

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Técnica Naval**

**Estudio de los sistemas de seguridad de un  
buque Shuttle de 140.000 m<sup>2</sup> aplicando la  
reglamentación noruega**

**Francisco José GUISADO RAMÍREZ**



**Centro: E. U. I. T. NAVAL**  
**Titulación: I. T. NAVAL**  
**Fecha: Marzo 2007**



## INDICE

1. <u>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL BUQUE</u> .....	1
2. <u>PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS</u> .....	4
2.1. <u>REQUERIMIENTOS GENERALES</u> .....	5
2.2. <u>PROTECCIÓN ESTRUCTURAL DE LOS ESPACIOS DE ACOMODACIÓN</u> .....	6
2.3. <u>PROTECCIÓN ESTRUCTURAL EN ESPACIOS DE MAQUINAS</u> .....	9
2.4. <u>CLASIFICACION DE LAS DIVISIONES ESTRUCTURALES</u> .....	10
2.5. <u>COMPARTIMENTACIÓN</u> .....	12
2.6. <u>DIVISIÓN ESTRUCTURAL ENTRE MAMPAROS Y CUBIERTAS</u> .....	18
2.6.1. <u>Espacios de acomodación</u> .....	18
2.6.1.1. <u>Cubierta Principal</u>	
2.6.1.2. <u>Cubierta “A”</u>	
2.6.1.3. <u>Cubierta “B”</u>	
2.6.1.4. <u>Cubierta “C”</u>	
2.6.1.5. <u>Cubierta “D”</u>	
2.6.1.6. <u>Cubierta “Puente de Navegación ”</u>	
2.6.1.7. <u>Cubierta “Techo Puente de Navegación ”</u>	
2.6.2. <u>Espacios de maquinaria de popa</u> .....	35
2.6.2.1. <u>Cubierta “Principal”</u>	
2.6.2.2. <u>Cubierta “A”</u>	
2.6.2.3. <u>Cubierta “B”</u>	
2.6.2.4. <u>Cubierta “C”</u>	
2.6.2.5. <u>Cubierta “Doble Fondo Tecla a 2.764 mm. L.B.”</u>	
2.6.2.6. <u>Cubierta “Tecla a 7.876 mm. L.B.”</u>	
2.6.2.7. <u>Cubierta “Plataforma Baja a 11.796 mm. L.B.”</u>	
2.6.2.8. <u>Cubierta “Plataforma Alta a 16.500 mm. L.B.”</u>	
2.6.3. <u>Espacios de maquinaria de proa</u> .....	48
2.6.3.1. <u>Cubierta “Principal”</u>	
2.6.3.2. <u>“Pique de Proa”</u>	
2.6.3.3. <u>Cubierta “Castillo”</u>	
3. <u>PROTECCIÓN ACTIVA CONTRA INCENDIOS</u> .....	51
3.1. <u>CONDICIONES GENERALES</u> .....	52
3.2. <u>TEORIA DEL FUEGO</u> .....	52
3.2.1. <u>Clasificación de las combustiones</u> .....	53
3.2.2. <u>Distintas fuentes de ignición</u> .....	54
3.2.3. <u>Clasificación del fuego</u> .....	55
3.2.4. <u>Mecanismos de extinción</u> .....	55
3.2.5. <u>Descripción de los agentes extintores</u> .....	56
3.3. <u>SÍNTESIS DE REGLAMENTACIÓN</u> .....	62
3.3.1. <u>Sistema de extinción por agua de mar</u> .....	62
3.3.2. <u>Sistema fijo de detección y de alarma contra incendios</u> .....	66
3.3.3. <u>Sistemas de extinción específicos para espacios de máquinas</u> .....	67
3.3.3.1. <u>Sistema fijo de extinción de incendios por gas (Anhídrido Carbónico(CO<sub>2</sub>))</u>	
3.3.3.2. <u>Sistema fijo de extinción de incendios a base de espuma de alta expansión</u>	
3.3.3.3. <u>Sistema fijo de extinción de incendios por aspersión de agua a presión</u>	
3.3.3.4. <u>Sistema fijo de extinción de incendios a base de niebla de agua de aplicación local</u>	
3.3.3.5. <u>Extintores de incendios</u>	
3.3.4. <u>Sistemas de extinción específicos para cubierta y área de carga</u> .....	73
3.3.4.1. <u>Sistema fijo de extinción a base de espuma</u>	
3.3.4.2. <u>Sistema móvil de extinción a base de espuma</u>	
3.3.4.3. <u>Sistema fijo de extinción por agua</u>	
3.3.4.4. <u>Sistema de gas inerte</u>	
3.3.5. <u>Sistemas de extinción específicos para la cubierta de helicópteros</u> .....	81
3.3.5.1. <u>Sistema fijo de extinción por agua</u>	
3.3.5.2. <u>Sistema fijo de extinción por espuma</u>	
3.3.5.3. <u>Extintores contra incendios</u>	

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

3.3.5.4.	<u>Sistema combinado polvo/espuma</u>	
3.3.5.5.	<u>Equipos de bombero y emergencia</u>	
3.3.6.	<u>Sistemas de extinción específicos para la zona de carga por proa</u>	83
3.3.6.1.	<u>Sistema de extinción por agua/espuma</u>	
3.3.6.2.	<u>Sistema de extinción por rociadores de agua</u>	
3.3.7.	<u>Sistemas de extinción específicos para la torre sumergida de carga</u>	83
3.3.8.	<u>Sistemas de extinción específicos para espacios de acomodación</u>	84
3.3.8.1.	<u>Sistema fijo de extinción por agua</u>	
3.3.8.2.	<u>Sistemas automáticos de rociadores, detección de incendios y alarma contra incendios</u>	
3.3.8.3.	<u>Extintores contra incendios</u>	
3.3.8.4.	<u>Equipo de bombero</u>	
3.3.9.	<u>Dispositivos y medios de salvamento</u>	90
3.3.9.1.	<u>Dispositivos radioeléctricos de salvamento</u>	
3.3.9.2.	<u>Bengalas para señales de socorro</u>	
3.3.9.3.	<u>Sistema de comunicaciones de a bordo y sistema de alarma</u>	
3.3.9.4.	<u>Dispositivos individuales de salvamento</u>	
3.3.9.4.1.	<u>Aros salvavidas</u>	
3.3.9.4.2.	<u>Chalecos salvavidas</u>	
3.3.9.4.3.	<u>Trajes de inmersión</u>	
3.3.9.5.	<u>Cuadro de obligaciones e instrucciones para casos de emergencia</u>	
3.3.9.6.	<u>Embarcaciones de supervivencia y botes de rescate</u>	
3.3.9.6.1.	<u>Embarcaciones de supervivencia</u>	
3.3.9.6.2.	<u>Botes de rescate</u>	
3.3.9.7.	<u>Planos de lucha contra incendios</u>	
3.3.9.8.	<u>Rutas de evacuación</u>	
3.3.9.9.	<u>Aparatos lanzacabos</u>	
4.	<u>CÁLCULOS</u>	105
4.1.	<u>SISTEMA DE EXTINCIÓN POR AGUA/ESPUMA</u>	106
4.1.1.	<u>Descripción general del sistema</u>	106
4.1.2.	<u>Cálculo del caudal mínimo teórico a suministrar por las bombas</u>	107
4.1.3.	<u>Cantidad de solución agua/espuma a suministrar</u>	108
4.1.4.	<u>Cálculo del caudal necesario para cubrir los dos chorros de agua mínimos en la situación más desfavorable</u>	109
4.1.5.	<u>Cálculo del número de monitores de espuma</u>	111
4.1.5.1.	<u>Capacidad mínima del monitor</u>	
4.1.5.2.	<u>Radio de cobertura del monitor</u>	
4.1.5.3.	<u>Distancia entre monitores</u>	
4.1.5.3.1.	<u>Distancia de los monitores en función de la capacidad mínima por metro cuadrado de los mismos</u>	
4.1.5.3.2.	<u>Distancia entre los monitores en función del alcance R de los mismos</u>	
4.1.5.4.	<u>Número de monitores</u>	
4.1.6.	<u>Cálculo de la altura total manométrica de la bomba</u>	113
4.1.6.1.	<u>Cálculo de las pérdidas de carga</u>	
4.1.6.1.1.	<u>Cálculo de las pérdidas de carga en la aspiración</u>	
4.1.6.1.2.	<u>Cálculo de las pérdidas de carga en la descarga</u>	
4.2.	<u>SISTEMA AUTOMÁTICO DE ROCIADORES DE AGUA</u>	134
4.2.1.	<u>Descripción general del sistema</u>	134
4.2.2.	<u>Cálculo de la superficie a considerar, número de rociadores, caudal de la bomba principal</u>	135
4.2.3.	<u>Cálculo del depósito hidróforo</u>	137
4.2.4.	<u>Cálculo de la altura total manométrica de la bomba principal</u>	138
4.2.4.1.	<u>Cálculo de las pérdidas de carga en la aspiración</u>	
4.2.4.2.	<u>Cálculo de las pérdidas de carga en la descarga</u>	
4.3.	<u>SISTEMA DE GAS INERTE</u>	148
4.3.1.	<u>Descripción general del sistema</u>	148
4.3.2.	<u>Dimensionamiento del sistema de ventilación</u>	153
4.3.3.	<u>Fuente de Gas Inerte</u>	154

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

4.3.4.	<u>Capacidad de los ventiladores-Pérdidas de carga y dimensionamiento del sistema de distribución</u>	154
4.3.4.1.	<u>Cálculo del diámetro del colector principal</u>	
4.3.4.2.	<u>Cálculo del diámetro del ramal</u>	
4.3.4.3.	<u>Cálculo de las pérdidas de carga</u>	
4.4.	<u>SISTEMA DE EXTINCIÓN POR CO2</u>	176
4.4.1.	<u>Descripción general del sistema</u>	176
4.4.2.	<u>Cálculo del sistema de extinción por CO2</u>	182
4.4.2.1.	<u>Cálculo del volumen mínimo de CO2 requerido en la instalación</u>	
4.4.2.2.	<u>Cálculo del volumen total de CO2 para la instalación</u>	
4.4.2.2.1.	<u>Cálculo del volumen total de CO2 para la batería n°1 (Popa)</u>	
4.4.2.2.2.	<u>Cálculo del volumen total de CO2 para la batería n°2 (Popa)</u>	
4.4.2.2.3.	<u>Cálculo del volumen total de CO2 para la batería n°3 (Popa)</u>	
4.4.2.2.4.	<u>Cálculo del volumen total de CO2 para la batería n°1 (Proa)</u>	
5.	<u>PROCEDIMIENTO EN LA LUCHA CONTRA INCENDIOS</u>	187
5.1.	<u>PLANOS DE SEGURIDAD Y CONTROL DE INCENDIOS</u>	188
5.2.	<u>LA ORGANIZACION DE LA LUCHA CONTRA INCENDIOS</u>	188
5.2.1.	<u>Ejercicios periódicos</u>	190
5.2.1.1.	<u>Organización del ejercicio</u>	
5.2.1.2.	<u>Conclusiones a la terminación de los ejercicios</u>	
6.	<u>PLANOS</u>	193
7.	<u>ANEXO "A"</u>	244
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	261

# **1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL**

## **BUQUE**

## **1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL BUQUE**

El buque a estudiar es un petrolero tipo Shuttle destinado al comercio por el mundo, diseñado para la carga y transporte de petróleo desde un yacimiento Offshore en Noruega (ver Anexo “A”).

El buque tiene la particularidad de tener un sistema de carga por proa, incluyendo sus sistemas de amarre.

Tiene doble casco, sistema de posicionamiento dinámico.

El buque posee doble fondo en la zona de carga, con un mamparo longitudinal y mamparos transversales formando 12 tanques de carga para petróleo, 2 tanques para lodos y tanques de doble fondo para lastre.

El buque está propulsado por dos motores diesel lentos directamente acoplado a una hélice de paso variable cada uno, a través de líneas de eje separadas. El buque está equipado con 2 hélices de atraque en proa, dispuestas en dos túneles independientes con doble fondo.

En el buque está dispuesto un sistema de carga por proa por medio de una caja de conexión y un sistema de amarre en la cubierta castillo, controlados desde un estación de control en el puente de navegación.

El buque dispone en la cubierta principal de un conducto de distribución de la carga “Manifold”, para las operaciones convencionales de carga y descarga.

La acomodación está diseñada para 30 personas.

Dimensiones principales:

- Eslora máxima total.....265.000 m.
- Eslora entre perpendiculares.....256.500 m.
- Manga de trazado.....42.500 m.
- Puntal de trazado.....22.000 m.

