tanques de agua dulce situados a proa que cuentan con una capacidad de 120 m^3 (cuando sólo se necesitan 4.79 m^3 para que

funcione continuamente durante 20 minutos) y por otro lado con una toma de mar. En cualquiera de los dos casos el sistema está capacitado para funcionar de manera continua durante 20 minutos tal y como exige el Convenio SOLAS.

3.1.5.3 Descripción técnica de equipos de agua

En este apartado se mencionan las características técnicas más importantes de los equipos que conforman el sistema de extinción, no obstante en el Anexo I: Hojas técnicas de equipos figuran las hojas técnicas de todos estos equipos donde se pueden ver todos los datos detalladamente. No se incluyen aquellos equipos genéricos como accesorios (codos, tes, uniones…), válvulas de bola o de mariposa. Asimismo, en el Anexo II: Listado de equipos se incluye un listado con la relación de todos los equipos que componen el sistema.

3.1.5.3.1 Bomba centrífuga multicelular vertical Grundfos CR 90-6

La instalación contraincendios cuenta con tres bombas hidráulicas Grundfos CR 90-6.

Como catacterísticas presenta que es centrífuga vertical, no autocebante, multicelular. Para un régimen de trabajo de 2950 rpm es capaz de elevar un caudal de 85.1 m^3/h hasta una altura barométrica de 1371 KPa lo que le hace tener una eficiencia energética del 94%. El impulsor está hecho de acero inoxidable AISI 304.

3.1.5.3.2 Boquilla K6 Pacific para inundación total según IMO Msc 1165

Las boquillas que componen los circuitos de inundación total son del tipo K6 Pacific. Están diseñada para aplicación en cámaras de máquinas de hasta 384.2 m^2 y 10 m de altura y por lo tanto para volúmenes de hasta 3842 m^3, su factor K es de 5.6 y la presión mínima de trabajo 8 bares. Poseen un filtro incluido de acero inoxidable y su área de cobertura es de 9 m^2.

3.1.5.3.3 Boquilla K6 Skagerrak para extinción local según IMO Msc 1387

Las boquillas que componen los circuitos de protección local son del tipo K6 Skagerrak. Su presión mínima de trabajo son 12.5 bares y su factor K es de 5.6. Cuentan con un filtro incluido de acero inoxidable y su área de actuación es 2.25 m^2.

3.1.5.3.4 Boquilla B1 Bengal para sentina inundación total según IMO Msc 1165

Las boquillas que componen el circuito de inundación total que va a sentina son del tipo B1 Bengal. Su presión mínima de trabajo es de 6 bares y están diseñadas para expulsar agua con un 1% de espuma AFFF. Debido a esto son especialmente efectivas en incendios de combustibles y aceites. Su factor K es de 2.8 y su área de cobertura es de 3 m^2.

3.1.5.3.5 Proporcionador mezclador de espumógeno Vrind F

El circuito de sentina cuenta con un proporcionador Vrind F que aporta espuma AFFF en una concentración del 1%. El tipo de espuma que utiliza es Fomtec AFFF al 1% la cual tiene la capacidad de sofocar eficazmente el fuego en combustibles y aceites. Su máximo caudal es de 1400 l/min y el mínimo 140 l/min.

3.1.5.3.6 Filtro tipo Y con bridas

Posee un largo útil EN 558-1 Serie F1. Las bridas son conformes a la UNE-EN 1092-2 PN16 y los taladros según UNE-EN 1092-2 PN10/PN16. Cuerpo y tapa en fundición gris abarca desde DN450 a DN600 en acero carbono y el tamiz en chapa de acero inoxidable AISI 304.

3.1.5.3.7 Electroválvulas mariposa tipo wafer inoxidables

Estas válvulas se usarán en los colectores de aspiración con diámetros DN150 y DN200 y en impulsión de las bombas con diámetro DN100. Son de montaje entre bridas PN 10/16 - ANSI 150 lbs,cuerpo, eje y disco de acero inoxidable 316, y mando manual por volante con reducción.

3.1.5.3.8 Electroválvula INBAL Diluvio para distribución de agua en riesgos principales

Se utilizarán para los circuitos de inundación total con diámetros de DN65 y DN80. Estas electroválvulas están diseñadas para trabajar a 16 bares de presión y pueden tener diámetros de hasta 300 mm.

3.1.5.3.9 Electroválvula motorizada para distribución de agua en riesgos de protección local

Se utilizarán para los circuitos de protección local con diámetros de DN20 a DN40. Estas electroválvulas están diseñadas para trabajar a 16 bares de presión y pueden tener diámetros de hasta 50 mm.

3.1.5.3.10 Válvula de seguridad con palanca rosca M-H

Se utilizará una válvula de seguridad roscada de DN150 con escape conducido, de alivio por sobrepresión y que cuenta con una palanca para actuación manual en caso de prueba o limpieza.

4 RESULTADOS

A continuación se explican los resultados obtenidos después de diseñar y calcular la red de tuberías con las boquillas y accesorios. El programa de cálculo sugiere un caudal y presión nominal que han facilitado la elección de las bombas que forman parte del grupo de bombeo.

Los cálculos del programa FHC garantizan que las boquillas trabajen a la presión que indica el fabricante y que se ha probado y certificado en el laboratorio acreditado DFL de Dinamarca. Normalmente al finalizar la instalación en el buque, la sociedad clasificadora pide una prueba real de agua para verificar que la red trabaja adecuadamente, el circuito está limpio y en especial que las boquillas pulverizan correctamente y cubren todos los espacios a proteger. Evidentemente no se hace una extinción con fuego real, por aceptar la que en su día se certificó en el laboratorio acreditado.

4.1 Comparativa

Tras realizar un estudio comparativo de ventajas y desventajas de los sistemas de extinción por agua pulverizada con respecto al resto, se ha llegado a la conclusión de que son la alternativa más ventajosa a la hora de realizar su instalación a bordo de un buque, y más si se habla de buques militares debido a su fiabilidad, bajo coste de instalación y mantenimiento y su carácter no tóxico.

4.2 Diseño de la red de tuberías

En el Anexo V: Planos de la red de tuberías y sistema de control se adjuntan los planos de la red de tuberías realizados en AutoCAD, se puede apreciar la distribución de boquillas y el área de cobertura que cumplen con los requisitos del fabricante y están reflejados en los certificados.

4.3 Cálculos hidráulicos de la red de tuberías

En el Anexo III: Cálculo hidráulico FHC se adjuntan los cálculos hidráulicos realizados mediante el programa FHC en función de los planos de la red de tuberías.

Uno de los resultados obtenidos son el caudal y presión nominales necesarios para obtener la presión mínima en la boquilla más desfavorable de toda la red de tuberías. Este caudal ha permitido la elección del grupo de bombeo que proporciona la energía necesaria al sistema CI para su correcto funcionamiento.

4.4 Elección de bomba y resto de equipos

En función de los cálculos obtenidos a partir de la red de tuberías diseñada, se ha realizado un estudio de requerimientos y se ha elegido el grupo de bombeo necesario para cumplir con éstos.

Además, una vez hecho esto, se han seleccionado el resto de componentes necesarios para completar un sistema CI.

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1 Conclusiones

Tras el estudio y familiarización con la normativa que regula la seguridad a bordo de los buques en lo referente a protección contraincendios, se ha diseñado y propuesto un sistema de agua pulverizada que cumple tanto con los requisitos normativos internacionales como con los condicionantes intrínsecos al tipo de barco donde se ha diseñado.

La elección del tipo de sistema CI se ha realizado en base a un estudio sobre las ventajas y desventajas con respecto al resto de alternativas siendo la seleccionada la más adecuada.

A la hora de realizar los cálculos hidráulicos ha sido preciso realizar varias simulaciones y correcciones con el objetivo de optimizar el diseño y conseguir un resultado viable y eficiente hasta finalmente haberlo logrado.

Finalmente, con la elección de los componentes necesarios que forman parte de un sistema CI se han completado todos los objetivos propuestos al comienzo de este TFG.

Por otro lado, uno de los aspectos en los que no se ha profundizado por falta de tiempo ha sido el diseño detallado del sistema de control que actúa sobre el sistema contraincendios.

5.2 Líneas futuras

Dado que la seguridad es un tema prioritario en la Armada, se pueden emprender una serie de trabajos relacionados con esta y centrados en la seguridad interior que permitan abordar nuevas líneas de investigación.

Para continuar lo realizado en el presente TFG, una de las posibles líneas a seguir sería la identificación y estudio de aquellos buques de la Armada Española que cuenten con una instalación contraincendios anticuada (halones, gas CO^2), más susceptibles de ser reemplazados por un sistema CI de agua a baja presión para posteriormente realizar su diseño y presupuesto.

Otra de las posibilidades sería la realización de un diseño detallado de un sistema de control que actúe sobre un sistema contraincendios, el cual no necesariamente tiene que ser de agua pulverizada.

6 BIBLIOGRAFÍA

[1] Organización Marítima Internacional (OMI), «Web de la OMI,» 2016. [En línea]. Available: http://www.imo.org/es/about/conventions/listofconventions/paginas/international-convention-for-the-safety-of-life-at-sea-(solas),-1974.aspx. [Último acceso: 17 enero 2017].

[2] IACS - the International Association of Classification Societies and International Association of Classification Societies Limited, «IACS,» 2013. [En línea]. Available: http://www.iacs.org.uk/. [Último acceso: 17 enero 2017].

[3] Armada Española, I-CP-01. Técnicas y materiales de contraincendios., 2014.

[4] ELMUNDO, *El Mundo*, 13 11 2009.

[5] «Sobreincendios,» [En línea]. Available: https://www.sobreincendios.com/t%C3%A9cnica/espumas/. [Último acceso: 27 1 2017].

[6] Copyright © 2016 Hearst España S.L., «Quo,» 2016. [En línea]. Available: http://www.quo.es/ser-humano/16-extranas-preguntas-que-puede-que-nunca-te-hayas-hecho-o-si. [Último acceso: 30 1 2017].

[7] Centro de Seguridad Marítima Integral Jovellanos, «Centro Jovellanos,» 2010. [En línea]. Available: http://www.centrojovellanos.com/instalaciones/show/14--rea-de-incendios-en-petroquimicas-y-mercancias-peligrosas. [Último acceso: 1 30 2017].

[8] R. Peña, «Cómo se hace: uso de un extintor,» *Infonor Diario Digital*, 12 8 2012.

[9] Organización Marítima Internacional, *Convenio SOLAS*, 1974.

[10] Navantia, *Water Mist Fire Supression System (Project Drawings and Hydraulic Calculations)*, 2005/2007.

[11] Organización Marítima Internacional, «DIRECTRICES REVISADAS PARA LA APROBACIÓN DE SISTEMAS EQUIVALENTES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA LOS ESPACIOS DE MÁQUINAS Y LAS CÁMARAS DE BOMBAS DE CARGA,» 2005.

[12] Comercial Beanuvi, «Comercial Beanuvi,» 2013. [En línea]. Available: http://beanuvi.es/valvula-direccional-dse5/. [Último acceso: 30 1 2017].

[13] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, «NTP 666. Sustitutos y alternativas para los halones de extinción,» 30 4 2004. [En línea]. Available: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_666.pdf. [Último acceso: 4 2 2017].

[14] Protocolo de Montreal, «Enmienda de Kigali,» 2016.

[15] 3M, «www.3M.com,» 21 2 2017. [En línea]. Available: http://www.3m.com/3M/en_US/novec/news/hot-topics/hot-topics-detail/?storyid=53414959-4d9a-48df-bafb-2fd2b2b0d638. [Último acceso: 23 2 2017].

[16] MarED, «www.mared.org,» [En línea].

[17] Armada Española, «www.armada.mde.es,» [En línea]. Available: http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/Armadaespannola/buques_superficie/prefLang_es/06_buques-logisticos--02_buque-aprovisionamiento-combate-cantabria. [Último acceso: 26 2 2017].

[18] «Repuestos Calefacción,» [En línea]. Available: http://repuestoscalefaccion.com/es/sena/8503-rodete-bomba-astral-sena-033-hp.html. [Último acceso: 17 2 17].

[19] Colegio de Bachilleres del estado de Puebla, «Sistema de Turorías del Colegio de Bachilleres del estado de Puebla,» [En línea]. Available: http://aulavirtual.cobaep.edu.mx:8084/foros/viewtopic.php?f=38&t=864&sid=ceee74fba59cc9b8a7e91238cfb30a0a. [Último acceso: 17 2 18].

[20] Canute Soft, «www.canutesoft.com,» 2017. [En línea]. Available: http://www.canutesoft.com/Hydraulic-calculation-for-fire-protection-engineers/k-factor-formula.html. [Último acceso: 23 2 2017].

[21] VID Fire-kill ApS, «Design,Installation and Maintenance Manual for the VID Fire-Kill K6-nozzle in Maritime Installations,» 2012.

[22] VID Fire-Kill, «Datasheet:Bilge protection in machinery spaces (model B1)».

[23] Comité de seguridad marítima, «MSC/Circ.1165,» 2010.

[24] Comité de Seguridad Marítima, «MSC/Circ.1387,» 2010.

[25] Canute LLP, *Standard on Water Mist Fire Protection Systems,* 2010.

[26] Grundfos, «www.grundfos.com,» [En línea]. Available: http://product-selection.grundfos.com/catalogue.pump%20designs.inline%20multistage.q%26h%20crn.html?custid=GMA&familycode=CRNFAM&time=1488554541552&qcid=198981084. [Último acceso: 3 3 2017].

[27] SAFETEC, Brandes und Niehoff GmbH.

[28] © 2017 Unofficial Networks LLC, «Gcaptain,» [En línea]. Available: http://gcaptain.com/class-societies-lloyds-register/. [Último acceso: 25 Enero 2017].

[29] Escuela Nacional de Protección Civil, «Manual de primera intervención frente al fuego mediante extintores portátiles y bocas de incendio equipadas.,» 2011. [En línea].

Available: http://www.interior.gob.es/documents/642317/1202620/Manual_de_primera_intervencion_frente_al_fuego_126131093.pdf/84efcb99-af1a-411d-9f03-e438e969ab2b. [Último acceso: 26 Enero 2017].

[30] E. Torrella y U. P. d. Valencia, «La combustión. Tipos de combustión.,» 24 11 2014. [En línea]. Available: http://www.upv.es/entidades/DTRA/infoweb/dtra/info/U0675362.pdf. [Último acceso: 26 Enero 2017].

[31] © 2015 - Semamcoin SL, «Diferencia entre agua nebulizada y agua pulverizada,» 2015. [En línea]. Available: http://semamcoin.com/diferencias-entre-agua-nebulizada-y-agua-pulverizada/. [Último acceso: 30 1 2017].

[32] Centro Universitario de la Defensa, *Apuntes de la asignatura Máquinas de Fluídos,* 2016.

ANEXO I: HOJAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 04/03/2017

Posición	Contar	Descripción
	1	**CR 90-6 A-J-A-E-HQQE**



Código: 96124133
Bomba centrífuga vertical, no autocebante, multicelular, en línea para instalación en sistemas de tuberías y montaje en una base.

La bomba tiene las siguientes características:
- Impulsores y cámaras intermedias de Acero inoxidable, DIN W.-Nr. 1.4301.
- Cabezal y base de la bomba de Fundición.
- Longitud de montaje del cierre según EN 12756.
- Transmisión de energía mediante acoplamiento ranurado de fundición.
- Conexión de tubería mediante bridas JIS.

El motor es un motor CA 3-fásico.

Líquido:

Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-30 .. 120 °C
Temp. líquido:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m³

Técnico:

Velocidad para datos de bomba:	2950 rpm
Caudal real calculado:	85.1 m³/h
Altura resultante de la bomba:	1371 kPa
Código del cierre. 1:Tipo 2:Cara giratoria 3:Cara estacionaria 4:Cierre secunda.:	HQQE
Homologaciones en placa:	CE,TR
Tolerencia de curva:	ISO9906:2012 3B

Materiales:

Cuerpo hidráulico:	Fundición EN-JS1050 ASTM 80-55-06
Impulsor:	Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Material casquillo:	Graflon

Instalación:

Temperatura ambiental máxima:	55 °C
Presión máxima a la temp. declarada:	30 bar / 120 °C 30 bar / -30 °C
Tipo de brida:	JIS
Diámetro de conexiones:	100 A
Presión:	10 K / 20 K / 30 K

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 04/03/2017

Posición	Contar	Descripción

Tamaño de la brida del motor: FF400

Datos eléctricos:

Tipo de motor:	SIEMENS
Clase eficiencia IE:	IE3
Potencia nominal - P2:	45 kW
Potencia (P2) requerida por la bomba:	45 kW
Frecuencia de alimentación:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 200D V
Corriente nominal:	156 A
Intensidad de arranque:	690 %
Cos phi - Factor de potencia:	0,89
Velocidad nominal:	2960 rpm
Eficiencia:	IE3 94,0%
Rendimiento del motor a carga total:	94.0-94.0 %
Rendimiento del motor a 3/4 de carga:	94.5-94.5 %
Rendimiento del motor a 1/2 carga:	94.4-94.4 %
Número de polos:	2
Grado de protección (IEC 34-5):	55 Dust/Jetting
Clase de aislamiento (IEC 85):	F

Otros:

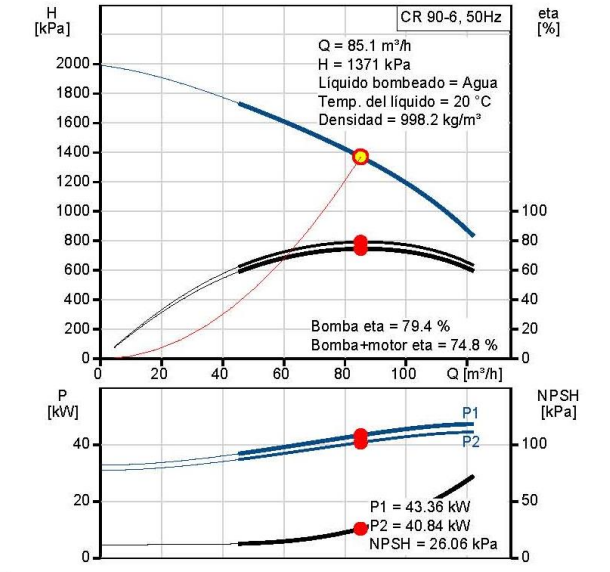
Índice eficiencia mínima, MEI ≥:	0.7
Peso neto:	428 kg
Peso bruto:	479 kg
Volumen:	0.91 m3

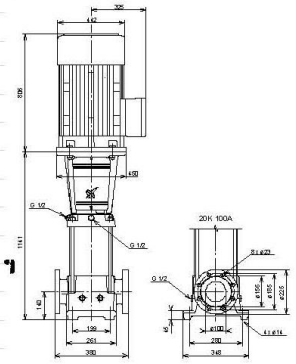
GRUNDFOS

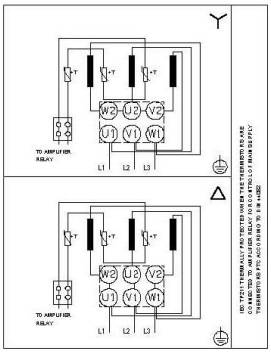
Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 04/03/2017

Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	CR 90-6 A-J-A-E-HQQE
Código::	96124133
Número EAN::	5700396704371
Precio:	Bajo pedido
Técnico:	
Velocidad para datos de bomba:	2950 rpm
Caudal real calculado:	85.1 m³/h
Altura resultante de la bomba:	1371 kPa
Altura máxima:	2012 kPa
Impulsores:	6
Código del cierre. 1:Tipo 2:Cara giratoria 3:Cara estacionaria 4:Cierre secunda.:	HQQE
Homologaciones en placa:	CE,TR
Tolerencia de curva:	ISO9906:2012 3B
Tipo de bomba:	CR 90
Etapas:	6
Versión de la bomba:	A
Modelo:	B
Materiales:	
Cuerpo hidráulico:	Fundición
	EN-JS1050
	ASTM 80-55-06
Impulsor:	Acero inoxidable
	DIN W.-Nr. 1.4301
	AISI 304
Código de material:	A
Código para caucho:	E
Material casquillo:	Graflon
Instalación:	
Temperatura ambiental máxima:	55 °C
Presión máxima a la temp. declarada:	30 bar / 120 °C
	30 bar / -30 °C
Tipo de brida:	JIS
Código de conexión:	J
Diámetro de conexiones:	100 A
Presión:	10 K / 20 K / 30 K
Tamaño de la brida del motor:	FF400
Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-30 .. 120 °C
Temp. líquido:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m³
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	SIEMENS
Clase eficiencia IE:	IE3
Potencia nominal - P2:	45 kW
Potencia (P2) requerida por la bomba:	45 kW
Frecuencia de alimentación:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 200D V
Corriente nominal:	156 A
Intensidad de arranque:	690 %
Cos phi - Factor de potencia:	0,89







Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.09.066]

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 04/03/2017

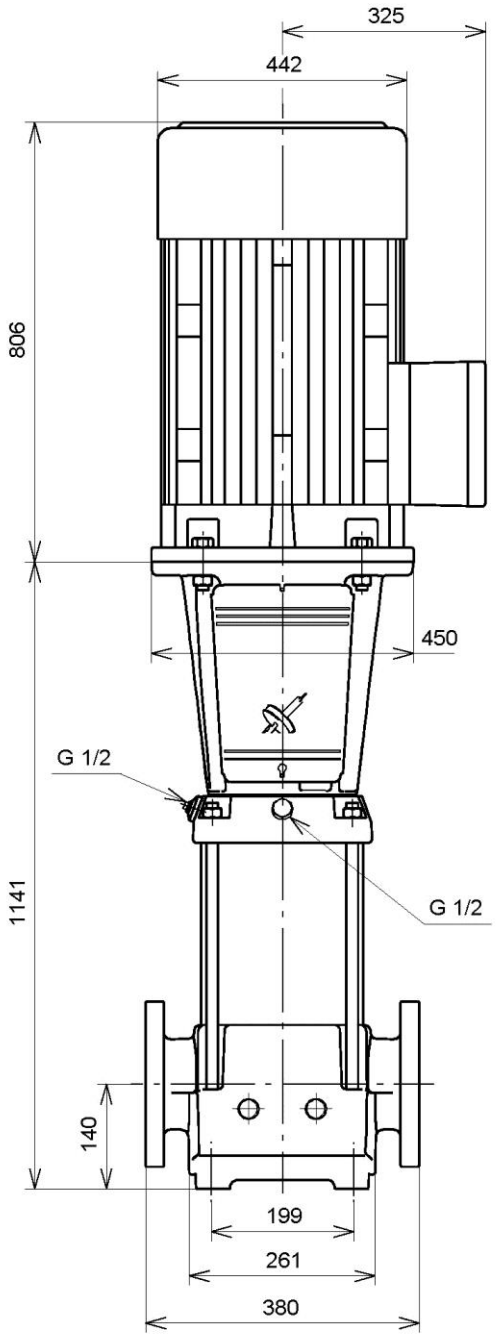
Descripción	Valor
Velocidad nominal:	2960 rpm
Eficiencia:	IE3 94,0%
Rendimiento del motor a carga total:	94.0-94.0 %
Rendimiento del motor a 3/4 de carga:	94.5-94.5 %
Rendimiento del motor a 1/2 carga:	94.4-94.4 %
Número de polos:	2
Grado de protección (IEC 34-5):	55 Dust/Jetting
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Protección del motor:	PTC
Motor Nº:	81U4L336
Otros:	
Índice eficiencia mínima, MEI ≥:	0.7
Peso neto:	428 kg
Peso bruto:	479 kg
Volumen:	0.91 m3

GRUNDFOS

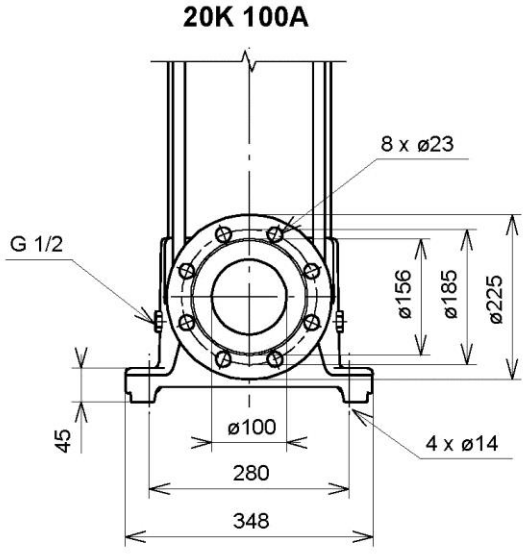
Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 04/03/2017

96124133 CR 90-6 50 Hz



20K 100A



Nota: Todas las unidades están en [mm] a menos que se establezcan otras.

Impresión del WinCAPS Grundfos [2016.09.066] 5/5

Pendent Open low Pressure Water Mist Nozzle
Application: Total Flooding
System: North Sea and Pacific
Nozzle Model: K6

Description

The VID Fire-Kill Model K6-North Sea and K6-Pacific water mist system consist of open low pressure water mist nozzles for fire protection in engine rooms. The K6 nozzle is used in both system, but the two systems can cover different volumes with different water pressures. The nozzles can be supplied in different materials and with different thread types.



Approvals

Both systems have been tested and approved in accordance with the latest revision of the IMO MSC Circ. 1165 for full flooding engine room fire protection.

The K6-North Sea system has been tested and approved by DNV for engine rooms up to a footprint size of 503.6m2 and a ceiling height of 10m, making it possible to protect engine rooms with net volumes up to 5036m3. The system was tested and approved with 9 bar on all nozzles.

The K6-Pacific system has been tested and approved by DNV for engine rooms up to a footprint size of 384.2m2 and a ceiling height of 10m, making it possible to protect engine rooms with net volumes up to 3842m3. The system was tested and approved with 8 bar on all nozzles.

Net volume shall include bilge area and casing. The maximum deck height is to be measured from tank top to top of engine room excluding casing.

Overall Technical Data		
System	North Sea	Pacific
Application	Full flooding	
General Data		
Min. water pressure	9,0 Bar	8,0 Bar
Max. working pressure	16,0 Bar	
K-Factor (metric)	5,6	
Droplet size	DN_{90} <300µm	
Application		
Spacing	3,0 m x 3,0 m (9 m^2)	
Spacing to bulkhead	1,5 m	
Max. deck height	10,0 m	
Floor area tested	503,6 m^2	384,2 m^2
Max. Net Volume	5036 m^3	3842 m^3
Typical gross volume	5922 m3	4520 m3
Specific Data		
Dimension	See page 2	
Weight	0,13 Kg	
Housing	Brass/SS316/Titan. Gr.2	
Coating brass nozzle	NiSn	
Strainer	Stainless steel	
Threads	½" BSP / BSPT / NPT	
Hydraulic system		
Water density	1,87 mm/m2	1,76 mm/m2
System operation time	30 minutes min.	
Related products		
Control valve	C-EL 50-50 / 80-80	
N-Pipe	Model FF	
Filter	DN50 / DN80	

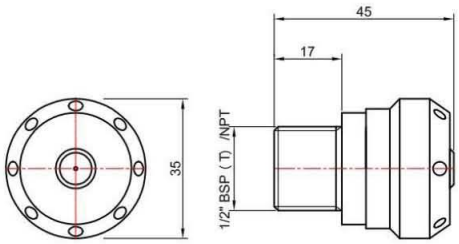
VID Fire-Kill ApS,
Svalbardvej 13
DK-5700 Svendborg
Denmark
Tel: +4562621024, www.vid.eu

Pendent Open low Pressure Water Mist Nozzle
Application: Total Flooding
System: North Sea and Pacific
Nozzle Model: K6

Installation

For this system the nozzle should be installed with a maximum spacing of 9m^2 in a 3m x 3m grid with no further than 1.5 m from any bulkhead. Nozzles shall also be installed inside the casing. Maximum height between the layer of nozzles within the casing shall not be more than 10 meter.

Dimension

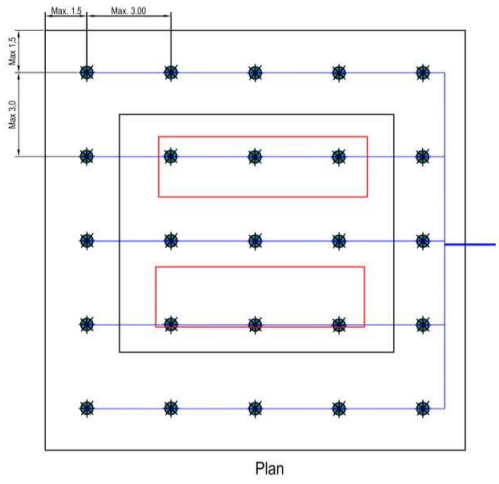


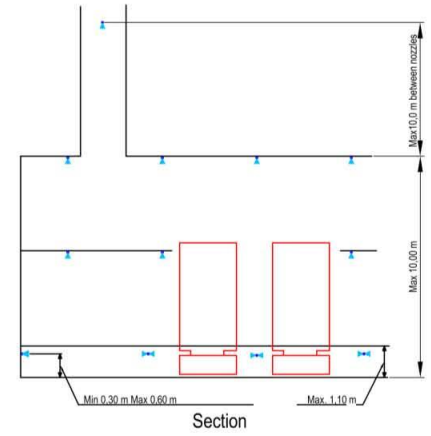
Spray Pattern

Below is a diagram illustrating the spray pattern of the K6 nozzle installed in the North Sea system.



Typical lay-Out





Contact

For further information on K6 nozzle or similar products, please contact our sales department at Sales@vidaps.dk

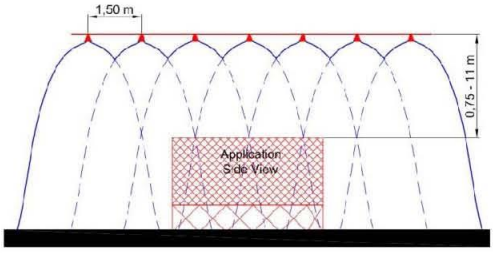
Pendent Open low Pressure Water Mist Nozzle

Application: Local Protection

Model: K6

Description

The VID Fire-Kill Model K6 water mist Nozzle is an open low pressure water mist nozzle for fire protection in engine rooms. The K6 nozzle is supplied in different materials and with different thread types. The K6 nozzle is to be used as a local protection of hotspots.





Overall Technical Data	
Application	Local Application
General Stats	
Minimum water pressure	12.5 Bar
Maximum working pressure	16 bar
K-factor (metric)	5.6 (l/t/√bar)
Drop size	DV_{90} < 200 µm
Application	
Spacing (max)	2.35 m^2 (1.5m x 1.5m)
Ceiling height (max)	11m
Specific Stats	
Dimension	See fig.
Weight	0.13 kg
Housing	Brass / SS316 / Titanium gr. 2
Coating	NiSn
Strainer	Stainless Steel
Thread	½" BSP-T, ½" NPT, M10x1mm
Hydraulic System	
Water density	8.8 mm/m^2
System operation time	> 20 min
Related Products	
Name	Model
Control Valve	C-EL
N-Pipe	Type I-LP
Filter	Model F

Approvals

The K6 nozzle has been tested in accordance with the latest revision of the IMO res. MSC.1/Circ. 1387 for local applications, of which has replaced the previous IMO res. 913 for local applications. The K6 nozzle can therefore be used for the protection of various hotspots found in maritime engine rooms.

The tests has been successfully conducted by The Danish Fire Laboratories (DFL) and MED approved by Lloyd´s Register and TA approved by DNV.

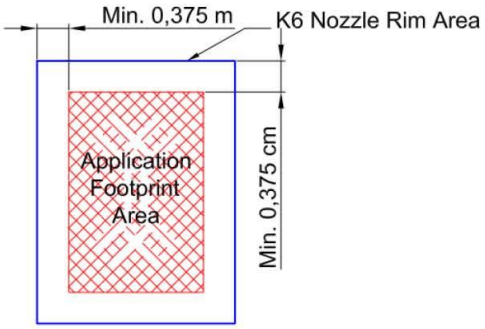
Pendent Open low Pressure Water Mist Nozzle

Application: Local Protection

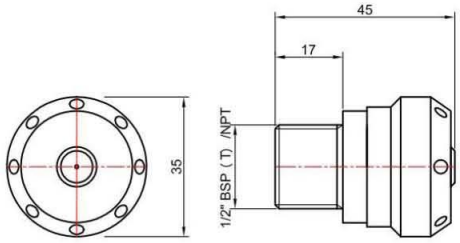
Model: K6

Installation

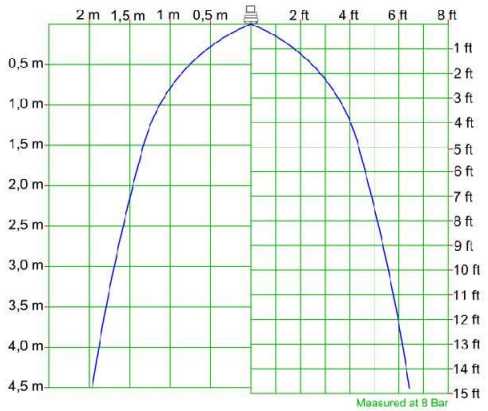
For such applications the K6 nozzle should be installed with a maximum spacing of 2.25m^2 in a 1.5m x 1.5m grid, and between 0.75m and 11m above the protected hotspot. For hotspots to be sufficiently protected, the nozzle grid should extend a minimum of 0.75m around the hotspot area.



Dimension



K6 Local protection spray pattern



Contact

For further information on the K6 nozzle or similar products, please contact one of our sales offices. You can find a list at www.vid.eu

Datasheet:
Pendent Open low Pressure Water Mist Nozzle
Model B1

Description

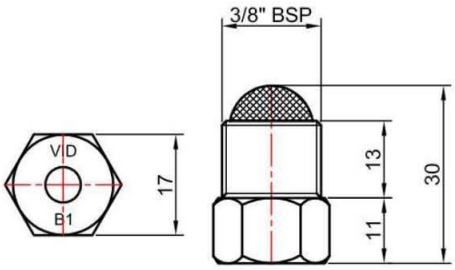
The VID Fire-Kill Model B1 water mist system is an open low pressure water mist nozzle for fire protection in industrial applications. The B1 nozzle can be supplied in different materials.

Approvals

Due to the nozzles large water outlets, the nozzle is less susceptible to clogging. The nozzles have been designed specifically to be able to work under lower pressures than other conventional nozzles. This means that the low minimum pressure value of the nozzle opens up for the usage of PN 16 piping. The Model B1 housing can be supplied in non-corrosive materials.

Contact

For further information on Model B1 nozzle or similar products, please contact our sales department at Sales@vidaps.dk



Overall Technical Data	
Application	Under Bilge Protection
General Description	
Minimum water pressure	6 bar
Maximum working pressure	16 bar
K-factor (metric)	2,8 (l/min/√bar)
Drop size	DN_{90} < 300 µm
Application	
Spacing (max)	Depending on application
Distance to wall	Depending on application
Specific Description	
Dimension	See fig. above
Weight	0.024 kg
Housing	Naval Brass / SS316
Coating (if Brass)	NiSn
Strainer	Stainless Steel
Thread	⅜" BSP
Hydraulic System	
Water density	Depending on application
System operation time	Depending on application
Related Products	
Name	Model
Control Valve	C-EL

VID Fire-Kill ApS,
Svalbardvej 13
DK-5700 Svendborg
Denmark
Tel: +4562621024, www.vid.eu

Doc Name: Datasheet Model B1 Bengal
Doc No.: 130411-03-04
v.4
Issue/ Date: 27th October 2016

Datasheet: Bilge Protection in Machinery Spaces. Horizontal Open low Pressure Water Mist Nozzle

Model: B1 Bengal

Description

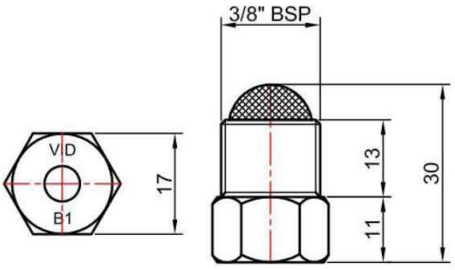
The VID Fire-Kill Model B1 water mist nozzle is an open low pressure water mist nozzle for fire protection of the bilge area (space between floor plates and tank top) in engine rooms. The B1 nozzle can be supplied in different materials.
A foam mixing unit including 1% AFFF shall be fitted when the system is installed. The 1% AFFF shall be calculated for 30 minutes operation.



Approvals

The B1 nozzle has been tested in accordance with the latest revision of the IMO MSC/Circ. 1165 for protection of bilge area.

Dimension



Overall Technical Data		
Application	Bilge Protection	
General Description		
Minimum water pressure	10.5 bar	
Maximum working pressure	16 bar	
K-factor (metric)	2,8 (l/min/√bar)	
Drop size	DN_{90} < 300 µm	
Application		
Spacing (max)	1.5 m x 4 m	
Installation height	Min	0.3 m
	Max	0.6 m
Specific Description		
Dimension	See fig.	
Weight	0.024 kg	
Housing	Naval Brass / SS316	
Coating (if Brass)	NiSn	
Strainer	Stainless Steel	
Thread	⅜" BSP	
Filter	1200 micron	
Hydraulic System		
Water density	3 mm/m^2	
System operation time	> 30 min	
Related Products		
Name	Model	
Control Valve	C-EL	
Filter	Model F	

Contact

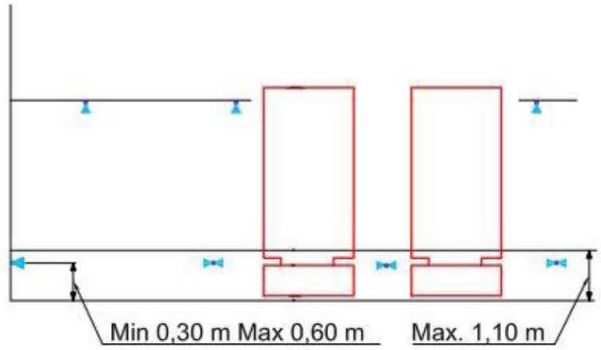
For further information on Model B1 nozzle or similar products, please contact our sales department at Sales@vidaps.dk

VID Fire-Kill ApS,
Svalbardvej 13
DK-5700 Svendborg
Denmark
Tel: +4562621024, www.vid.eu

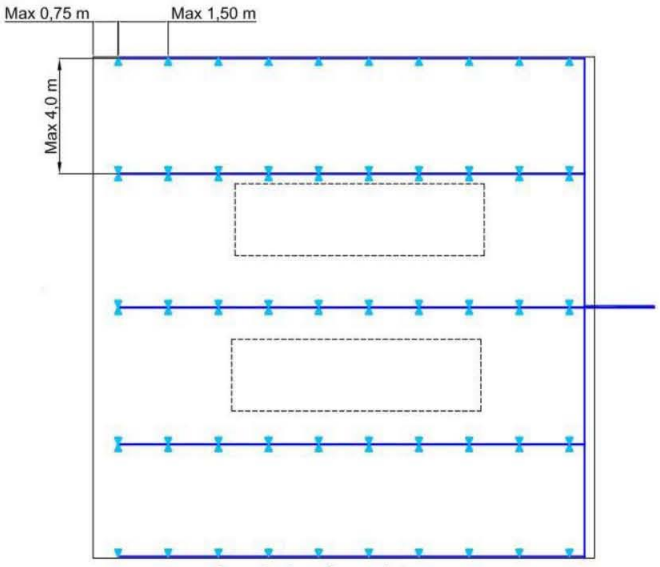
Datasheet: Bilge Protection in Machinery Spaces.
Horizontal Open low Pressure Water Mist Nozzle
Model: B1 Bengal

Installation

For bilge applications (space between floor plates and tank top), the B1 nozzle should installed in a 4 m x 1.5 m grid, and between 0.3 m and 0.6 m above the floor. The nozzles are installed in a horizontal position pointing toward each other. Maximum distance between two nozzles is 4,00 meter, i.e. one nozzle is covering an area of 1,5 m x 2,0 meter.



Section



Area below floor plates

Fire Fighting Foams & Equipment

Fomtec® Vrind F

variable flow inductor

Features

Variable flow inductor

Flow rate 140 - 1400 lpm

Induction ratio 1%

Suitable for wet pipe sprinkler systems

Description

The Fomtec Vrind variable flow inductor represents the latest development in the range of Fomtec foam proportioning units. Thanks to the unique induction method the Vrind inductor will maintain the same accurate proportioning throughout the whole flow range from 140 up to 1400 lpm at 10 bar inlet pressure.

Application

Traditional foam inductors are limited to a fixed flow rate to give accurate proportioning. The Vrind variable flow inductor can be used in all fixed foam applications instead of a bladdertank or foam pump system. Regardless of number of nozzles or discharge devices, the inductor will adjust induction ratio to 1%. This makes the Vrind inductor to a versatile and unique tool for flexible modern firefighting. Typical applications are wet pipe foam sprinkler systems or firefighting trucks. Like a traditional inductor the Vrind require a pressure drop of approx. 35% to allow foam suction.

Operation

The Vrind inductor is connected to a water supply pipe with either threaded or grooved connection. At an inlet pressure of approx. 10 bar, the Vrind works using the injector principle, i.e. foam concentrate is sucked into the inductor without using a foam pump or bladdertank. From the non-pressurized foam storage tank a pick-up pipe is connected to the inductor foam suction inlet. A non-return valve prevents any water to reach the foam concentrate storage tank. Thanks to its revolutionizing technique, the Vrind inductor will automatically adjust to the current water flow and deliver accurate 1% foam proportioning within the flow range. Foam suction height has a physical limit of approximately 3 meters.

Optional

- Couplings (threaded version)
- Flanges (threaded version)



Technical data

Model	Vrind F
Size	DN80
Inlet connection	Grooved 3" or BSP 3" FM
Outlet connection	Grooved 3" or BSP 2 ½" M
Foam inlet	BSP 1" M
Flow rate (max)	1400 lpm
Flow rate (min)	140 lpm
Design pressure	10 bar
Pressure drop	34-39%
Proportioning rate	1%
Suction height (max)	3 meter
Weight	9 kg
Length	380 mm
Height	245 mm
Material (body/outlet pipe)	Bronze/stainless steel

fomtec
Fire Fighting Foams & Equipment

Fomtec® AFFF 1% F

foam concentrate

Description

Fomtec AFFF 1% F is an aqueous film forming foam concentrate (AFFF) consisting of fluorocarbon and hydrocarbon surfactants blended with various solvents, preservatives and stabilisers.
The foam forms an aqueous film that rapidly cuts off the oxygen supply and knocks down the fire. The expanded foam, from which the film is drained, forms a stable blanket that suppresses the release of flammable vapours and cools down the fuel surface extinguishing the fire and preventing reignition.
The low surface tension of the water-foam solution enables the aqueous film, although heavier than the burning liquid, to float on top of the liquid surface.
Fomtec AFFF 1% F should be used at 1% proportioned solution (1 part concentrate in 99 parts of water) in brackish, fresh or sea water. It may also be stored as a premix solution in fresh water.

Application

Fomtec AFFF 1% F is intended for use on class B hydrocarbon fuel fires such as oil, diesel and aviation fuels. It can be used with both aspirating and non-aspirating discharge devices.

Fomtec AFFF 1% F is especially suited whenever rapid fire knock-down is essential. It is compatible with all dry chemical powders and can be used in powder/foam twin agent systems.

Fire Performance & Foaming

The fire performance of this product has been measured and documented according to "International Approvals" stated in this document. The foaming properties are depending on equipment used and other variables such as water and ambient temperatures. Average expansion 7:1, average 1/4 drainage time 02:30 minutes using UNI 86 test nozzle.

Proportioning

Fomtec AFFF 1% F can easily be proportioned at the correct dilution using conventional equipment such as:

- Inline inductors
- Balanced pressure, variable flow proportioning systems
- Bladder tanks
- Around the pump proportioning systems
- Water turbine driven foam proportioners
- Self inducting branch pipes and nozzles

The equipment should be designed to the foam type.

Compatibility

Contact one of the Fomtec sales team with questions.

Technical data

Appearance	Clear yellowish liquid
Specific gravity at 20°C	1,035 +/- 0.01 g/ml
Viscosity at 20°C	≤ 20 mPas
pH	6,5 – 8,5
Freezing point	-14°C
Recommended storage temperature	-14 - 55°C
Suspended sediment (v/v)	Less than 0,2%
Surface tension	≤ 18,0 dynes/cm

Environmental impact

Fomtec AFFF 1% F is formulated using raw materials specially selected for their fire performance and their environmental profile. Fomtec AFFF 1% F is biodegradable. The handling of spills of concentrate or foam solution should however be undertaken according to local regulations. Normally sewage systems can dispose foam solution based on this type of foam concentrate, but local sewage operators should be consulted in this respect. This product contains NO PFOS or PFOA.

Full details will be found in the Material Safety Datasheet (MSDS).

Storage / Shelf life

Stored in original unbroken packaging the product will have a long shelf life. Shelf life in excess of 10 years will be found in temperate climates. As with all foams, shelf life will be dependent on storage temperatures and conditions. If the product is frozen during storage or transport, thawing will render the product completely usable.
Synthetic foam concentrates should only be stored in stainless steel or plastic containers. Since electrochemical corrosion can occur at joints between different metals when they are in contact with foam concentrate, only one type of metal should be used for pipelines, fittings, pumps, and tanks employed in the storage of foam concentrates. We recommend following our guidelines for storage and handling ensuring favourable storage conditions.

Packaging

We supply this product in 25 litre cans and 200 litre drums. We can also ship in 1000 litre containers or in bulk.

Litres per piece	Packaging	Part no
25 litres	Can	10-1008-01
200 litres	Drum	10-1008-02
1000 litres	Container	10-1008-04
Bulk	Special request	

International Approvals

- EN 1568, part 3
- IMO MSC.1 Circ. 1312
- MED Wheelmarked

Deluge Valve, Electric Actuation

Series 700D/DX - 03/13 C01 Remote Resetting



Model 799D-03C-01

General Description

The Remote Resetting, Electrically Actuated **Inbal** Deluge Valve is specifically designed for use in fire protection systems actuated by a remote resetting, electric detection and release system. The **Inbal** Automatic Water Control Valve used in this deluge system is a pressure operated, sleeve actuated, axial valve designed for use in fire protection systems.

The **Inbal** Electrically Actuated Deluge Valve is used for automatic or manual operation. Electric activation of the **Inbal** deluge system requires a solenoid valve controlled by a control (fire alarm & releasing) panel either manually or by heat, smoke, or flame detectors. When the detection system operates, the control panel energizes the Solenoid Valve to open. When the Solenoid Valve is actuated either automatically or manually, or when a manual release station is operated locally or by remote, the **Inbal** Deluge Valve opens to flow water from all open sprinklers and/or nozzles on the system. After operation, the **Inbal** Valve can be reset by remote control, saving the need to approach the Deluge Valve for resetting.

The control trim includes all the pilot valves, accessories, fittings, and pressure gauge to provide for proper operation, either at vertical or horizontal installation. The **Inbal** series 700DX-03C01 includes a Drain Valve installed in the Drain End.

The standard material **Inbal** Deluge Valve is rated to 300 psi (21 bar) working pressure, but due to the lower pressure rating of the standard Solenoid Valve in use, it is limited to 175 psi (12 bar).

The **Inbal** Remotely Resetting Deluge Valve is available in sizes 1½" (40 mm) to 12" (300 mm) with threaded, flanged, or wafer inlet ends and threaded, flanged, grooved, and wafer outlet ends.

The only moving part in the **Inbal** Deluge Valve, when it operates, is the reinforced sleeve which forms a drip-tight seal with the corrosion resistant core. It has a smooth opening to prevent any water hammer in the piping system.

The unique design and variety of materials and coatings make the **Inbal** Deluge Valve suitable for use with brackish or sea water similar to those found in chemical and petrochemical facilities or in offshore platforms.

Technical Data

Approvals

The **Inbal** Electrically Controlled, Remote Resetting Deluge System includes FM approved components. **Inbal** Deluge Valves have Lloyd's, DNV, and ABS Type Approvals for all sizes. Refer enquiries for VdS approved valves to your nearest distributor.

Model Numbers

Inlet End	*Outlet End*	*Model No.*
Threaded	Threaded	711DX-03C01
Threaded	Grooved	716DX-03C01
Flanged	Flanged	733DX-03C01
Flanged	Grooved	736DX-03C01
Wafer	Wafer	799DX-03C01

*"DX" can be replaced with "D" depends on the **Inbal** Automatic Water Control Valve series in use. See bulletins F02-01-01 and F02-03-01.*

The above model numbers refer to fully trimmed valves. For basic trim replace "03" with "13". (See also bulletin F01-03-01 for control trims "23" & "33"). For example: 733D-13C01 is a flanged ends deluge valve with basic, remote resetting, electrically actuated trim.

Sizes

Threaded and Grooved Ends:
1½", 2", 2½", & 3" (40, 50, 65, &80 mm).
Flanged and Grooved Ends:
2", 2 ½", 3", 4", 6", 8", 10", & 12" (50, 65, 80, 100, 150, 200, 250, & 300 mm).
Wafer End:
3", 4", 6", 8", 10", & 12" (80, 100, 150, 200, 250, & 300 mm).

End Standards

Threaded End:
NPT or BSPT.
Flanged End:
ANSI B16.5 class 150 & 300 ;
ISO 7005 - PN10, 16 & 25 ;
BS 10 Table D & E ;
AS 2129 Table D & E ;
Jis B 2212; 2213, 2214.
Wafer End:
Fits most of the above standards.
Grooved End:
ANSI/AWWA C606-87.

Pressure Rating

Maximum working pressure: 175 psi (12 bar). Higher working pressure is available depends on the specific solenoid valve in use.

Temperature Range

Water: Max. +150°F (+65°C).

Installation Position

Vertical or horizontal.

Solenoid Valve

Available in:
Energized to open, energized to close, and magnetic latch (impulse) types.
Standard voltages:
AC 50Hz: 24, 48, 110, 220, & 380 volt;
AC 60Hz: 24, 120, & 240 volt ;
DC: 12, 24, 48, 110, 120, & 220 volt .
Other voltages are available on request.
Protection type Enclosure:
Conforms to NEMA (1 to 9), IEC (79 & 529), or CENELEC standards (50014 to 50019).
See bulletins F30-10-01; F30-11-01; and F30-12-01.

Materials

Standard

Valve Housing:
Carbon steel (SAE 1021).
Valve Ends and Wafer Drain End:
Ductile Iron (ASTM A536-65 45 12).
Threaded, Flanged, and Grooved Drain Ends:
Carbon steel (SAE 1020).
Sleeve:
SMR5 Elastomer reinforced with Polyester and Kevlar.
Control Trim:
Brass Nickel Chrome plated, Stainless Steel, and Galvanized Steel.

Optional

Cast Steel ;
Bronze ;
Nickel Aluminum Bronze ;
Stainless Steel AISI 316 ;
Super Austenitic Stainless Steel ;
Super Duplex Stainless Steel ;
Titanium.

Coating

Standard

Powder epoxy coated .Thickness: 0.004" (0.1 mm) external and internal surfaces.

Optional

High built epoxy coated and polyurethane finish. Thickness: 0.01" (0.3 mm).
Halar® coated. Thickness: 0.02" (0.5 mm).

Halar® is a registered trade mark of Ausimont USA Inc.

Control Trim

On standard, the control trim is supplied preassembled in sections. If self assembly is required, all the trim components are supplied in loose form. The complete control trim includes the following components:

- Solenoid Valve.
- Trim Shutoff Valve and Drain Valve are quarter turn, ball valves.
- Y- Strainer with stainless steel screen.
- Alarm Test Valve - 3 way, L-port, quarter turn ball valve.
- Check Valve - spring loaded, soft seat.
- Supply Pressure Gauge with dual scale (psi and bar).
- Pressure Gauge Valve - 3 way, quarter turn ball valve.
- Drain Cup and Drain Tubes.
- Automatic Drain Valve.
- Emergency Release Station.

Features

- Remote Electric activation and reset enables efficient control of the whole area.
- The same deluge valve can be operated and reset from the control room as well as from field control panel.
- No Moving Mechanical Part (N.M.M.P.) construction ensures a long life of dependable operation, reducing the cost of maintenance.
- Quick, yet soft opening performance - eliminates water hammer and Consequent damages.
- The line pressure is sufficient to close the **Inbal** Valve tightly. Can perform also, when water supply valve is not in use.
- Optional opening and/or closing speed control is available.
- Fast and easy reset - no need to approach the valve.
- Supplied standard in almost complete preassembled form - saves the self-assembly cost.
- Can be installed vertically or horizontally.
- Compact design - minimum space for valve and trim.
- Unique principle of operation prevents false operation due to water surges.
- Pressure rating of 300 psi (21 bar) provided a compatible solenoid valve is used.
- Wide selection of solenoid valves to meet various requirements for type of operation, voltage, frequency, protection, and enclosure.
- Wide range of sizes for an ideal system design.
- Control trim made of high grade materials as standard.
- Epoxy coating supplied as standard ensures excellent corrosion resistence.
- Variety of available materials to ensure corrosion - free service even under severe conditions.
- Compatible with electric, pneumatic, and/or hydraulic release with the same basic trim.
- Additional functions such as pressure control or another release system, could be added on the same valve body.

Operation

The Control Chamber of the **Inbal** Automatic Water Control Valve is the annular space between the valve Housing and the Sleeve. The valve is held in a closed position as long as the inlet pressure is maintained in the Control Chamber of the **Inbal** valve. Electric actuation trim consists of a Solenoid Valve connected to the wet pilot line and controlled by the detection system and the control (Fire Alarm & Releasing) panel.

In the set position the water pressure is applied to the **Inbal** Valve Control Chamber and to the Solenoid Valve from the upstream of the Water Supply Valve. The de-energized "energized to open" type or energized "energized to close" type Solenoid Valve is closed. Consequently, the **Inbal** Deluge Valve stays closed.

The **Inbal** Deluge Valve opens wide when the detection system senses the presence of fire and an electrical signal to the control panel actuates (energizes or de-energizes, depending on the type of solenoid valve) the Solenoid Valve to open. The Solenoid Valve opens also when the manual emergency electric station is activated. The actuated Solenoid Valve releases water from the **Inbal** Valve Control Chamber. The **Inbal** Deluge Valve opens fully, introducing a flow of water to the system while activating the alarm devices. Water will flow from any open sprinklers and/or spray nozzles on the system.

The valve remains in a wide open position until the Resetting procedure is followed. Actually the **Inbal** Deluge Valve is reset by the mere retrieval of the release device to its set position.

The **Inbal** Deluge Valve series 700D-03C and 700DX-03C have several optional solenoid valves:

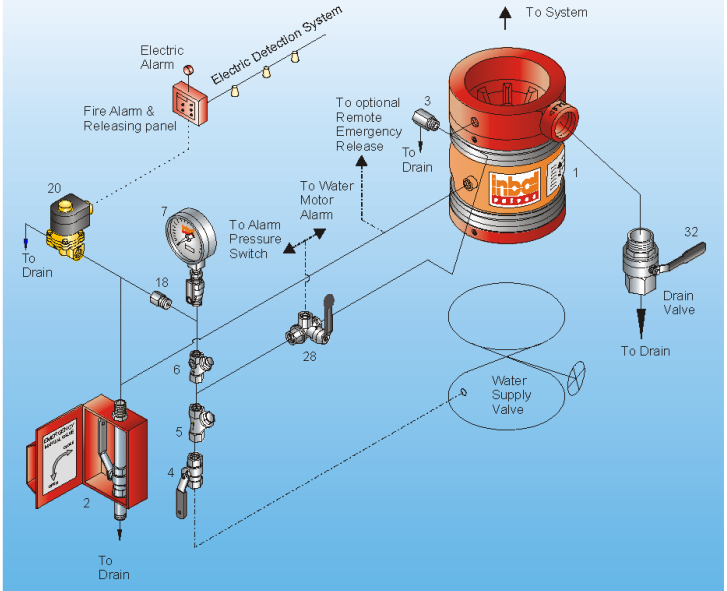
Magnetic Latch type Solenoid Valve: when the Solenoid Valve is actuated it is latched and holds the **Inbal** Deluge Valve in an open position until resetting.

Non-Latch Solenoid Valve: Available in types of "energized to open" and "energized to close" the **Inbal** Deluge Valve. When actuated, the Solenoid Valve allows the **Inbal** Deluge Valve to open.

Note: For "energized to open" type solenoid valve - once actuated, the Solenoid Valve must remain energized as long as the **Inbal** Deluge Valve's open position is required for flowing water to the area.

The Emergency Release Valve is used for emergency actuation of the **Inbal** Deluge Valve and for routine testing.

Schematic Control Diagram – 700DX-03C01



1 **Inbal** Automatic Water Control Valve
2 Emergency Release Station
3 Automatic Drain Valve
4 Trim Shutoff Valve
5 Y-Strainer
6 Check Valve
7 Supply Pressure Gauge
18 Restriction Orifice
20 Solenoid Valve
28 Alarm Test Valve
32 Drain Valve

Installation

Refer to the Trim Chart applicable to the specific **Inbal** Deluge Valve model in use.

1. When the **Inbal** Deluge Valve is delivered, carefully unpack and check that there has been no damage to the operating components, piping, and fittings.
2. Always flush the pipelines before installing the **Inbal** Valve.
3. Place the **Inbal** Valve in the piping at the outlet of the Water Supply Valve. Verify that the arrow on the valve Housing matches the actual flow direction. Determine which side the system will be accessed from and locate the **Inbal** Valve on the piping system accordingly.
4. Install the **Inbal** Deluge Valve in the pipe line. Use gaskets, bolts, stud bolts, bolt sleeves, and nuts as required by the valve ends.
5. Complete the trim assembly by connecting the preassembled sections or assemble the trim if ordered in loose component form. Refer to the applicable Trim Chart and Installation Guide .
6. The water pressure supply to the control trim must always be sourced from the inlet of the Water Supply Valve through a ½" pipe.
7. Assemble the Solenoid Valve according to the drawing, the applicable solenoid valve bulletin and the direction of flow. The Solenoid Valve must be wired in accordance with the requirements of the authorities having jurisdiction and/or NEC, IEC, or CENELEC standards and codes. Wiring should be done by a licensed electrician.
8. Set the **Inbal** Deluge Valve by following the Resetting procedure.
9. Test the **Inbal** Valve, the trim, and the alarms according to the Testing procedure.

Deluge Valve, Electric Actuation

Series 700D/DX - 03/13 C01

Resetting

The **Inbal** Deluge Valve system must be reset and restored to service as soon as possible after automatic, emergency, or manual actuation.

1. After automatic or manual electric operation - reset the detection system, Fire Alarm & Releasing Panel, and the Solenoid Valve. The **Inbal** Deluge Valve will close drip tight. Electric Alarm and water flow alarms are reset. Verify that the supply pressure has been restored to the normal level.
2. After manual emergency operation - close the Emergency Release Valve. The **Inbal** Deluge Valve will close drip tight. The water flow alarm is reset. Verify that the supply pressure has been restored to the normal level.
   In either one of the operations exercised, the system piping should be drained.

Maintenance, Inspection, & Testing

It is recommended that periodic inspections and tests be conducted by qualified personnel to ensure that the **Inbal** Deluge Valve and related equipment are in good operating condition. The inspection and testing activities should be done according to NFPA Standards, the guidelines and regulations of the authorities having jurisdiction, and the following instructions. It is recommended that the Deluge Valve be tested, operated, cleaned, and inspected at least on a routine basis.

Inspection

A *weekly* Inspection is recommended:

1. Verify that the Water Supply Valve is sealed in a full open position.
2. Verify that the required water pressure is being applied to the **Inbal** Deluge Valve inlet and trim.
3. Verify that the Trim Shutoff Valve, Alarm Test Valve, Emergency Release Valve, Pressure Gauge Valve, and Drain Valve (if in use) are in set position.
4. The Supply Pressure Gauge should be checked for accuracy.
5. Visually inspect for disconnected wires, broken or missing parts, or other evidence of impaired protection.

Strainer Cleaning

A *quarterly* Strainer Cleaning is recommended:

1. Close the Trim Shutoff Valve.
2. Remove the covers of the trim and alarm Y- Strainer. Clean if necessary.
3. Open the Trim Shutoff Valve.

Alarm Testing

A *quarterly* Alarm Testing is recommended:

1. Test the Water Motor Alarm or Alarm Pressure Switch by opening the Alarm Test Valve.
2. Water Motor Alarm should be audible. Alarm Pressure Switch should activate.
3. Close the Alarm Test Valve. All local alarms stop sounding and pressure switch is reset.
4. Verify that supply piping to alarm drains properly.

Deluge Trim Testing

A *semi-annual* Deluge Trim Testing is recommended. Testing of the control trim is conducted with no flow of water to the system.

1. Close the Water Supply Valve installed in the inlet of the Deluge Valve.
2. Actuate the Solenoid Valve.
   Verify that water is drained from the deluge trim which simulates an open position of the **Inbal** Deluge Valve.
3. Reset the valve by performing the instructions in Resetting.
4. Open the Water Supply Valve.

Trip Testing

An *annual* Trip Testing is recommended. Performing the Trip Testing will cause water to flow from all open sprinklers and/or nozzles. Prevent damage by taking the necessary precautions.

1. Trip the **Inbal** Deluge Valve to open by either:
   a) Actuation of the Solenoid Valve.
   b) Opening the Emergency Release Valve.
   The water in the **Inbal** Valve Control Chamber is allowed to vent to the atmosphere. The **Inbal** Deluge Valve will open and water will flow to the system.
2. All the alarms should operate. Verify that the whole system is working properly.
3. Reset the system by performing the instructions in Resetting.
4. Verify that water supply pressure is restored to the normal level.

Removal

To remove the **Inbal** Deluge Valve:

1. Close all the pressure supply valves:
   a) Water Supply Valves.
   b) Trim Shutoff Valve.
2. Disconnect the electric wires from the Solenoid Valve. The electric work should be done by a licensed electrician.
3. Open the Emergency Release Valve to release the water pressure from the **Inbal** Valve Control Chamber.
4. Open the Drain Valve to allow all the water to drain.
5. Disconnect the union and remove the trim from the valve.
6. Remove the **Inbal** Valve from the line for inspection.
7. To reinstall, follow the Installation procedure (use new gaskets for flanged or wafer valve).