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- Calado de diseño.....15.000 m.
- Calado de escantillonado.....15.500 m.

Capacidades de los distintos tanques (al 100%) :

- Tanques de carga (incluyendo los tanques de residuos).....139,500 m<sup>3</sup>
- Tanques de residuos.....5,100 m<sup>3</sup>
- Capacidad total de agua de lastre .....52,000 m<sup>3</sup>
- Capacidad de Fuel-oil \*.....2,800 m<sup>3</sup>
- Diesel-oil \*.....150 m<sup>3</sup>
- Gas- oil.....3 m<sup>3</sup>
- Agua dulce.....470 m<sup>3</sup>
- Aceite de lubricación.....190 m<sup>3</sup>

\* Incluyendo tanques de servicio diario y/o sedimentación.



## **2. PROTECCIÓN PASIVA CONTRA**

## **INCENDIOS**

## **2. PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS**

### **2.1. REQUERIMIENTOS GENERALES**

La protección pasiva contra el fuego será diseñada para asegurar que las estructuras protegidas y equipamiento tengan una adecuada resistencia durante un incendio, y como tal a reducir las consecuencias del mismo (DNV, NPD, A 6.1.2.1).

En espacios de acomodación, espacios de servicio y estaciones de control, todos los forros, techos y sus suelos han de ser de materiales no combustibles. Estos materiales pueden tener una chapa de madera combustible, con un poder calorífico no excediendo de 45 MJ/m<sup>2</sup> para el espesor usado (DNV, Pt.4, Cp.6, Sec. 15 B903-2).

Excepto en los espacios de carga o compartimentos refrigerados en los espacios de servicio, los materiales aislantes han de ser no combustibles. El aislamiento de las tuberías montadas para el servicio de refrigeración no necesitan ser de materiales no combustibles, pero sus superficies han de tener una resistencia satisfactoria a la propagación de la llama (DNV, Pt.4, Cp.6, Sec.15 B).

Las estructuras diseñadas para soportar cualquier tipo de cargas tendrán una adecuada resistencia al fuego para asegurar que resistirán la carga de diseño durante un incendio. Como criterio de diseño, la temperatura crítica del acero será de 500°C, para el aluminio estará entre 200-250°C, dependiendo del tipo de aleación (DNV, NPD, A 6.2.3.2.).

## **2.2. PROTECCION ESTRUCTURAL DE LOS ESPACIOS DE ACOMODACIÓN**

Los espacios de acomodación serán diseñados y protegidos para asegurar que las funciones designadas a tales espacios puedan ser mantenidas durante un incendio (DNV, NPD, A 6.2.4.1).

Los límites exteriores de superestructuras y casetas para espacios de acomodación, espacios de servicio y estaciones de control, han de ser protegidos contra el calor en las superficies que están de cara a la zona de carga incluidas en la distancia de 3 m a partir del borde del tanque de carga, por aislamiento de Clase A-60 (DNV, Pt.5, Cp.9 Sec.6 B201).

Los límites exteriores requeridos en Pt.4, Cp.6, Sec15 B101, que han de ser de acero u otro material equivalente pueden ser penetrados para la colocación de ventanas y portillos de luz, teniendo en cuenta que no sea requerida la división de Clase-A en estas zonas. Similarmente, en tales límites en los que no se requiere la integridad de Clase A, las puertas pueden ser construidas de materiales convenientes (DNV, Pt.5, Cp.9, Sec.6 B).

Los techos, forros y paneles de revestimientos continuos de Clase B, en asociación con los mamparos y cubiertas relacionados, pueden ser aceptados mientras contribuyan al aislamiento e integridad de una división (DNV, Pt.5, Cp.3, Sec7 B).

Todos los mamparos y cubiertas que separen los espacios de acomodación de todos los espacios de maquinaria, bodegas de carga y cámara de bombas han de ser de Clase A-60 (DNV, Pt.6, Cp.2, Sec2 B).

Todas las cubiertas en los espacios de acomodación (incluyendo pasillos) han de ser de Clase A-60 (DNV, NPD, A 6.2.4.2.).

Los pasillos han de estar divididos por puertas con auto-cierre de Clase B-15, y a una distancia máxima de 20 metros una de otra. Dichas puertas pueden estar equipadas

con retenidas, las cuales dispondrán de un sistema automático que soltará la puerta en caso de alarma de incendio (DNV, Pt.6,Cp.4,Sec.2(F-AMC)).

Las puertas que comunican pasillos con salas de estar, salas de recreo y otros espacios públicos que excedan de 30 m<sup>2</sup> han de tener auto-cierre (DNV, Pt.6,Cp.4,Sec.2(F-AMC)).

Todos los mamparos divisorios, forros y forros de cubiertas en espacios de acomodación, espacios de servicio y estaciones de control han de ser al menos de Clase B-15.

En los buques de carga, si la acomodación se excede en 30 m en eslora o manga, se dispondrá una subdivisión de Clase A-60 preferiblemente situado a medio camino entre los mamparos de dicha eslora o manga (DNV, Pt.6,Cp.4,Sec.2(F-AMC)).

Las estructuras principales que soportan las cubiertas tienen que tener una resistencia al fuego de 60 minutos acorde a una prueba estándar o calculo aprobado.

Las uniones entre la cubierta y el mamparo mas exterior tendrá una resistencia al fuego de 60 minutos (DNV, NPD, A 6.2.4.2.).

Todas las escaleras han de cumplir con los requerimientos de Clase A-60. Si las escaleras conectan solo dos cubiertas, será suficiente que los mamparos de la escalera en una de las cubiertas cumplan con los requerimientos de Clase A-60 (DNV, NPD, A 6.2.4.2.).

Todos los huecos que interconecten cubiertas, incluyendo los huecos del ascensor han de ser contruidos de Clase A-60 (DNV, NPD, A 6.2.4.2.).

La cocina y cuartos de recreo han de ser separados del resto de alojamientos por Clase A-60 (DNV, NPD, A 6.2.4.2.).

Los espacios de trabajo, laboratorios, cuartos para equipos eléctricos con paneles principales de distribución, transformadores, etc, y cuartos para calentadores de agua han de ser separados del resto de alojamientos, individualmente o en secciones, por al menos divisiones de Clase A-0 (DNV, NPD, A 6.2.4.2.).

Los mamparos de los pasillos que se extienden de cubierta a cubierta cumplirán con los requerimientos de Clase B-30. Si el diseño del techo (techo suspendido) es continuo entre divisiones de Clase A y cumple los requerimientos de Clase B-15, los mamparos en los pasillos pueden ser terminados en el techo (DNV, NPD, A 6.2.4.2.).

Todos los mamparos y puertas que no requieran Clase A cumplirán con los requerimientos de Clase B-15 (DNV, NPD, A 6.2.4.2.).

Los techos suspendidos cumplirán los requerimientos de Clase B-0.

No se dispondrán ventanas en mamparos que separen el área de proceso de los alojamientos (DNV, NPD, A 6.2.4.2.).

Las ventanas y portillos que den a la zona de carga y los situados en los costados de las superestructuras y casetas que queden a una distancia de menos del 4% de la eslora del buque serán del tipo fijo (que no pueden abrirse). Tales ventanas y portillos, excepto las ventanas del puente, serán construidos de Clase A-60 (SOLAS II-2, Pt. D, Regla 56, 8.3).

Se instalarán barreras contra corrientes de aire por encima de los techos suspendidos, los cuales cumplirán con los requerimientos de Clase B-0. La distancia entre estas barreras no excederán los 14 metros (DNV, NPD, A 6.2.4.2.).

Los espacios que excedan de 30 m<sup>2</sup> han de estar provistos con al menos dos rutas de escape independientes (DNV, Pt.6,Cp.4,Sec.2(F-AMC)).

### **2.3. PROTECCIÓN ESTRUCTURAL EN ESPACIOS DE MAQUINAS.**

Los mamparos entre la cámara de bombas de petróleo (incluyendo sus troncos) y los espacios de máquinas de categoría "A" han de ser de Clase A , y no han de tener penetraciones las cuales sean menos que Clase A o equivalente, para los prensaestopas de los ejes de las bombas de carga y penetraciones similares con prensaestopas. No serán instaladas ventanas en mamparos y cubiertas entre espacios de maquinaria y cámara de bombas de carga (DNV Pt.5 Cp.9, Sec. 6 B.).

Las lumbreras de la cámara de bombas de carga han de ser de acero y podrán ser cerradas desde fuera de dicha cámara (DNV Pt.5 Cp.9, Sec. 6 B.).

Los espacios de maquinaria de categoría "A" han de tener un trono de acceso y escape de emergencia. El tronco ha de tener una protección continua contra incendios desde el piso más bajo a la cubierta continua más alta. Debe ser aislado con Clase A-60 dentro de los espacios de maquinaria y ha de estar provisto con una puerta auto-cierre de acero en cada nivel. El tronco ha de tener un pasillo de no menos de 80 cm. de ancho en su diámetro en todos los puntos. Dicho tronco dispondrá de una puerta estanca en el mamparo de la cámara de máquinas (DNV, Pt.6,Cp.4,Sec.3 (F-AMC)).

La Cámara de Aire Acondicionado irá aislada de los espacios adyacentes con mamparos de Clase A-60 (DNV, NPD, A 6.2.4.2.).

La Cámara del Incinerador, si se instala fuera de la cámara de máquinas, será separada de espacios de acomodación, tanques de combustible, etc., por mamparos de Clase A-60 y de otros espacios de máquinas por mamparos de Clase A-0 (DNV Pt.4 Cp., Sec. 3 C.).

Las superficies calientes serán aisladas con materiales incombustibles y protegidas con chapa de acero (DNV, Pt.6,Cp.4,Sec.3(F-AMC)).

## **2.4. CLASIFICACION DE LAS DIVISIONES ESTRUCTURALES**

**Divisiones de clase “A”:** son las formadas por mamparos y cubiertas que reúnan las condiciones siguientes:

- a) Ser de acero o de otro material equivalente.
- b) Estar convenientemente reforzadas.
- c) Estar construidas de manera que impidan el paso del humo y de las llamas hasta el final del ensayo estándar de exposición al fuego de una hora.
- d) Estar aisladas con materiales incombustibles aprobados, alcanzando así la categoría corta-fuegos, de manera que la temperatura media de la cara no expuesta no suba más de 139°C por encima de la temperatura inicial, y que la temperatura no suba en ningún punto, incluidas las uniones, más de 180°C por encima de la temperatura inicial, en los plazos indicados a continuación :
  - Clase “A-60” 60 min.
  - Clase “A-30” 30 min.
  - Clase “A-15” 15 min.
  - Clase “A-0” 0 min.

Se entiende por material equivalente que por si debido al aislamiento de que vaya provisto, posea propiedades estructurales y de integridad equivalentes a las del acero al terminar la exposición al fuego durante el ensayo estándar.

Como puede observarse esta división tiene como principal característica el valorar el grado de resistencia.

**Divisiones de Clase “B”:** son las formadas por mamparos, cubiertas, cielos rasos y revestimientos que reúnan las condiciones siguientes:

- a) Estar construidas de manera que impidan el paso de las llamas hasta el final de la primera media hora del ensayo estándar de exposición al fuego.

- b) Tener un valor de aislamiento tal que la temperatura media de la cara no expuesta no suba mas de 139 °C por encima de la temperatura inicial, y que la temperatura no suba en ningún punto, incluidas las uniones, mas de 225°C por encima de la temperatura inicial, en los plazos indicados a continuación:
- Clase “B-15” 15 min.
  - Clase “B-0” 0 min.
- c) Ser de materiales incombustibles aprobados, además de que todos los materiales que se empleen en su construcción y montaje habrán de ser incombustibles.

Las divisiones de Clase B tienen como principal característica la de valorar el efecto retardante del material.

**Divisiones de Clase “C”:** son las constituidas con materiales incombustibles aprobados. No es necesario que se ajusten prescripciones relativas al paso del humo y de las llamas ni a las limitaciones relativas a la elevación de la temperatura.

Esta división solo contempla su aporte al fuego o reacción.



## **2.5. COMPARTIMENTACION**

Para determinar que tipos de mamparos y cubiertas hemos de disponer en nuestro buque nos basaremos en las reglas del DNV Pt. 5, Cp. 9, Sec. 6 Protección Contra Incendios y Extinción; NMD (Dirección Marítima Noruega), Cp. 4, Medidas de Seguridad Contra Incendios.