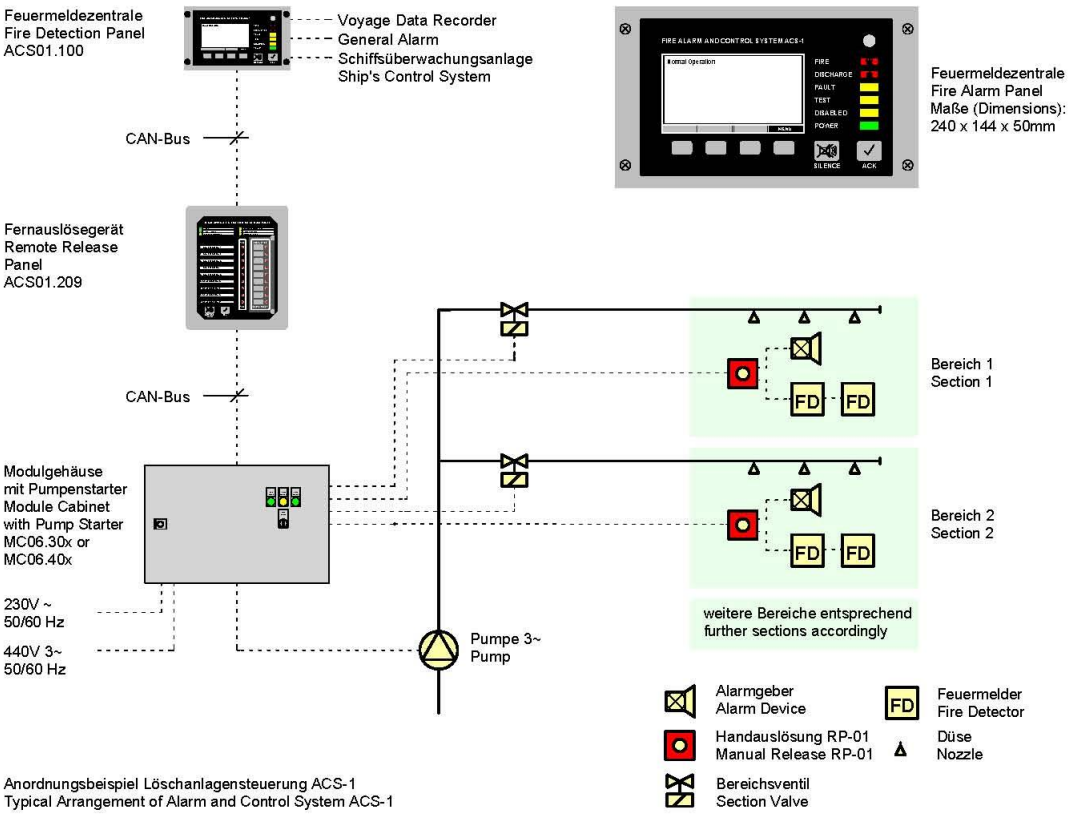
Inquiries/Orders

The Data Sheet For Inquiries/Orders (bulletin F01-05-01) should be submitted.

Mil Ltd. 17 Moshe Beker Street, P.O.Box 15200, Rishon Lezion 75051, Israel. Tel: +972 3 966 4350, Fax: +972 3 966 4320, E-mail:inbalvl@attglobal.net

March 2000 / F03-08-01

Fire Alarm and Control System for Fire Water Protection



Anordnungsbeispiel Löschanlagensteuerung ACS-1
Typical Arrangement of Alarm and Control System ACS-1

Beschreibung

Das Alarm and Control System ACS-1 ist ein flexibles Steuerungssystem für Feuerlöschanlagen mit folgenden Konfigurationsmöglichkeiten:

- Steuerungssystem für Löschanlagen mit oder ohne integriertem Feuermeldesystem für automatische Auslösung. Externes Feuermeldesystem kann über optionale Schnittstelle im Anzeigegerät oder Fernauslösegerät angeschlossen werden.
- Sprinkleralarmsystem
- Feuermeldesystem

Die sehr kompakten Abmessungen vereinfachen Platzierung und Montage der Geräte erheblich. Der Systembus (CAN) reduziert den erforderlichen Verkabelungsaufwand.

Weitere technische Daten:

- max. 32 Löschbereiche
- Bereichsventilansteuerung für Magnetventile oder Drehantriebe
- weitere Geräte wie Strömungsschalter oder Hauptventil können angeschlossen werden
- überwachte Stromkreise (Kurzschluss, Drahtbruch)
- Zulassungen: BV, DNV, GL, LR, RINA, RMRS (Russia)

Description

The Alarm and Control System ACS-1 is a control system for fire extinguishing plants. Due to its flexibility it can be applied in different arrangements:

- Control system for extinguishing systems with or witout integrated fire detection system for automatic release. External Fire Detection System can be connected by optional interfaces in the display panel or remote release panel.
- Sprinkler alarm system
- Fire detection system

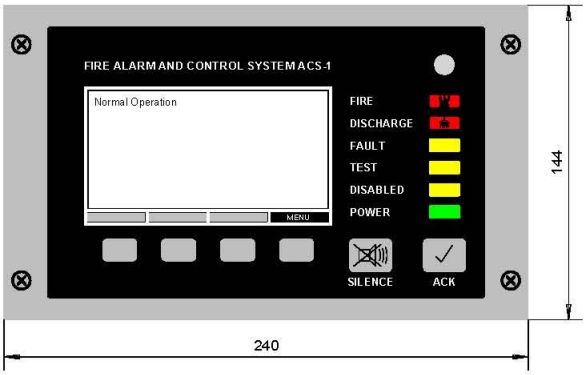
The very compact dimensions of the devices ease planning and mounting of the system. A system bus (CAN) reduces expense for cabling work between the devices.

Additional technical data:

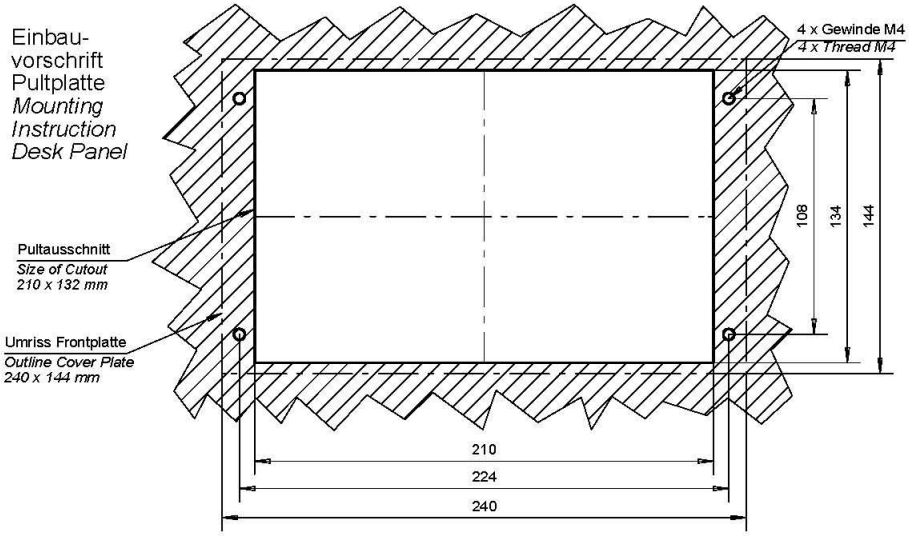
- max. 32 sections
- section valves can be solenoids or motor actuators
- additional devices like flow switches and main valve can be connected
- monitored circuits (short circuit, open circuit)
- approvals: BV, DNV, GL, LR, RINA, RMRS (Russia)

Rev.1

Ausgabe 16.05.2006







Beschreibung
Die Feueralarmzentrale zeigt neben den Feueralarmen den Zustand der Löschanlage an. Alle Alarm- und Fehlermeldungen werden auf einem großen Display mit Klartextanzeige der zugehörigen Löschbereichsnamen dargestellt. Helle Leuchtdioden signalisieren FIRE / EXTINGUISHING / FAULT / TEST / DISABLED / POWER. Ein automatischer Dimmer passt die Helligkeit des LCD-Displays und der LEDS der Hintergrundhelligkeit an. Kann als Feuermeldezentrale oder Fernanzeigegerät konfiguriert werden. Für den Kabelanschluss wird der Adapter BG06.170 benötigt.

Description
The Fire Alarm Panel displays fire alarms and faults states as well as the status of the exting. system. All alarms and faults will be shown on a large LCD display with clear text indication of the appropriate extinguishing section. Bright indicator lamps indicate FIRE / EXTINGUISHING / FAULT / TEST / DISABLED / POWER. An integrated dimmer automatically adapts the brightness of the indicator lamps and the back light of the display according to the brightness of the environment. Can be configured as main fire alarm panel or remote alarm panel. For cable connection the adapter BG06.170 is required.

Technische Daten
Technical Data

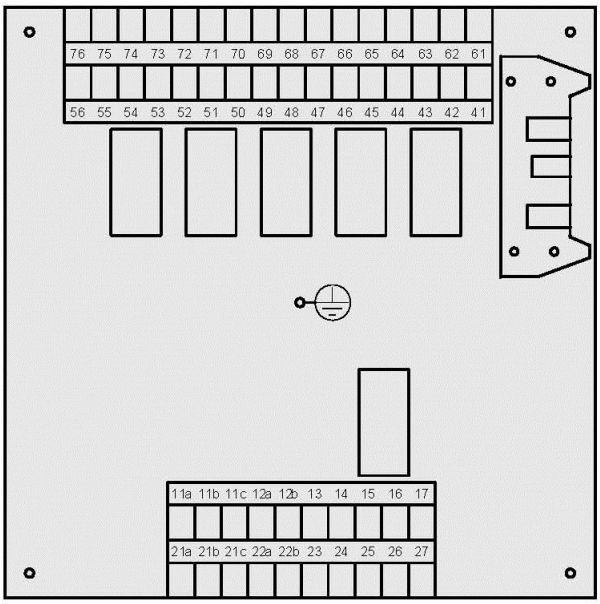
Maße (HxBxT, ohne Adapter) *Dimensions (HxWxD)*	240 x 144 x 50 mm
Gewicht *Weight*	1200 g
Betriebstemperatur *Operation Temperature*	0°C - 55°C
Schutzart *Degree of Protection*	IP22
Oberfläche *Surface*	schwarz RAL9004 (Folientastatur) auf Aluminiumplatte *black RAL9005 (keyboard foile) on alloy plate*
Stromaufnahme (Ruhe/Alarm) *Current (quiescent/alarm)*	165 mA / 210 mA (bei 24V) 165 mA / 210 mA (@ 24V)

Artikelnummer ACS01.100
Article No.

Rev. 5	15.05.06	kb	*Maßstab*
Gepr.	29.10.04	kb	1:3
Bearb.	17.09.03	kb	

ACS-1 Feueralarmzentrale Pultmontage, System ACS
Fire Alarm Panel, Flush Monting
ACS01.100.01.tcd

Ausgabe 13.02.2006



Beschreibung
Das Adaptermodul BG06.170 stellt Steckverbinder zum Anschluss der Feuermeldezentrale ACS01.100 oder des Anzeigegerätes ACS01.410 sowie Schraubklemmen zum Anschluss der externen Verkabelung zur Verfügung.

Auf dem Adapter befinden sich Relais mit potenzialfreien Kontakten für „FEUER", GENERALALARM", „AUSLÖSUNG LÖSCHANLGE", „STÖRUNG" und „SYSTEMKOMPONENTEN ABGESCHALTET".

Technische Daten:
Maße (HxB): 120 x 120 mm

Anschlüsse:

11/21: 24 V/ 0V
12/22: CAN-H/ -L
13/23: externer Summer
17: Open Collector Ausgang, konfigurierbar
15/26/16: Relais „Sys.komp.n abgeschaltet" NO/C/NC
41/61/42: Relais Feuer NO/C/NC
43/63/44: Relais Feuer NO/C/NC
45/65/46: Relais Feuer NO/C/NC
47/67/48: Relais Generalalarm NO/C/NC
49/69/50: Relais Auslösung Löschanlage NO/C/NC
51/71/52: Relais Auslösung Löschanlage NO/C/NC
53/73/54: Relais Störung NO/C/NC
55/75/56: Relais Störung NO/C/NC

Kontaktbelastbarkeit: 42V~ / 60V= / 1,25A

Das Relais „Störung" ist im ungestörten Zustand aktiviert.

Artikelnummer:
BG06.170

Description
The adapter module BG06.170 provides connectors for the fire alarm panel ACS01.100, for the display panel ACS01.410 and has furthermore terminals for the connection of external wiring.

Voltage free contacts (NO/C/NC) are available for the signals "FIRE", "GENERAL ALARM", "RELEASE EXTINGUISHING SYSTEM, "FAULT" and "SYSTEM PART(S) DISABLED".

Technical Data:
Dimensions (HxW): 120 x 120 mm

Terminals:

11/21: 24 V/ 0V
12/22: CAN-H/ -L
13/23: external Buzzer
17: Output open collector, configurable
15/26/16: Relay "System Part(s) Disabled" NO/C/NC
41/61/42: Relay Fire NO/C/NC
43/63/44: Relay Fire NO/C/NC
45/65/46: Relay Fire NO/C/NC
47/67/48: Relay General Alarm NO/C/NC
49/69/50: Relay Release Exting. System NO/C/NC
51/71/52: Relay Release Exting. System NO/C/NC
53/73/54: Relay Fault NO/C/NC
55/75/56: Relay Fault NO/C/NC

Max. contact load: 42V~ / 60V= / 1,25A

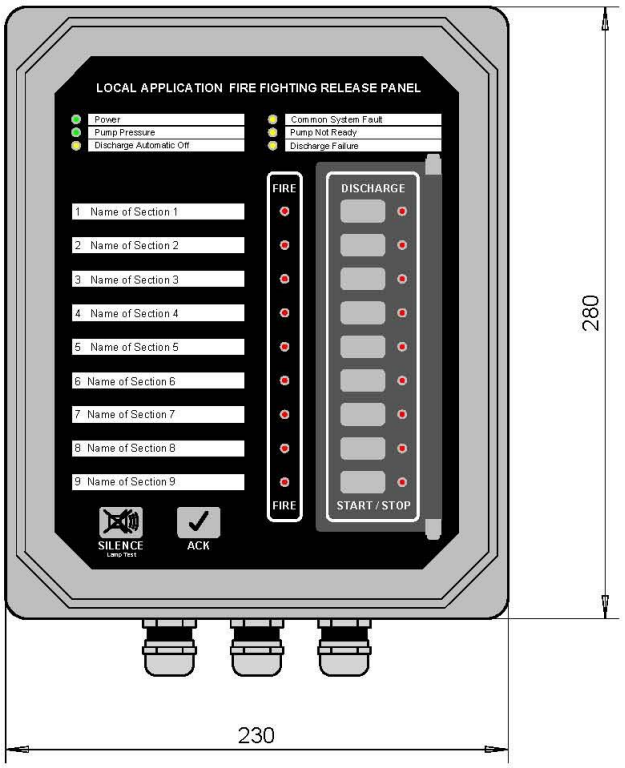
The "FAULT" relay is active, if no fault is present.

Article No.:
BG06.170

Rev. 2	29.09.05	kb	Maßstab
Gepr.	22.01.04	kb	1:2
Bearb.	02.07.03	HZ	

ACS-1	Adaptermodul für Feueralarmzentrale Adapter Module for Fire Alarm Panel	BG06.170.01.tcd

Ausgabe 31.10.2005



Beschreibung
Das Fernauslösegerät ermöglicht Ein- und Ausschalten von max. 9 Löschbereichen von einem sicheren Ort. Je Löschbereich steht eine Start-/Stopptaste und eine Leuchtanzeige für Feuer und Auslösung der Löschanlage zur Verfügung. Zusätzlich sind Leuchtanzeigen für Systemstatus und Störungsmeldungen vorhanden. Die Start-Stopptasten sind durch eine transparente Klappe gegen unbeabsichtigte Bedienung geschützt. Wenn mehr als 9 Löschbereiche angesteuert werden müssen, können mehrere Geräte nebeneinander installiert werden. Flexible Anbindung an das Steuerungssystem über 4-Draht-CAN-Bus.

Description
The Remote Release Panel allows start and stop of max. 9 extinguishing sections from a safe location. For each section a FIRE indication and a DISCHARGE indication is available, as well as additional indications for system status and FAULT signals. The buttons for start / stop of discharge are protected by a transparent flap against unintended operation. If more than 9 sections have to be controlled, several panels can be installed in parallel.
Integration into the control system by means of 4-wire-CAN-bus.

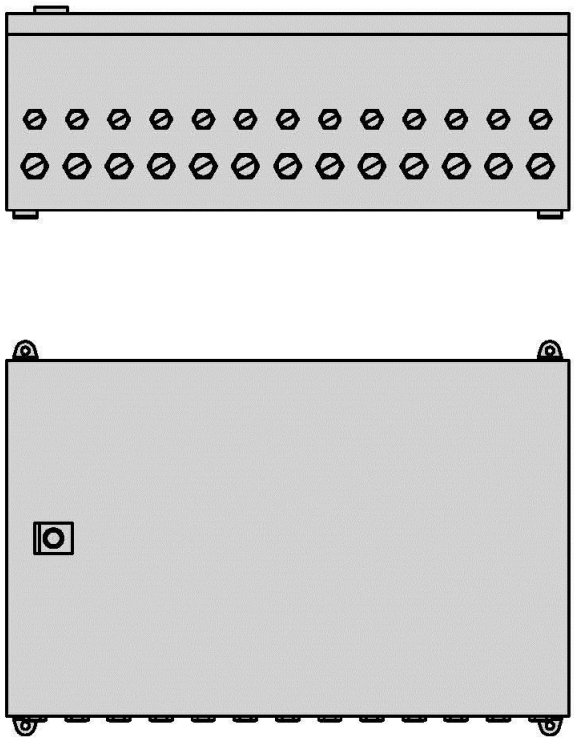
Technische Daten
Technical Data

Gehäusemaße (HxBxT) *Dimensions Enclosure (HxWxD)*	280 x 230 x 125 mm
Abstand Befestigungsbohrungen *Distance Mounting Holes*	260 x 180 mm, D = 6,5 mm
Gewicht *Weight*	5 kg
Schutzart *Degree of Protection*	IP54
Betriebstemperatur *Operation Temperature*	0°C - 55°C
Stromaufnahme (Ruhe/Alarm) *Current (quiescent/alarm)*	33mA / max.150mA (@24V)
Gehäusefarbe *Colour of Enclosure*	lichtgrau RAL7035 *grey*
Oberfläche Bedienfeld *Surface of Operation Field*	schwarz RAL9005 *black*
Artikelnummer ***Article No.***	ACS01.209

Rev. 3	21.01.04	kb	*Maßstab*
Gepr.			1:3
Bearb.	29.09.05	kb	

ACS-1	Fernauslösegerät max. 9 Bereiche, System ACS-1 Remote Release Panel, max. 9 Sections	ACS01.209.01.tcd

Ausgabe 11.02.2008



ACS01.308

Beschreibung
Das Modulgehäuse enthält Montageplätze für max. 4 I/O - Module. Ein Stromversorgungsmodul und ein Bleiakku mit Akkuladegerät können eingebaut werden.

Description
The module cabinet can be filled up with max. 4 I/O-modules. A power supply module and a lead battery with battery charger can also be mounted.

Technische Daten	***Technical Data***	
Maße (HxBxT)	*Dimensions (HxWxD)*	*380 x 600 x 210 mm*
Abstand Befestigungspunkte (HxBxT)	*Distance Mounting Points (HxWxD)*	*400 x 560 mm, D = 8,2 mm*
Gewicht	*Weight*	*15-18 kg*
Betriebstemperatur	*Operation Temperature*	*-5°C – 55°C*
Schutzart	*Degree of Protection*	*IP44*
Kabelverschraubungen	*Cable Glands*	*Max. 13 x M20 + 13 x M25*
Farbe	*Colour*	*Grau / grey RAL7035*

Varianten / *Variants*

Art.Nr. Art.No.	I/O-Module BG06.303	Ladegerät Battery Charger BG06.510	Stromversorgung Power Supply E16.041	Notstromakku Battery 12V/2Ah E19.033	Akkuhalterung Battery Holder G06.029	Bemerkung Remark
MC06.102	2		1			GL, max. 4 sections
MC06.103	3		1			GL, max. 6 sections
MC06.104	4		1			GL, max. 8 sections
MC06.202	2	1	1	2	1	Other classes, max. 3 sections

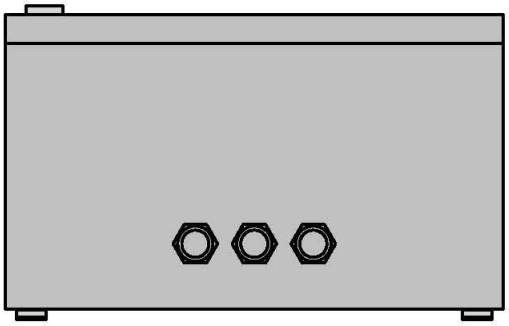
Rev. 5	05.02.08	kb	*Maßstab* 1:7
Gepr.	30.06.05	kb	
Bearb.	07.08.03	HZ	

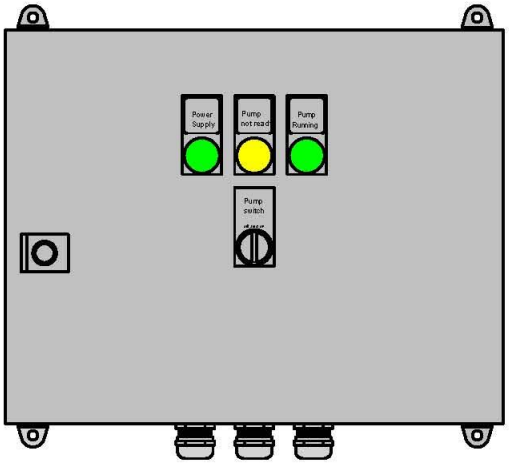
ACS-1

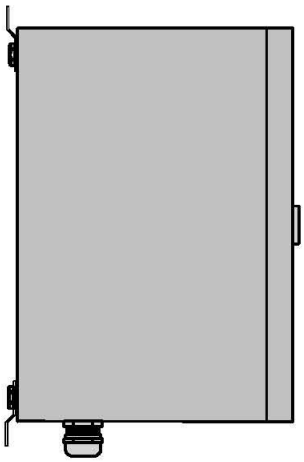
Modulgehäuse ACS01.308 für FWBLAFFS
Module Cabinet ACS01.308 for FWBLAFFS

ACS01.308.01.tcd

Ausgabe 29.08.2007







Beschreibung

Das Pumpenstartergehäuse enthält einen Pumpenstarter (von 11kW bis 18,5kW) mit Stromversorgungsüberwachung und Überlastüberwachung (optional: nur Überlastüberwachung ohne Abschaltung).

Description

The pump starter cabinet contains a pump starter (11kW - 18,5kW) with power supply monitor and overload indication (optional: without overload shut down).

Technische Daten
Technical Data

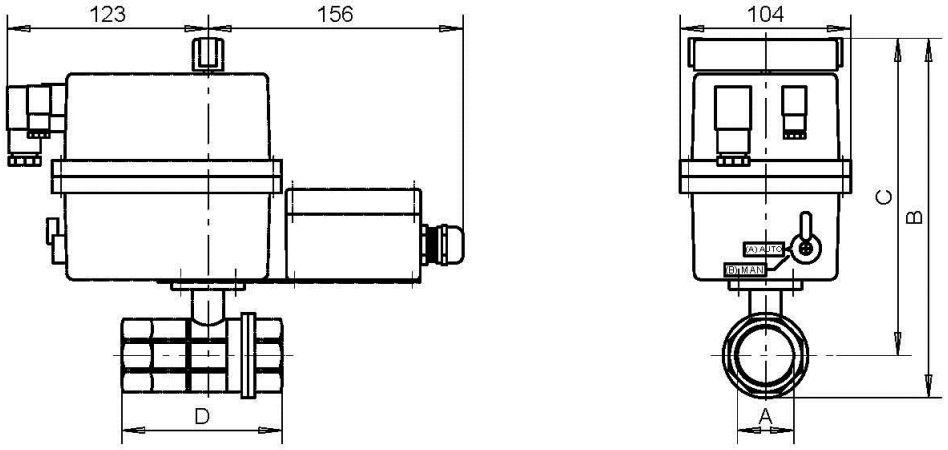
Maße (HxBxT) *Dimensions (HxWxD)*	300 x 380 x 210 mm
Abstand Befestigungspunkte (HxBxT) *Distance Mounting Points (HxWxD)*	320 x 340 mm, D = 8,2 mm
Gewicht *Weight*	8,0 Kg
Betriebstemperatur *Operation Temperature*	-5°C - 55°C
Schutzart *Degree of Protection*	IP44
Kabelverschraubungen *Cable Glands*	max. 3 x MS25
Oberfläche und Farbe *Surface and Colour*	grau RAL7035 *grey*

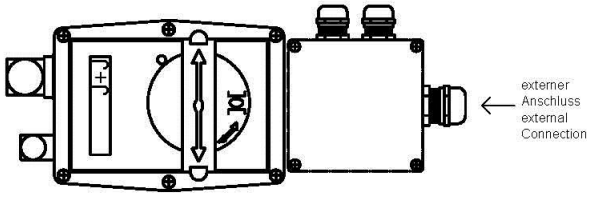
Varianten ***Variants***	**ohne Überlastabschaltung** ***without Overload Shut Down***			**mit Überlastabschaltung** ***with Overload Shut Down***		
Leistung ***Power***	**Art.Nr.** ***Art.No.***	**Typ** ***Type***	**enthält** ***includes***	**Art.Nr.** ***Art.No.***	**Typ** ***Type***	**enthält** ***includes***
11 KW	ACS01.813	PST-LA813	PSTM-LA813	ACS01.833	PST-LA833	PSTM-LA833
15 KW	ACS01.814	PST-LA814	PSTM-LA814	ACS01.834	PST-LA834	PSTM-LA834
18,5 KW	ACS01.815	PST-LA815	PSTM-LA815	ACS01.835	PST-LA835	PSTM-LA835

Rev. 6	24.08.07	kb	*Maßstab*
Gepr.	24.08.07	MP	1:5
Bearb.	25.04.03	HZ	

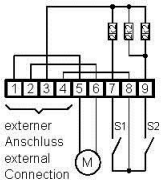
ACS-1	Pumpenstarter Typ PST-LA8.. 11 - 18,5KW Pump Starter Cabinet Type PST-LA8..	ACS01.832.01.tcd

Ausgabe 31.10.2005





Kabel zwischen Ventilsteckern und Anschlussdose nicht dargestellt.
Cables between valve plugs and connection box not shown.



Endschalter / Limit Switch

S1: geschlossen, wenn Ventil geschlossen
closed, when valve is shut
S2: geschlossen, wenn Ventil geöffnet
closed, when valve is open

Eigenschaften
Der Muffen-Kugelhahn wird elektrisch über den angebauten Drehantrieb R-0-U betätigt. Mit einem Auto/Man-Umschalter kann der Antrieb auf Handbetrieb umgeschaltet werden. Der Motorstromkreis wird dabei abgeschaltet. Der Handhebel dient gleichzeitig zur optischen Stellungsanzeige.

Inbetriebnahme
Der Drehantrieb ist so anzuschließen, dass er rechts herum dreht. Die Drehrichtung bei Handbetrieb ist beliebig.

Handbetrieb / Automatikbetrieb
Schalten Sie den Auto/Man-Umschalter unter leichter Vor- und Rückdrehung des Handhebels auf die Position „MAN". Danach kann die Armatur manuell verstellt werden. Zur Rückstellung auf den Automatikbetrieb schalten Sie den Auto/Man-Umschalter unter leichter Vor- und Rückdrehung des Handhebels wieder auf die Position „AUTO". Dabei ist darauf zu achten, dass die Zähne der Getrieberäder wieder einrasten.

Features
The threaded ball valve will be operated by the electrical motor drive R-0-U. The drive can be switched to manual operation by means of an Auto/Man selector. The motor circuit will be interrupted in this position. The valve handle serves also as visual position indicator.

Commissioning
The motor drive must be connected for clockwise rotation. The manual operation may be clockwise or anti-clockwise.

Manual Operation and Automatic Operation
For manual operation move the Auto/Man selector to position "MAN" and then rotate the manual override lever to the desired position. To switch back to "AUTO", move the selector lever back to the "AUTO" position. Once in the "AUTO" position, gently try to rotate the manual override lever until the gears are engaged and it is not possible to further rotate the manual override lever under gentil pressure.

Technische Daten	**Technical Data**	
Ventilkörper	Valve Body	Messing, vernickelt / Brass, Nickel Plated CW617N UNI EN 12165
Druckstufe	Pressure Nominal	PN40
Spannung	Voltage	24V DC
max. Stromaufnahme	max. Current	1 A
Losbrechdrehmoment	Starting torque	25 Nm
Arbeitsdrehmoment	Working torque	20 Nm
Einschaltdauer	Duty Rating	35% ED
Arbeitszeit	Working Time	9s / 90°
Schutzart	Protection	IP65
Kabeleinführung	Cable Inlet	M20
Temperaturbereich	Temperature Range	-10 ... +50 °C

Art.Nr.	A	B	C	D
E10.301	1/2" DN15	195	176	67
E10.302	3/4" DN20	200	180	76
E10.303	1" DN25	215	190	90
E10.304	1 ¼" DN32	223	194	102
E10.305	1 ½" DN40	244	208	114
E10.306	2" DN50	263	217	138

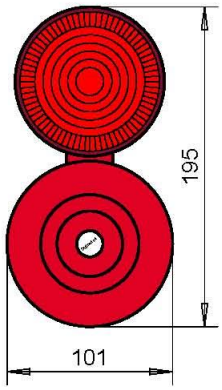
Rev. 0			Maßstab
Gepr.	29.04.05	kb	1:4
Bearb.	28.04.05	HZ	

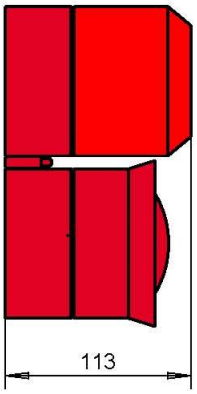
safetec

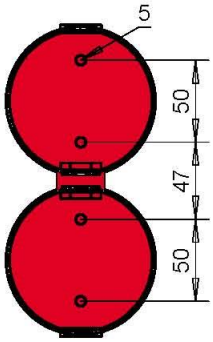
Muffenkugelhahn mit elektrischem Drehantrieb
Threaded Ball Valve with Electrical Motor Drive

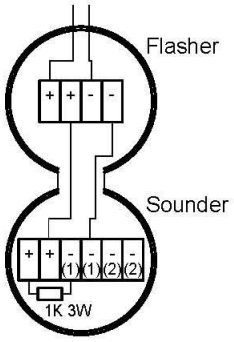
E10.300.01.tcd

Ausgabe 17.08.2005









Beschreibung
Optisch akustischer Alarmgeber mit 28 verschiedenen einstellbaren Schallmustern (Dip-Switch). Lautstärke kann per Potentiometer eingestellt werden.

Description
Visible audible alarm with 28 different sound patterns (Dip-switch). Volume control with potentiometer.

Technische Daten
Technical Data

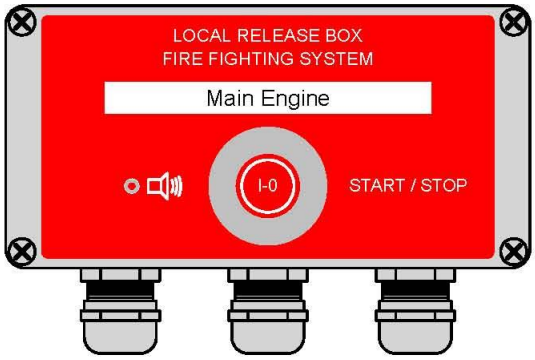
Betriebsspannungsbereich *Operation Voltage*	10 ... 30V DC
Betriebsstrom *Operation Current*	ca. 200 mA
Blitzintensität *Flash Energy*	1,3J (24V)
Gewicht *Weight*	640 g
Betriebstemperatur *Operation Temperature*	-20°C ... +55°C
Schutzart *Degree of Protection*	IP65
Gehäuse *Enclosure*	ABS / Polycarbonat

Artikelnummer:
Article No.: E18.041

Rev. 0			Maßstab
Gepr.			1:4
Bearb.	16.08.05	HZ	

ACS-1	Alarmgeber Digitwin R/128/R, optisch/akustisch Audible/Visible Alarm Digitwin R/128/R	E18.041.01.tcd

Ausgabe 07.02.2008



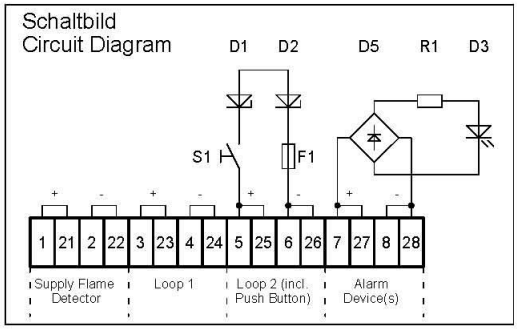
Funktionsbeschreibung

- Das lokale Auslösegerät wird gut zugänglich in der Nähe des geschützten Bereiches installiert. Mit Hilfe des Drucktasters kann die Löschung gestartet oder abgebrochen werden.
- Der Drucktaster befindet sich in einer Vertiefung und ist dadurch gegen versehentliche Betätigung geschützt.
- Das lokale Auslösegerät bietet Anschlussmöglichkeiten für die zum Löschbereich gehörigen Feuermelder und den optisch / akustischen Alarmgeber.
- Oberhalb des Tasters kann ein Schild mit der Bezeichnung des Löschbereichs eingefügt werden.
- Bei entsprechender Konfiguration des I/O-Moduls können maximal vier automatische Feuermelder zusammen mit dem Auslösetaster an einer Meldelinie angeschlossen werden.

Description

- The Local Release Box must be mounted near to the protected space. By means of the push button the extinguishing system can be released and stopped.
- The push button is located in a deepening and thus protected against unintended operation.
- The Local Release Box offers terminals for the connection of the local fire detectors and the local visible/audible alarm device.
- A label with the name of the protected space can be inserted above the push button.
- With appropriate configuration of the I/O-module, max. four automatic fire detectors can be connected together with the manual push button to one detection line.

Technische Daten	**Technical Data**	
Maße (BxHxT)	Dimensions (WxHxD)	160 x 80 x 56 mm
Abstand Befestigungsbohr.	Position Mounting Borings	148,3 x 50,2 mm
Durchm. Befestig.bohrungen	Diameter Mounting Borings	4,5 mm
Gewicht	Weight	0,35 kg
Betriebstemperatur	Operation Temperature	0°C – 55°C
Schutzart	Degree of Protection	IP65
Kabelverschraubungen	Cable Glands	1 x M25, 2 x M20
Gehäuse	Enclosure	Polycarbonat
Frontfolie	Cover Foil	RAL3000
Artikelnummer	**Article No.**	**RP01.001**



Rev. 0			Maßstab
Gepr.			1:2
Bearb.	09.10.07	kb	

ACS-1	Lokales Auslösegerät RP-01 Local Release Box	RP01.001.01.tcd

VÁLVULA SEGURIDAD CON PALANCA ROSCA M-H



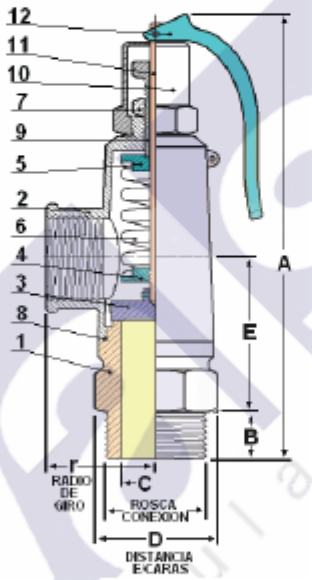
Válvula de seguridad roscada, escape conducido, de alivio por sobrepresión en tuberías o recipientes a presión.

Indicada para cualquier tipo de fluído, ya sea líquido o gas*.

Incluye elemento de precinto, así como tornillo de regulación y capuchon para asegurar su total hermeticidad.

Provista de palanca para actuación manual en caso de prueba o limpieza.

Fig. 70



Presión máxima de trabajo:	30 BARS PN30
Temperatura máxima de trabajo:	-10 + 220ºC
Rosca de conexión de entrada:	Gas BSP Cilíndrica

Nº	Descripción	Material
1	Pié Válvula (Base)	Bronce Rg5
2	Campana	Latón
3	Obturador	AISI 316L
4	Portamuelle inferior macho	Latón
5	Portamuelle superior hembra	Latón
6	Muelle	Acero
7	Tuerca fijación	Latón
8	Junta estanqueidad	Goma
9	Tornillo regulación	Latón
10	Capuchón	Latón
11	Eje elevación	Latón
12	Palanca	Latón

ROSCA ENTRADA	ROSCA SALIDA	A mm	B mm	C mm	E mm	r mm	D mm	PESO gramos
3/8"	3/8"	133,3	11	10	40	22	24	330
1/2"	1/4"	156,7	12	14	48	26,5	26	530
3/4"	3/4"	172	14	18	56,5	30,5	32	740
1"	1"	210,5	16	22	73	37,5	40	1.360
1 1/4"	1 1/4"	213	17	30	74	42,5	47	1.640
1 1/2"	1 1/2"	223	18	35	77,5	47	57	2.000
2"	2"	252,6	22	45	88,5	54,5	67	3.180
2 1/2"	2 1/2"	324,5	24	75	118,5	78,5	85	6.070
3"	3"	361,5	28	87,5	136	86	98	7.970

ANEXO II: LISTADO DE EQUIPOS

	VÁLVULAS, BOQUILLAS Y ACCESORIOS
Cantidad	**Descripción**
	Boquillas pulverizadoras
190	Boquillas pulverizadoras K6 certificado MED para techo. Material inox, filtro incluido
51	Boquillas pulverizadoras B1 certificado MED para sentina. Material inox, filtro incluido
8	Repuesto boquillas pulverizadoras K6
6	Repuesto boquillas pulverizadoras B1
	Colector de distribución
1	Colector de distribución DN150 en acero INOX AISI 304 con manguitos soldados
	Circuito de inundación total cámara de máquinas
3	Válvula INBAL DN80 PN16 con actuador eléctrico 24V, riesgo: máquinas
3	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción
3	Válvula de mariposa DN80 con palanca para seccionamiento de tubería
	Circuito de extinción local 1
1	Válvula de bola DN40 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: motores principales
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción
1	Válvula de bola DN40 con palanca para seccionamiento de tubería
	Circuito de extinción local 2
1	Válvula de bola DN32 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: d. generador babor
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción
1	Válvula de bola DN32 con palanca para seccionamiento de tubería

	Circuito de extinción local 3
1	Válvula de bola DN32 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: d.generador estribor
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción
1	Válvula de bola DN32 con palanca para seccionamiento de tubería
	Circuito de extinción local 4
1	Válvula de bola DN40 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: purificadores
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción
1	Válvula de bola DN40 con palanca para seccionamiento de tubería
	Circuito de extinción local 5
1	Válvula de bola DN20 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: purificadores
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción
1	Válvula de bola DN20 con palanca para seccionamiento de tubería
	Circuito de extinción local 6
1	Válvula de bola DN20 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: purificadores
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción
1	Válvula de bola DN20 con palanca para seccionamiento de tubería
	Circuito de extinción local 7
1	Válvula de bola DN25 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: purificadores
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción
1	Válvula de bola DN25 con palanca para seccionamiento de tubería
	Circuito de extinción local 8
1	Válvula de bola DN20 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: purificadores
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción
1	Válvula de bola DN20 con palanca para seccionamiento de tubería

	Circuito de extinción local 9
1	Válvula de bola DN20 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: purificadores
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción
1	Válvula de bola DN20 con palanca para seccionamiento de tubería
	Colector de bombas
1	Colector de distribución DN150 en acero INOX AISI 304
3	Válvula de mariposa, volante, inox DN100 PN20
3	Válvula de retención de clapeta inox DN100 PN20
1	Presostato 1/4" para accionamiento de bomba de reserva
1	Manómetro 63 mm 1/4" 0 - 25 bar
1	Válvula de seguridad de escape conducido DN32 tarada a 20 bar
	Válvulas en la aspiración de bombas
3	Válvula de mariposa, volante, inox DN150 PN10 para aspiración bombas
2	Válvulas antiretorno inox DN200 para toma de mar y depósito de agua
1	Válvula de bola DN200 PN10 con microswitch posición para tanque de agua
1	Válvula de bola DN200 PN10 con actuador eléctrico 230V para toma de mar
2	Filtro en Y DN200, con malla de 200 micras

	SISTEMA DE CONTROL
Cantidad	**Descripción**
	Puente
1	Panel ACS01.100 display LCD para señalización de sistema con teclas de acción
1	BG06.170 Adaptador para conectar a BUS
	Cámara de bombas
3	Cuadros arrancadores de bombas 45 kw,

1	Módulos de Entrada/Salida para control de presostato
1	Fuente de alimentación y batería de emergencia
1	Presostato tipo 802 para arranque de bomba de repuesto
	Cámara de máquinas
6	Pulsador paro/disparo extinción local
9	Sirena luminosa y audible 105 dB, 24Vcc.
2	Módulos de Entrada/Salida para pulsadores de paro/disparo y sirenas
	Cámara de diésel generadores
2	Pulsador paro/disparo extinción local
5	Sirena luminosa y audible 105 dB, 24Vcc.
1	Módulos de Entrada/Salida para pulsadores de paro/disparo y sirenas
	Local de incinerador
1	Pulsador paro/disparo extinción local
4	Sirena luminosa y audible 105 dB, 24Vcc.
1	Módulos de Entrada/Salida para pulsadores de paro/disparo y sirenas
	Local de válvulas
2	Módulos de Entrada/Salida para válvulas motorizadas

ANEXO III: CÁLCULO HIDRÁULICO FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 1

Submitted by user number 0610 **CUD ENM** **SPAIN**	**Project: TOTALF** **Address: BAC** **Number: ---** **Area ref: Most Unfavourable** **Hazard: High Hazard** **Authority: National Fire Protection Association** **Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar** **Printout: 4-marzo-17 at 09:54**

Project Data and Design Parameters

Project name	**TOTALF**
Area reference	**Most Unfavourable**
Address / location	BAC
Project number	---
Installation number(s)	1
Drawing number(s)	---
Issue no / date	---
Designers reference	---
Project Data File	E:\GDriveCUD\TFG\TFG INSTALACIONES CI\2017\SOFTWARE
Hazard classification	High Hazard
Design authority	National Fire Protection Association
Insurance company	---
Specified density of discharge	0.00 mm/min (l/min/m2)
Assumed maximum area of operation	0.00 m2
Number of operating sprinkler heads	190
Maximum area covered per head	0.00 m2
Highest head / nozzle above source	10.05 m
Number of pipes in system	438 from 20 to 125 mm
Pressure loss equation used	Hazen-Williams
Fluid	water
Pipe Data Table	EN_12845_TB227.PDT
Maximum fluid velocity	4.76 m/s in pipe 8180 8210
Volume of pipework and fittings	2.45 m3
Elbows are welded for	65 mm and above
Comment	TOTALFLV5_4marzo B1 Hudson
Checked by & Date	

Source duty = 2833.1 l/min @ 13.518 bar at node no 100

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 2

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Operating Sprinkler Heads, Nozzles and Hydrants

Head no	Node no	Size mm	'K' factor	Flow l/min	Area m2	Density mm/min Req.d	Density mm/min Actual	Pressure bar Min	Pressure bar Actual	Heights m	Pipe no
1	1290	3.0	5.60	18.3	0.000	0.00	0.00	8.00	10.689	6.750	16
2	1300	3.0	5.60	18.2	0.000	0.00	0.00	8.00	10.597	6.750	17
3	1320	3.0	5.60	18.1	0.000	0.00	0.00	8.00	10.440	6.750	19
4	1360	3.0	5.60	18.0	0.000	0.00	0.00	8.00	10.301	6.750	23
5	1370	3.0	5.60	18.0	0.000	0.00	0.00	8.00	10.288	6.750	24
6	1390	3.0	5.60	18.1	0.000	0.00	0.00	8.00	10.442	6.750	26
7	1400	3.0	5.60	18.1	0.000	0.00	0.00	8.00	10.435	6.750	27
8	1420	3.0	5.60	18.0	0.000	0.00	0.00	8.00	10.279	6.750	29
9	1430	3.0	5.60	17.9	0.000	0.00	0.00	8.00	10.267	6.750	30
10	1450	3.0	5.60	17.8	0.000	0.00	0.00	8.00	10.139	6.750	32
11	1460	3.0	5.60	17.8	0.000	0.00	0.00	8.00	10.126	6.750	33
12	1510	3.0	5.60	17.7	0.000	0.00	0.00	8.00	9.971	6.750	38
13	1520	3.0	5.60	17.7	0.000	0.00	0.00	8.00	9.959	6.750	39
14	1540	3.0	5.60	17.6	0.000	0.00	0.00	8.00	9.903	6.750	41
15	1550	3.0	5.60	17.6	0.000	0.00	0.00	8.00	9.890	6.750	42
16	1570	3.0	5.60	17.6	0.000	0.00	0.00	8.00	9.869	6.750	44
17	1590	3.0	5.60	17.4	0.000	0.00	0.00	8.00	9.649	6.750	46
18	1600	3.0	5.60	17.4	0.000	0.00	0.00	8.00	9.637	6.750	47
19	1620	3.0	5.60	17.2	0.000	0.00	0.00	8.00	9.467	6.750	49
20	1630	3.0	5.60	17.2	0.000	0.00	0.00	8.00	9.456	6.750	50
21	1660	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.069	6.750	53
22	1670	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.058	6.750	54
23	1680	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.088	6.750	55
24	1690	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.077	6.750	56
25	1710	3.0	5.60	17.0	0.000	0.00	0.00	8.00	9.181	6.750	58
26	1720	3.0	5.60	17.0	0.000	0.00	0.00	8.00	9.170	6.750	59
27	1740	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.082	6.750	61
28	1750	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.071	6.750	62
29	1770	3.0	5.60	16.7	0.000	0.00	0.00	8.00	8.867	6.750	64
30	1780	3.0	5.60	16.7	0.000	0.00	0.00	8.00	8.861	6.750	65
31	1800	3.0	5.60	16.1	0.000	0.00	0.00	8.00	8.311	6.750	67
32	1810	3.0	5.60	16.1	0.000	0.00	0.00	8.00	8.247	6.750	68
33	1830	3.0	5.60	16.0	0.000	0.00	0.00	8.00	8.122	6.750	70
34	1870	3.0	5.60	15.8	0.000	0.00	0.00	8.00	8.010	6.750	74
35	1880	3.0	5.60	15.8	0.000	0.00	0.00	8.00	8.000	6.750	75
36	1920	3.0	5.60	18.5	0.000	0.00	0.00	8.00	10.920	3.550	79
37	1940	3.0	5.60	18.4	0.000	0.00	0.00	8.00	10.849	3.550	81
38	1970	3.0	5.60	18.3	0.000	0.00	0.00	8.00	10.685	3.550	84
39	1990	3.0	5.60	18.1	0.000	0.00	0.00	8.00	10.400	3.550	86
40	2010	3.0	5.60	17.9	0.000	0.00	0.00	8.00	10.213	3.550	88
41	2030	3.0	5.60	17.8	0.000	0.00	0.00	8.00	10.055	3.550	90
42	2050	3.0	5.60	17.6	0.000	0.00	0.00	8.00	9.924	3.550	92
43	2060	3.0	5.60	17.6	0.000	0.00	0.00	8.00	9.924	3.550	93
44	2080	3.0	5.60	17.4	0.000	0.00	0.00	8.00	9.623	3.550	95
45	2090	3.0	5.60	17.4	0.000	0.00	0.00	8.00	9.623	3.550	96
46	2120	3.0	5.60	17.2	0.000	0.00	0.00	8.00	9.482	3.550	99

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 3

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Operating Sprinkler Heads, Nozzles and Hydrants

Head no	Node no	Size mm	'K' factor	Flow l/min	Area m2	Density mm/min Req.d	Density mm/min Actual	Pressure bar Min	Pressure bar Actual	Heights m	Pipe no
47	2140	3.0	5.60	17.0	0.000	0.00	0.00	8.00	9.164	3.550	101
48	2160	3.0	5.60	16.7	0.000	0.00	0.00	8.00	8.937	3.550	103
49	2180	3.0	5.60	16.6	0.000	0.00	0.00	8.00	8.805	3.550	105
50	2200	3.0	5.60	16.6	0.000	0.00	0.00	8.00	8.743	3.550	107
51	2220	3.0	5.60	16.5	0.000	0.00	0.00	8.00	8.732	3.550	109
52	2240	3.0	5.60	18.4	0.000	0.00	0.00	8.00	10.841	3.550	111
53	2260	3.0	5.60	18.3	0.000	0.00	0.00	8.00	10.694	3.550	113
54	2280	3.0	5.60	18.2	0.000	0.00	0.00	8.00	10.570	3.550	115
55	2300	3.0	5.60	18.1	0.000	0.00	0.00	8.00	10.467	3.550	117
56	2330	3.0	5.60	18.1	0.000	0.00	0.00	8.00	10.390	3.550	120
57	2350	3.0	5.60	17.7	0.000	0.00	0.00	8.00	10.000	3.550	122
58	2370	3.0	5.60	17.5	0.000	0.00	0.00	8.00	9.761	3.550	124
59	2390	3.0	5.60	17.3	0.000	0.00	0.00	8.00	9.583	3.550	126
60	2410	3.0	5.60	17.0	0.000	0.00	0.00	8.00	9.229	3.550	128
61	2420	3.0	5.60	17.0	0.000	0.00	0.00	8.00	9.226	3.550	129
62	2440	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.092	3.550	131
63	2450	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.089	3.550	132
64	2470	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.078	3.550	134
65	5760	3.0	5.60	17.4	0.000	0.00	0.00	8.00	9.683	10.050	141
66	5790	3.0	5.60	17.3	0.000	0.00	0.00	8.00	9.494	10.050	144
67	5800	3.0	5.60	17.3	0.000	0.00	0.00	8.00	9.489	10.050	145
68	5820	3.0	5.60	17.3	0.000	0.00	0.00	8.00	9.494	10.050	147
69	5830	3.0	5.60	17.3	0.000	0.00	0.00	8.00	9.489	10.050	148
70	5850	3.0	5.60	17.6	0.000	0.00	0.00	8.00	9.860	10.050	150
71	5860	3.0	5.60	17.6	0.000	0.00	0.00	8.00	9.845	10.050	151
72	5870	3.0	5.60	17.6	0.000	0.00	0.00	8.00	9.840	10.050	152
73	5890	3.0	5.60	17.5	0.000	0.00	0.00	8.00	9.814	10.050	154
74	5900	3.0	5.60	17.5	0.000	0.00	0.00	8.00	9.800	10.050	155
75	5910	3.0	5.60	17.5	0.000	0.00	0.00	8.00	9.795	10.050	156
76	5990	3.0	5.60	16.4	0.000	0.00	0.00	8.00	8.608	6.750	164
77	6000	3.0	5.60	16.4	0.000	0.00	0.00	8.00	8.568	6.750	165
78	6010	3.0	5.60	16.4	0.000	0.00	0.00	8.00	8.548	6.750	166
79	6020	3.0	5.60	16.4	0.000	0.00	0.00	8.00	8.543	6.750	167
80	6040	3.0	5.60	16.4	0.000	0.00	0.00	8.00	8.608	6.750	169
81	6050	3.0	5.60	16.4	0.000	0.00	0.00	8.00	8.568	6.750	170
82	6060	3.0	5.60	16.4	0.000	0.00	0.00	8.00	8.548	6.750	171
83	6070	3.0	5.60	16.4	0.000	0.00	0.00	8.00	8.543	6.750	172
84	6160	3.0	5.60	17.8	0.000	0.00	0.00	8.00	10.158	6.750	181
85	6170	3.0	5.60	17.7	0.000	0.00	0.00	8.00	10.039	6.750	182
86	6180	3.0	5.60	17.7	0.000	0.00	0.00	8.00	9.960	6.750	183
87	6190	3.0	5.60	17.6	0.000	0.00	0.00	8.00	9.914	6.750	184
88	6200	3.0	5.60	17.6	0.000	0.00	0.00	8.00	9.892	6.750	185
89	6210	3.0	5.60	17.6	0.000	0.00	0.00	8.00	9.886	6.750	186
90	6230	3.0	5.60	17.6	0.000	0.00	0.00	8.00	9.905	6.750	188
91	6240	3.0	5.60	17.5	0.000	0.00	0.00	8.00	9.789	6.750	189
92	6250	3.0	5.60	17.5	0.000	0.00	0.00	8.00	9.712	6.750	190

Continued on the next page

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 4

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Operating Sprinkler Heads, Nozzles and Hydrants

Head no	Node no	Size mm	'K' factor	Flow l/min	Area m2	Density mm/min Req.d	Density mm/min Actual	Pressure bar Min	Pressure bar Actual	Heights m	Pipe no
93	6260	3.0	5.60	17.4	0.000	0.00	0.00	8.00	9.667	6.750	191
94	6270	3.0	5.60	17.4	0.000	0.00	0.00	8.00	9.646	6.750	192
95	6280	3.0	5.60	17.4	0.000	0.00	0.00	8.00	9.640	6.750	193
96	6300	3.0	5.60	17.5	0.000	0.00	0.00	8.00	9.767	6.750	195
97	6310	3.0	5.60	17.4	0.000	0.00	0.00	8.00	9.652	6.750	196
98	6320	3.0	5.60	17.3	0.000	0.00	0.00	8.00	9.577	6.750	197
99	6330	3.0	5.60	17.3	0.000	0.00	0.00	8.00	9.532	6.750	198
100	6340	3.0	5.60	17.3	0.000	0.00	0.00	8.00	9.511	6.750	199
101	6350	3.0	5.60	17.3	0.000	0.00	0.00	8.00	9.505	6.750	200
102	6370	3.0	5.60	17.4	0.000	0.00	0.00	8.00	9.680	6.750	202
103	6380	3.0	5.60	17.3	0.000	0.00	0.00	8.00	9.566	6.750	203
104	6390	3.0	5.60	17.3	0.000	0.00	0.00	8.00	9.490	6.750	204
105	6400	3.0	5.60	17.2	0.000	0.00	0.00	8.00	9.446	6.750	205
106	6410	3.0	5.60	17.2	0.000	0.00	0.00	8.00	9.425	6.750	206
107	6420	3.0	5.60	17.2	0.000	0.00	0.00	8.00	9.420	6.750	207
108	6540	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.118	3.550	219
109	6550	3.0	5.60	16.8	0.000	0.00	0.00	8.00	8.960	3.550	220
110	6560	3.0	5.60	16.7	0.000	0.00	0.00	8.00	8.889	3.550	221
111	6570	3.0	5.60	16.7	0.000	0.00	0.00	8.00	8.847	3.550	222
112	6580	3.0	5.60	16.6	0.000	0.00	0.00	8.00	8.828	3.550	223
113	6590	3.0	5.60	16.6	0.000	0.00	0.00	8.00	8.822	3.550	224
114	6610	3.0	5.60	16.8	0.000	0.00	0.00	8.00	8.996	3.550	226
115	6620	3.0	5.60	16.6	0.000	0.00	0.00	8.00	8.840	3.550	227
116	6630	3.0	5.60	16.6	0.000	0.00	0.00	8.00	8.770	3.550	228
117	6640	3.0	5.60	16.5	0.000	0.00	0.00	8.00	8.729	3.550	229
118	6650	3.0	5.60	16.5	0.000	0.00	0.00	8.00	8.709	3.550	230
119	6660	3.0	5.60	16.5	0.000	0.00	0.00	8.00	8.704	3.550	231
120	6760	3.0	5.60	16.3	0.000	0.00	0.00	8.00	8.482	6.750	241
121	6770	3.0	5.60	16.3	0.000	0.00	0.00	8.00	8.477	6.750	242
122	6790	3.0	5.60	16.3	0.000	0.00	0.00	8.00	8.463	6.750	244
123	6800	3.0	5.60	16.3	0.000	0.00	0.00	8.00	8.458	6.750	245
124	6880	3.0	5.60	16.7	0.000	0.00	0.00	8.00	8.884	6.750	253
125	6890	3.0	5.60	16.7	0.000	0.00	0.00	8.00	8.879	6.750	254
126	6910	3.0	5.60	16.7	0.000	0.00	0.00	8.00	8.865	6.750	256
127	6920	3.0	5.60	16.7	0.000	0.00	0.00	8.00	8.859	6.750	257
128	7030	3.0	5.60	17.1	0.000	0.00	0.00	8.00	9.362	3.550	268
129	7040	3.0	5.60	17.0	0.000	0.00	0.00	8.00	9.200	3.550	269
130	7050	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.128	3.550	270
131	7060	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.085	3.550	271
132	7070	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.065	3.550	272
133	7080	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.059	3.550	273
134	7100	3.0	5.60	17.0	0.000	0.00	0.00	8.00	9.237	3.550	275
135	7110	3.0	5.60	16.9	0.000	0.00	0.00	8.00	9.077	3.550	276
136	7120	3.0	5.60	16.8	0.000	0.00	0.00	8.00	9.006	3.550	277
137	7130	3.0	5.60	16.8	0.000	0.00	0.00	8.00	8.963	3.550	278
138	7140	3.0	5.60	16.7	0.000	0.00	0.00	8.00	8.944	3.550	279

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 5

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Operating Sprinkler Heads, Nozzles and Hydrants

Head no	Node no	Size mm	'K' factor	Flow l/min	Area m2	Density mm/min Req.d	Density mm/min Actual	Pressure bar Min	Pressure bar Actual	Heights m	Pipe no
139	7150	3.0	5.60	16.7	0.000	0.00	0.00	8.00	8.938	3.550	280
140	7210	2.0	2.80	9.2	0.000	0.00	0.00	6.00	10.812	1.250	286
141	7240	2.0	2.80	9.1	0.000	0.00	0.00	6.00	10.592	1.250	289
142	7300	2.0	2.80	9.0	0.000	0.00	0.00	6.00	10.235	1.250	295
143	7330	2.0	2.80	8.9	0.000	0.00	0.00	6.00	10.178	1.250	298
144	7360	2.0	2.80	8.9	0.000	0.00	0.00	6.00	10.145	1.250	301
145	7390	2.0	2.80	8.9	0.000	0.00	0.00	6.00	10.129	1.250	304
146	7420	2.0	2.80	8.9	0.000	0.00	0.00	6.00	10.127	1.250	307
147	7450	2.0	2.80	9.0	0.000	0.00	0.00	6.00	10.382	1.250	310
148	7480	2.0	2.80	9.0	0.000	0.00	0.00	6.00	10.255	1.250	313
149	7520	2.0	2.80	8.9	0.000	0.00	0.00	6.00	10.008	1.250	317
150	7550	2.0	2.80	8.8	0.000	0.00	0.00	6.00	9.902	1.250	320
151	7580	2.0	2.80	8.8	0.000	0.00	0.00	6.00	9.806	1.250	323
152	7640	2.0	2.80	8.5	0.000	0.00	0.00	6.00	9.299	1.250	329
153	7670	2.0	2.80	8.5	0.000	0.00	0.00	6.00	9.237	1.250	332
154	7700	2.0	2.80	8.5	0.000	0.00	0.00	6.00	9.197	1.250	335
155	7740	2.0	2.80	8.5	0.000	0.00	0.00	6.00	9.172	1.250	339
156	7770	2.0	2.80	8.5	0.000	0.00	0.00	6.00	9.169	1.250	342
157	7800	2.0	2.80	8.6	0.000	0.00	0.00	6.00	9.427	1.250	345
158	7840	2.0	2.80	8.5	0.000	0.00	0.00	6.00	9.296	1.250	349
159	7860	2.0	2.80	8.5	0.000	0.00	0.00	6.00	9.117	1.250	351
160	7900	2.0	2.80	8.4	0.000	0.00	0.00	6.00	8.894	1.250	355
161	7930	2.0	2.80	8.3	0.000	0.00	0.00	6.00	8.878	1.250	358
162	7940	2.0	2.80	8.3	0.000	0.00	0.00	6.00	8.880	1.250	359
163	7960	2.0	2.80	8.3	0.000	0.00	0.00	6.00	8.844	1.250	361
164	7980	2.0	2.80	8.3	0.000	0.00	0.00	6.00	8.754	1.250	363
165	8020	2.0	2.80	8.2	0.000	0.00	0.00	6.00	8.659	1.250	367
166	8050	2.0	2.80	8.2	0.000	0.00	0.00	6.00	8.617	1.250	370
167	8070	2.0	2.80	8.2	0.000	0.00	0.00	6.00	8.590	1.250	372
168	8090	2.0	2.80	8.2	0.000	0.00	0.00	6.00	8.578	1.250	374
169	8110	2.0	2.80	8.2	0.000	0.00	0.00	6.00	8.577	1.250	376
170	8140	2.0	2.80	9.3	0.000	0.00	0.00	6.00	11.143	1.250	379
171	8170	2.0	2.80	9.3	0.000	0.00	0.00	6.00	11.026	1.250	382
172	8200	2.0	2.80	9.3	0.000	0.00	0.00	6.00	10.920	1.250	385
173	8260	2.0	2.80	9.0	0.000	0.00	0.00	6.00	10.337	1.250	391
174	8290	2.0	2.80	9.0	0.000	0.00	0.00	6.00	10.268	1.250	394
175	8320	2.0	2.80	9.0	0.000	0.00	0.00	6.00	10.225	1.250	397
176	8360	2.0	2.80	8.9	0.000	0.00	0.00	6.00	10.198	1.250	401
177	8390	2.0	2.80	8.9	0.000	0.00	0.00	6.00	10.196	1.250	404
178	8420	2.0	2.80	9.1	0.000	0.00	0.00	6.00	10.501	1.250	407
179	8460	2.0	2.80	9.0	0.000	0.00	0.00	6.00	10.357	1.250	411
180	8480	2.0	2.80	8.9	0.000	0.00	0.00	6.00	10.158	1.250	413
181	8520	2.0	2.80	8.8	0.000	0.00	0.00	6.00	9.911	1.250	417
182	8540	2.0	2.80	8.8	0.000	0.00	0.00	6.00	9.896	1.250	419
183	8560	2.0	2.80	8.8	0.000	0.00	0.00	6.00	9.895	1.250	421
184	8580	2.0	2.80	8.8	0.000	0.00	0.00	6.00	9.857	1.250	423

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 6

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Operating Sprinkler Heads, Nozzles and Hydrants

Head no	Node no	Size mm	'K' factor	Flow l/min	Area m2	Density mm/min Req.d	Density mm/min Actual	Pressure bar Min	Pressure bar Actual	Heights m	Pipe no
185	8600	2.0	2.80	8.7	0.000	0.00	0.00	6.00	9.758	1.250	425
186	8640	2.0	2.80	8.7	0.000	0.00	0.00	6.00	9.652	1.250	429
187	8670	2.0	2.80	8.7	0.000	0.00	0.00	6.00	9.606	1.250	432
188	8690	2.0	2.80	8.7	0.000	0.00	0.00	6.00	9.575	1.250	434
189	8710	2.0	2.80	8.7	0.000	0.00	0.00	6.00	9.563	1.250	436
190	8730	2.0	2.80	8.7	0.000	0.00	0.00	6.00	9.561	1.250	438