Según estas reglas todos los mamparos y cubiertas han de tener como integridad mínima al fuego la indicada en las tablas 1 y 2.

En la aplicación de las tablas se observaran las siguientes prescripciones:

- Las tablas 1 y 2 se aplicarán respectivamente a los mamparos y cubiertas que separen espacios adyacentes.
- Para determinar las normas adecuadas de integridad al fuego que deben regir para las divisiones de espacios adyacentes, estos espacios se clasifican según su riesgo de incendio en las categorías que, enumeradas de la (1) a la (10), se indican a continuación. El título de cada categoría está destinado a ser más representativo que restrictivo. El número que, consignado entre paréntesis, precede a cada categoría, es el de la columna o de la línea aplicables de las tablas.

### (1) Puestos de Control.

- Espacios que contienen fuentes de potencia e iluminación de emergencia.
- Espacios que contienen equipo de navegación.
- Espacios que contienen el equipo de radio del buque.
- Cámaras de equipo extintor de incendios, cámaras de control de dicho equipo y puestos de equipo detector de incendios.
- Cámara de control de máquinas y producción de petróleo.
- Espacios que contienen el equipo centralizado de alarma contra incendios y gas.

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- Cámara del equipo de navegación (Radio transmisor).
  - Cámara de baterías.
- (2) Pasillos.
- Pasillos y vestíbulos.
- (3) Espacios de Acomodación.
- Espacios destinados a usos públicos, aseos, cabinas, oficinas, hospitales, cines, salas recreativas, barberías, despensas sin aparatos de cocina y espacios similares (DNV, Pt.6, Cp.6, Sec.1 C302), excluyendo los pasillos.
- (4) Escaleras.
- Escaleras interiores, ascensores y escaleras mecánicas (no ubicados totalmente en los espacios de máquinas) y los troncos correspondientes.
  - A este respecto, una escalera que esté encerrada en un nivel se considerará parte del entrepuente del que no está separada por una puerta contra incendios.
- (5) Espacios de Servicio (riesgo limitado).
- Casetas y almacenes no destinados para el almacenamiento de líquidos inflamables y con superficies inferiores a 4 m<sup>2</sup> , cámaras de secadoras y lavanderías.
  - Las cámaras de provisiones han de ser tratadas como almacenes.
  - Cámaras refrigeradas de provisiones si están aisladas térmicamente con materiales no combustibles.
- (6) Espacios de Maquinaria de categoría “A”.
- Espacios y troncos de acceso correspondientes, que contienen:
    1. motores de combustión interna utilizados para la propulsión principal; o
    2. motores de combustión interna utilizados para fines que no sean la propulsión principal, si tienen una potencia conjunta no inferior a

375 Kw; o bien

3. cualquier caldera alimentada con fuel-oil o cualquier instalación de combustible líquido (DNV Pt.4, Cp.6, Sec.1 C311)

(7) Otros Espacios de Máquinas.

- Espacios que contienen maquinaria propulsora , calderas, instalaciones de combustible líquido, máquinas de vapor y de combustión interna, generadores y maquinaria eléctrica principal, estaciones de toma de combustible, maquinaria de refrigeración, estabilización, ventilación y climatización, y espacios semejantes, así como los troncos de acceso a todos ellos, excepto los espacios de maquinaria de categoría “A”(DNV Pt.4, Cp.6, Sec.1 C312).

(8) Zonas peligrosas.

- Son todas las zonas donde, debido a la posible presencia de atmósferas inflamables que surgen de la producción y almacenamiento del petróleo, el uso de maquinaria o equipo eléctrico sin la apropiada consideración puede producir un incendio o explosión.

(9) Espacios de Servicio (riesgo elevado).

- Cocinas, despensas (conteniendo aparatos de cocina), paños de pintura y de luces, casetas y almacenes con áreas de 4 m<sup>2</sup> o más, espacios para el almacenamiento de líquidos inflamables y talleres que no forman parte de los espacios de máquinas.
- Las cámaras de provisiones han de ser consideradas como almacenes.
- Cámaras refrigeradas (si están térmicamente aisladas con materiales combustibles).

(10) Cubiertas expuestas.

- Espacios de cubierta expuesta y zonas protegidas del paseo de cubierta en que no haya riesgo de incendio .
- Espacios descubiertos (los que quedan fuera de las superestructuras y casetas).

Tabla 1: Integridad al fuego de mamparos que separan espacios adyacentes:

Espacios	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Puestos de Control (1)	A-0	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60 b/	A-60	+
Pasillos (2)		C	B-15	B-15	B-15	A-60	A-0	A-60	A-0	+
Espacios de Acomodación (3)			B-15	B-15	B-15	A-60	A-0	A-60	A-30	+
Escaleras (4)				B-15	B-15	A-60	A-0	A-60	A-0	+
Espacios de Servicio (riesgo limitado) (5)					C	A-60	A-0	A-60	A-0	+
Espacios de Maquinaria de Categoría "A" (6)						+	A-0	A-60	A-60	+
Otros Espacios de Máquinas (7)							A-0 a/	A-0 b/	A-0	+
Zonas Peligrosas (8)								-	A-60	-
Espacios de Servicio (riesgo elevado) (9)									A-30 a/	+
Cubiertas Expuestas (10)										-

Tabla 2: Integridad al fuego de cubiertas que separan espacios adyacentes:

Espacio Superior →										
Espacio Inferior ↓	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Puestos de Control (1)	A-0	A-0	A-60	A-0	A-15	A-60	A-60	A-60 b/	A-60	+
Pasillos (2)	A-60	+	+	A-0	+	A-60	A-0	A-0 b/	A-0	+
Espacios de Acomodación (3)	A-60	A-0	+	A-0	+	A-60	A-0	A-0 b/	A-0	+
Escaleras (4)	A-60	A-0	A-0	+	A-0	A-60	A-0	A-0 b/	A-0	+
Espacios de Servicio (riesgo limitado) (5)	A-60	A-0	A-0	A-0	+	A-60	A-0	A-0	A-0	+
Espacios de Maquinaria de Categoría "A" (6)	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	+	A-60	A-60	A-60	+
Otros Espacios de Máquinas (7)	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	+	A-0 b/	A-0	+
Zonas Peligrosas (8)	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	-	A-0 c/	-
Espacios de Servicio (riesgo elevado) (9)	A-60	A-0	A-60	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0 b/	A-30 b/	+
Cubiertas Expuestas (10)	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-

a ) Para los espacios de la misma categoría numérica solo se exigirán mamparos o cubiertas del tipo indicado en las tablas cuando los espacios adyacentes estén destinados a fines distintos.

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

b ) Dependiendo de la clasificación de la zona de acuerdo con IEC (Comisión Electrotécnica Internacional – Publicación 79-10 (1972), la Dirección Marítima Noruega puede estipular requerimientos más estrictos en relación a la integridad al fuego y separación estructural de espacios/ áreas adyacentes después de un análisis de riesgo más detallado.

+ Denota que la división requerida ha de ser de acero o material equivalente, pero no de Clase “A”.

- ) Denota no requerimientos.

Nota:

A la hora de determinar que tipo de protección debe aplicarse en cada caso según las tablas, tenemos que tener en cuenta también las reglas específicas para cada zona del buque (acomodación, espacios de máquinas)

## **2.6. DIVISIÓN ESTRUCTURAL ENTRE MAMPAROS Y CUBIERTAS**

A continuación aplicamos los criterios de compartimentación anteriormente mencionados para realizar la división estructural de los espacios del buque según el nivel de protección que le corresponda en cada caso.

### **2.6.1. Espacios de acomodación**

#### **2.6.1.1. Cubierta Principal (ver plano 2.1.) :**

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Cámara Refrigerada	(5)	27-36 Br.	Cubierta Exterior	(10)	A-60	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Aseo	(3)	B-15			
			Cámara Manejo Provisiones	(5)	C			
			Tronco Canalización	(7)	A-60			
Cámara Manejo Provisiones	(5)	27-34 Br.	Cámara Refrigerada	(5)	C	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60
			Tronco Canalización	(7)	A-60			
			Aseo	(3)	B-15			
			Ascensor	(4)	A-60			
			Pañol Provisiones	(9)	A-0			
			Pañol Limpieza	(9)	A-0			
			Cubierta Exterior	(10)	A-60			
Aseo	(3)	34-36 Br.	Pasillo	(2)	B-30	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60
			Ascensor	(4)	A-60			
			Cámara Manejo Provisiones	(5)	B-15			
			Cámara Refrigerada	(5)	B-15			
Pañol Limpieza	(9)	27-29 Br./Er.	Cámara Manejo Provisiones	(5)	A-0	Cámara Propulsión Motor Br./Er.	(6)	A-60
			Cubierta Exterior	(10)	A-60			
			Pañol Provisiones	(9)	A-30			

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Pañol Cubierta	(9)	A-30	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Pañol Provisiones	(9)	29-33 Br./Er.	Cámara Manejo Provisiones	(5)	A-0	Cámara Propulsión Motor Br./Er.	(6)	A-60	
			Ascensor	(4)	A-60				
			Pañol Limpieza	(9)	A-30				
			Pañol Cubierta	(9)	A-30				
			Vestuario Masculino	(3)	A-30				
			Escalera	(4)	A-60				
Ascensor	(4)	33-35 Br./Er.	Pasillo	(2)	A-60	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	Acero	
			Aseo	(3)	A-60				
			Cámara Manejo Provisiones	(5)	A-60				
			Pañol Provisiones	(9)	A-60				
			Escalera	(4)	A-60				
Escalera	(4)	33-36 Er.	Pasillo	(2)	A-60	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60	
			Ascensor	(4)	A-60				
			Pañol Provisiones	(9)	A-60				
			Vestuario Masculino	(3)	A-60				
Vestuario Masculino	(3)	30-36 Er.	Pasillo	(2)	B-30	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60	
			Escalera	(4)	A-60				
			Pañol Provisiones	(9)	A-30				
			Pañol Cubierta	(9)	A-30				
			Aseo	(3)	B-15				
Pañol Cubierta	(9)	27-30 Er.	Pañol Provisiones	(9)	A-30	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60	
			Pañol Limpieza	(9)	A-30				
			Vestuario Masculino	(3)	A-30				
			Cubierta Exterior	(10)	A-60				
			Cámara Aire Acond.	(7)	A-60				



Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Aseo	(3)	34-36 Er.	Pasillo	(2)	B-30	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60
			Escalera	(4)	B-15			
			Vestuario Masculino	(3)	B-15			
			Cámara Aire Acond.	(7)	A-60			
Escalera	(4)	30-35 Er.	Vestuario Masculino	(3)	B-15	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60
			Aseo	(3)	B-15			
			Cámara Aire Acond.	(7)	A-60			
Cámara Aire Acond.	(7)	27-36 Er.	Aseo	(3)	A-60	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60
			Escalera	(4)	A-60			
			Pañol Cubierta	(9)	A-60			
			Cubierta Exterior	(10)	A-60			
			Pasillo	(2)	A-60			
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-60			
Tronco Aire A./Ventilación	(7)	27-32 Er.	Cubierta Exterior	(10)	Acero	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60
			Cámara Aire Acond.	(7)	A-60			
Gimnasio	(3)	27-32 Br.	Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Cámara Espuma C.I.	(1)	A-60			
Cámara Espuma C.I.	(1)	37-43 Br.	Cámara Bombas de Carga	(8)	A-60	Cámara Propulsión Motor Br./Er.	(6)	A-60
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
			Gimnasio	(3)	A-60			
			Pasillo	(2)	A-60			
			Lavandería	(5)	A-60			
			Tronco Canalización	(7)	A-60			

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Tronco Canalización	(7)	37-38 Er.	Cámara Espuma C.I.	(1)	A-60	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60
			Lavandería	(5)	A-60			
			Pasillo	(2)	A-60			
Lavandería	(5)	37-43 Er.	Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60
			Cámara Espuma C.I.	(1)	A-60			
			Pasillo	(2)	B-30			
			Vestuario Femenino	(3)	B-15			
Tronco Canalización	(7)	32-33 Br.	Cámara Refrigerada	(5)	A-60	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60
			Cámara Manejo Provisiones	(5)	A-60			
Cámara Bombas de Carga	(8)	43-44 Br./Er.	Gimnasio	(3)	A-60	Cámara Bombas de Carga	(8)	-
			Cámara Espuma C.I.	(1)	A-60			
			Lavandería	(5)	A-60			
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	-			
Vestuario Femenino	(3)	37-43 Er.	Lavandería	(5)	B-15	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
			Pasillo	(2)	B-30			