0 heads are under the required density / minimum pressures

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 7

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start / End	PIPE Size / Bore	Type 'C'	FLOW L/min / Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. / Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start / End	PRESSURES BARS Start / End	Frict / Static
1	100	125mm	SS1	2833.1	2.220			180	5.85	0.000	13.518	-0.044
	110	128.20	150	3.7	1	0		0.0	7.5	0.000	13.474	+0.000
2	110	125mm	SS1	2833.1	0.086			270	7.35	0.000	13.474	-0.055
	120	128.20	150	3.7	2	0		0.0	7.5	0.000	13.419	+0.000
3	120	125mm	SS1	2833.1	10.050			Up	17.32	0.000	13.419	-0.131
	130	128.20	150	3.7	2	0		90.0	7.5	10.050	12.304	-0.985
4	130	125mm	SS1	2833.1	5.000			180	12.27	10.050	12.304	-0.092
	1170	128.20	150	3.7	2	0		0.0	7.5	10.050	12.211	+0.000
5	1170	125mm	SS1	2833.1	97.000			270	107.90	10.050	12.211	-0.813
	1180	128.20	150	3.7	3	0		0.0	7.5	10.050	11.398	+0.000
6	1180	125mm	SS1	2833.1	15.390			0	22.66	10.050	11.398	-0.171
	1190	128.20	150	3.7	2	0		0.0	7.5	10.050	11.227	+0.000
7	1190	125mm	SS1	2833.1	4.511			270	11.78	10.050	11.227	-0.089
	1200	128.20	150	3.7	2	0		0.0	7.5	10.050	11.138	+0.000
8	1200	100mm	SS1	1275.8	0.413			270	3.14	10.050	11.138	-0.016
	1210	102.26	150	2.6	1	0		0.0	5.2	10.050	11.122	+0.000
9	1210	80mm	SS1	1084.1	0.128			270	2.40	10.050	11.122	-0.035
	1220	77.92	150	3.8	1	0		0.0	14.4	10.050	11.087	+0.000
10	1200	100mm	SS1	1557.3	8.526			180	20.33	10.050	11.138	-0.152
	1230	102.26	150	3.2	1	1		0.0	7.5	10.050	10.986	+0.000
11	1230	100mm	SS1	1557.3	13.725			90	19.17	10.050	10.986	-0.144
	1240	102.26	150	3.2	2	0		0.0	7.5	10.050	10.842	+0.000
12	1240	100mm	SS1	1557.3	3.300			Dn	8.75	10.050	10.842	-0.066
	1250	102.26	150	3.2	2	0		-90.0	7.5	6.750	11.100	+0.323
13	1250	65mm	SS1	604.1	0.261			180	7.53	6.750	11.100	-0.106
	1260	62.68	150	3.3	1	1		0.0	14.1	6.750	10.994	+0.000
14	1260	65mm	SS1	604.1	3.032			270	6.67	6.750	10.994	-0.094
	1270	62.68	150	3.3	2	0		0.0	14.1	6.750	10.900	+0.000
15	1270	65mm	SS1	604.1	0.700			180	7.97	6.750	10.900	-0.112
	1280	62.68	150	3.3	1	1		0.0	14.1	6.750	10.788	+0.000
16	1280	20mm	SS1	90.6	1.180			180	1.18	6.750	10.788	-0.098
	1290	21.16	150	4.3	0	0		0.0	83.3	6.750	10.689	+0.000
17	1290	20mm	SS1	72.3	1.665			180	1.66	6.750	10.689	-0.091
	1300	21.16	150	3.4	0	0		0.0	54.9	6.750	10.598	+0.000
18	1300	20mm	SS1	54.0	0.100			180	1.01	6.750	10.598	-0.032
	1310	21.16	150	2.6	1	0		0.0	32.0	6.750	10.566	+0.000
19	1310	20mm	SS1	54.0	3.000			90	3.91	6.750	10.566	-0.125
	1320	21.16	150	2.6	1	0		0.0	32.1	6.750	10.440	+0.000
20	1320	20mm	SS1	35.9	0.200			90	1.11	6.750	10.440	-0.017
	1330	21.16	150	1.7	1	0		0.0	15.1	6.750	10.423	+0.000
21	1330	20mm	SS1	35.9	0.400			180	2.22	6.750	10.423	-0.033
	1340	21.16	150	1.7	2	0		0.0	15.1	6.750	10.390	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 8

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start End	PIPE Size Bore	Type 'C'	FLOW L/min Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start End	PRESSURES BARS Start End	Frict Static
22	1340	20mm	SS1	35.9	2.581		90		4.40	6.750	10.390	-0.066
	1350	21.16	150	1.7	2	0		0.0	15.1	6.750	10.324	+0.000
23	1350	20mm	SS1	35.9	0.575		0		1.48	6.750	10.324	-0.022
	1360	21.16	150	1.7	1	0		0.0	15.1	6.750	10.301	+0.000
24	1360	20mm	SS1	18.0	3.000		0		3.00	6.750	10.301	-0.013
	1370	21.16	150	0.9	0	0		0.0	4.2	6.750	10.289	+0.000
25	1280	50mm	SS1	513.5	3.000		270		12.08	6.750	10.788	-0.299
	1380	52.48	150	4.0	0	2		0.0	24.8	6.750	10.488	+0.000
26	1380	20mm	SS1	36.2	1.190		180		3.01	6.750	10.488	-0.046
	1390	21.16	150	1.7	0	1		0.0	15.3	6.750	10.442	+0.000
27	1390	20mm	SS1	18.1	1.665		180		1.66	6.750	10.442	-0.007
	1400	21.16	150	0.9	0	0		0.0	4.2	6.750	10.435	+0.000
28	1380	50mm	SS1	477.3	3.000		270		7.54	6.750	10.488	-0.163
	1410	52.48	150	3.7	0	1		0.0	21.6	6.750	10.325	+0.000
29	1410	20mm	SS1	35.9	1.190		180		3.01	6.750	10.325	-0.045
	1420	21.16	150	1.7	0	1		0.0	15.0	6.750	10.280	+0.000
30	1420	20mm	SS1	17.9	3.000		180		3.00	6.750	10.280	-0.013
	1430	21.16	150	0.9	0	0		0.0	4.2	6.750	10.267	+0.000
31	1410	50mm	SS1	441.4	3.000		270		7.54	6.750	10.325	-0.141
	1440	52.48	150	3.4	0	1		0.0	18.7	6.750	10.184	+0.000
32	1440	20mm	SS1	35.7	1.190		180		3.01	6.750	10.184	-0.045
	1450	21.16	150	1.7	0	1		0.0	14.9	6.750	10.139	+0.000
33	1450	20mm	SS1	17.8	3.000		180		3.00	6.750	10.139	-0.012
	1460	21.16	150	0.8	0	0		0.0	4.1	6.750	10.127	+0.000
34	1440	50mm	SS1	405.8	1.115		270		5.66	6.750	10.184	-0.091
	1470	52.48	150	3.1	0	1		0.0	16.0	6.750	10.093	+0.000
35	1470	20mm	SS1	35.4	0.740		270		1.65	6.750	10.093	-0.024
	1480	21.16	150	1.7	1	0		0.0	14.6	6.750	10.069	+0.000
36	1480	20mm	SS1	35.4	0.420		0		2.24	6.750	10.069	-0.033
	1490	21.16	150	1.7	2	0		0.0	14.6	6.750	10.036	+0.000
37	1490	20mm	SS1	35.4	1.139		270		2.96	6.750	10.036	-0.043
	1500	21.16	150	1.7	2	0		0.0	14.6	6.750	9.993	+0.000
38	1500	20mm	SS1	35.4	0.585		180		1.49	6.750	9.993	-0.022
	1510	21.16	150	1.7	1	0		0.0	14.6	6.750	9.971	+0.000
39	1510	20mm	SS1	17.7	3.000		180		3.00	6.750	9.971	-0.012
	1520	21.16	150	0.8	0	0		0.0	4.1	6.750	9.959	+0.000
40	1470	50mm	SS1	370.4	1.814		0		10.90	6.750	10.093	-0.148
	1530	52.48	150	2.9	0	2		0.0	13.5	6.750	9.945	+0.000
41	1530	20mm	SS1	35.2	1.115		90		2.93	6.750	9.945	-0.043
	1540	21.16	150	1.7	0	1		0.0	14.5	6.750	9.903	+0.000
42	1540	20mm	SS1	17.6	3.000		90		3.00	6.750	9.903	-0.012
	1550	21.16	150	0.8	0	0		0.0	4.0	6.750	9.891	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 9

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start / End	PIPE Size / Bore	Type 'C'	FLOW L/min / Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	Length T	VJ VT	ANGLE Dir. / Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start / End	PRESSURES BARS Start / End	Frict Static
43	1530	50mm	SS1	335.2	1.010		0	0	5.55	6.750	9.945	-0.062
	1560	52.48	150	2.6	0	1		0.0	11.3	6.750	9.883	+0.000
44	1560	20mm	SS1	17.6	1.664		270	0	3.48	6.750	9.883	-0.014
	1570	21.16	150	0.8	0	1		0.0	4.0	6.750	9.869	+0.000
45	1560	40mm	SS1	317.6	1.990		0	0	5.62	6.750	9.883	-0.192
	1580	40.94	150	4.0	0	1		0.0	34.1	6.750	9.691	+0.000
46	1580	20mm	SS1	34.8	1.150		90	0	2.97	6.750	9.691	-0.042
	1590	21.16	150	1.6	0	1		0.0	14.2	6.750	9.649	+0.000
47	1590	20mm	SS1	17.4	3.000		90	0	3.00	6.750	9.649	-0.012
	1600	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.9	6.750	9.637	+0.000
48	1580	40mm	SS1	282.8	3.000		0	0	6.63	6.750	9.691	-0.183
	1610	40.94	150	3.6	0	1		0.0	27.5	6.750	9.508	+0.000
49	1610	20mm	SS1	34.5	1.115		90	0	2.93	6.750	9.508	-0.041
	1620	21.16	150	1.6	0	1		0.0	13.9	6.750	9.467	+0.000
50	1620	20mm	SS1	17.2	3.000		90	0	3.00	6.750	9.467	-0.012
	1630	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.9	6.750	9.456	+0.000
51	1610	40mm	SS1	248.4	1.814		0	0	5.45	6.750	9.508	-0.118
	1640	40.94	150	3.1	0	1		0.0	21.7	6.750	9.390	+0.000
52	1640	20mm	SS1	67.5	1.884		270	0	5.52	6.750	9.390	-0.267
	1650	21.16	150	3.2	0	2		0.0	48.4	6.750	9.123	+0.000
53	1650	20mm	SS1	33.7	2.195		0	0	4.01	6.750	9.123	-0.054
	1660	21.16	150	1.6	0	1		0.0	13.4	6.750	9.070	+0.000
54	1660	20mm	SS1	16.9	3.000		0	0	3.00	6.750	9.070	-0.011
	1670	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.7	6.750	9.058	+0.000
55	1650	20mm	SS1	33.8	0.800		180	0	2.62	6.750	9.123	-0.035
	1680	21.16	150	1.6	0	1		0.0	13.4	6.750	9.088	+0.000
56	1680	20mm	SS1	16.9	3.000		180	0	3.00	6.750	9.088	-0.011
	1690	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.7	6.750	9.077	+0.000
57	1640	32mm	SS1	180.9	1.115		90	0	6.56	6.750	9.390	-0.168
	1700	35.08	150	3.1	0	2		0.0	25.6	6.750	9.222	+0.000
58	1700	20mm	SS1	33.9	1.190		0	0	3.01	6.750	9.222	-0.041
	1710	21.16	150	1.6	0	1		0.0	13.6	6.750	9.182	+0.000
59	1710	20mm	SS1	17.0	3.000		0	0	3.00	6.750	9.182	-0.011
	1720	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.8	6.750	9.170	+0.000
60	1700	32mm	SS1	147.0	3.000		90	0	5.72	6.750	9.222	-0.100
	1730	35.08	150	2.5	0	1		0.0	17.4	6.750	9.123	+0.000
61	1730	20mm	SS1	33.7	1.190		0	0	3.01	6.750	9.123	-0.040
	1740	21.16	150	1.6	0	1		0.0	13.4	6.750	9.082	+0.000
62	1740	20mm	SS1	16.9	3.000		0	0	3.00	6.750	9.082	-0.011
	1750	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.7	6.750	9.071	+0.000
63	1730	25mm	SS1	113.2	3.000		90	0	5.27	6.750	9.123	-0.216
	1760	26.64	150	3.4	0	1		0.0	41.0	6.750	8.906	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 10

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start / End	PIPE Size / Bore	Type 'C'	FLOW L/min / Vel m/s	DIMENSIONS Length / EL	T	VJ / VT	ANGLE Dir. / Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start / End	PRESSURES BARS Start / End	Frict / Static
64	1760	20mm	SS1	33.3	1.190		0	0	3.01	6.750	8.906	-0.039
	1770	21.16	150	1.6	0	1	0.0	0.0	13.1	6.750	8.867	+0.000
65	1770	20mm	SS1	16.7	1.462		0	0	1.46	6.750	8.867	-0.005
	1780	21.16	150	0.8	0	0	0.0	0.0	3.6	6.750	8.861	+0.000
66	1760	20mm	SS1	79.9	6.000		90	90	6.91	6.750	8.906	-0.457
	1790	21.16	150	3.8	1	0	0.0	0.0	66.1	6.750	8.450	+0.000
67	1790	20mm	SS1	79.9	1.190		0	0	2.10	6.750	8.450	-0.139
	1800	21.16	150	3.8	1	0	0.0	0.0	66.1	6.750	8.311	+0.000
68	1800	20mm	SS1	63.7	1.462		0	0	1.46	6.750	8.311	-0.064
	1810	21.16	150	3.0	0	0	0.0	0.0	43.5	6.750	8.247	+0.000
69	1810	20mm	SS1	47.6	0.100		0	0	1.01	6.750	8.247	-0.026
	1820	21.16	150	2.3	1	0	0.0	0.0	25.4	6.750	8.222	+0.000
70	1820	20mm	SS1	47.6	3.000		90	90	3.91	6.750	8.222	-0.099
	1830	21.16	150	2.3	1	0	0.0	0.0	25.4	6.750	8.122	+0.000
71	1830	20mm	SS1	31.7	0.500		90	90	1.41	6.750	8.122	-0.017
	1840	21.16	150	1.5	1	0	0.0	0.0	11.9	6.750	8.106	+0.000
72	1840	20mm	SS1	31.7	0.400		0	0	2.22	6.750	8.106	-0.026
	1850	21.16	150	1.5	2	0	0.0	0.0	11.9	6.750	8.079	+0.000
73	1850	20mm	SS1	31.7	2.561		90	90	4.38	6.750	8.079	-0.052
	1860	21.16	150	1.5	2	0	0.0	0.0	11.9	6.750	8.027	+0.000
74	1860	20mm	SS1	31.7	0.500		180	180	1.41	6.750	8.027	-0.017
	1870	21.16	150	1.5	1	0	0.0	0.0	11.9	6.750	8.010	+0.000
75	1870	20mm	SS1	15.8	3.000		180	180	3.00	6.750	8.010	-0.010
	1880	21.16	150	0.8	0	0	0.0	0.0	3.3	6.750	8.000	+0.000
76	1250	80mm	SS1	953.2	3.200		Dn	Dn	5.47	6.750	11.100	-0.062
	1890	77.92	150	3.3	1	0	-90.0	-90.0	11.4	3.550	11.351	+0.313
77	1890	50mm	SS1	508.0	2.234		90	90	9.05	3.550	11.351	-0.220
	1900	52.48	150	3.9	1	1	0.0	0.0	24.3	3.550	11.132	+0.000
78	1900	40mm	SS1	279.7	0.130		180	180	7.40	3.550	11.132	-0.200
	1910	40.94	150	3.5	0	2	0.0	0.0	27.0	3.550	10.932	+0.000
79	1910	20mm	SS1	18.5	0.765		90	90	2.58	3.550	10.932	-0.011
	1920	21.16	150	0.9	0	1	0.0	0.0	4.4	3.550	10.921	+0.000
80	1910	40mm	SS1	261.2	3.000		180	180	3.00	3.550	10.932	-0.071
	1930	40.94	150	3.3	0	0	0.0	0.0	23.8	3.550	10.861	+0.000
81	1930	20mm	SS1	18.4	0.765		90	90	2.58	3.550	10.861	-0.011
	1940	21.16	150	0.9	0	1	0.0	0.0	4.4	3.550	10.849	+0.000
82	1930	32mm	SS1	242.7	0.785		180	180	3.51	3.550	10.861	-0.155
	1950	35.08	150	4.2	0	1	0.0	0.0	44.0	3.550	10.706	+0.000
83	1950	20mm	SS1	18.3	2.215		180	180	3.12	3.550	10.706	-0.014
	1960	21.16	150	0.9	1	0	0.0	0.0	4.3	3.550	10.693	+0.000
84	1960	20mm	SS1	18.3	0.765		90	90	1.67	3.550	10.693	-0.007
	1970	21.16	150	0.9	1	0	0.0	0.0	4.3	3.550	10.685	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 11

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start / End	PIPE Size / Bore	Type 'C'	FLOW L/min / Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. / Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start / End	PRESSURES BARS Start / End	Frict / Static
85	1950	32mm	SS1	224.4	2.270			270	7.72	3.550	10.706	-0.294
	1980	35.08	150	3.9	0	2		0.0	38.1	3.550	10.412	+0.000
86	1980	20mm	SS1	18.1	1.000			180	2.82	3.550	10.412	-0.012
	1990	21.16	150	0.9	0	1		0.0	4.2	3.550	10.400	+0.000
87	1980	32mm	SS1	206.3	3.000			270	5.72	3.550	10.412	-0.187
	2000	35.08	150	3.6	0	1		0.0	32.6	3.550	10.225	+0.000
88	2000	20mm	SS1	17.9	1.000			180	2.82	3.550	10.225	-0.012
	2010	21.16	150	0.8	0	1		0.0	4.2	3.550	10.213	+0.000
89	2000	32mm	SS1	188.4	3.000			270	5.72	3.550	10.225	-0.158
	2020	35.08	150	3.2	0	1		0.0	27.6	3.550	10.067	+0.000
90	2020	20mm	SS1	17.8	1.000			180	2.82	3.550	10.067	-0.012
	2030	21.16	150	0.8	0	1		0.0	4.1	3.550	10.056	+0.000
91	2020	32mm	SS1	170.7	3.000			270	5.72	3.550	10.067	-0.131
	2040	35.08	150	2.9	0	1		0.0	23.0	3.550	9.936	+0.000
92	2040	20mm	SS1	17.6	1.000			180	2.82	3.550	9.936	-0.011
	2050	21.16	150	0.8	0	1		0.0	4.0	3.550	9.924	+0.000
93	2040	20mm	SS1	17.6	1.000			0	2.82	3.550	9.936	-0.011
	2060	21.16	150	0.8	0	1		0.0	4.0	3.550	9.924	+0.000
94	2040	25mm	SS1	135.4	3.000			270	5.27	3.550	9.936	-0.301
	2070	26.64	150	4.0	0	1		0.0	57.2	3.550	9.634	+0.000
95	2070	20mm	SS1	17.4	1.000			180	2.82	3.550	9.634	-0.011
	2080	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.9	3.550	9.623	+0.000
96	2070	20mm	SS1	17.4	1.000			0	2.82	3.550	9.634	-0.011
	2090	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.9	3.550	9.623	+0.000
97	2070	25mm	SS1	100.7	1.895			270	4.17	3.550	9.634	-0.138
	2100	26.64	150	3.0	0	1		0.0	33.0	3.550	9.497	+0.000
98	2100	20mm	SS1	17.2	1.105			270	2.01	3.550	9.497	-0.008
	2110	21.16	150	0.8	1	0		0.0	3.9	3.550	9.489	+0.000
99	2110	20mm	SS1	17.2	1.000			180	1.91	3.550	9.489	-0.007
	2120	21.16	150	0.8	1	0		0.0	3.9	3.550	9.482	+0.000
100	2100	20mm	SS1	83.4	1.774			0	4.50	3.550	9.497	-0.322
	2130	21.16	150	4.0	1	1		0.0	71.6	3.550	9.175	+0.000
101	2130	20mm	SS1	17.0	1.100			270	2.92	3.550	9.175	-0.011
	2140	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.8	3.550	9.164	+0.000
102	2130	20mm	SS1	66.5	3.000			0	4.82	3.550	9.175	-0.227
	2150	21.16	150	3.2	0	1		0.0	47.0	3.550	8.948	+0.000
103	2150	20mm	SS1	16.7	1.100			270	2.92	3.550	8.948	-0.011
	2160	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.7	3.550	8.937	+0.000
104	2150	20mm	SS1	49.7	3.000			0	4.82	3.550	8.948	-0.132
	2170	21.16	150	2.4	0	1		0.0	27.5	3.550	8.816	+0.000
105	2170	20mm	SS1	16.6	1.100			270	2.92	3.550	8.816	-0.011
	2180	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.6	3.550	8.805	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 12

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start / End	PIPE Size / Bore	Type 'C'	FLOW L/min / Vel m/s	DIMENSIONS Length / EL	T	VJ / VT	ANGLE Dir. / Slope	VALUES Eq.len / mbar/m	HEIGHT M Start / End	PRESSURES BARS Start / End	Frict / Static
106	2170	20mm	SS1	33.1	3.000		0	0	4.82	3.550	8.816	-0.062
	2190	21.16	150	1.6	0	1		0.0	13.0	3.550	8.753	+0.000
107	2190	20mm	SS1	16.6	1.100		270	0	2.92	3.550	8.753	-0.010
	2200	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.6	3.550	8.743	+0.000
108	2190	20mm	SS1	16.5	3.000		0	0	3.91	3.550	8.753	-0.014
	2210	21.16	150	0.8	1	0		0.0	3.6	3.550	8.739	+0.000
109	2210	20mm	SS1	16.5	1.100		270	0	2.01	3.550	8.739	-0.007
	2220	21.16	150	0.8	1	0		0.0	3.6	3.550	8.732	+0.000
110	1900	32mm	SS1	228.3	3.000		0	0	7.09	3.550	11.132	-0.279
	2230	35.08	150	3.9	1	1		0.0	39.3	3.550	10.853	+0.000
111	2230	20mm	SS1	18.4	0.765		90	0	2.58	3.550	10.853	-0.011
	2240	21.16	150	0.9	0	1		0.0	4.4	3.550	10.841	+0.000
112	2230	32mm	SS1	209.9	3.000		0	0	4.36	3.550	10.853	-0.147
	2250	35.08	150	3.6	1	0		0.0	33.7	3.550	10.706	+0.000
113	2250	20mm	SS1	18.3	0.765		90	0	2.58	3.550	10.706	-0.011
	2260	21.16	150	0.9	0	1		0.0	4.3	3.550	10.695	+0.000
114	2250	32mm	SS1	191.6	3.000		0	0	4.36	3.550	10.706	-0.124
	2270	35.08	150	3.3	1	0		0.0	28.4	3.550	10.582	+0.000
115	2270	20mm	SS1	18.2	0.765		90	0	2.58	3.550	10.582	-0.011
	2280	21.16	150	0.9	0	1		0.0	4.3	3.550	10.571	+0.000
116	2270	32mm	SS1	173.4	3.000		0	0	4.36	3.550	10.582	-0.103
	2290	35.08	150	3.0	1	0		0.0	23.6	3.550	10.479	+0.000
117	2290	20mm	SS1	18.1	0.765		90	0	2.58	3.550	10.479	-0.011
	2300	21.16	150	0.9	0	1		0.0	4.2	3.550	10.468	+0.000
118	2290	32mm	SS1	155.3	0.785		0	0	3.51	3.550	10.479	-0.068
	2310	35.08	150	2.7	0	1		0.0	19.3	3.550	10.411	+0.000
119	2310	20mm	SS1	18.1	2.215		0	0	3.12	3.550	10.411	-0.013
	2320	21.16	150	0.9	1	0		0.0	4.2	3.550	10.398	+0.000
120	2320	20mm	SS1	18.1	0.765		90	0	1.67	3.550	10.398	-0.007
	2330	21.16	150	0.9	1	0		0.0	4.2	3.550	10.391	+0.000
121	2310	25mm	SS1	137.2	2.270		270	0	6.81	3.550	10.411	-0.399
	2340	26.64	150	4.1	0	2		0.0	58.6	3.550	10.012	+0.000
122	2340	20mm	SS1	17.7	1.000		0	0	2.82	3.550	10.012	-0.011
	2350	21.16	150	0.8	0	1		0.0	4.1	3.550	10.001	+0.000
123	2340	25mm	SS1	119.5	3.000		270	0	5.27	3.550	10.012	-0.239
	2360	26.64	150	3.6	0	1		0.0	45.4	3.550	9.773	+0.000
124	2360	20mm	SS1	17.5	1.000		0	0	2.82	3.550	9.773	-0.011
	2370	21.16	150	0.8	0	1		0.0	4.0	3.550	9.762	+0.000
125	2360	25mm	SS1	102.0	3.000		270	0	5.27	3.550	9.773	-0.178
	2380	26.64	150	3.1	0	1		0.0	33.8	3.550	9.594	+0.000
126	2380	20mm	SS1	17.3	1.000		0	0	2.82	3.550	9.594	-0.011
	2390	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.9	3.550	9.583	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 13

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start / End	PIPE Size / Bore	Type 'C'	FLOW L/min / Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	Length T	Length VJ / VT	ANGLE Dir. / Slope	VALUES Eq.len / mbar/m	HEIGHT M Start / End	PRESSURES BARS Start / End	Frict / Static
127	2380	20mm	SS1	84.7	3.000		270		4.82	3.550	9.594	-0.355
	2400	21.16	150	4.0	0	1		0.0	73.6	3.550	9.240	+0.000
128	2400	20mm	SS1	17.0	1.000		0		2.82	3.550	9.240	-0.011
	2410	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.8	3.550	9.229	+0.000
129	2400	20mm	SS1	17.0	1.773		180		3.59	3.550	9.240	-0.014
	2420	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.8	3.550	9.226	+0.000
130	2400	20mm	SS1	50.6	3.000		270		4.82	3.550	9.240	-0.137
	2430	21.16	150	2.4	0	1		0.0	28.4	3.550	9.103	+0.000
131	2430	20mm	SS1	16.9	1.000		0		2.82	3.550	9.103	-0.011
	2440	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.7	3.550	9.092	+0.000
132	2430	20mm	SS1	16.9	1.773		180		3.59	3.550	9.103	-0.013
	2450	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.7	3.550	9.089	+0.000
133	2430	20mm	SS1	16.9	3.000		270		4.82	3.550	9.103	-0.018
	2460	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.7	3.550	9.085	+0.000
134	2460	20mm	SS1	16.9	1.000		0		1.91	3.550	9.085	-0.007
	2470	21.16	150	0.8	1	0		0.0	3.7	3.550	9.078	+0.000
135	1890	20mm	SS1	0.0	3.000		Dn		3.91	3.550	11.351	+0.000
	2480	21.16	150	0.0	1	0		-90.0	0.0	0.550	11.645	+0.294
136	1210	32mm	SS1	191.8	8.930		180		13.02	10.050	11.122	-0.371
	5710	35.08	150	3.3	1	1		0.0	28.5	10.050	10.751	+0.000
137	5710	32mm	SS1	191.8	9.690		90		12.41	10.050	10.751	-0.354
	5720	35.08	150	3.3	2	0		0.0	28.5	10.050	10.398	+0.000
138	5720	32mm	SS1	191.8	3.280		0		6.00	10.050	10.398	-0.171
	5730	35.08	150	3.3	2	0		0.0	28.5	10.050	10.226	+0.000
139	5730	32mm	SS1	191.8	0.364		270		4.45	10.050	10.226	-0.127
	5740	35.08	150	3.3	1	1		0.0	28.5	10.050	10.100	+0.000
140	5740	20mm	SS1	86.4	1.329		180		4.05	10.050	10.100	-0.310
	5750	21.16	150	4.1	1	1		0.0	76.5	10.050	9.790	+0.000
141	5750	20mm	SS1	86.4	0.483		270		1.39	10.050	9.790	-0.106
	5760	21.16	150	4.1	1	0		0.0	76.4	10.050	9.683	+0.000
142	5760	20mm	SS1	69.0	0.597		270		2.41	10.050	9.683	-0.122
	5770	21.16	150	3.3	0	1		0.0	50.4	10.050	9.561	+0.000
143	5770	20mm	SS1	34.5	0.742		0		3.47	10.050	9.561	-0.049
	5780	21.16	150	1.6	1	1		0.0	14.0	10.050	9.513	+0.000
144	5780	20mm	SS1	34.5	0.403		270		1.31	10.050	9.513	-0.018
	5790	21.16	150	1.6	1	0		0.0	14.0	10.050	9.495	+0.000
145	5790	20mm	SS1	17.3	1.250		270		1.25	10.050	9.495	-0.005
	5800	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.9	10.050	9.490	+0.000
146	5770	20mm	SS1	34.5	0.742		180		3.47	10.050	9.561	-0.049
	5810	21.16	150	1.6	1	1		0.0	14.0	10.050	9.513	+0.000
147	5810	20mm	SS1	34.5	0.403		270		1.31	10.050	9.513	-0.018
	5820	21.16	150	1.6	1	0		0.0	14.0	10.050	9.495	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 14

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start End	PIPE Size Bore	Type 'C'	FLOW L/min Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start End	PRESSURES BARS Start End	Frict Static
148	5820	20mm	SS1	17.3	1.250			270	1.25	10.050	9.495	-0.005
	5830	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.9	10.050	9.490	+0.000
149	5740	25mm	SS1	105.3	0.170			0	4.71	10.050	10.100	-0.169
	5840	26.64	150	3.1	0	2		0.0	35.9	10.050	9.930	+0.000
150	5840	20mm	SS1	52.7	0.483			270	2.30	10.050	9.930	-0.070
	5850	21.16	150	2.5	0	1		0.0	30.6	10.050	9.860	+0.000
151	5850	20mm	SS1	35.1	1.000			270	1.00	10.050	9.860	-0.014
	5860	21.16	150	1.7	0	0		0.0	14.5	10.050	9.845	+0.000
152	5860	20mm	SS1	17.6	1.250			270	1.25	10.050	9.845	-0.005
	5870	21.16	150	0.8	0	0		0.0	4.0	10.050	9.840	+0.000
153	5840	20mm	SS1	52.6	1.500			0	2.41	10.050	9.930	-0.073
	5880	21.16	150	2.5	1	0		0.0	30.5	10.050	9.857	+0.000
154	5880	20mm	SS1	52.6	0.483			270	1.39	10.050	9.857	-0.042
	5890	21.16	150	2.5	1	0		0.0	30.5	10.050	9.814	+0.000
155	5890	20mm	SS1	35.1	1.000			270	1.00	10.050	9.814	-0.014
	5900	21.16	150	1.7	0	0		0.0	14.4	10.050	9.800	+0.000
156	5900	20mm	SS1	17.5	1.250			270	1.25	10.050	9.800	-0.005
	5910	21.16	150	0.8	0	0		0.0	4.0	10.050	9.795	+0.000
157	1220	25mm	SS1	131.1	10.400			180	13.58	10.050	11.087	-0.732
	5920	26.64	150	3.9	1	1		0.0	53.9	10.050	10.356	+0.000
158	5920	25mm	SS1	131.1	17.350			90	19.17	10.050	10.356	-1.033
	5930	26.64	150	3.9	2	0		0.0	53.9	10.050	9.323	+0.000
159	5930	25mm	SS1	131.1	2.334			0	4.15	10.050	9.323	-0.224
	5940	26.64	150	3.9	2	0		0.0	53.9	10.050	9.100	+0.000
160	5940	25mm	SS1	131.1	0.123			270	1.94	10.050	9.100	-0.104
	5950	26.64	150	3.9	2	0		0.0	53.8	10.050	8.995	+0.000
161	5950	25mm	SS1	131.1	3.300			Dn	5.12	10.050	8.995	-0.276
	5960	26.64	150	3.9	2	0		-90.0	53.9	6.750	9.043	+0.323
162	5960	25mm	SS1	131.1	0.810			0	3.99	6.750	9.043	-0.215
	5970	26.64	150	3.9	1	1		0.0	53.9	6.750	8.828	+0.000
163	5970	20mm	SS1	65.6	0.750			270	3.47	6.750	8.828	-0.159
	5980	21.16	150	3.1	1	1		0.0	45.9	6.750	8.669	+0.000
164	5980	20mm	SS1	65.6	0.415			0	1.32	6.750	8.669	-0.061
	5990	21.16	150	3.1	1	0		0.0	45.8	6.750	8.608	+0.000
165	5990	20mm	SS1	49.1	1.500			0	1.50	6.750	8.608	-0.040
	6000	21.16	150	2.3	0	0		0.0	26.9	6.750	8.568	+0.000
166	6000	20mm	SS1	32.7	1.500			0	1.50	6.750	8.568	-0.019
	6010	21.16	150	1.6	0	0		0.0	12.7	6.750	8.549	+0.000
167	6010	20mm	SS1	16.4	1.500			0	1.50	6.750	8.549	-0.005
	6020	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.5	6.750	8.543	+0.000
168	5970	20mm	SS1	65.6	0.750			90	3.47	6.750	8.828	-0.159
	6030	21.16	150	3.1	1	1		0.0	45.9	6.750	8.669	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 15