**2.6.1.2. Cubierta “A” (ver plano 2.2.) :**

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Cámara de Recreo 1	(3)	27-31 Br.	Cubierta Exterior	(10)	A-60	Cámara Refrigerada	(5)	A-60
			Cámara de Recreo 2	(3)	A-60			
			Cocina	(9)	A-60			
			Pasillo	(2)	A-60			
Cámara de Recreo 2	(3)	31-36 Br.	Pasillo	(2)	A-60	Cámara Refrigerada	(5)	A-60
			Cubierta Exterior	(10)	A-60			
			Cámara de Recreo 2	(3)	A-60			
			Aseo	(3)	A-60			
Aseo	(3)	34-36 Br.	Cámara de Recreo 2	(3)	A-60	Cámara Refrigerada	(5)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
Cocina	(9)	27-35 L.C.	Cámara de Recreo 1	(3)	A-60	Cámara Manejo Provisiones	(5)	A-60
			Tronco Canalización	(7)	A-60			
			Fichero	(7)	A-60	Aseo	(3)	A-60
			Escalera Pañol Provisiones	(4)	A-60	Pañol Provisiones	(9)	A-60
			Ascensor	(4)	A-60	Pañol Limpieza	(9)	A-60
			Dispensa	(9)	A-60	Pañol Cubierta	(9)	A-60
			Comedor	(3)	A-60	Vestuario Masculino	(3)	A-60
Fichero	(7)	33-35 Br.	Pasillo	(2)	B-30	Cámara Manejo Provisiones	(5)	A-60
			Tronco Canalización	(5)	A-60			
			Cocina	(9)	A-60			
Ascensor	(4)	33-35 Br.	Pasillo	(2)	A-60	Ascensor	(6)	-
			Cocina	(9)	A-60			
			Escalera Pañol Provisiones	(4)	A-60			
			Escalera	(4)	A-60			

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Tronco Canalización	(7)	32-35 Br.	Pasillo	(2)	A-60	Tronco Canalización	(7)	-
			Fichero	(7)	A-60			
			Cocina	(9)	A-60			
Escalera	(4)	33-36 Er.	Pasillo	(2)	A-60	Escalera	(4)	-
			Escalera Pañol Provisiones	(4)	A-60			
			Ascensor	(4)	A-60			
			Comedor	(3)	A-60			
			Dispensa	(9)	A-60			
Dispensa	(9)	30-33 Er.	Escalera Pañol Provisiones	(4)	A-0	Vestuario Masculino	(3)	A-60
			Escalera	(4)	A-60			
			Cocina	(9)	A-60			
			Comedor	(3)	A-30			
Escalera Pañol Provisiones	(4)	32-33 Br./Er.	Cocina	(9)	A-60	Escalera	(4)	A-60
			Escalera	(4)	A-60			
			Dispensa	(9)	A-0	Vestuario Masculino	(3)	A-60
			Ascensor	(4)	A-60			
Comedor	(3)	27-36 Er.	Cocina	(9)	A-60	Pañol Cubierta	(9)	A-60
			Dispensa	(9)	A-30	Vestuario Masculino	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30	Escalera	(4)	A-60
			Cafetería	(3)	B-15	Cámara Aire Acond.	(7)	A-60
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-60			
Cafetería	(3)	31-36 Er.	Comedor	(3)	B-15	Cámara Aire Acond.	(7)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Cubierta Exterior	(10)	A-60			
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-60			
Tronco Aire A./Ventilación	(7)	27-32 Er.	Comedor	(3)	A-60	Tronco Aire A./Ventilación	(7)	-
			Cafetería	(3)	A-60			
			Cubierta Exterior	(10)	Acero			
Oficina (Común)	(3)	27-32 Br.	Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Gimnasio	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Biblioteca	(3)	B-15			

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Biblioteca	(3)	37-43 Br.	Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Gimnasio	(3)	A-60
			Oficina (Común)	(3)	B-15			
			Pasillo	(2)	B-30			
			Cuarto de Taquillas	(3)	B-15			
Cuarto de Taquillas	(3)	37-40 Br.	Biblioteca	(3)	B-15	Gimnasio	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Oficina Jefe Máquinas	(3)	B-15			
Oficina Jefe Máquinas	(3)	37-43 Br.	Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Cámara Espuma C.I.	(1)	A-60
			Cuarto de Taquillas	(3)	B-15			
			Oficina de Reunión	(3)	B-15			
			Pasillo	(2)	B-30			
Oficina de Reunión	(3)	37-43 Br.	Oficina Jefe Máquinas	(3)	B-15	Cámara Espuma C.I.	(1)	A-60
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
			Pasillo	(2)	B-30			
			Oficina Capitán	(3)	B-15			
Oficina Capitán	(3)	37-43 Er.	Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Cámara Espuma C.I.	(1)	A-60
			Oficina de Reunión	(3)	B-15			
			Pasillo	(2)	B-30			
			Oficina Capitán	(3)	B-15			

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Oficina Oficial Jefe	(3)	37-43 Er.	Oficina Capitán	(3)	B-15	Cámara Espuma C.I.	(1)	A-60
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
			Pasillo	(2)	B-30			
			Tronco Canalización	(7)	A-60			
			Aseo	(3)	B-15			
			Cámara Control Carga	(1)	A-60			
Tronco Canalización	(7)	37-38 Er.	Oficina Oficial Jefe	(3)	A-60	Tronco Canalización	(5)	-
			Pasillo	(2)	A-60			
			Aseo	(3)	A-60			
Aseo	(3)	37-39 Er.	Oficina Oficial Jefe	(3)	B-15	Lavandería	(9)	A-60
			Cámara Control Carga	(1)	A-60	Cámara Espuma C.I.	(9)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
Cámara Control Carga	(1)	37-43 Er.	Oficina Oficial Jefe	(3)	A-60	Lavandería	(9)	A-60
			Aseo	(3)	A-60			
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Vestuario Mujeres	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	A-60			

**2.6.1.3. Cubierta “B” (ver plano 2.3.) :**

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Camarote 1	(3)	27-32 Er.	Cubierta	(10)	A-60	Cámara de Recreo 1	(3)	A-60
			Camarote 2	(3)	B-15			
			Aseo	(3)	B-15			
			Pasillo	(2)	B-30			
			Taquilla	(5)	B-15			
Camarote 2	(3)	31-36 Er.	Cubierta	(10)	A-60	Cámara de Recreo 2	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Camarote 1	(3)	B-15			
			Aseo	(3)	B-15			
Taquilla	(5)	27-29 Br.	Pasillo	(2)	B-30	Cámara de Recreo 1	(3)	A-60
			Cubierta	(10)	A-60			
			Camarote 1	(3)	B-15			
			Camarote 3	(3)	B-15			
Camarote 3	(3)	27-33 Br.	Pasillo	(2)	B-30	Cocina	(9)	A-60
			Taquilla	(5)	B-15			
			Pañol de limpieza	(9)	A-30			
			Aseo	(3)	B-15			
			Ascensor	(4)	A-60			
			Sauna	(3)	B-15			
			Camarote 4	(3)	B-15			
Ascensor	(4)	33-35 Br.	Pasillo	(2)	A-60	Ascensor	(6)	-
			Pañol de limpieza	(9)	A-60			
			Camarote 3	(3)	A-60			
			Escalera	(4)	A-60			
			Sauna	(3)	A-60			
Camarote 4	(3)	27-31 Br./Er.	Aseo	(3)	B-15	Cocina	(9)	A-60
			Camarote 3	(3)	B-15			
			Sauna	(3)	B-15	Despensa	(9)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Cubierta	(10)	A-60	Comedor	(3)	A-60
Pañol de limpieza	(9)	33-36 Br.	Pasillo	(2)	B-30	Cocina	(9)	A-60
			Ascensor	(4)	A-60			
			Camarote 3	(3)	A-30	Taquilla	(5)	A-60

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Sauna	(3)	31-33 Br./Er.	Camarote 3	(3)	B-15	Despensa	(9)	A-60
			Ascensor	(4)	A-60			
			Escalera	(4)	A-60			
			Cuarto de limpieza	(9)	A-30	Comedor	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Camarote 4	(3)	B-15			
Escalera	(4)	33-36 Er.	Pasillo	(2)	A-60	Escalera	(4)	-
			Ascensor	(4)	A-60			
			Sauna	(3)	A-60			
			Cuarto de limpieza	(9)	A-60			
Cuarto de limpieza	(9)	33-36 Er.	Escalera	(4)	A-60	Comedor	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Sauna	(3)	A-30			
Taquilla	(5)	27-29 Er.	Aseo	(3)	B-15	Comedor	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Camarote 5	(3)	B-15			
			Cubierta	(10)	A-60			
Camarote 5	(3)	27-32 Er.	Taquilla	(5)	B-15	Comedor	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Camarote 6	(3)	B-15			
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-60			
			Cubierta	(10)	A-60			
			Aseo	(3)	B-15			
Camarote 6	(3)	31-36 Er.	Pasillo	(2)	B-30	Cafetería	(3)	A-60
			Cubierta	(10)	A-60			
			Aseo	(3)	B-15			
			Camarote 5	(3)	B-15	Comedor	(3)	A-60
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-60			
Tronco Aire A./Ventilación	(7)	27-32 Er.	Camarote 5	(3)	A-60	Tronco Aire A./Ventilación	(7)	-
			Camarote 6	(3)	A-60			
			Cubierta	(10)	Acero			
Camarote 7	(3)	37-43 Er.	Pasillo	(2)	B-30	Cámara Control Carga	(1)	A-60
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
			Camarote 8	(3)	B-15			
			Aseo	(3)	B-15			



Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Camarote 8	(3)	37-43 Er.	Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Cámara Control Carga	(1)	A-60
			Camarote 9	(3)	B-15			
			Camarote 7	(3)	B-15	Oficina Oficial Jefe	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Aseo	(3)	B-15			
Tronco Canalización	(7)	A-60						
Tronco Canalización	(7)	37-38 Er.	Pasillo	(2)	A-60	Tronco Canalización	(7)	-
			Camarote 8	(3)	A-60			
			Aseo	(3)	A-60			
Camarote 9	(3)	37-43 Er.	Camarote 10	(3)	B-15	Oficina Capitán	(3)	A-60
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
			Pasillo	(2)	B-30	Oficina Oficial Jefe	(3)	A-60
			Camarote 8	(3)	B-15			
			Aseo	(3)	B-15			
Camarote 10	(3)	37-43 Br.	Camarote 11	(3)	B-15	Oficina de Reunión	(3)	A-60
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
			Pasillo	(2)	B-30	Oficina Jefe Máquinas	(3)	A-60
			Camarote 9	(3)	B-15			
			Aseo	(3)	B-15			
Camarote 11	(3)	37-43 Br.	Camarote 12	(3)	B-15	Biblioteca	(3)	A-60
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
			Pasillo	(2)	B-30	Oficina Jefe Máquinas	(3)	A-60
			Camarote 10	(3)	B-15			
			Aseo	(3)	B-15			
Camarote 12	(3)	37-43 Br.	Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Oficina (Común)	(3)	A-60
			Camarote 11	(3)	B-15			
			Pasillo	(2)	B-30	Biblioteca	(3)	A-60
			Aseo	(3)	B-15			

**2.6.1.4. Cubierta “C” (ver plano 2.4.) :**

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta			
Camarote 13	(3)	27-32 Br.	Cubierta	(10)	A-60	Camarote 1	(3)	A-60			
			Camarote 14	(3)	B-15						
			Pasillo	(2)	B-30						
			Aseo	(3)	B-15						
Camarote 14	(3)	31-35 Br.	Cubierta	(10)	A-60	Camarote 2	(3)	A-60			
			Camarote 13	(3)	B-15						
			Pasillo	(2)	B-30						
			Aseo	(3)	B-15						
Enfermería	(3)	27-32 Br.	Pasillo	(2)	B-30	Camarote 3	(3)	A-60			
			Hospital	(3)	B-15						
			Cubierta	(10)	A-60						
Hospital	(3)	27-33 Br.	Enfermería	(3)	B-15	Camarote 3	(3)	A-60			
			Cuarto de Limpieza	(9)	A-30						
			Ascensor	(6)	A-60	Camarote 4	(3)	A-60			
			Lavandería de Oficiales	(9)	A-30				Sauna	(3)	A-60
			Aseo	(3)	B-15						
Cuarto de Limpieza	(9)	33-36 Br.	Pasillo	(2)	B-30	Pañol de limpieza	(9)	A-60			
			Hospital	(3)	A-30						
			Ascensor	(4)	A-60						
Ascensor	(4)	33-35 Er.	Cuarto de Limpieza	(9)	A-60	Ascensor	(4)	-			
			Pasillo	(2)	A-60						
			Escalera	(4)	A-60						
			Hospital	(3)	A-60						
Lavandería de Oficiales	(9)	27-33 Er.	Aseo	(3)	A-30	Camarote 4	(3)	A-60			
			Escalera	(4)	A-60						
			Hospital	(3)	A-30						
			Lavandería de Tripulación	(9)	A-30	Sauna	(3)	A-60			
			Cubierta	(10)	A-60						
Escalera	(4)	27-33 Er.	Pasillo	(2)	A-60	Escalera	(2)	-			
			Ascensor	(4)	A-60						
			Lavandería de Oficiales	(9)	A-60						
			Vestuario	(5)	A-60						
Vestuario	(5)	27-33 Er.	Escalera	(4)	A-60	Cuarto de Limpieza	(9)	A-60			
			Pasillo	(2)	B-30						
			Lavandería de Tripulación	(9)	A-0						

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Lavandería de Tripulación	(9)	27-33 Er.	Lavandería de Oficiales	(9)	A-30	Sauna	(3)	A-60
			Cubierta	(10)	A-60			
			Escalera	(4)	A-60	Camarote 4	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Vestuario	(5)	A-0			
Camarote 15	(3)	27-32 Er.	Pasillo	(2)	B-30	Camarote 5	(3)	A-60
			Camarote 16	(3)	B-15			
			Cubierta	(10)	A-60			
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-60			
			Aseo	(3)	B-15			
Camarote 16	(3)	31-36 Er.	Pasillo	(2)	B-30	Camarote 6	(3)	A-60
			Camarote 15	(3)	B-15			
			Cubierta	(10)	A-60			
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-60			
			Aseo	(3)	B-15			
Camarote 17	(3)	37-43 Er.	Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Camarote 7	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Camarote 18	(3)	B-15			
			Aseo	(3)	B-15			
Camarote 18	(3)	37-43 Er.	Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Camarote 8	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Camarote 17	(3)	B-15			
			Camarote 19	(3)	B-15			
			Aseo	(3)	B-15			
			Tronco Canalización	(7)	A-60			
Tronco Canalización	(7)	37-38 Er.	Pasillo	(2)	A-60	Tronco Canalización	(7)	-
			Aseo	(3)	A-60			
			Camarote 18	(3)	A-60			
Camarote 19	(3)	37-43 Er.	Camarote 18	(3)	B-15	Camarote 9	(3)	A-60
			Camarote 20	(3)	B-15			
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
			Pasillo	(2)	B-30			
			Aseo	(3)	B-15			

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Camarote 20	(3)	37-43 Er.	Camarote 19	(3)	B-15	Camarote 9	(3)	A-60
			Camarote 21	(3)	B-15			
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
			Pasillo	(2)	B-30			
			Aseo	(3)	B-15			
Camarote 21	(3)	37-43 Er.	Camarote 20	(3)	B-15	Camarote 10	(3)	A-60
			Camarote 22	(3)	B-15			
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
			Pasillo	(2)	B-30			
			Aseo	(3)	B-15			
Camarote 22	(3)	37-43 Er.	Camarote 21	(3)	B-15	Camarote 11	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	B-15			
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
			Aseo	(3)	B-15			

**2.6.1.5. Cubierta “D” (ver plano 2.5.) :**

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Camarote 1° Oficial 1.	(3)	27-32 Br.	Cubierta	(10)	A-60	Camarote 13	(3)	A-60
			Camarote 1° Oficial 2.	(3)	B-15			
			Pasillo	(2)	B-30			
			Taquilla	(5)	B-15			
			Aseo	(3)	B-15			
Camarote 1° Oficial 2.	(3)	31-36 Br.	Camarote 1° Oficial 1.	(3)	B-15	Camarote 14	(3)	A-60
			Cubierta	(10)	A-60			
			Pasillo	(2)	B-30			
			Aseo	(3)	B-15			
Taquilla	(5)	27-29 Br.	Camarote 1° Oficial 1.	(3)	B-15	Pasillo	(2)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Cubierta	(10)	A-60			
			Camarote 2° Oficial 1.	(3)	B-15			

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Camarote 2° Oficial 1.	(3)	27-33 Br.	Taquilla	(5)	B-15	Enfermería	(3)	A-60
			Cubierta	(10)	A-60			
			Camarote 2° Oficial 2.	(3)	B-15			
			Pasillo	(2)	B-30			
			Cuarto de Limpieza	(9)	A-30	Hospital	(3)	A-60
			Ascensor	(4)	A-60			
			Aseo	(3)	B-15			
Cuarto de Limpieza	(9)	33-36 Br.	Pasillo	(2)	B-30	Cuarto de Limpieza	(9)	A-60
			Camarote 2° Oficial 1.	(3)	A-30			
			Ascensor	(4)	A-60			
Ascensor	(4)	33-35 Br.	C. Limpieza	(9)	A-60	Ascensor	(4)	-
			Pasillo	(2)	A-60			
			Camarote 2° Oficial 1.	(3)	A-60			
			Camarote 2° Oficial 2.	(3)	A-60			
			Escalera	(4)	A-60			
Camarote 2° Oficial 2.	(3)	27-33 Er.	Camarote 2° Oficial 1.	(3)	B-15	Hospital	(3)	A-60
			Cubierta	(10)	A-60			
			Ascensor	(4)	A-60			
			Escalera	(4)	A-60	Lavandería de Oficiales	(9)	A-60
			Pañol	(5)	B-15			
			Pasillo	(2)	B-30			
			Aseo	(3)	B-15			
Pañol	(5)	27-32 Er.	Pasillo	(2)	B-30	Lavandería de Tripulación	(9)	A-60
			Camarote 2° Oficial 2.	(3)	B-15			
			Cubierta	(10)	A-60			
			Taquilla	(5)	C			
Escalera	(4)	33-36 Er.	Pasillo	(2)	A-60	Escalera	(4)	-
			Camarote 2° Oficial 2.	(3)	A-60			
			Ascensor	(4)	A-60			
			Cuarto de la Ropa	(5)	A-60			
Camarote 1° Oficial 3.	(3)	27-32 Er.	Taquilla	(5)	B-15	Camarote 15	(3)	A-60
			Camarote 1° Oficial 4.	(3)	B-15			
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-60			
			Cubierta	(10)	A-60			
			Aseo	(3)	B-15			

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Taquilla	(5)	27-29 Er.	Cubierta	(10)	A-60	Pasillo	(2)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Pañol	(5)	C			
			Camarote 1º Oficial 3.	(3)	B-15			
Cuarto de la Ropa	(5)	33-36 Er.	Pasillo	(2)	B-15	Cuarto de la Ropa	(5)	A-60
			Escalera	(4)	A-60			
Camarote 1º Oficial 4.	(3)	31-36 Er.	Camarote 1º Oficial 3.	(3)	B-15	Camarote 16	(3)	A-60
			Pasillo	(2)	B-30			
			Cubierta	(10)	A-60			
			Aseo	(3)	B-15			
Camarote del Capitán	(3)	37-43 Er.	Pasillo	(2)	B-30	Camarote 17	(3)	A-60
			Tronco Canalización	(7)	A-60			
			Aseo	(3)	B-15			
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Camarote 18	(3)	A-60
			Camarote del Oficial Jefe	(3)	B-15			
Camarote del Oficial Jefe	(3)	37-43 Er.	Camarote del Capitán	(3)	B-15	Camarote 19	(3)	A-60
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
			Pasillo	(2)	B-30	Camarote 20	(3)	A-60
			Aseo	(3)	B-15			
			Camarote del Jefe de Máquinas	(3)	B-15			
Tronco Canalización	(7)	37-38 Er.	Camarote del Capitán	(3)	A-60	Tronco Canalización	(7)	-
			Pasillo	(2)	A-60			
			Aseo	(3)	A-60			
Camarote del Jefe de Máquinas	(3)	37-43 Er.	Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Camarote 20	(3)	A-60
			Camarote del Oficial Jefe	(3)	B-15			
			Pasillo	(2)	B-30	Camarote 21	(3)	A-60
			Aseo	(3)	B-15			

**2.6.1.6. Cubierta “Puente de Navegación” (ver plano 2.6.) :**

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Cámara Puente de Navegación	(1)	29-46 Br/Er.	Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Camarotes de la Cubierta “D”	(3)	A-60
			Ascensor	(4)	A-60			
			Cámara de Instrumentación para Navegación	(1)	A-0			
			Aseo	(3)	A-60			
Cámara de Instrumentación para Navegación	(1)	31-33 Br.	Ascensor	(4)	A-60	Camarote 2º Oficial 1.	(3)	A-60
			Aseo	(3)	A-60			
			Cámara Puente de Navegación	(1)	A-0			
Ascensor	(4)	33-35 Br.	Cámara Puente de Navegación	(1)	A-60	Ascensor	(4)	-
			Cámara de Instrumentación para Navegación	(1)	A-60			
Aseo	(3)	29-31 Br.	Cubierta	(10)	A-60	Camarote 2º Oficial 1.	(3)	A-60
			Cámara de Instrumentación para Navegación	(1)	A-60			
			Cámara Puente de Navegación	(1)	A-60	Camarote 2º Oficial 2.	(3)	A-60

**2.6.1.7. Cubierta “Techo Puente de Navegación” (ver plano 2.7. y 2.8.) :**

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Cámara de Transformadores	(1)	29-31 Er.	Cubierta	(10)	A-60	Cámara Puente de Navegación	(1)	A-60
			Cámara Maquinaria Ascensor	(4)	A-60			
Cámara Maquinaria Ascensor	(4)	33-36 Br.	Cámara de Transformadores	(1)	A-60	Ascensor	(4)	-
			Cámara de Baterías	(1)	A-60			
			Cubierta	(10)	A-60			
Cámara de Baterías	(1)	33-36 Br.	Cámara Maquinaria Ascensor	(4)	A-60	Cámara Puente de Navegación	(1)	A-60
			Cubierta	(10)	A-60			

**2.6.2. Espacios de maquinaria de popa**

**2.6.2.1. Cubierta “Principal” (ver plano 2.9.) :**

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Guardacalor Br.	(6)	14-24 Br.	Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-0	Cámara de Máquinas Br.	(6)	Acero
			Cubierta	(10)	Acero			
			Cámara del Incinerador/ Gas Inerte	(6)	A-0			
Cámara del Incinerador/ Gas Inerte	(6)	14-24 Br.	Cubierta	(10)	Acero	Cámara de Máquinas Br./Er.	(6)	Acero
			Guardacalor Br./Er.	(6)	A-0			
			Tronco de Escape Br./Er.	(3)	A-60			
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-0			
Guardacalor Er.	(6)	14-24 Er.	Cubierta	(10)	Acero	Cámara de Máquinas Er.	(6)	Acero
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-0			
			Cámara del Incinerador/ Gas Inerte	(6)	A-0			



Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Tronco de Escape Br.	(3)	14-15 Br.	Tronco de Escape Er.	(3)	A-60	Tronco de Escape Br.	(3)	-
			Cámara del Incinerador/ Gas Inerte	(6)	A-60			
			Cubierta	(10)	A-60			
Tronco de Escape Er.	(3)	14-15 Er.	Tronco de Escape Br.	(3)	A-60	Tronco de Escape Er.	(3)	-
			Cámara del Incinerador/ Gas Inerte	(6)	A-60			
			Cubierta	(10)	A-60			

**2.6.2.2. Cubierta “A” (ver plano 2.10.) :**

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Guardacalor Br.	(6)	14-24 Br.	Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-0	Guardacalor	(6)	-
			Cubierta	(10)	Acero			
			Pañol General	(5)	A-60			
Pañol General	(5)	14-24 Br.	Guardacalor Br.	(6)	A-60	Cámara del Incinerador/ Gas Inerte	(6)	A-60
			Cubierta	(10)	Acero			
			Cámara del Gas Inerte	(1)	A-60			
			Pañol de Pintura	(9)	A-0			
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-0			
Cámara del Gas Inerte	(1)	17-24 Br./Er.	Cubierta	(10)	A-0	Cámara del Incinerador/ Gas Inerte	(6)	Acero
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-60			
			Pañol General	(5)	A-60			
			Pañol de Pintura	(9)	A-60			
			Cámara Generador Emergencia	(1)	A-60			
Pañol de Pintura	(9)	14-17 Br.	Cámara del Gas Inerte	(1)	A-60	Cámara del Incinerador/ Gas Inerte	(6)	A-60
			Cubierta	(10)	Acero	Tronco de Escape Br./Er.	(3)	A-60
			Pañol General	(5)	A-0			
			Cámara Generador Emergencia	(1)	A-60			
Cámara Generador Emergencia	(1)	14-22 Er.	Cámara del Gas Inerte	(1)	A-60	Cámara del Incinerador/ Gas Inerte	(6)	A-60
			Cofferdam	-	Acero	Tronco de Escape Er.	(3)	A-60
			Pañol de Pintura	(9)	A-60			
			Cubierta	(10)	Acero			