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start / End	PIPE Size / Bore	Type 'C'	FLOW L/min / Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. / Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start / End	PRESSURES BARS Start / End	Frict / Static
169	6030	20mm	SS1	65.6	0.415		0	0	1.32	6.750	8.669	-0.061
	6040	21.16	150	3.1	1	0		0.0	45.8	6.750	8.608	+0.000
170	6040	20mm	SS1	49.1	1.500		0	0	1.50	6.750	8.608	-0.040
	6050	21.16	150	2.3	0	0		0.0	26.9	6.750	8.568	+0.000
171	6050	20mm	SS1	32.7	1.500		0	0	1.50	6.750	8.568	-0.019
	6060	21.16	150	1.6	0	0		0.0	12.7	6.750	8.549	+0.000
172	6060	20mm	SS1	16.4	1.500		0	0	1.50	6.750	8.549	-0.005
	6070	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.5	6.750	8.543	+0.000
173	1220	80mm	SS1	953.0	0.128		270		2.40	10.050	11.087	-0.027
	6080	77.92	150	3.3	1	0		0.0	11.3	10.050	11.060	+0.000
174	6080	50mm	SS1	418.5	10.240		180		17.05	10.050	11.060	-0.289
	6090	52.48	150	3.2	1	1		0.0	17.0	10.050	10.771	+0.000
175	6090	50mm	SS1	418.5	17.112		90		21.65	10.050	10.771	-0.368
	6100	52.48	150	3.2	2	0		0.0	17.0	10.050	10.403	+0.000
176	6100	50mm	SS1	418.5	2.024		0		6.57	10.050	10.403	-0.111
	6110	52.48	150	3.2	2	0		0.0	17.0	10.050	10.292	+0.000
177	6110	50mm	SS1	418.5	0.136		90		4.68	10.050	10.292	-0.079
	6120	52.48	150	3.2	2	0		0.0	17.0	10.050	10.212	+0.000
178	6120	50mm	SS1	418.5	3.300		Dn		5.57	10.050	10.212	-0.095
	6130	52.48	150	3.2	1	0		-90.0	17.0	6.750	10.441	+0.323
179	6130	50mm	SS1	418.5	1.595		270		6.14	6.750	10.441	-0.104
	6140	52.48	150	3.2	2	0		0.0	17.0	6.750	10.337	+0.000
180	6140	25mm	SS1	106.1	0.259		180		3.44	6.750	10.337	-0.125
	6150	26.64	150	3.2	1	1		0.0	36.4	6.750	10.212	+0.000
181	6150	25mm	SS1	106.1	0.554		270		1.46	6.750	10.212	-0.053
	6160	26.64	150	3.2	1	0		0.0	36.4	6.750	10.158	+0.000
182	6160	20mm	SS1	88.3	1.500		270		1.50	6.750	10.158	-0.119
	6170	21.16	150	4.2	0	0		0.0	79.5	6.750	10.039	+0.000
183	6170	20mm	SS1	70.5	1.500		270		1.50	6.750	10.039	-0.079
	6180	21.16	150	3.3	0	0		0.0	52.5	6.750	9.960	+0.000
184	6180	20mm	SS1	52.9	1.500		270		1.50	6.750	9.960	-0.046
	6190	21.16	150	2.5	0	0		0.0	30.8	6.750	9.914	+0.000
185	6190	20mm	SS1	35.2	1.500		270		1.50	6.750	9.914	-0.022
	6200	21.16	150	1.7	0	0		0.0	14.5	6.750	9.892	+0.000
186	6200	20mm	SS1	17.6	1.500		270		1.50	6.750	9.892	-0.006
	6210	21.16	150	0.8	0	0		0.0	4.0	6.750	9.886	+0.000
187	6140	40mm	SS1	312.4	2.714		0		9.98	6.750	10.337	-0.331
	6220	40.94	150	4.0	0	2		0.0	33.1	6.750	10.006	+0.000
188	6220	25mm	SS1	104.8	0.554		270		2.82	6.750	10.006	-0.101
	6230	26.64	150	3.1	0	1		0.0	35.6	6.750	9.906	+0.000
189	6230	20mm	SS1	87.2	1.500		270		1.50	6.750	9.906	-0.117
	6240	21.16	150	4.1	0	0		0.0	77.6	6.750	9.789	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 16

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start / End	PIPE Size / Bore	Type 'C'	FLOW L/min / Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. / Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start / End	PRESSURES BARS Start / End	Frict / Static
190	6240	20mm	SS1	69.6	1.500		270	1.50	6.750	9.789	-0.077	
	6250	21.16	150	3.3	0	0	0.0	51.3	6.750	9.712	+0.000	
191	6250	20mm	SS1	52.2	1.500		270	1.50	6.750	9.712	-0.045	
	6260	21.16	150	2.5	0	0	0.0	30.1	6.750	9.667	+0.000	
192	6260	20mm	SS1	34.8	1.500		270	1.50	6.750	9.667	-0.021	
	6270	21.16	150	1.6	0	0	0.0	14.2	6.750	9.646	+0.000	
193	6270	20mm	SS1	17.4	1.500		270	1.50	6.750	9.646	-0.006	
	6280	21.16	150	0.8	0	0	0.0	3.9	6.750	9.640	+0.000	
194	6220	32mm	SS1	207.6	1.497		0	4.22	6.750	10.006	-0.139	
	6290	35.08	150	3.6	0	1	0.0	33.0	6.750	9.867	+0.000	
195	6290	25mm	SS1	104.1	0.554		270	2.82	6.750	9.867	-0.099	
	6300	26.64	150	3.1	0	1	0.0	35.1	6.750	9.768	+0.000	
196	6300	20mm	SS1	86.6	1.500		270	1.50	6.750	9.768	-0.115	
	6310	21.16	150	4.1	0	0	0.0	76.6	6.750	9.653	+0.000	
197	6310	20mm	SS1	69.2	1.500		270	1.50	6.750	9.653	-0.076	
	6320	21.16	150	3.3	0	0	0.0	50.6	6.750	9.577	+0.000	
198	6320	20mm	SS1	51.8	1.500		270	1.50	6.750	9.577	-0.045	
	6330	21.16	150	2.5	0	0	0.0	29.7	6.750	9.532	+0.000	
199	6330	20mm	SS1	34.5	1.500		270	1.50	6.750	9.532	-0.021	
	6340	21.16	150	1.6	0	0	0.0	14.0	6.750	9.511	+0.000	
200	6340	20mm	SS1	17.3	1.500		270	1.50	6.750	9.511	-0.006	
	6350	21.16	150	0.8	0	0	0.0	3.9	6.750	9.505	+0.000	
201	6290	25mm	SS1	103.6	3.000		0	3.91	6.750	9.867	-0.136	
	6360	26.64	150	3.1	1	0	0.0	34.8	6.750	9.731	+0.000	
202	6360	25mm	SS1	103.6	0.554		270	1.46	6.750	9.731	-0.051	
	6370	26.64	150	3.1	1	0	0.0	34.8	6.750	9.680	+0.000	
203	6370	20mm	SS1	86.2	1.500		270	1.50	6.750	9.680	-0.114	
	6380	21.16	150	4.1	0	0	0.0	76.0	6.750	9.566	+0.000	
204	6380	20mm	SS1	68.8	1.500		270	1.50	6.750	9.566	-0.075	
	6390	21.16	150	3.3	0	0	0.0	50.2	6.750	9.490	+0.000	
205	6390	20mm	SS1	51.6	1.500		270	1.50	6.750	9.490	-0.044	
	6400	21.16	150	2.4	0	0	0.0	29.4	6.750	9.446	+0.000	
206	6400	20mm	SS1	34.4	1.500		270	1.50	6.750	9.446	-0.021	
	6410	21.16	150	1.6	0	0	0.0	13.9	6.750	9.425	+0.000	
207	6410	20mm	SS1	17.2	1.500		270	1.50	6.750	9.425	-0.006	
	6420	21.16	150	0.8	0	0	0.0	3.9	6.750	9.420	+0.000	
208	6080	50mm	SS1	534.4	0.128		270	4.67	10.050	11.060	-0.125	
	6430	52.48	150	4.1	0	1	0.0	26.7	10.050	10.936	+0.000	
209	6430	32mm	SS1	199.9	10.345		180	14.43	10.050	10.936	-0.444	
	6440	35.08	150	3.4	1	1	0.0	30.8	10.050	10.492	+0.000	
210	6440	32mm	SS1	199.9	17.561		90	20.29	10.050	10.492	-0.624	
	6450	35.08	150	3.4	2	0	0.0	30.8	10.050	9.867	+0.000	

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 17

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start / End	PIPE Size / Bore	Type 'C'	FLOW L/min / Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	Length T	Length VJ	Length VT	ANGLE Dir. / Slope	VALUES Eq.len / mbar/m	HEIGHT M Start / End	PRESSURES BARS Start / End	Frict / Static
211	6450	32mm	SS1	199.9	2.174			0		4.90	10.050	9.867	-0.151
	6460	35.08	150	3.4	2	0			0.0	30.8	10.050	9.717	+0.000
212	6460	32mm	SS1	199.9	0.076			270		2.80	10.050	9.717	-0.086
	6470	35.08	150	3.4	2	0			0.0	30.8	10.050	9.630	+0.000
213	6470	32mm	SS1	199.9	3.300			Dn		6.02	10.050	9.630	-0.185
	6480	35.08	150	3.4	2	0			-90.0	30.8	6.750	9.768	+0.323
214	6480	32mm	SS1	199.9	1.515			270		4.24	6.750	9.768	-0.130
	6490	35.08	150	3.4	2	0			0.0	30.8	6.750	9.638	+0.000
215	6490	32mm	SS1	199.9	7.987			0		10.71	6.750	9.638	-0.330
	6500	35.08	150	3.4	2	0			0.0	30.8	6.750	9.308	+0.000
216	6500	32mm	SS1	199.9	1.700			270		4.42	6.750	9.308	-0.136
	6510	35.08	150	3.4	2	0			0.0	30.8	6.750	9.172	+0.000
217	6510	32mm	SS1	199.9	3.200			Dn		5.92	6.750	9.172	-0.182
	6520	35.08	150	3.4	2	0			-90.0	30.8	3.550	9.303	+0.313
218	6520	32mm	SS1	199.9	1.600			0		5.69	3.550	9.303	-0.175
	6530	35.08	150	3.4	1	1			0.0	30.8	3.550	9.128	+0.000
219	6530	20mm	SS1	16.9	0.960			90		2.78	3.550	9.128	-0.010
	6540	21.16	150	0.8	0	1			0.0	3.7	3.550	9.118	+0.000
220	6530	20mm	SS1	83.4	0.535			270		2.35	3.550	9.128	-0.168
	6550	21.16	150	4.0	0	1			0.0	71.5	3.550	8.960	+0.000
221	6550	20mm	SS1	66.6	1.500			270		1.50	3.550	8.960	-0.071
	6560	21.16	150	3.2	0	0			0.0	47.2	3.550	8.889	+0.000
222	6560	20mm	SS1	49.9	1.500			270		1.50	3.550	8.889	-0.042
	6570	21.16	150	2.4	0	0			0.0	27.7	3.550	8.848	+0.000
223	6570	20mm	SS1	33.3	1.500			270		1.50	3.550	8.848	-0.020
	6580	21.16	150	1.6	0	0			0.0	13.1	3.550	8.828	+0.000
224	6580	20mm	SS1	16.6	1.500			270		1.50	3.550	8.828	-0.005
	6590	21.16	150	0.8	0	0			0.0	3.6	3.550	8.822	+0.000
225	6530	25mm	SS1	99.6	1.500			0		3.77	3.550	9.128	-0.122
	6600	26.64	150	3.0	0	1			0.0	32.4	3.550	9.006	+0.000
226	6600	20mm	SS1	16.8	0.960			90		2.78	3.550	9.006	-0.010
	6610	21.16	150	0.8	0	1			0.0	3.7	3.550	8.996	+0.000
227	6600	20mm	SS1	82.8	0.535			270		2.35	3.550	9.006	-0.166
	6620	21.16	150	3.9	0	1			0.0	70.7	3.550	8.840	+0.000
228	6620	20mm	SS1	66.2	1.500			270		1.50	3.550	8.840	-0.070
	6630	21.16	150	3.1	0	0			0.0	46.6	3.550	8.770	+0.000
229	6630	20mm	SS1	49.6	1.500			270		1.50	3.550	8.770	-0.041
	6640	21.16	150	2.4	0	0			0.0	27.4	3.550	8.729	+0.000
230	6640	20mm	SS1	33.0	1.500			270		1.50	3.550	8.729	-0.019
	6650	21.16	150	1.6	0	0			0.0	12.9	3.550	8.709	+0.000
231	6650	20mm	SS1	16.5	1.500			270		1.50	3.550	8.709	-0.005
	6660	21.16	150	0.8	0	0			0.0	3.6	3.550	8.704	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 18

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start End	PIPE Size Bore	Type 'C'	FLOW L/min Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start End	PRESSURES BARS Start End	Frict Static
232	6430	50mm	SS1	334.5	0.128			270	2.40	10.050	10.936	-0.027
	6670	52.48	150	2.6	1	0		0.0	11.2	10.050	10.909	+0.000
233	6670	20mm	SS1	65.2	10.300			180	13.02	10.050	10.909	-0.591
	6680	21.16	150	3.1	1	1		0.0	45.4	10.050	10.318	+0.000
234	6680	20mm	SS1	65.2	17.428			90	19.24	10.050	10.318	-0.874
	6690	21.16	150	3.1	2	0		0.0	45.4	10.050	9.444	+0.000
235	6690	20mm	SS1	65.2	1.994			0	3.81	10.050	9.444	-0.173
	6700	21.16	150	3.1	2	0		0.0	45.4	10.050	9.271	+0.000
236	6700	20mm	SS1	65.2	0.077			90	1.89	10.050	9.271	-0.086
	6710	21.16	150	3.1	2	0		0.0	45.4	10.050	9.185	+0.000
237	6710	20mm	SS1	65.2	3.300			Dn	5.12	10.050	9.185	-0.232
	6720	21.16	150	3.1	2	0		-90.0	45.4	6.750	9.276	+0.323
238	6720	20mm	SS1	65.2	1.510			270	3.33	6.750	9.276	-0.151
	6730	21.16	150	3.1	2	0		0.0	45.4	6.750	9.125	+0.000
239	6730	20mm	SS1	65.2	8.350			0	10.17	6.750	9.125	-0.461
	6740	21.16	150	3.1	2	0		0.0	45.4	6.750	8.664	+0.000
240	6740	20mm	SS1	65.2	0.640			270	3.36	6.750	8.664	-0.153
	6750	21.16	150	3.1	1	1		0.0	45.4	6.750	8.511	+0.000
241	6750	20mm	SS1	32.6	0.464			0	2.28	6.750	8.511	-0.029
	6760	21.16	150	1.5	0	1		0.0	12.6	6.750	8.482	+0.000
242	6760	20mm	SS1	16.3	1.500			0	1.50	6.750	8.482	-0.005
	6770	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.5	6.750	8.477	+0.000
243	6750	20mm	SS1	32.6	1.500			270	2.41	6.750	8.511	-0.030
	6780	21.16	150	1.5	1	0		0.0	12.6	6.750	8.481	+0.000
244	6780	20mm	SS1	32.6	0.446			0	1.35	6.750	8.481	-0.017
	6790	21.16	150	1.5	1	0		0.0	12.6	6.750	8.464	+0.000
245	6790	20mm	SS1	16.3	1.500			0	1.50	6.750	8.464	-0.005
	6800	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.5	6.750	8.458	+0.000
246	6670	40mm	SS1	269.3	0.128			270	1.94	10.050	10.909	-0.049
	6810	40.94	150	3.4	1	0		0.0	25.2	10.050	10.860	+0.000
247	6810	20mm	SS1	66.7	10.305			180	13.03	10.050	10.860	-0.617
	6820	21.16	150	3.2	1	1		0.0	47.4	10.050	10.242	+0.000
248	6820	20mm	SS1	66.7	17.733			90	19.55	10.050	10.242	-0.926
	6830	21.16	150	3.2	2	0		0.0	47.4	10.050	9.316	+0.000
249	6830	20mm	SS1	66.7	2.034			0	3.85	10.050	9.316	-0.182
	6840	21.16	150	3.2	2	0		0.0	47.4	10.050	9.134	+0.000
250	6840	20mm	SS1	66.7	3.300			Dn	5.12	10.050	9.134	-0.242
	6850	21.16	150	3.2	2	0		-90.0	47.4	6.750	9.215	+0.323
251	6850	20mm	SS1	66.7	1.615			225	3.43	6.750	9.215	-0.163
	6860	21.16	150	3.2	2	0		0.0	47.4	6.750	9.052	+0.000
252	6860	20mm	SS1	66.7	1.098			270	2.91	6.750	9.052	-0.138
	6870	21.16	150	3.2	0	1		0.0	47.4	6.750	8.914	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 19

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start / End	PIPE Size / Bore	Type 'C'	FLOW L/min / Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. / Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start / End	PRESSURES BARS Start / End	Frict / Static
253	6870	20mm	SS1	33.4	0.410			180	2.23	6.750	8.914	-0.029
	6880	21.16	150	1.6	0	1		0.0	13.2	6.750	8.885	+0.000
254	6880	20mm	SS1	16.7	1.500			180	1.50	6.750	8.885	-0.005
	6890	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.6	6.750	8.879	+0.000
255	6870	20mm	SS1	33.3	1.500			270	2.41	6.750	8.914	-0.032
	6900	21.16	150	1.6	1	0		0.0	13.1	6.750	8.882	+0.000
256	6900	20mm	SS1	33.3	0.410			180	1.32	6.750	8.882	-0.017
	6910	21.16	150	1.6	1	0		0.0	13.1	6.750	8.865	+0.000
257	6910	20mm	SS1	16.7	1.500			180	1.50	6.750	8.865	-0.005
	6920	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.6	6.750	8.859	+0.000
258	6810	32mm	SS1	202.6	0.128			270	1.49	10.050	10.860	-0.047
	6930	35.08	150	3.5	1	0		0.0	31.5	10.050	10.813	+0.000
259	6930	32mm	SS1	202.6	10.389			180	13.11	10.050	10.813	-0.414
	6940	35.08	150	3.5	2	0		0.0	31.5	10.050	10.399	+0.000
260	6940	32mm	SS1	202.6	17.773			90	20.50	10.050	10.399	-0.646
	6950	35.08	150	3.5	2	0		0.0	31.5	10.050	9.753	+0.000
261	6950	32mm	SS1	202.6	1.974			0	4.70	10.050	9.753	-0.148
	6960	35.08	150	3.5	2	0		0.0	31.5	10.050	9.605	+0.000
262	6960	32mm	SS1	202.6	3.300			Dn	6.02	10.050	9.605	-0.190
	6970	35.08	150	3.5	2	0		-90.0	31.5	6.750	9.738	+0.323
263	6970	32mm	SS1	202.6	1.036			225	3.76	6.750	9.738	-0.119
	6980	35.08	150	3.5	2	0		0.0	31.5	6.750	9.619	+0.000
264	6980	32mm	SS1	202.6	2.386			270	3.75	6.750	9.619	-0.118
	6990	35.08	150	3.5	1	0		0.0	31.5	6.750	9.501	+0.000
265	6990	32mm	SS1	202.6	3.200			Dn	5.92	6.750	9.501	-0.187
	7000	35.08	150	3.5	2	0		-90.0	31.5	3.550	9.628	+0.313
266	7000	32mm	SS1	202.6	0.214			90	2.94	3.550	9.628	-0.093
	7010	35.08	150	3.5	2	0		0.0	31.5	3.550	9.535	+0.000
267	7010	32mm	SS1	202.6	1.057			180	5.14	3.550	9.535	-0.162
	7020	35.08	150	3.5	1	1		0.0	31.5	3.550	9.373	+0.000
268	7020	20mm	SS1	17.1	0.960			90	2.78	3.550	9.373	-0.011
	7030	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.8	3.550	9.362	+0.000
269	7020	20mm	SS1	84.5	0.535			270	2.35	3.550	9.373	-0.172
	7040	21.16	150	4.0	0	1		0.0	73.3	3.550	9.200	+0.000
270	7040	20mm	SS1	67.5	1.500			270	1.50	3.550	9.200	-0.073
	7050	21.16	150	3.2	0	0		0.0	48.4	3.550	9.128	+0.000
271	7050	20mm	SS1	50.6	1.500			270	1.50	3.550	9.128	-0.043
	7060	21.16	150	2.4	0	0		0.0	28.4	3.550	9.085	+0.000
272	7060	20mm	SS1	33.7	1.500			270	1.50	3.550	9.085	-0.020
	7070	21.16	150	1.6	0	0		0.0	13.4	3.550	9.065	+0.000
273	7070	20mm	SS1	16.9	1.500			270	1.50	3.550	9.065	-0.006
	7080	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.7	3.550	9.060	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 20

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start End	PIPE Size Bore	Type 'C'	FLOW L/min Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start End	PRESSURES BARS Start End	Frict Static
274	7020	25mm	SS1	101.0	1.500			180	3.77	3.550	9.373	-0.125
	7090	26.64	150	3.0	0	1		0.0	33.2	3.550	9.248	+0.000
275	7090	20mm	SS1	17.0	0.960			90	2.78	3.550	9.248	-0.011
	7100	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.8	3.550	9.237	+0.000
276	7090	20mm	SS1	83.9	0.535			270	2.35	3.550	9.248	-0.170
	7110	21.16	150	4.0	0	1		0.0	72.4	3.550	9.077	+0.000
277	7110	20mm	SS1	67.1	1.500			270	1.50	3.550	9.077	-0.072
	7120	21.16	150	3.2	0	0		0.0	47.8	3.550	9.006	+0.000
278	7120	20mm	SS1	50.3	1.500			270	1.50	3.550	9.006	-0.042
	7130	21.16	150	2.4	0	0		0.0	28.0	3.550	8.964	+0.000
279	7130	20mm	SS1	33.5	1.500			270	1.50	3.550	8.964	-0.020
	7140	21.16	150	1.6	0	0		0.0	13.2	3.550	8.944	+0.000
280	7140	20mm	SS1	16.7	1.500			270	1.50	3.550	8.944	-0.006
	7150	21.16	150	0.8	0	0		0.0	3.7	3.550	8.938	+0.000
281	1890	50mm	SS1	445.2	2.300			Dn	4.57	3.550	11.351	-0.087
	7160	52.48	150	3.4	1	0		-90.0	19.0	1.250	11.490	+0.225
282	7160	50mm	SS1	445.2	0.521			180	7.33	1.250	11.490	-0.140
	7170	52.48	150	3.4	1	1		0.0	19.0	1.250	11.350	+0.000
283	7170	32mm	SS1	258.2	0.440			90	4.53	1.250	11.350	-0.224
	7180	35.08	150	4.5	1	1		0.0	49.4	1.250	11.127	+0.000
284	7180	32mm	SS1	258.2	2.170			0	6.26	1.250	11.127	-0.309
	7190	35.08	150	4.5	1	1		0.0	49.4	1.250	10.818	+0.000
285	7190	20mm	SS1	9.2	0.280			270	3.00	1.250	10.818	-0.004
	7200	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.2	1.250	10.814	+0.000
286	7200	20mm	SS1	9.2	0.320			180	1.23	1.250	10.814	-0.001
	7210	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.2	1.250	10.812	+0.000
287	7190	32mm	SS1	249.0	2.031			0	4.76	1.250	10.818	-0.220
	7220	35.08	150	4.3	0	1		0.0	46.2	1.250	10.598	+0.000
288	7220	20mm	SS1	9.1	0.280			270	3.00	1.250	10.598	-0.004
	7230	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.2	1.250	10.594	+0.000
289	7230	20mm	SS1	9.1	0.320			180	1.23	1.250	10.594	-0.001
	7240	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.2	1.250	10.593	+0.000
290	7220	32mm	SS1	239.9	0.173			0	2.90	1.250	10.598	-0.125
	7250	35.08	150	4.1	0	1		0.0	43.1	1.250	10.473	+0.000
291	7250	20mm	SS1	44.6	0.654			270	3.38	1.250	10.473	-0.076
	7260	21.16	150	2.1	1	1		0.0	22.5	1.250	10.397	+0.000
292	7260	20mm	SS1	44.6	0.626			0	2.44	1.250	10.397	-0.055
	7270	21.16	150	2.1	2	0		0.0	22.5	1.250	10.342	+0.000
293	7270	20mm	SS1	44.6	1.750			270	4.47	1.250	10.342	-0.101
	7280	21.16	150	2.1	1	1		0.0	22.5	1.250	10.241	+0.000
294	7280	20mm	SS1	9.0	0.626			180	3.35	1.250	10.241	-0.004
	7290	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.2	1.250	10.237	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 21

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start / End	PIPE Size / Bore	Type 'C'	FLOW L/min / Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. / Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start / End	PRESSURES BARS Start / End	Frict / Static
295	7290	20mm	SS1	9.0	0.660			90	1.57	1.250	10.237	-0.002
	7300	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.2	1.250	10.235	+0.000
296	7280	20mm	SS1	35.7	2.000			270	3.82	1.250	10.241	-0.057
	7310	21.16	150	1.7	0	1		0.0	14.9	1.250	10.184	+0.000
297	7310	20mm	SS1	8.9	0.626			180	3.35	1.250	10.184	-0.004
	7320	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.1	1.250	10.181	+0.000
298	7320	20mm	SS1	8.9	0.660			90	1.57	1.250	10.181	-0.002
	7330	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	10.179	+0.000
299	7310	20mm	SS1	26.7	2.000			270	3.82	1.250	10.184	-0.033
	7340	21.16	150	1.3	0	1		0.0	8.7	1.250	10.151	+0.000
300	7340	20mm	SS1	8.9	0.626			180	3.35	1.250	10.151	-0.004
	7350	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.1	1.250	10.147	+0.000
301	7350	20mm	SS1	8.9	0.660			90	1.57	1.250	10.147	-0.002
	7360	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	10.145	+0.000
302	7340	20mm	SS1	17.8	2.000			270	3.82	1.250	10.151	-0.016
	7370	21.16	150	0.8	0	1		0.0	4.1	1.250	10.135	+0.000
303	7370	20mm	SS1	8.9	0.626			180	3.35	1.250	10.135	-0.004
	7380	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.1	1.250	10.131	+0.000
304	7380	20mm	SS1	8.9	0.660			90	1.57	1.250	10.131	-0.002
	7390	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	10.130	+0.000
305	7370	20mm	SS1	8.9	2.000			270	2.91	1.250	10.135	-0.003
	7400	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	10.132	+0.000
306	7400	20mm	SS1	8.9	0.626			180	2.44	1.250	10.132	-0.003
	7410	21.16	150	0.4	2	0		0.0	1.1	1.250	10.129	+0.000
307	7410	20mm	SS1	8.9	0.660			90	1.57	1.250	10.129	-0.002
	7420	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	10.127	+0.000
308	7250	32mm	SS1	195.2	0.173			0	2.90	1.250	10.473	-0.085
	7430	35.08	150	3.4	0	1		0.0	29.4	1.250	10.388	+0.000
309	7430	20mm	SS1	9.0	0.280			270	3.00	1.250	10.388	-0.004
	7440	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.2	1.250	10.384	+0.000
310	7440	20mm	SS1	9.0	0.320			0	1.23	1.250	10.384	-0.001
	7450	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.2	1.250	10.383	+0.000
311	7430	32mm	SS1	186.2	2.014			0	4.74	1.250	10.388	-0.128
	7460	35.08	150	3.2	0	1		0.0	27.0	1.250	10.260	+0.000
312	7460	20mm	SS1	9.0	0.279			270	3.00	1.250	10.260	-0.003
	7470	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.2	1.250	10.256	+0.000
313	7470	20mm	SS1	9.0	0.320			0	1.23	1.250	10.256	-0.001
	7480	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.2	1.250	10.255	+0.000
314	7460	32mm	SS1	177.2	2.187			0	3.55	1.250	10.260	-0.087
	7490	35.08	150	3.1	1	0		0.0	24.6	1.250	10.172	+0.000
315	7490	32mm	SS1	177.2	2.400			270	6.49	1.250	10.172	-0.160
	7500	35.08	150	3.1	1	1		0.0	24.6	1.250	10.013	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 22

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start End	PIPE Size Bore	Type 'C'	FLOW L/min Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start End	PRESSURES BARS Start End	Frict Static
316	7500	20mm	SS1	8.9	0.387			180	3.11	1.250	10.013	-0.004
	7510	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.1	1.250	10.009	+0.000
317	7510	20mm	SS1	8.9	0.246			90	1.15	1.250	10.009	-0.001
	7520	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	10.008	+0.000
318	7500	32mm	SS1	168.4	2.000			270	4.72	1.250	10.013	-0.106
	7530	35.08	150	2.9	0	1		0.0	22.4	1.250	9.907	+0.000
319	7530	20mm	SS1	8.8	0.387			180	3.11	1.250	9.907	-0.003
	7540	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.1	1.250	9.903	+0.000
320	7540	20mm	SS1	8.8	0.246			90	1.15	1.250	9.903	-0.001
	7550	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	9.902	+0.000
321	7530	32mm	SS1	159.6	2.000			270	4.72	1.250	9.907	-0.096
	7560	35.08	150	2.8	0	1		0.0	20.3	1.250	9.811	+0.000
322	7560	20mm	SS1	8.8	0.387			180	3.11	1.250	9.811	-0.003
	7570	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.1	1.250	9.808	+0.000
323	7570	20mm	SS1	8.8	0.246			90	1.15	1.250	9.808	-0.001
	7580	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	9.806	+0.000
324	7560	25mm	SS1	150.8	1.870			270	4.14	1.250	9.811	-0.289
	7590	26.64	150	4.5	0	1		0.0	69.8	1.250	9.522	+0.000
325	7590	20mm	SS1	42.5	3.190			0	5.91	1.250	9.522	-0.122
	7600	21.16	150	2.0	1	1		0.0	20.6	1.250	9.400	+0.000
326	7600	20mm	SS1	42.5	0.880			90	2.70	1.250	9.400	-0.055
	7610	21.16	150	2.0	2	0		0.0	20.6	1.250	9.345	+0.000
327	7610	20mm	SS1	42.5	0.302			0	2.12	1.250	9.345	-0.044
	7620	21.16	150	2.0	2	0		0.0	20.6	1.250	9.301	+0.000
328	7620	20mm	SS1	8.5	0.172			0	1.08	1.250	9.301	-0.001
	7630	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	9.300	+0.000
329	7630	20mm	SS1	8.5	0.517			90	1.43	1.250	9.300	-0.002
	7640	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	9.299	+0.000
330	7620	20mm	SS1	34.0	0.810			90	4.44	1.250	9.301	-0.060
	7650	21.16	150	1.6	0	2		0.0	13.6	1.250	9.241	+0.000
331	7650	20mm	SS1	8.5	0.166			180	2.89	1.250	9.241	-0.003
	7660	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.0	1.250	9.238	+0.000
332	7660	20mm	SS1	8.5	0.324			270	1.23	1.250	9.238	-0.001
	7670	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.0	1.250	9.237	+0.000
333	7650	20mm	SS1	25.4	1.420			90	2.33	1.250	9.241	-0.019
	7680	21.16	150	1.2	1	0		0.0	8.0	1.250	9.223	+0.000
334	7680	20mm	SS1	25.4	0.172			0	2.90	1.250	9.223	-0.023
	7690	21.16	150	1.2	1	1		0.0	8.0	1.250	9.199	+0.000
335	7690	20mm	SS1	8.5	0.256			90	2.07	1.250	9.199	-0.002
	7700	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.0	1.250	9.197	+0.000
336	7690	20mm	SS1	17.0	0.856			0	1.76	1.250	9.199	-0.007
	7710	21.16	150	0.8	1	0		0.0	3.8	1.250	9.193	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 23