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Guardacalor Er.	(6)	14-24 Er.	Cubierta	(10)	Acero	Guardacalor	(6)	-
			Cofferdam	-	Acero			
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-0			

**2.6.2.3. Cubierta “B” (ver plano 2.11.) :**

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Guardacalor Br.	(6)	14-24 Br.	Cubierta	(10)	Acero	Guardacalor Br.	(6)	-
			Cámara del CO <sub>2</sub>	(1)	A-60			
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-0			
Cámara del CO <sub>2</sub>	(1)	18-24 Br/Er	Guardacalor Br.	(6)	A-60	Pañol General	(5)	A-60
			Cubierta	(10)	Acero	Cámara del Gas Inerte	(1)	A-0
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-60			
			Guardacalor Er.	(6)	A-60	Cámara Generador Emergencia	(1)	A-60
Guardacalor Er.	(6)	14-24 Er.	Cubierta	(10)	Acero	Guardacalor Er.	(6)	-
			Cámara del CO <sub>2</sub>	(1)	A-60			
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-0			

**2.6.2.4. Cubierta “C” (ver plano 2.12.) :**

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Chimenea Br.	(6)	17-24 Br.	Cubierta	(10)	Acero	Guardacalor Br.	(6)	-
Chimenea Er.	(6)	17-24 Er.	Cubierta	(10)	Acero	Guardacalor Er.	(6)	-

**2.6.2.5. Cubierta “Doble Fondo Tecele a 2.764 mm. L.B.” (ver plano 2.13.) :**

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	14-43 Br.	Cámara Bombas de Carga	(8)	A-0	Doble Fondo	-	Acero
			Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-0			
			Costado	(10)	Acero			
			Tanque Sentinas Br.	-	-			
			Tanque Hollines Br.	-	-			
			Toma de Mar Alta	-	-			
			Toma de Mar Br.	-	-			
			Tanque Aguas Aceitosas Br.	-	-			
			Tanque Aceite Retorno Br.	(8)	A-60			
Cámara Bombas de Carga	(8)	14-43 Br./Er.	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-0	Doble Fondo	-	Acero
			Tanque Lodos	(8)	Acero			
			Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-0			
Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	14-43 Er.	Cámara Bombas de Carga	(8)	A-0	Doble Fondo	-	Acero
			Tanque Sentinas Er.	-	-			
			Tanque Hollines Er.	-	-			
			Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-0			
			Costado	(10)	Acero			
			Toma de Mar Er.	-	-			
			Tanque Aguas Aceitosas Er.	-	-			
			Tanque Aceite Retorno Er.	(8)	A-60			

**2.6.2.6. Cubierta “Tecla a 7.876 mm. L.B.” (ver plano 2.14.) :**

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	14-43 Br.	Costado	(10)	Acero	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	-
			Tanque Almacén F.O.nº2 Br.	(8)	A-60			
			Tanque Lastre Br.	-	Acero			
			Tronco acceso Cámara Bombas Carga	(8)	A-0			
			Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-0			
			Tanque Aceite Sucio Br.	(8)	A-60			
			Tanque Reboses F.O. Br.	(8)	A-60			
			Tronco de Escape Br.	(3)	A-60			
Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	14-43 Er.	Costado	(10)	Acero	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	-
			Tanque Almacén F.O.nº2 Er.	(8)	A-60			
			Tanque Lastre Er.	-	Acero			
			Tronco acceso Cámara Bombas Carga	(8)	A-0			
			Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-0			
			Tanque Aceite Sucio Er.	(8)	A-60			
			Tanque Reboses F.O. Er.	(8)	A-60			
			Tronco de Escape Er.	(3)	A-60			

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Tronco de Escape Br.	(3)	14-17 Br.	Tronco de Escape Er.	(3)	A-60	Doble Fondo	A-60	Acero
			Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60			
			Costado	(10)	Acero			
Tronco de Escape Er.	(3)	14-17 Er.	Tronco de Escape Br.	(3)	A-60	Doble Fondo	A-60	Acero
			Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60			
			Costado	(10)	Acero			

**2.6.2.7. Cubierta “Plataforma Baja a 11.796 mm. L.B.” (ver plano 2.15.) :**

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	14-43 Br.	Tanque Lastre Pique Popa	-	Acero	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	-
			Tanque Almacén F.O. n°1 Br.	(8)	A-60			
			Tanque Lastre Costado Br.	-	Acero			
			Cámara Purificadoras F.O./Aceite Br.	(7)	A-0			
			Tronco acceso Cámara Bombas Carga	(8)	A-0			
			Costado	(10)	Acero			
			Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-0			
			Tronco de Escape Br.	(3)	A-60			
			Tanque Aceite Hélice paso variable Br.	(8)	A-60			
			Tanque Almacén D.O. Br.	(8)	A-60			
			Tanque Servicio D.O. Br.	(8)	A-60			
			Tanque Almacén Aceite Motor Principal Br.	(8)	A-60			
			Tanque Almacén Aceite Cilindros Br.	(8)	A-60			
			Tanque Almacén Aceite Motores Auxiliares Br.	(8)	A-60			
Tanque Aceite Bocina Br.	(8)	A-60						

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	14-43 Er.	Tanque Lastre Pique Popa	-	Acero	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	-
			Tanque Almacén F.O. n°1 Er.	(8)	A-0			
			Tanque Lastre Costado Er.	-	Acero			
			Cámara Purificadoras F.O./Aceite Er.	(7)	A-0			
			Tronco acceso Cámara Bombas Carga	(8)	A-0			
			Costado	(10)	Acero			
			Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-0			
			Tronco de Escape Er.	(3)	A-60			
			Tanque Aceite Hélice paso variable Er.	(8)	A-60			
			Tanque Almacén D.O. Er.	(8)	A-60			
			Tanque Servicio D.O. Er.	(8)	A-60			
			Tanque Almacén Aceite Motor Principal Er.	(8)	A-60			
			Tanque Almacén Aceite Cilindros Er.	(8)	A-60			
			Tanque Almacén Aceite Motores Auxiliares Er.	(8)	A-60			
Tanque Aceite Bocina Er.	(8)	A-60						



Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	14-43 Br.	Tanque Almacén F.O. n°2 Br.	(8)	A-60	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	-
Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	14-43 Er.	Tanque Almacén F.O. n°2 Er.	(8)	A-60	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	-
Cámara Purificadoras F.O. y Aceite Br.	(7)	36-42 Br.	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-0	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-0
Cámara Purificadoras F.O. y Aceite Er.	(7)	36-42 Er.	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-0	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-0
Tronco de Escape Er.	(3)	14-15 Er.	Tronco de Escape Br.	(3)	A-60	Tronco de Escape Er.	(3)	-
			Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60			
			Tanque Lastre Pique Popa	-	Acero			
Tronco de Escape Br.	(3)	14-15 Br.	Tronco de Escape Er.	(3)	A-60	Tronco de Escape Br.	(3)	-
			Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60			
			Tanque Lastre Pique Popa	-	Acero			

**2.6.2.8. Cubierta “Plataforma Alta a 16.500 mm. L.B.” (ver plano 2.16.) :**

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	14-43 Br.	Tronco acceso Cámara Bombas Carga	(8)	A-0	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	-
			Pañol de Máquinas	(9)	A-60			
			Taller de Máquinas	(9)	A-60			
			Tanque Almacén F.O.nº1	(8)	A-60			
			Tanque Sedimentación F.O.nº1	(8)	A-60			
			Tanque Servicio F.O.nº1	(8)	A-60			
			Tanque Almacén F.O.nº2	(8)	A-60			
			Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-0			
			Cámara de Control Br.	(1)	A-60			
			Ascensor	(4)	A-60			
			Tronco de Escape Br.	(3)	A-60			
			Tanque Lastre Popa Br.	-	Acero			
			Tanque Agua Dulce Br.	-	Acero			
			Tanque Agua Caldera Br.	-	Acero			
Pasillo Servomotor	(2)	A-60						

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Pañol de Máquinas	(9)	14-19 Br.	Tanque Lastre Popa Br.	-	Acero	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60
			Costado	(10)	Acero			
			Taller de Máquinas	(9)	A-30			
			Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60			
Taller de Máquinas	(9)	14-27 Br.	Tanque Almacén F.O.nº1	(8)	A-60	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60
			Tanque Lastre Costado Br.	-	Acero			
			Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60			
			Pañol de Máquinas	(9)	A-30			
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-0			
Cámara de Control Br.	(1)	36-42 Br.	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60	Cámara Purificadoras F.O. y Aceite Br.	(7)	A-60
Ascensor	(4)	33-35 Br.	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60	Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60
			Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60			
Tronco de Escape Br.	(3)	14-15 Er.	Tronco de Escape Er.	(3)	A-60	Tronco de Escape Br.	(3)	-
			Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-60			
Tronco de Escape Er.	(3)	14-15 Er.	Tanque Agua Caldera Er.	-	Acero	Tronco de Escape Er.	(3)	-
			Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60			
			Tronco de Escape Br.	(3)	A-60			

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	14-43 Er.	Tronco acceso Cámara Bombas Carga	(8)	A-0	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	-
			Taller de Soldadura	(9)	A-60			
			Taller de Electricidad	(9)	A-60			
			Vestuario	(3)	A-60			
			Tanque Almacén F.O.nº1 Er.	(8)	A-0			
			Tanque Sedimentación F.O.nº2	(8)	A-0			
			Tanque Servicio F.O.nº2	(8)	A-0			
			Tanque Almacén F.O.nº2 Er.	(8)	A-0			
			Cámara Propulsión Motor Br.	(6)	A-0			
			Cámara de Control Er.	(1)	A-60			
			Tronco de Escape Er.	(3)	A-60			
			Tanque Lastre Popa Er.	-	Acero			
			Tanque Agua Dulce Er.	-	Acero			
			Tanque Agua Caldera Er.	-	Acero			
Taller de Soldadura	(9)	14-17 Er.	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60
			Taller de Electricidad	(9)	A-30			
			Tanque Lastre Popa Er.	-	Acero			
Taller de Electricidad	(9)	17-21 Er.	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60
			Taller de Soldadura	(9)	A-30			
			Vestuario	(3)	A-30			
			Costado	(10)	Acero			

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Vestuario	(3)	21-27 Er.	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60
			Taller de Electricidad	(9)	A-30			
			Tanque Almacén F.O.nº1 Er.	(8)	A-60			
			Tanque Lastre Costado Er.	-	Acero			
			Costado	(10)	Acero			
			Tronco Aire A./Ventilación	(7)	A-0			
Cámara de Control Er.	(1)	36-42 Er.	Cámara Propulsión Motor Er.	(6)	A-60	Cámara Purificadoras F.O. y Aceite Er.	(7)	A-60

### **2.6.3. Espacios de maquinaria de proa**

#### **2.6.3.1. Cubierta “Principal” (ver plano 2.17.) :**

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Pañol de Pintura	(9)	93-99 Br.	Costado	(10)	Acero	Tanque Lastre Nº1 Br.	-	Acero
			Pañol del Contra maestre	(5)	A-0			
			Pasillo/Entrada	(4)	A-0			
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
Cámara del CO <sub>2</sub>	(1)	93-95 Br.	Pasillo/Entrada	(4)	A-60	Tanque Lastre Nº1 Br.	-	Acero
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60			
			Caja de Cadenas	(5)	A-60			
			Pañol del Contra maestre	(5)	A-60			

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

<b>Espacio</b>	<b>Cat.</b>	<b>Situación Cuaderna</b>	<b>Espacio Adyacente</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Mamparo</b>	<b>Espacio Inferior</b>	<b>Cat.</b>	<b>Integridad Cubierta</b>
Pañol	(5)	93-99 Er.	Pañol del Contra maestre	(5)	Acero	Tronco acceso S.T.L.	(8)	A-0
			Tronco acceso S.T.L.	(8)	A-60			
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Tanque Lastre N°1 Br.	-	Acero
			Pasillo/Entrada	(4)	B-15			
Cámara Maquinaria Hidráulica	(7)	93-99 Er.	Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Tanque Lastre N°1 Er.	-	Acero
			Pañol del Contra maestre	(5)	A-0			
			Caja de Cadenas	(5)	A-0			
			Pasillo/Entrada	(4)	A-0			
Cámara Cuadro Distribución Eléctrica Br.	(7)	106-115 Br.	Cámara Cuadro Distribución Eléctrica Er.	(7)	A-0	Tanque Lastre Pique Proa	-	Acero
			Pañol del Contra maestre	(5)	A-0			
			Tronco acceso Hélices Proa/ Bomba Emergencia	(7)	A-0			
Cámara Cuadro Distribución Eléctrica Er.	(7)	102-115 Er.	Cámara Cuadro Distribución Eléctrica Br.	(7)	A-0	Tanque Lastre Pique Proa	-	Acero
			Pañol del Contra maestre	(5)	A-0			
			Tronco acceso Hélices Proa/ Bomba Emergencia	(7)	A-0			

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Tronco acceso S.T.L.	(8)	97-99 Br./Er.	Pañol	(5)	A-60	Cámara Hélices Proa/ Bomba Emergencia	(8)	-
			Pañol del Contramaestre	(9)	A-60			
			Cubierta Zona Peligrosa	(8)	Acero			
			Cámara del CO <sub>2</sub>	(1)	A-60			

**2.6.3.2. “Pique de Proa” (ver plano 2.18.) :**

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Tronco acceso Hélices Proa/ Bomba Emergencia	(7)	102-106 Br.	Cámara Cuadro Distribución Eléctrica Br.	(7)	A-0	Cámara Hélices Proa/ Bomba Emergencia	(7)	-
			Cámara Cuadro Distribución Eléctrica Er.	(7)	A-0			
			Pañol del Contramaestre	(5)	A-0			
			Tanque Lastre Pique Proa	-	Acero			
Cámara Hélices Proa/ Bomba Emergencia	(7)	99-105 Br./Er.	Tronco acceso S.T.L.	(8)	A-60	Doble Fondo	-	Acero
			Tanque Lastre Pique Proa	-	Acero			

**2.6.3.3. Cubierta “Castillo” (ver plano 2.19.) :**

Espacio	Cat.	Situación Cuaderna	Espacio Adyacente	Cat.	Integridad Mamparo	Espacio Inferior	Cat.	Integridad Cubierta
Cabina Plataforma Proa	(3)	102-106 Br.	Cubierta Zona Peligrosa	(8)	A-60	Cámara Cuadro Distribución Eléctrica Er.	(7)	A-60

# **3. PROTECCIÓN ACTIVA CONTRA INCENDIOS**



### **3. PROTECCIÓN ACTIVA CONTRA INCENDIOS**

#### **3.1. CONDICIONES GENERALES**

Definimos la protección activa contra incendios como el conjunto de sistemas y equipos diseñados para detectar, controlar y extinguir cualquier tipo de fuego originado en el buque. Los siguientes ítem serán evaluados y tomados en consideración para el control y extinción del fuego:

- Tipo de fuego.
- Nivel de protección personal.
- Posibilidades de explosión y sus consecuencias.
- Cantidad predominante de materiales combustibles/ inflamables.
- Tiempo de propagación del fuego.
- Áreas peligrosas adyacentes.
- Control de la expansión del fuego.

#### **3.2. TEORIA DEL FUEGO**

La combustión es una reacción química de oxidación en la que una sustancia se combina con el oxígeno, produciéndose una reacción exotérmica, es decir, cediendo calor al entorno.

Para que se produzca la combustión es necesario que el oxígeno entre en contacto total con el combustible. Esta circunstancia sólo puede darse en los vapores. Por tanto, en el caso de los sólidos y líquidos, es necesario un aporte de calor que bien por fusión o por evaporación, los transformen en vapor. En cualquier caso, al aumentar la superficie del combustible más fácilmente se inflama.

Analizando los distintos elementos que intervienen en una combustión podemos definir:

- **Combustible:** es cualquier sustancia capaz de generar una combustión al oxidarse y ser activada por una energía.
- **Comburente:** es la sustancia en cuya presencia se produce la combustión, generalmente el oxígeno del aire.

No obstante para que la combustión tenga lugar es necesario el aporte de una energía de activación que inicie la reacción: una chispa, una llama, alta temperatura, etc.

Estos elementos deben darse al mismo tiempo y en las proporciones adecuadas, por ello se suele representar en lo que es llamado como el triángulo del fuego.

La continuidad de esta combustión radica en un proceso de activación térmica de las moléculas del entorno. La emisión de radicales libres produce nuevas combinaciones con el oxígeno, generando una reacción en cadena.

Para representar este nuevo elemento de la combustión, se suele emplear el llamado tetraedro del fuego, representando en sus caras cada uno de los elementos que intervienen en la combustión: combustible, comburente, energía de activación y reacción en cadena. Estos cuatro elementos deben coexistir y darse en las proporciones adecuadas para que el fuego se produzca.

### **3.2.1. Clasificación de las combustiones**

Podemos clasificar las combustiones según las distintas velocidades en que se desarrollan las reacciones:

1. **Combustiones lentas:** se produce poco calor y no se produce luz (sin llamas).
2. **Combustiones rápidas:** se produce mucho calor y gran cantidad de luz (con llamas).
3. **Explosiones:** se producen altas velocidades de reacción que generan presiones elevadas.

Las explosiones se pueden clasificar según la velocidad de propagación de la llama en:

1. **Deflagrantes:** son aquellas con velocidades de reacción entre 1 m/s y 340 m/s (la velocidad del sonido) y la onda de presión generada no supera los 10 Kg./cm<sup>2</sup>. Se producen normalmente con vapores de líquidos combustibles y en atmósferas de polvos combustibles.
2. **Detonantes:** son aquellas con velocidades de reacción superiores a la velocidad del sonido y la onda de alta presión desarrolla la energía suficiente para desencadenar nuevas detonaciones. Se producen normalmente en las conducciones de tuberías de gases combustibles con una sucesión creciente de ondas de presión y sonido. Es característica la rotura en puntos equidistantes en la misma tubería.

### **3.2.2. Distintas fuentes de ignición**

Teniendo en cuenta que el aire es el comburente por excelencia y que la presencia de elementos combustibles en su entorno es constante, puede considerarse que la energía de activación es el desencadenante de la combustión. Puede suponerse que las distintas fuentes de ignición que pueden generarse en la práctica son infinitas. Estadísticamente las podemos resumir en unos pocos focos de ignición que representan casi el 90 % de todos los incendios que se registran. Los clasificaremos según su procedencia en:

1. **Origen eléctrico:** cortocircuitos, electricidad estática.
2. **Origen mecánico:** fricción, chispas mecánicas.
3. **Origen térmico:** llamas abiertas, superficies calientes, soldaduras y oxicorte, materiales recalentados, cigarrillos y cerillas, chispas de combustión.
4. **Origen químico:** ignición espontánea.

### **3.2.3. Clasificación del fuego**

Las principales normas europeas, la francesa (AFNOR) y la alemana (DIN 14.406), clasifican los tipos de fuego en cinco clases. A diferencia de la normativa española incorporan los fuegos de Clase E como aquellos en los que está presente la electricidad. En realidad no se trata de una nueva clase de fuego, ya que será de Clase A, B, C o D en el que la electricidad esté presente. Las distintas clases son:

1. **Clase A:** fuegos de combustibles sólidos con llamas y brasas, excepto metales.
2. **Clase B:** fuegos de combustibles líquidos con llamas, o sólidos que sólo arden al licuarse.
3. **Clase C:** fuegos de combustibles gaseosos.
4. **Clase D:** fuegos de combustibles metálicos.
5. **Clase E:** fuegos en los equipos eléctricos, es decir, cualquiera de la Clase A, B, C o D con presencia de electricidad.

### **3.2.4. Mecanismos de extinción**

Para poder apagar el fuego, es necesario eliminar al menos uno de los elementos (combustible, comburente, energía de activación o reacción en cadena) de las proximidades del escenario. Por tanto, existirán cuatro mecanismos de extinción distintos en función del elemento que se elimine:

1. **Desalimentación:** consiste en retirar el combustible del escenario del fuego. La desalimentación a bordo no es un mecanismo de extinción con grandes aplicaciones en los fuegos de interiores, donde intervienen los propios elementos constructivos; no obstante, en fuegos donde intervienen combustibles líquidos o gaseosos puede resultar un medio muy eficaz mediante el trasvase o la interrupción del suministro con válvulas de aislamiento (válvulas de cierre rápido en tanques de combustible).

2. **Sofocación:** consiste en aislar los vapores inflamables que desprende el combustible impidiendo que entren en contacto con el oxígeno del aire. El efecto de sofocación puede obtenerse de forma directa sobre los vapores; cubrición de la superficie (espuma, manta, arena) o bien mediante la eliminación total del aire: asfixia (incomunicación del local).
3. **Enfriamiento:** consiste en enfriar el combustible eliminando el calor. Este mecanismo suele emplearse como apoyo, asociado con otro, disminuyendo así las posibilidades de reignición de las superficies de acero cuando se calientan excesivamente.
4. **Rotura de la reacción en cadena:** consiste en impedir la combinación del comburente con los productos de descomposición del combustible (gases). Este mecanismo se basa en suministrar al fuego productos químicos que se combinan con los gases del combustible más rápidamente que con el oxígeno del aire. De esta forma, la reacción química de oxidación no puede realizarse y el fuego se apaga.

### **3.2.5. Descripción de los agentes extintores**

1. **Agua:** se considera el mayor agente extintor de buque y su equipo. El mecanismo de actuación del agua es doble:
  - **Enfriamiento:** actúa absorbiendo del fuego el calor necesario para evaporarse (calor latente de vaporización = 540 Kcal/Kg.) y disminuyendo por tanto la temperatura generada por el fuego.
  - **Sofocación:** el cambio de estado del agua cuando absorbe calor (de líquido a vapor) supone un aumento en volumen de 1.650 veces, lo que origina un desplazamiento del aire en las proximidades del fuego.

Dependiendo de cómo sea el aporte de agua podemos distinguir dos aplicaciones extintoras:

- Agua en chorro: se utiliza para enfriamiento en fuegos de Clase A exclusivamente.
- Agua pulverizada: se utiliza de esta forma para facilitar su evaporación a la hora de apagar fuegos de Clase A y B.

2. **Espuma:** es un compuesto de aire, agua y espumógeno. El aire se encuentra en el interior de unas pequeñas burbujas cuya pared está formada principalmente por agua (94-99 %) y por agente espumógeno (1-6 %), que consiste en una o varias sustancias que mejoran el comportamiento del agua como agente extintor. Su mecanismo de extinción es principalmente por sofocación, mediante el aislamiento de los vapores combustibles con el aire. El contenido de agua le confiere un efecto refrigerante. Según el tipo de espumógeno y su concentración se utiliza para apagar fuegos de Clase A y B. La mezcla de agua y espuma se denomina espumante. La proporción adecuada de ambos elementos se consigue mediante un proporcionador, que regula el porcentaje de espumógeno según el caudal de agua circulante. Una vez que tenemos formado el espumante solo queda adicionar el aire para formar la espuma. Esta mezcla se realiza mediante el generador de espuma que se coloca en el extremo de la línea para su utilización inmediata.

El coeficiente de expansión (c.e.) es la relación entre el volumen de espuma y el volumen de espumante empleado. Según la NFPA (National Fire Protection Assotiation (USA)) considera tres tipos de Espuma:

- Baja expansión; c.e. hasta 20
- Media expansión; c.e. entre 20 y 200
- Alta expansión; c.e. entre 200 Y 1000

- **Espuma de baja expansión:** se utiliza en las líneas de mangueras, adicionándose el aire al espumante en la lanza de incendios. Como la burbuja obtenida es muy pequeña, se puede proyectar a gran distancia obteniéndose una masa homogénea en el extremo del chorro. Se emplea para superficies de líquidos combustibles e inflamables. La espuma alcanza aproximadamente una altura de 15 a 20 centímetros, con presiones normales en la línea de agua alrededor de los 7,5 Kg./cm<sup>2</sup>. Estas espumas tienen base proteínica.

- **Espuma de media expansión:** se utiliza en las líneas de mangueras, adicionándose el aire al espumante mediante un generador de espuma que posee a su salida una tela metálica de malla fina. Se emplean para la extinción de incendios de líquidos combustibles con derrames. La altura que alcanza la espuma es de 50 a 60 centímetros, con presiones de agua en la línea que oscilan entre 2,5 y 3,5 Kg./cm<sup>2</sup>. Estas espumas tienen base sintética.