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start / End	PIPE Size / Bore	Type 'C'	FLOW L/min / Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. / Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start / End	PRESSURES BARS Start / End	Frict / Static
337	7710	20mm	SS1	17.0	1.570			90	4.29	1.250	9.193	-0.016
	7720	21.16	150	0.8	1	1		0.0	3.8	1.250	9.177	+0.000
338	7720	20mm	SS1	8.5	0.268			0	2.99	1.250	9.177	-0.003
	7730	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.0	1.250	9.174	+0.000
339	7730	20mm	SS1	8.5	0.466			90	1.37	1.250	9.174	-0.001
	7740	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.0	1.250	9.172	+0.000
340	7720	20mm	SS1	8.5	1.980			90	3.80	1.250	9.177	-0.004
	7750	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.0	1.250	9.173	+0.000
341	7750	20mm	SS1	8.5	0.256			0	2.07	1.250	9.173	-0.002
	7760	21.16	150	0.4	2	0		0.0	1.0	1.250	9.171	+0.000
342	7760	20mm	SS1	8.5	0.456			90	1.36	1.250	9.171	-0.001
	7770	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.0	1.250	9.169	+0.000
343	7590	25mm	SS1	108.3	0.130			270	2.40	1.250	9.522	-0.091
	7780	26.64	150	3.2	0	1		0.0	37.8	1.250	9.431	+0.000
344	7780	20mm	SS1	8.6	0.387			180	3.11	1.250	9.431	-0.003
	7790	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.1	1.250	9.428	+0.000
345	7790	20mm	SS1	8.6	0.246			90	1.15	1.250	9.428	-0.001
	7800	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	9.427	+0.000
346	7780	25mm	SS1	99.7	1.618			270	3.89	1.250	9.431	-0.126
	7810	26.64	150	3.0	0	1		0.0	32.4	1.250	9.305	+0.000
347	7810	20mm	SS1	8.5	1.310			0	4.03	1.250	9.305	-0.004
	7820	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.1	1.250	9.301	+0.000
348	7820	20mm	SS1	8.5	1.113			90	2.93	1.250	9.301	-0.003
	7830	21.16	150	0.4	2	0		0.0	1.1	1.250	9.298	+0.000
349	7830	20mm	SS1	8.5	0.294			180	1.20	1.250	9.298	-0.001
	7840	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	9.296	+0.000
350	7810	20mm	SS1	91.2	0.386			270	2.20	1.250	9.305	-0.186
	7850	21.16	150	4.3	0	1		0.0	84.4	1.250	9.119	+0.000
351	7850	20mm	SS1	8.5	0.374			180	2.19	1.250	9.119	-0.002
	7860	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.0	1.250	9.117	+0.000
352	7850	20mm	SS1	82.7	0.723			270	2.54	1.250	9.119	-0.179
	7870	21.16	150	3.9	0	1		0.0	70.5	1.250	8.940	+0.000
353	7870	20mm	SS1	25.0	1.780			0	5.41	1.250	8.940	-0.042
	7880	21.16	150	1.2	0	2		0.0	7.7	1.250	8.898	+0.000
354	7880	20mm	SS1	8.4	0.750			270	3.47	1.250	8.898	-0.004
	7890	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.0	1.250	8.895	+0.000
355	7890	20mm	SS1	8.4	0.154			180	1.06	1.250	8.895	-0.001
	7900	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.0	1.250	8.894	+0.000
356	7880	20mm	SS1	16.7	0.728			90	4.36	1.250	8.898	-0.016
	7910	21.16	150	0.8	0	2		0.0	3.6	1.250	8.882	+0.000
357	7910	20mm	SS1	8.3	0.046			0	2.77	1.250	8.882	-0.003
	7920	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.0	1.250	8.880	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 24

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start End	PIPE Size Bore	Type 'C'	FLOW L/min Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start End	PRESSURES BARS Start End	Frict Static
358	7920	20mm	SS1	8.3	0.250			90	1.16	1.250	8.880	-0.001
	7930	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.0	1.250	8.878	+0.000
359	7910	20mm	SS1	8.3	0.154			180	1.97	1.250	8.882	-0.002
	7940	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.0	1.250	8.880	+0.000
360	7870	20mm	SS1	57.7	0.772			270	2.59	1.250	8.940	-0.094
	7950	21.16	150	2.7	0	1		0.0	36.2	1.250	8.846	+0.000
361	7950	20mm	SS1	8.3	0.374			180	2.19	1.250	8.846	-0.002
	7960	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.0	1.250	8.844	+0.000
362	7950	20mm	SS1	49.4	1.500			270	3.32	1.250	8.846	-0.090
	7970	21.16	150	2.3	0	1		0.0	27.1	1.250	8.756	+0.000
363	7970	20mm	SS1	8.3	0.374			180	2.19	1.250	8.756	-0.002
	7980	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.0	1.250	8.754	+0.000
364	7970	20mm	SS1	41.1	0.606			270	1.51	1.250	8.756	-0.029
	7990	21.16	150	1.9	1	0		0.0	19.3	1.250	8.727	+0.000
365	7990	20mm	SS1	41.1	0.540			180	3.26	1.250	8.727	-0.063
	8000	21.16	150	1.9	1	1		0.0	19.3	1.250	8.664	+0.000
366	8000	20mm	SS1	8.2	0.905			270	3.63	1.250	8.664	-0.004
	8010	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.0	1.250	8.661	+0.000
367	8010	20mm	SS1	8.2	0.324			180	1.23	1.250	8.661	-0.001
	8020	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.0	1.250	8.659	+0.000
368	8000	20mm	SS1	32.8	1.360			180	3.18	1.250	8.664	-0.041
	8030	21.16	150	1.6	0	1		0.0	12.8	1.250	8.624	+0.000
369	8030	20mm	SS1	8.2	2.404			270	5.13	1.250	8.624	-0.005
	8040	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.0	1.250	8.619	+0.000
370	8040	20mm	SS1	8.2	0.464			180	1.37	1.250	8.619	-0.001
	8050	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.0	1.250	8.617	+0.000
371	8030	20mm	SS1	24.6	0.569			90	4.20	1.250	8.624	-0.031
	8060	21.16	150	1.2	0	2		0.0	7.5	1.250	8.592	+0.000
372	8060	20mm	SS1	8.2	0.464			180	2.28	1.250	8.592	-0.002
	8070	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.0	1.250	8.590	+0.000
373	8060	20mm	SS1	16.4	1.500			90	3.32	1.250	8.592	-0.012
	8080	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.5	1.250	8.581	+0.000
374	8080	20mm	SS1	8.2	0.464			180	2.28	1.250	8.581	-0.002
	8090	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.0	1.250	8.578	+0.000
375	8080	20mm	SS1	8.2	1.500			90	2.41	1.250	8.581	-0.002
	8100	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.0	1.250	8.578	+0.000
376	8100	20mm	SS1	8.2	0.464			180	1.37	1.250	8.578	-0.001
	8110	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.0	1.250	8.577	+0.000
377	7170	32mm	SS1	187.0	1.960			270	7.41	1.250	11.350	-0.202
	8120	35.08	150	3.2	0	2		0.0	27.2	1.250	11.149	+0.000
378	8120	20mm	SS1	9.3	0.387			0	3.11	1.250	11.149	-0.004
	8130	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.2	1.250	11.145	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 25

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start / End	PIPE Size / Bore	Type 'C'	FLOW L/min / Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. / Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start / End	PRESSURES BARS Start / End	Frict / Static
379	8130	20mm	SS1	9.3	0.246			90	1.15	1.250	11.145	-0.001
	8140	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.2	1.250	11.143	+0.000
380	8120	32mm	SS1	177.7	2.000			270	4.72	1.250	11.149	-0.117
	8150	35.08	150	3.1	0	1		0.0	24.7	1.250	11.032	+0.000
381	8150	20mm	SS1	9.3	0.387			0	3.11	1.250	11.032	-0.004
	8160	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.2	1.250	11.028	+0.000
382	8160	20mm	SS1	9.3	0.246			90	1.15	1.250	11.028	-0.001
	8170	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.2	1.250	11.026	+0.000
383	8150	32mm	SS1	168.4	2.000			270	4.72	1.250	11.032	-0.106
	8180	35.08	150	2.9	0	1		0.0	22.4	1.250	10.926	+0.000
384	8180	20mm	SS1	9.3	0.387			0	3.11	1.250	10.926	-0.004
	8190	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.2	1.250	10.922	+0.000
385	8190	20mm	SS1	9.3	0.246			90	1.15	1.250	10.922	-0.001
	8200	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.2	1.250	10.921	+0.000
386	8180	25mm	SS1	159.1	1.870			270	4.14	1.250	10.926	-0.319
	8210	26.64	150	4.8	0	1		0.0	77.1	1.250	10.607	+0.000
387	8210	20mm	SS1	44.8	3.190			180	5.91	1.250	10.607	-0.134
	8220	21.16	150	2.1	1	1		0.0	22.7	1.250	10.472	+0.000
388	8220	20mm	SS1	44.8	0.880			90	2.70	1.250	10.472	-0.061
	8230	21.16	150	2.1	2	0		0.0	22.7	1.250	10.411	+0.000
389	8230	20mm	SS1	44.8	0.410			180	3.13	1.250	10.411	-0.071
	8240	21.16	150	2.1	1	1		0.0	22.7	1.250	10.340	+0.000
390	8240	20mm	SS1	9.0	0.276			180	1.18	1.250	10.340	-0.001
	8250	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.2	1.250	10.339	+0.000
391	8250	20mm	SS1	9.0	0.486			90	1.39	1.250	10.339	-0.002
	8260	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.2	1.250	10.337	+0.000
392	8240	20mm	SS1	35.8	0.810			90	4.44	1.250	10.340	-0.067
	8270	21.16	150	1.7	0	2		0.0	15.0	1.250	10.274	+0.000
393	8270	20mm	SS1	9.0	0.274			0	3.00	1.250	10.274	-0.003
	8280	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.2	1.250	10.270	+0.000
394	8280	20mm	SS1	9.0	0.324			270	1.23	1.250	10.270	-0.001
	8290	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.2	1.250	10.269	+0.000
395	8270	20mm	SS1	26.8	1.420			90	2.33	1.250	10.274	-0.020
	8300	21.16	150	1.3	1	0		0.0	8.8	1.250	10.253	+0.000
396	8300	20mm	SS1	26.8	0.150			180	2.87	1.250	10.253	-0.025
	8310	21.16	150	1.3	1	1		0.0	8.8	1.250	10.228	+0.000
397	8310	20mm	SS1	9.0	0.256			90	2.07	1.250	10.228	-0.002
	8320	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.2	1.250	10.225	+0.000
398	8310	20mm	SS1	17.9	0.645			180	1.55	1.250	10.228	-0.006
	8330	21.16	150	0.8	1	0		0.0	4.1	1.250	10.221	+0.000
399	8330	20mm	SS1	17.9	1.570			90	4.29	1.250	10.221	-0.018
	8340	21.16	150	0.8	1	1		0.0	4.1	1.250	10.204	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 26

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start End	PIPE Size Bore	Type 'C'	FLOW L/min Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start End	PRESSURES BARS Start End	Frict Static
400	8340	20mm	SS1	8.9	0.256			180	2.98	1.250	10.204	-0.003
	8350	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.2	1.250	10.200	+0.000
401	8350	20mm	SS1	8.9	0.436			90	1.34	1.250	10.200	-0.002
	8360	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	10.199	+0.000
402	8340	20mm	SS1	8.9	1.980			90	2.89	1.250	10.204	-0.003
	8370	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	10.200	+0.000
403	8370	20mm	SS1	8.9	0.256			180	2.07	1.250	10.200	-0.002
	8380	21.16	150	0.4	2	0		0.0	1.1	1.250	10.198	+0.000
404	8380	20mm	SS1	8.9	0.456			90	1.36	1.250	10.198	-0.002
	8390	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	10.196	+0.000
405	8210	25mm	SS1	114.3	0.130			270	2.40	1.250	10.607	-0.100
	8400	26.64	150	3.4	0	1		0.0	41.8	1.250	10.506	+0.000
406	8400	20mm	SS1	9.1	0.387			0	3.11	1.250	10.506	-0.004
	8410	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.2	1.250	10.503	+0.000
407	8410	20mm	SS1	9.1	0.246			90	1.15	1.250	10.503	-0.001
	8420	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.2	1.250	10.501	+0.000
408	8400	25mm	SS1	105.3	1.618			270	3.89	1.250	10.506	-0.140
	8430	26.64	150	3.1	0	1		0.0	35.9	1.250	10.367	+0.000
409	8430	20mm	SS1	9.0	1.370			180	4.09	1.250	10.367	-0.005
	8440	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.2	1.250	10.362	+0.000
410	8440	20mm	SS1	9.0	1.150			90	2.97	1.250	10.362	-0.003
	8450	21.16	150	0.4	2	0		0.0	1.2	1.250	10.358	+0.000
411	8450	20mm	SS1	9.0	0.296			0	1.20	1.250	10.358	-0.001
	8460	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.2	1.250	10.357	+0.000
412	8430	20mm	SS1	96.3	0.386			270	2.20	1.250	10.367	-0.206
	8470	21.16	150	4.6	0	1		0.0	93.3	1.250	10.161	+0.000
413	8470	20mm	SS1	8.9	0.374			0	2.19	1.250	10.161	-0.003
	8480	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.1	1.250	10.159	+0.000
414	8470	20mm	SS1	87.3	0.723			270	2.54	1.250	10.161	-0.198
	8490	21.16	150	4.1	0	1		0.0	77.9	1.250	9.963	+0.000
415	8490	20mm	SS1	26.4	1.780			180	5.41	1.250	9.963	-0.046
	8500	21.16	150	1.3	0	2		0.0	8.5	1.250	9.917	+0.000
416	8500	20mm	SS1	8.8	0.772			270	3.50	1.250	9.917	-0.004
	8510	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.1	1.250	9.913	+0.000
417	8510	20mm	SS1	8.8	0.586			0	1.49	1.250	9.913	-0.002
	8520	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	9.911	+0.000
418	8500	20mm	SS1	17.6	0.728			90	4.36	1.250	9.917	-0.018
	8530	21.16	150	0.8	0	2		0.0	4.0	1.250	9.899	+0.000
419	8530	20mm	SS1	8.8	0.586			0	2.40	1.250	9.899	-0.003
	8540	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.1	1.250	9.897	+0.000
420	8530	20mm	SS1	8.8	0.046			180	2.77	1.250	9.899	-0.003
	8550	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.1	1.250	9.896	+0.000

Continued on the next page

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 27

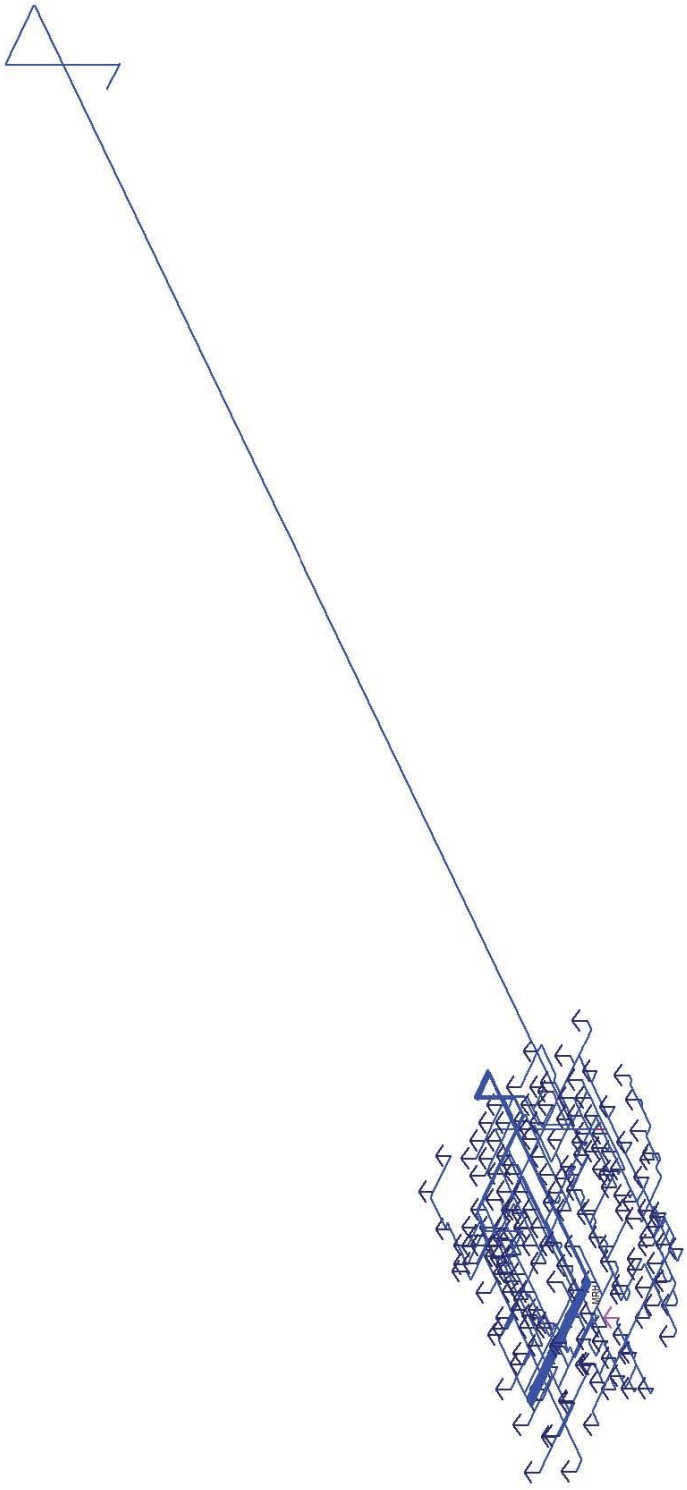
Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

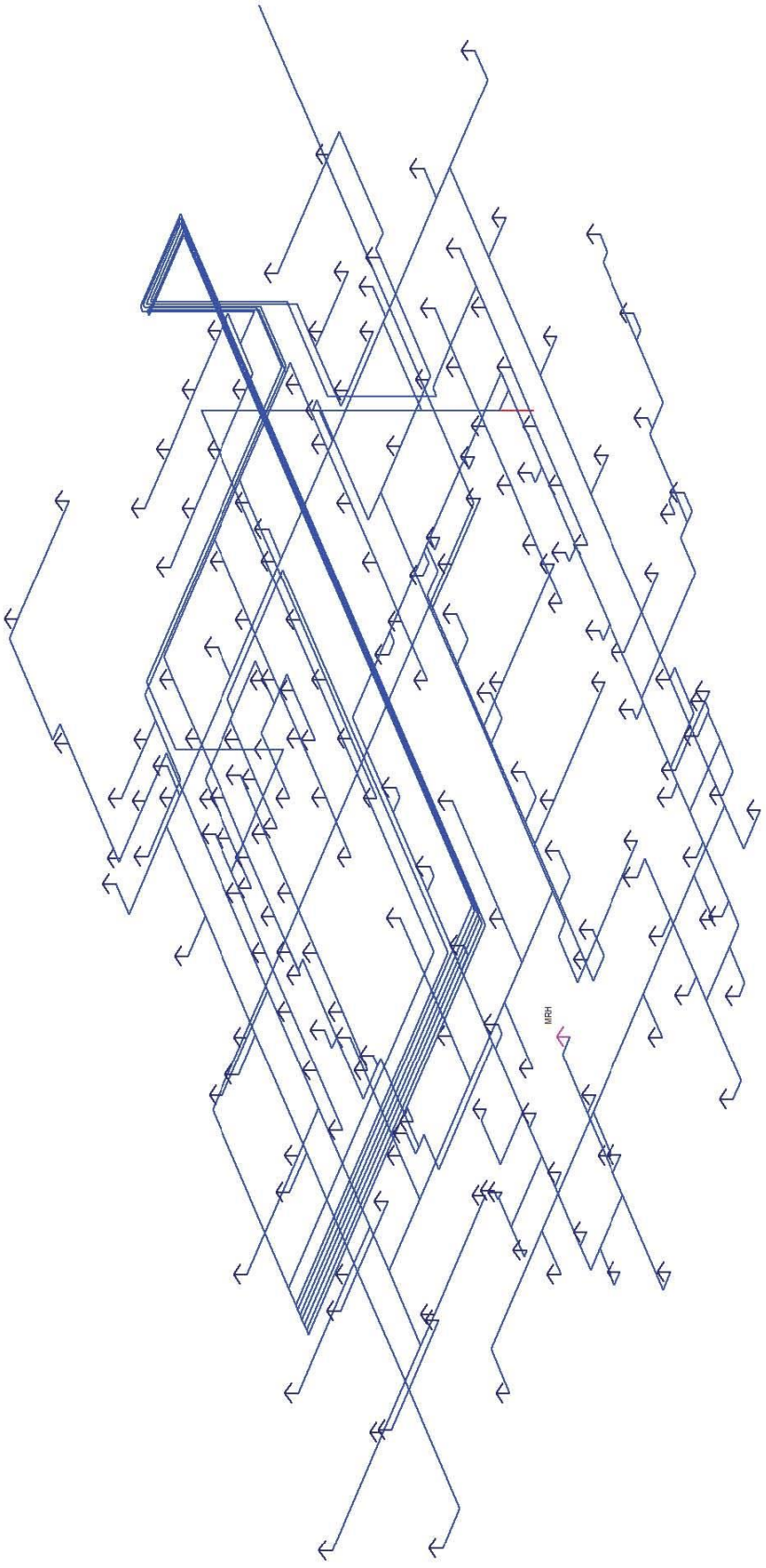
Project: TOTALF
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: High Hazard
Authority: National Fire Protection Association
Source: 2833.1 l/min @ 13.518 bar
Printout: 4-marzo-17 at 09:54

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS Pipe no	Start / End	PIPE Size / Bore	Type 'C'	FLOW L/min / Vel m/s	DIMENSIONS Length EL	T	VJ VT	ANGLE Dir. / Slope	VALUES Eq.len mbar/m	HEIGHT M Start / End	PRESSURES BARS Start / End	Frict / Static
421	8550	20mm	SS1	8.8	0.246			90	1.15	1.250	9.896	-0.001
	8560	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	9.895	+0.000
422	8490	20mm	SS1	60.9	0.772			270	2.59	1.250	9.963	-0.104
	8570	21.16	150	2.9	0	1		0.0	40.0	1.250	9.860	+0.000
423	8570	20mm	SS1	8.8	0.374			0	2.19	1.250	9.860	-0.002
	8580	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.1	1.250	9.857	+0.000
424	8570	20mm	SS1	52.1	1.500			270	3.32	1.250	9.860	-0.099
	8590	21.16	150	2.5	0	1		0.0	30.0	1.250	9.760	+0.000
425	8590	20mm	SS1	8.7	0.374			0	2.19	1.250	9.760	-0.002
	8600	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.1	1.250	9.758	+0.000
426	8590	20mm	SS1	43.4	0.606			270	1.51	1.250	9.760	-0.032
	8610	21.16	150	2.1	1	0		0.0	21.3	1.250	9.728	+0.000
427	8610	20mm	SS1	43.4	0.550			0	3.27	1.250	9.728	-0.070
	8620	21.16	150	2.1	1	1		0.0	21.3	1.250	9.658	+0.000
428	8620	20mm	SS1	8.7	0.904			270	3.63	1.250	9.658	-0.004
	8630	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.1	1.250	9.654	+0.000
429	8630	20mm	SS1	8.7	0.324			0	1.23	1.250	9.654	-0.001
	8640	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	9.653	+0.000
430	8620	20mm	SS1	34.7	1.360			0	3.18	1.250	9.658	-0.045
	8650	21.16	150	1.6	0	1		0.0	14.1	1.250	9.613	+0.000
431	8650	20mm	SS1	8.7	2.040			270	4.76	1.250	9.613	-0.005
	8660	21.16	150	0.4	1	1		0.0	1.1	1.250	9.608	+0.000
432	8660	20mm	SS1	8.7	0.464			0	1.37	1.250	9.608	-0.001
	8670	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	9.606	+0.000
433	8650	20mm	SS1	26.0	0.598			90	4.23	1.250	9.613	-0.035
	8680	21.16	150	1.2	0	2		0.0	8.3	1.250	9.578	+0.000
434	8680	20mm	SS1	8.7	0.464			0	2.28	1.250	9.578	-0.002
	8690	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.1	1.250	9.576	+0.000
435	8680	20mm	SS1	17.3	1.500			90	3.32	1.250	9.578	-0.013
	8700	21.16	150	0.8	0	1		0.0	3.9	1.250	9.565	+0.000
436	8700	20mm	SS1	8.7	0.464			0	2.28	1.250	9.565	-0.002
	8710	21.16	150	0.4	0	1		0.0	1.1	1.250	9.563	+0.000
437	8700	20mm	SS1	8.7	1.500			90	2.41	1.250	9.565	-0.003
	8720	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	9.563	+0.000
438	8720	20mm	SS1	8.7	0.464			0	1.37	1.250	9.563	-0.001
	8730	21.16	150	0.4	1	0		0.0	1.1	1.250	9.561	+0.000

Program FHC





Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 1

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: PROTECCIÓN LOCAL
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: Domestic
Authority: National Fire Protection Association
Source: 479.8 l/min @ 15.769 bar
Printout: 4-marzo-17 at 18:28

Project Data and Design Parameters

Project name	**PROTECCIÓN LOCAL**
Area reference	**Most Unfavourable**
Address / location	BAC
Project number	---
Installation number(s)	1
Drawing number(s)	---
Issue no / date	---
Designers reference	---
Project Data File	E:\TFG\tmp\PROTECCIÓN_LOCAL.FHC
Hazard classification	Domestic
Design authority	National Fire Protection Association
Insurance company	---
Specified density of discharge	0.00 mm/min (l/min/m2)
Assumed maximum area of operation	0.00 m2
Number of operating sprinkler heads	24
Maximum area covered per head	0.00 m2
Highest head / nozzle above source	6.75 m
Number of pipes in system	41 from 22 to 76 mm
Pressure loss equation used	Hazen-Williams
Fluid	Water
Pipe Data Table	SS_ANSI_316.PDT
Maximum fluid velocity	4.43 m/s in pipe 310 320
Volume of pipework and fittings	0.54 m3
Elbows are welded for	0 mm and above
Comment	---
Checked by & Date	

Source duty = 479.8 l/min @ 15.769 bar at node no 100

FHC - Hydraulic Analysis Software - Ver: 1.8.4
By CANUTE LLP - Email info@canutesoft.com Web www.canutesoft.com

Program FHC

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 2

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: PROTECCIÓN LOCAL
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: Domestic
Authority: National Fire Protection Association
Source: 479.8 l/min @ 15.769 bar
Printout: 4-marzo-17 at 18:28

Operating Sprinkler Heads, Nozzles and Hydrants

Head no	Node no	Size mm	'K' factor	Flow l/min	Area m2	Density mm/min Req.d	Density mm/min Actual	Pressure bar Min	Pressure bar Actual	Heights m	Pipe no
1	250	0.2	5.60	20.1	0.000	0.00	0.00	12.50	12.941	6.750	15
2	260	0.2	5.60	20.1	0.000	0.00	0.00	12.50	12.860	6.750	16
3	270	0.2	5.60	20.0	0.000	0.00	0.00	12.50	12.806	6.750	17
4	280	0.2	5.60	19.9	0.000	0.00	0.00	12.50	12.679	6.750	18
5	290	0.2	5.60	19.9	0.000	0.00	0.00	12.50	12.619	6.750	19
6	300	0.2	5.60	19.9	0.000	0.00	0.00	12.50	12.603	6.750	20
7	320	0.2	5.60	20.2	0.000	0.00	0.00	12.50	13.013	6.750	22
8	330	0.2	5.60	20.1	0.000	0.00	0.00	12.50	12.932	6.750	23
9	340	0.2	5.60	20.1	0.000	0.00	0.00	12.50	12.878	6.750	24
10	350	0.2	5.60	20.0	0.000	0.00	0.00	12.50	12.750	6.750	25
11	360	0.2	5.60	19.9	0.000	0.00	0.00	12.50	12.690	6.750	26
12	370	0.2	5.60	19.9	0.000	0.00	0.00	12.50	12.673	6.750	27
13	390	0.2	5.60	20.2	0.000	0.00	0.00	12.50	12.957	6.750	29
14	400	0.2	5.60	20.1	0.000	0.00	0.00	12.50	12.876	6.750	30
15	410	0.2	5.60	20.1	0.000	0.00	0.00	12.50	12.823	6.750	31
16	420	0.2	5.60	20.0	0.000	0.00	0.00	12.50	12.695	6.750	32
17	430	0.2	5.60	19.9	0.000	0.00	0.00	12.50	12.635	6.750	33
18	440	0.2	5.60	19.9	0.000	0.00	0.00	12.50	12.619	6.750	34
19	460	0.2	5.60	20.1	0.000	0.00	0.00	12.50	12.836	6.750	36
20	470	0.2	5.60	20.0	0.000	0.00	0.00	12.50	12.755	6.750	37
21	480	0.2	5.60	20.0	0.000	0.00	0.00	12.50	12.702	6.750	38
22	490	0.2	5.60	19.9	0.000	0.00	0.00	12.50	12.576	6.750	39
23	500	0.2	5.60	19.8	0.000	0.00	0.00	12.50	12.516	6.750	40
24	510	0.2	5.60	19.8	0.000	0.00	0.00	12.50	12.500	6.750	41

0 heads are under the required density / minimum pressures

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 3

Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: PROTECCIÓN LOCAL
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: Domestic
Authority: National Fire Protection Association
Source: 479.8 l/min @ 15.769 bar
Printout: 4-marzo-17 at 18:28

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS		PIPE		FLOW	DIMENSIONS			ANGLE	VALUES	HEIGHT M	PRESSURES BARS	
Pipe no	Start End	Size Bore	Type 'C'	L/min Vel m/s	Length EL	VJ T	VT	Dir. Slope	Eq.len mbar/m	Start End	Start End	Frict Static
1	100	76mm	SS1	479.8	2.200			180	3.11	0.000	15.769	-0.030
	110	62.00	150	2.6	1	0		0.0	9.7	0.000	15.739	+0.000
2	110	76mm	SS1	479.8	0.086			270	1.90	0.000	15.739	-0.018
	120	62.00	150	2.6	2	0		0.0	9.7	0.000	15.721	+0.000
3	120	76mm	SS1	479.8	10.050			Up	11.87	0.000	15.721	-0.115
	130	62.00	150	2.6	2	0		90.0	9.7	10.050	14.621	-0.985
4	130	76mm	SS1	479.8	5.000			180	6.82	10.050	14.621	-0.066
	140	62.00	150	2.6	2	0		0.0	9.7	10.050	14.555	+0.000
5	140	76mm	SS1	479.8	97.850			270	99.67	10.050	14.555	-0.967
	150	62.00	150	2.6	2	0		0.0	9.7	10.050	13.587	+0.000
6	150	76mm	SS1	479.8	15.390			0	17.21	10.050	13.587	-0.167
	160	62.00	150	2.6	2	0		0.0	9.7	10.050	13.420	+0.000
7	160	76mm	SS1	479.8	5.180			270	7.00	10.050	13.420	-0.068
	170	62.00	150	2.6	2	0		0.0	9.7	10.050	13.352	+0.000
8	170	76mm	SS1	479.8	10.240			180	12.06	10.050	13.352	-0.117
	180	62.00	150	2.6	2	0		0.0	9.7	10.050	13.235	+0.000
9	180	76mm	SS1	479.8	17.112			90	18.93	10.050	13.235	-0.184
	190	62.00	150	2.6	2	0		0.0	9.7	10.050	13.052	+0.000
10	190	76mm	SS1	479.8	2.024			0	3.84	10.050	13.052	-0.037
	200	62.00	150	2.6	2	0		0.0	9.7	10.050	13.014	+0.000
11	200	76mm	SS1	479.8	0.136			90	1.95	10.050	13.014	-0.019
	210	62.00	150	2.6	2	0		0.0	9.7	10.050	12.995	+0.000
12	210	76mm	SS1	479.8	3.300			Dn	5.12	10.050	12.995	-0.050
	220	62.00	150	2.6	2	0		-90.0	9.7	6.750	13.269	+0.323
13	220	76mm	SS1	479.8	1.595			270	2.50	6.750	13.269	-0.024
	230	62.00	150	2.6	1	1		0.0	9.7	6.750	13.245	+0.000
14	230	28mm	SS1	120.0	0.259			180	2.98	6.750	13.245	-0.227
	240	24.00	150	4.4	1	1		0.0	76.0	6.750	13.018	+0.000
15	240	28mm	SS1	120.0	0.554			270	1.01	6.750	13.018	-0.077
	250	24.00	150	4.4	1	0		0.0	75.9	6.750	12.941	+0.000
16	250	28mm	SS1	99.8	1.500			270	1.50	6.750	12.941	-0.081
	260	24.00	150	3.7	0	0		0.0	54.0	6.750	12.860	+0.000
17	260	28mm	SS1	79.8	1.500			270	1.50	6.750	12.860	-0.054
	270	24.00	150	2.9	0	0		0.0	35.7	6.750	12.807	+0.000
18	270	22mm	SS1	59.7	1.500			270	1.50	6.750	12.807	-0.127
	280	18.00	150	3.9	0	0		0.0	84.8	6.750	12.679	+0.000
19	280	22mm	SS1	39.8	1.500			270	1.50	6.750	12.679	-0.060
	290	18.00	150	2.6	0	0		0.0	40.0	6.750	12.619	+0.000
20	290	22mm	SS1	19.9	1.500			270	1.50	6.750	12.619	-0.017
	300	18.00	150	1.3	0	0		0.0	11.1	6.750	12.603	+0.000
21	230	76mm	SS1	359.9	2.714			0	2.71	6.750	13.245	-0.015
	310	62.00	150	2.0	0	2		0.0	5.7	6.750	13.229	+0.000

Continued on the next page

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 4

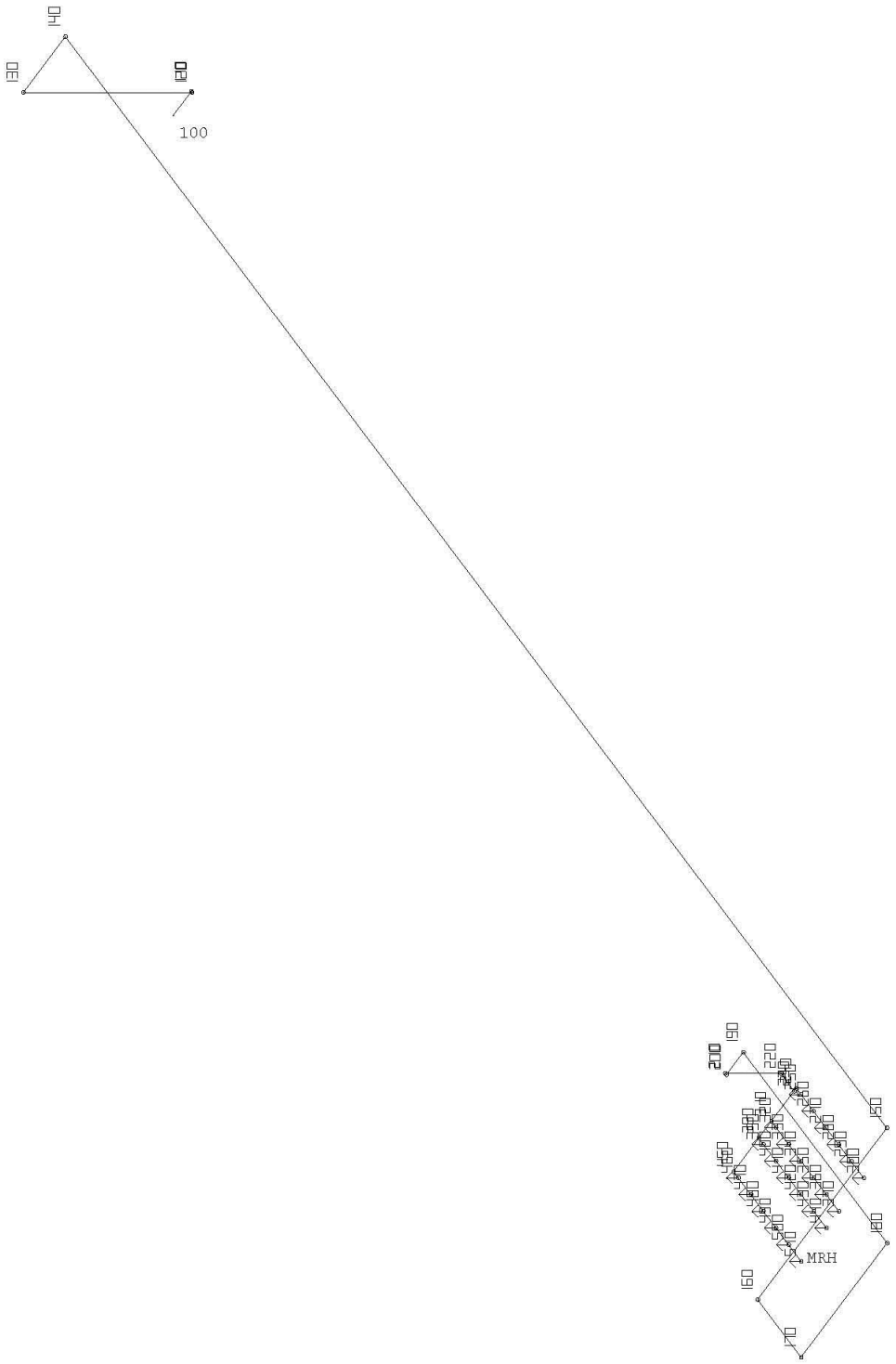
Submitted by user number 0610
CUD ENM
SPAIN

Project: PROTECCIÓN LOCAL
Address: BAC
Number: ---
Area ref: Most Unfavourable
Hazard: Domestic
Authority: National Fire Protection Association
Source: 479.8 l/min @ 15.769 bar
Printout: 4-marzo-17 at 18:28

Hydraulically Significant Pipes in System

NUMBERS		PIPE		FLOW	DIMENSIONS			ANGLE	VALUES	HEIGHT M		PRESSURES BARS	
Pipe no	Start End	Size Bore	Type 'C'	L/min Vel m/s	Length EL	VJ T	VT	Dir. Slope	Eq.len mbar/m	Start End		Start End	Frict Static
22	310	28mm	SS1	120.3	0.554			270	2.82	6.750		13.229	-0.216
	320	24.00	150	4.4	0	1		0.0	76.3	6.750		13.013	+0.000
23	320	28mm	SS1	100.1	1.500			270	1.50	6.750		13.013	-0.082
	330	24.00	150	3.7	0	0		0.0	54.3	6.750		12.932	+0.000
24	330	28mm	SS1	80.0	1.500			270	1.50	6.750		12.932	-0.054
	340	24.00	150	2.9	0	0		0.0	35.9	6.750		12.878	+0.000
25	340	22mm	SS1	59.9	1.500			270	1.50	6.750		12.878	-0.128
	350	18.00	150	3.9	0	0		0.0	85.2	6.750		12.750	+0.000
26	350	22mm	SS1	39.9	1.500			270	1.50	6.750		12.750	-0.060
	360	18.00	150	2.6	0	0		0.0	40.2	6.750		12.690	+0.000
27	360	22mm	SS1	19.9	1.500			270	1.50	6.750		12.690	-0.017
	370	18.00	150	1.3	0	0		0.0	11.1	6.750		12.673	+0.000
28	310	42mm	SS1	239.5	1.497			0	1.50	6.750		13.229	-0.057
	380	36.00	150	3.9	0	1		0.0	37.9	6.750		13.172	+0.000
29	380	28mm	SS1	120.1	0.554			270	2.82	6.750		13.172	-0.215
	390	24.00	150	4.4	0	1		0.0	76.0	6.750		12.958	+0.000
30	390	28mm	SS1	99.9	1.500			270	1.50	6.750		12.958	-0.081
	400	24.00	150	3.7	0	0		0.0	54.1	6.750		12.876	+0.000
31	400	28mm	SS1	79.8	1.500			270	1.50	6.750		12.876	-0.054
	410	24.00	150	2.9	0	0		0.0	35.7	6.750		12.823	+0.000
32	410	22mm	SS1	59.8	1.500			270	1.50	6.750		12.823	-0.127
	420	18.00	150	3.9	0	0		0.0	84.9	6.750		12.695	+0.000
33	420	22mm	SS1	39.8	1.500			270	1.50	6.750		12.695	-0.060
	430	18.00	150	2.6	0	0		0.0	40.0	6.750		12.635	+0.000
34	430	22mm	SS1	19.9	1.500			270	1.50	6.750		12.635	-0.017
	440	18.00	150	1.3	0	0		0.0	11.1	6.750		12.619	+0.000
35	380	28mm	SS1	119.5	3.000			0	3.45	6.750		13.172	-0.260
	450	24.00	150	4.4	1	0		0.0	75.4	6.750		12.912	+0.000
36	450	28mm	SS1	119.5	0.554			270	1.01	6.750		12.912	-0.076
	460	24.00	150	4.4	1	0		0.0	75.3	6.750		12.836	+0.000
37	460	28mm	SS1	99.4	1.500			270	1.50	6.750		12.836	-0.081
	470	24.00	150	3.7	0	0		0.0	53.6	6.750		12.755	+0.000
38	470	28mm	SS1	79.4	1.500			270	1.50	6.750		12.755	-0.053
	480	24.00	150	2.9	0	0		0.0	35.4	6.750		12.702	+0.000
39	480	22mm	SS1	59.5	1.500			270	1.50	6.750		12.702	-0.126
	490	18.00	150	3.9	0	0		0.0	84.1	6.750		12.576	+0.000
40	490	22mm	SS1	39.6	1.500			270	1.50	6.750		12.576	-0.060
	500	18.00	150	2.6	0	0		0.0	39.7	6.750		12.517	+0.000
41	500	22mm	SS1	19.8	1.500			270	1.50	6.750		12.517	-0.017
	510	18.00	150	1.3	0	0		0.0	11.0	6.750		12.500	+0.000

Full Hydraulic Calculations Computer Printout Page No 5



FHC - Hydraulic Analysis Software - Ver: 1.8.4
By CANUTE LLP - Email info@canutesoft.com Web www.canutesoft.com

Program FHC

ANEXO IV: PRESUPUESTO

SISTEMA DE CONTROL

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO UNITARIO
	Puente		
1	Panel ACS01.100 display LCD para señalización de sistema con teclas de acción	820,00 €	820,00 €
1	BG06.170 Adaptador para conectar a BUS	70,00 €	70,00 €
		Precio del grupo:	890,00 €
	Cámara de bombas		
3	Cuadros arrancadores de bombas 45 kw,	2.400,00 €	7.200,00 €
1	Módulos de Entrada 8 para control de presostato señales bombas	180,00 €	180,00 €
1	Fuente de alimentación y batería de emergencia	292,00 €	292,00 €
1	Presostato tipo 802 para arranque de bomba de repuesto	40,00 €	40,00 €
		Precio del grupo:	7.712,00 €
	Cámara de máquinas		
6	Pulsador paro/disparo extinción local	70,00 €	420,00 €
1	Pulsador paro/disparo inundación total popa	70,00 €	70,00 €
9	Sirena luminosa y audible 105 dB, 24Vcc.	100,00 €	900,00 €
2	Módulos de Entrada/Salida para pulsadores de paro/disparo y sirenas	180,00 €	360,00 €
		Precio del grupo:	1.750,00 €
	Cámara de diésel generadores		
2	Pulsador paro/disparo extinción local	70,00 €	140,00 €
1	Pulsador paro/disparo inundación total proa	70,00 €	70,00 €
5	Sirena luminosa y audible 105 dB, 24Vcc.	100,00 €	500,00 €
1	Módulos de Entrada/Salida para pulsadores de paro/disparo y sirenas	180,00 €	180,00 €
		Precio del grupo:	890,00 €
	Local de incinerador		
1	Pulsador paro/disparo extinción local	70,00 €	70,00 €
4	Sirena luminosa y audible 105 dB, 24Vcc.	100,00 €	400,00 €
1	Módulos de Entrada/Salida para pulsadores de paro/disparo y sirenas	180,00 €	180,00 €
		Precio del grupo:	650,00 €
	Local de válvulas		
2	Módulos de Entrada/Salida para válvulas motorizadas	180,00 €	360,00 €
		Precio del grupo:	360,00 €
		Precio total:	24.504,00 €

VÁLVULAS, BOQUILLAS Y ACCESORIOS

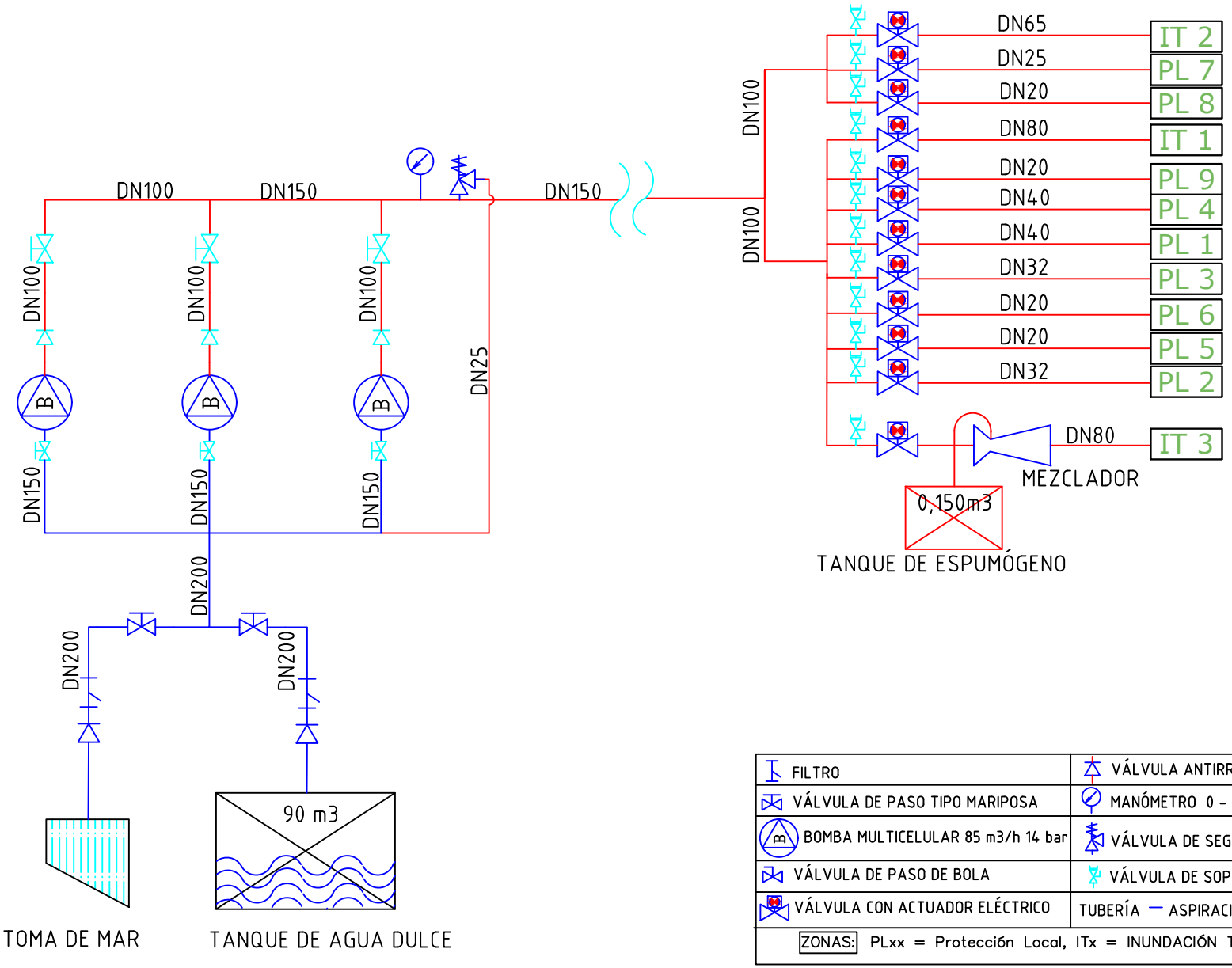
Cantidad	Descripción	PRECIO UNITARIO	PRECIO UNITARIO
	Boquillas pulverizadoras		
190	Boquillas pulverizadoras K6 certificado MED para techo. Material inox, filtro incluido	124,00 €	23.560,00 €
51	Boquillas pulverizadoras B1 certificado MED para sentina. Material inox, filtro incluido	42,00 €	2.142,00 €
8	Repuesto boquillas pulverizadoras K6		992,00 €
6	Repuesto boquillas pulverizadoras B1		252,00 €
		Precio del grupo:	26.946,00 €
	Colector de distribución		
1	Colector de distribución DN150 en acero INOX AISI 304 con manguitos soldados	1.000,00 €	1.000,00 €
		Precio del grupo:	1.000,00 €
	Circuito de inundación total cámara de máquinas		
3	Válvula INBAL DN80 PN16 con actuador eléctrico 24V, riesgo: máquinas	1.600,00 €	4.800,00 €
3	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción	30,00 €	90,00 €
3	Válvula de mariposa DN80 con palanca para seccionamiento de tubería	200,00 €	600,00 €
		Precio del grupo:	5.490,00 €
	Circuito de extinción local 1		
1	Válvula de bola DN40 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: motores principales	300,00 €	300,00 €
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción	30,00 €	30,00 €
1	Válvula de bola DN40 con palanca para seccionamiento de tubería	100,00 €	100,00 €
		Precio del grupo:	430,00 €
	Circuito de extinción local 2		
1	Válvula de bola DN32 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: d. generador babor	290,00 €	290,00 €
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción	30,00 €	30,00 €
1	Válvula de bola DN32 con palanca para seccionamiento de tubería	100,00 €	100,00 €
		Precio del grupo:	420,00 €
	Circuito de extinción local 3		
1	Válvula de bola DN32 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: d.generador estribor	290,00 €	290,00 €
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción	30,00 €	30,00 €
1	Válvula de bola DN32 con palanca para seccionamiento de tubería	100,00 €	100,00 €
		Precio del grupo:	420,00 €
	Circuito de extinción local 4		
1	Válvula de bola DN40 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: purificadores	300,00 €	300,00 €
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción	30,00 €	30,00 €
1	Válvula de bola DN40 con palanca para seccionamiento de tubería	100,00 €	100,00 €
		Precio del grupo:	430,00 €
	Circuito de extinción local 5		
1	Válvula de bola DN20 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: purificadores	400,00 €	400,00 €
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción	30,00 €	30,00 €
1	Válvula de bola DN20 con palanca para seccionamiento de tubería	100,00 €	100,00 €
		Precio del grupo:	530,00 €
	Circuito de extinción local 6		
1	Válvula de bola DN20 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: purificadores	400,00 €	400,00 €
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción	30,00 €	30,00 €
1	Válvula de bola DN20 con palanca para seccionamiento de tubería	100,00 €	100,00 €
		Precio del grupo:	530,00 €
	Circuito de extinción local 7		
1	Válvula de bola DN25 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: purificadores	400,00 €	400,00 €
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción	30,00 €	30,00 €
1	Válvula de bola DN25 con palanca para seccionamiento de tubería	100,00 €	100,00 €
		Precio del grupo:	530,00 €
	Circuito de extinción local 8		
1	Válvula de bola DN20 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: purificadores	400,00 €	400,00 €
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción	30,00 €	30,00 €
1	Válvula de bola DN20 con palanca para seccionamiento de tubería	100,00 €	100,00 €
		Precio del grupo:	530,00 €

	Circuito de extinción local 9		
1	Válvula de bola DN20 PN20 con actuador eléctrico 24V, riesgo: purificadores	400,00 €	400,00 €
1	Conjunto para soplado de aire DN20: Válvula de bola, antiretorno y reducción	30,00 €	30,00 €
1	Válvula de bola DN20 con palanca para seccionamiento de tubería	100,00 €	100,00 €
		Precio del grupo:	530,00 €
	Colector de bombas		
1	Colector de distribución DN125 en acero INOX AISI 304	800,00 €	800,00 €
3	Válvula de mariposa, volante, inox DN100 PN20	250,00 €	750,00 €
3	Válvula de retención de clapeta inox DN100 PN20	220,00 €	660,00 €
1	Presostato 1/4" para accionamiento de bomba de reserva	40,00 €	40,00 €
1	Manómetro 63 mm 1/4" 0 - 25 bar	10,00 €	10,00 €
1	Válvula de seguridad de escape conducido DN32 tarada a 16 bar	100,00 €	100,00 €
		Precio del grupo:	2.360,00 €
	Válvulas en la aspiración de bombas		
3	Válvula de mariposa, volante, inox DN150 PN10 para aspiración bombas	250,00 €	750,00 €
2	Válvulas antiretorno inox DN200 para toma de mar y depósito de agua	300,00 €	600,00 €
1	Válvula de bola DN200 PN10 con microswitch posición para tanque de agua	200,00 €	200,00 €
1	Válvula de bola DN200 PN10 con actuador eléctrico 230V para toma de mar	600,00 €	600,00 €
2	Filtro en Y DN200, con malla de 200 micras	160,00 €	320,00 €
		Precio del grupo:	2.470,00 €
	Grupo de bombeo		
3	Bomba CR 90-6	11.000,00 €	33.000,00 €
		Precio del grupo:	33.000,00 €
		Precio total:	75.616,00 €

TUBERÍA INOX AISI 304

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	CANTIDAD (m)	PRECIO/METRO (euros)	TOTAL (euros)
20	**493,3**	**6,46 €**	**3.186,72 €**
25	**66,363**	**7,90 €**	**524,27 €**
32	**165,171**	**9,90 €**	**1.635,19 €**
40	**12,776**	**11,90 €**	**152,03 €**
50	**52,657**	**14,66 €**	**771,95 €**
65	**3,993**	**19,00 €**	**75,87 €**
80	**3,456**	**27,00 €**	**93,31 €**
100	**25,96**	**33,00 €**	**856,68 €**
125	**134,257**	**38,00 €**	**5.101,77 €**
			12.397,79 €

ANEXO V: PLANOS DE LA RED DE TUBERÍAS Y SISTEMA DE CONTROL



FILTRO	VÁLVULA ANTIRRETORNO
VÁLVULA DE PASO TIPO MARIPOSA	MANÓMETRO 0 - 20 bar
BOMBA MULTICELULAR 85 m3/h 14 bar	VÁLVULA DE SEGURIDAD TARADA
VÁLVULA DE PASO DE BOLA	VÁLVULA DE SOPLADO DE AIRE
VÁLVULA CON ACTUADOR ELÉCTRICO	TUBERÍA — ASPIRACIÓN — IMPULSIÓN
ZONAS: PLxx = Protección Local, ITx = INUNDACIÓN TOTAL	

Dibujado	P.D.D.A.			**CUD - ENM**
Comprob.			Proyecto: Protección CI Agua Pulverizada	
Escala: NA	Formato: A4		Designación: Esquemático de tubería	Plano: Nº 1

plano censurado

LEYENDA	
B1 ROCIADOR TIPO B1	ALARMA DIGITWIN
TUBERÍA/ARRIBA/ABAJO	PULSADOR RP01

Dibujado	S.P.L.			**CUD - ENM**
Comprob.			Proyecto Protección CI Agua Pulverizada	
Escala 1:150	Formato **A3**		Designación Doble Fondo	Plano Nº 2a

plano censurado

LEYENDA	
B1 ROCIADOR TIPO B1	ALARMA DIGITWIN
TUBERÍA/ARRIBA/ABAJO	PULSADOR RP01

Dibujado	S.P.L.			**CUD - ENM**
Comprob.			Proyecto Protección CI Agua Pulverizada	
Escala 1:150	Formato **A3**		Designación Doble Fondo con cobertura	Plano Nº 2b

plano censurado

LEYENDA	
K6 ROCIADOR TIPO K6	ALARMA DIGITWIN
TUBERÍA/ARRIBA/ABAJO	PULSADOR RP01

Dibujado	S.P.L.			**CUD - ENM**
Comprob.			Proyecto Protección CI Agua Pulverizada	
Escala 1:150	Formato **A3**		Designación Techo Tanques	Plano Nº 3a

plano censurado

LEYENDA	
K6 ROCIADOR TIPO K6	ALARMA DIGITWIN
TUBERÍA/ARRIBA/ABAJO	PULSADOR RP01

Dibujado	S.P.L.			**CUD - ENM**
Comprob.			Proyecto Protección CI Agua Pulverizada	
Escala 1:150	Formato **A3**		Designación Techo Tanques con cobertura	Plano Nº 3b

plano censurado

LEYENDA	
K6 ROCIADOR TIPO K6	ALARMA DIGITWIN
TUBERÍA/ARRIBA/ABAJO	PULSADOR RP01

Dibujado	S.P.L.			**CUD - ENM**
Comprob.			Proyecto: Protección CI Agua Pulverizada	
Escala: 1:150	Formato: **A3**		Designación: Cubierta Plataforma	Plano: Nº 4a

plano censurado

LEYENDA	
K6 ROCIADOR TIPO K6	ALARMA DIGITWIN
TUBERÍA/ARRIBA/ABAJO	PULSADOR RP01

Dibujado	S.P.L.			**CUD - ENM**
Comprob.			Proyecto: Protección CI Agua Pulverizada	
Escala: 1:150	Formato: **A3**		Designación: Cubierta Plataforma con cobertura	Plano: Nº 4b

plano censurado

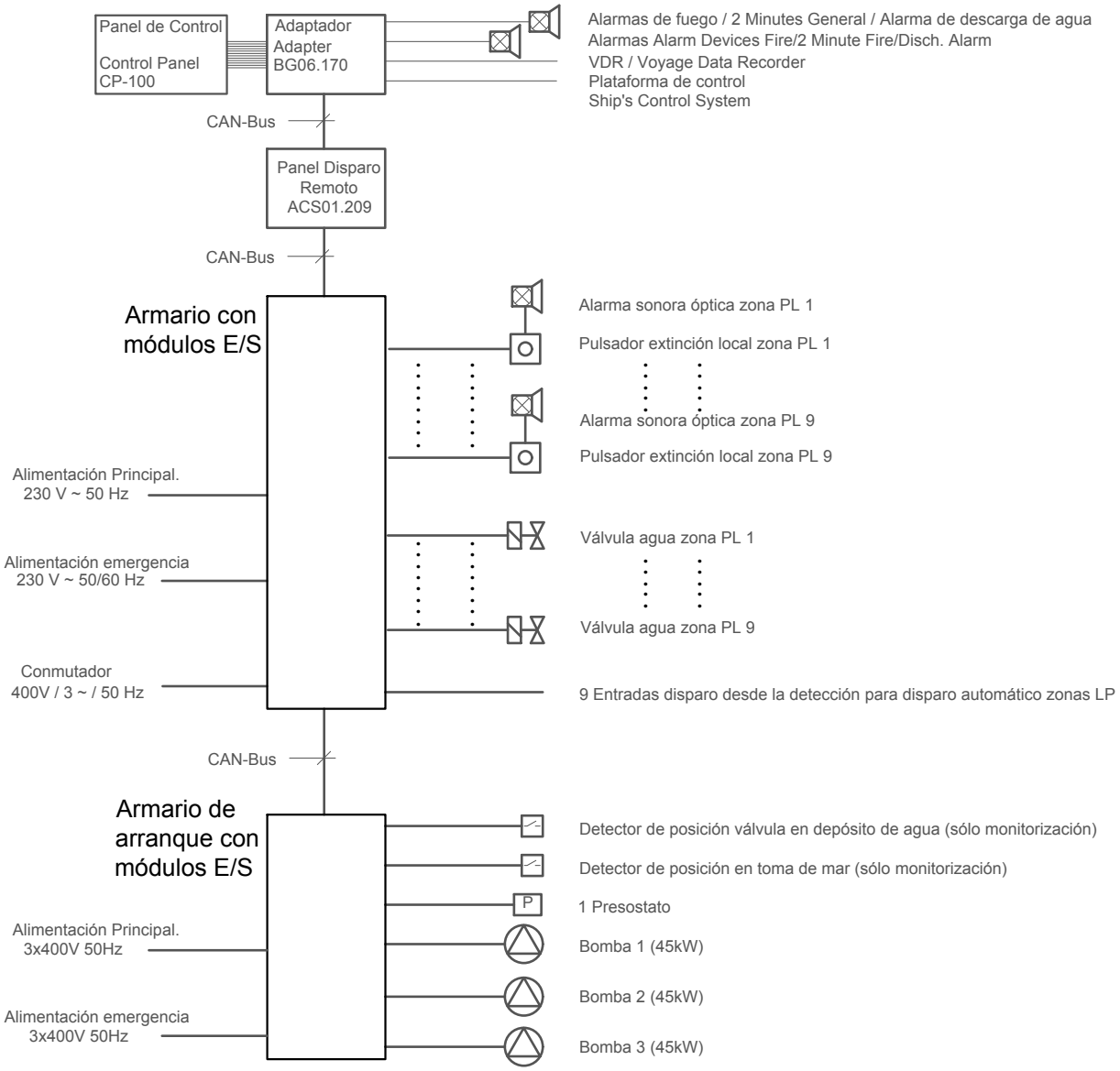
LEYENDA	
K6 ROCIADOR TIPO K6	ALARMA DIGITWIN
TUBERÍA/ARRIBA/ABAJO	PULSADOR RP01

Dibujado	S.P.L.			**CUD - ENM**
Comprob.			Proyecto: Protección CI Agua Pulverizada	
Escala: 1:150	Formato: **A3**		Designación: Segunda Cubierta	Plano: Nº 5a

plano censurado

LEYENDA	
K6 ROCIADOR TIPO K6	ALARMA DIGITWIN
TUBERÍA/ARRIBA/ABAJO	PULSADOR RP01

Dibujado	S.P.L.			**CUD - ENM**
Comprob.			Proyecto: Protección CI Agua Pulverizada	
Escala: 1:150	Formato: **A3**		Designación: Segunda Cubierta con cobertura	Plano Nº 5b



Dibujado	S.P.L.			**CUD - ENM**
Comprob.			Proyecto: Protección CI Agua Pulverizada	
Escala: NA	Formato: A4		Designación: Sistema de Control	Plano: Nº 6