- **Espuma de alta expansión:** se produce mediante un generador de espuma de alta expansión, que consiste en un ventilador que proporciona el aire necesario. Mediante unas toberas se distribuye el espumante finamente pulverizado contra la tela metálica de la salida, que se expande al contacto con el aire impulsado por el ventilador. La burbuja de aire producida es la de mayor diámetro, es decir, la de mayor coeficiente de expansión. Se utiliza para la inundación por grandes cantidades de espuma de espacios cerrados con fuegos de Clase A y B. La altura que puede obtenerse no tiene límites, será la del local que se quiera inundar. Estas espumas son de base sintética.

La composición del agente espumógeno puede ser de Base proteínica o de Base Sintética.

Las espumas proteínicas están compuestas por proteínas hidrolizadas de origen animal o vegetal. Su condición orgánica limita la vida útil por lo que hay que tener en cuenta su caducidad.

Las espumas sintéticas están formadas por una base detergente y productos fluorados, manteniendo estable su composición durante prolongados espacios de tiempo. Su particularidad es que forma rápidamente una película acuosa en la parte inferior de la espuma. El tipo de espuma sintética más extendido es la “AFFF” (Aqueous Film Forming Foam), ésta crea una fina película de solución acuosa que sobre los líquidos inflamables es capaz de suprimir la emanación de vapores y evitar así su ignición. La espuma “AFFF” es de 3 a 5 veces más eficaz que las espumas de base proteínica, con la ventaja de poderse utilizar conjuntamente con el polvo seco.

Para el caso de líquidos polares inflamables (solubles en agua) se utiliza la espuma “AFFF” antialcohol, que forma una capa polimérica cohesiva que protege la película acuosa, sellando la superficie del líquido inflamable y apagando el fuego.

**3. Polvo Químico:** su mecanismo de actuación principal es por rotura e la reacción en cadena, es decir, impiden la oxidación de los productos inflamables que se encuentran en la llama. También actúan, en cierta medida, por sofocación y efecto de apantallamiento, especialmente cuando se usa extintores portátiles ya que permite una buena aproximación al fuego. Debe tenerse en cuenta que al no crear una atmósfera inerte, puede existir el riesgo de re-ignición.

Para fuegos de Clase D, el polvo a utilizar debe ser el apropiado para el tipo de metal en concreto. El polvo químico no debe utilizarse para fuegos de Clase A, B, o C.

Tipos de polvos químicos :

- **Polvo convencional:** se conoce también como polvo químico seco o polvo BC. Está compuesto por una mezcla de sales metálicas finamente pulverizadas, los componentes



más utilizados son el bicarbonato sódico y el bicarbonato potásico. Además se agregan varios aditivos como estearatos metálicos y siliconas. Es muy adecuado en los fuegos de Clase B, C y en aquellos con presencia de electricidad.

- **Polvo polivalente:** se conoce como polvo ABC o polvo antibrasa. Su componente principal es el fosfato monoamónico. Este polvo es muy adecuado para los fuegos de Clase A, B, C y en cualquiera de ellos con presencia de electricidad.

4. **Anhídrido Carbónico (CO<sub>2</sub>):** conocido también como dióxido de carbono o nieve carbónica, este gas incombustible e inerte es idóneo para inundaciones de espacios cerrados. Al ser incoloro e inodoro representa un riesgo para las personas, ya que aunque no es tóxico, puede llegar a producir inconsciencia y muerte por asfixia cuando la concentración sobrepasa el 9 %. Debido que es fácilmente licuable por compresión y posterior enfriamiento, se almacena a presión en estado líquido en botellas de acero estirado, tanto como para extintores portátiles como en instalaciones fijas.

Cuando se descarga a la atmósfera, el líquido se vaporiza rápidamente tomando el calor del entorno (80 Kcal/Kg) y del propio líquido que aún no se ha desgasificado, originando la solidificación de éste. De esta forma aparece la nieve carbónica sobre el fuego.

Su mecanismo de extinción principal es por sofocación, desplazando al oxígeno cuando se gasifica (1 Kg de CO<sub>2</sub> líquido ocupa aproximadamente un volumen de 500 litros en estado gaseoso a presión atmosférica). Las concentraciones necesarias para la extinción varían entre el 20 y el 65 % en función del tipo de combustible. El enfriamiento también contribuye a la extinción ya que la nieve carbónica formada en la expansión parcial del gas se descarga a -79 °C, absorbiendo el calor correspondiente para pasar nuevamente al estado gaseoso. El calor latente de vaporización es de 62 Kcal/Kg, por lo que su poder de enfriamiento es de 10 veces menor que el del agua. Es

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

adecuado para fuegos de Clase A, B y en todos aquellos con presencia de electricidad.

No debe utilizarse en fuegos de Clase D ya que se descompone básicamente en oxígeno y carbono, proporcionando comburente y combustible al fuego.

### **3.3. SÍNTESIS DE REGLAMENTACIÓN**

A continuación vamos a reflejar el conjunto de reglas que afectan a nuestro buque, en lo que a la protección activa y sus sistemas se refiere, según las zonas a proteger.

#### **3.3.1. Sistema de extinción por agua de mar**

- La capacidad de las bombas en los buques de carga, aparte de toda bomba de emergencia, no será menor que cuatro tercios de la cantidad requerida que debe evacuar cada una de las bombas de sentina de un buque de pasaje de las mismas dimensiones cuando se la emplee en operaciones de achique, aunque no será necesario que en ningún buque de carga la capacidad exigida de las bombas contra incendios exceda de 180 m<sup>3</sup>/h.

- Fórmulas para el cálculo del caudal de la bomba de sentina:

$$d = 1,68\sqrt{L(B + D)} + 25 \text{ (mm)} \quad ; \quad Q = \frac{5,75d^2}{10^3}$$

d = diámetro interior del colector de achique (mm.).

L = eslora del buque entre perpendiculares, longitud del buque medida entre las perpendiculares trazadas en los extremos de las líneas de máxima carga de compartimentado (m.).

B = manga del buque, anchura máxima fuera de miembros medida en la línea de máxima carga de compartimentado (m.).

Q = caudal de la bomba de sentina (m<sup>3</sup>/h.).

D = puntal de trazado, altura medida hasta la cubierta de cierre (m.).

- Cada una de las bombas contra incendios (aparte de cualquier bomba de emergencia) tendrá una capacidad no inferior al 80 % de la capacidad total exigida dividida por el número de bombas contra incendios prescritas, que nunca será menor de 25 m<sup>3</sup>/h.

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- Para los buques de carga de arqueo bruto igual o superior a 1000 toneladas se dispondrán al menos dos bombas contra incendios.
- Se dispondrá una bomba fija de emergencia de accionamiento independiente, su capacidad no será inferior al 40 % de la capacidad total de las bombas contra incendios prescritas y en todo caso no será menos de 25 m<sup>3</sup>/h.
- El diámetro del colector y de las tuberías contra incendios será el suficiente para suministrar un caudal de 140 m<sup>3</sup>/h.
- Para buques de carga de 6000 o más toneladas de arqueo bruto la presión de descarga de cualquier boca contra incendios será de 0,27 N/mm<sup>2</sup>.
- La presión en cualquier parte del sistema no será menor de 7 Kg/cm<sup>2</sup> (NMD, Cp.2, 6).
- El número y la distribución de las bocas contra incendios serán tales que por lo menos dos chorros de agua no procedentes de la misma boca contra incendios, uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza, puedan alcanzar cualquier parte del buque normalmente accesible a la tripulación mientras el buque navega, y cualquier punto de cualquier espacio de carga cuando éste se encuentre vacío.
- Las válvulas de aislamiento destinadas a separar del resto del colector contra incendios la sección de éste situada dentro del espacio de máquinas en que de hallen las bombas principales contraincendios, se instalarán en un punto fácilmente accesible y a salvo de riesgos fuera de los espacios de máquinas. El colector contra incendios irá dispuesto de tal forma que cuando las válvulas de aislamiento estén cerradas pueda suministrarse agua a todas las bocas contra incendios del buque, excepto a las del espacio de máquinas antes citado, por medio de la bomba de contra incendios de emergencia (DNV, Pt.4, Cp.6, Sec. 2 C).

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- Las bombas contra incendios arrancarán automáticamente cuando haya una caída de presión en el colector principal, y cuando una señal sea dada desde el sistema de detección de fuego y gas.
- El requerimiento de por lo menos dos bombas contra incendios al 100 % de su capacidad se aplica para compensar una posible reducción de la capacidad durante el mantenimiento o avería de algunas de las bombas.
- El colector principal estará dispuesto en forma de lazo (anillo principal).
- Las conexiones se harán de forma que un daño en un área no cause la pérdida de suministro en otra.
- Las válvulas de corte y los cruces en el colector principal se diseñarán para aislar partes dicho colector. Estas válvulas serán fácilmente accesibles y claramente marcadas.
- El colector principal y sus ramales permanecerán continuamente llenos de agua y serán protegidos contra la corrosión y brotes marinos (DNV, NPD, A 6.4).
- En los buques de carga de arqueado bruto igual o superior a 1000 toneladas se proveerán mangueras contra incendios a razón de una por cada 30 m de eslora del buque, y una de respeto, pero en ningún caso será su número inferior a cinco. En este número no se incluirán las mangueras que se exijan en cualquiera de la cámara de máquinas o de calderas. Según el tipo de buque la Administración podrá disponer un aumento del número de mangueras. Se instalará una válvula por cada manguera de modo que en pleno funcionamiento de las bombas contra incendios se pueda desconectar cualquiera de las mangueras. Cada manguera estará provista de una lanza y de los acoplamientos necesarios.
- Cada manguera tendrá una longitud entre 10 y 15 m. En espacios de acomodación serán al menos de 38 mm. de diámetro , en el resto será al menos de 51 mm. de diámetro (NMD, Cp.2, 8).

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- Las salidas de los hidrantes tendrán al menos 51 mm. de diámetro. (DNV, Pt.4, Cp.6, Sec. 1 (F-AMC)).

- Los diámetros de las lanzas serán de 12 mm., 16 mm. y 19 mm. o medidas tan próximas a estas como sea posible. Podrá utilizarse mayores diámetros si la Administración lo juzga satisfactorio. En los alojamientos y espacios de servicio no será necesario que el diámetro de la lanza exceda de 12 mm.

- En los espacios de máquinas y emplazamientos exteriores el diámetro de la lanza será tal que dé el mayor caudal posible con dos chorros suministrados por la bomba más pequeña a la presión indicada anteriormente de 0,27 N/mm<sup>2</sup>.

- Todas las lanzas serán de un tipo aprobado de doble efecto (aspersión y chorro) y llevarán dispositivo de cierre

- Los buques de arqueo bruto igual o superior a 500 toneladas estarán provistos de una conexión internacional a tierra que cumpla con las dimensiones siguientes:

Diámetro exterior: 178 mm.

Diámetro interior: 64 mm.

Diámetro de círculo de pernos: 132 mm.

Ranuras en la brida: 4 agujeros de 19 mm. de diámetro espaciados con distancias intermedias iguales en el círculo de pernos del diámetro citado y prolongados por una ranura hasta la periferia de la brida.

Espesor de la brida: 14,5 mm.

Pernos y tuercas: 4 juegos, 16 mm. de diámetro y 50 mm. de longitud.

- La conexión será de acero o material equivalente y estará proyectada para una presión de 1,0 N/mm<sup>2</sup>. La brida será plana por un lado, y en el otro llevará permanentemente unido un acoplamiento que se adapte a las bocas contra incendios y mangueras del buque.

- Se dispondrá de los medios necesarios para poder utilizar esa conexión ambos costados del buque. (DNV, Pt.4, Cp.6, Sec. 2 C).

### **3.3.2. Sistema fijo de detección y de alarma contra incendios**

- Todo sistema de detección de incendios y de alarma contra incendios provisto de avisadores de accionamiento manual deberá poder entrar en acción en cualquier momento.

- Los detectores y los avisadores de accionamiento manual estarán agrupados por secciones. La activación de uno cualquiera de los detectores o avisadores de accionamiento manual iniciará una señal de incendio óptica y acústica en el cuadro de control y en los indicadores.

- Los detectores entrarán en acción por efecto del calor, el humo u otros productos de la combustión, las llamas o cualquier combinación de estos factores.

- Se instalarán avisadores de accionamiento manual en todos los espacios de alojamiento o de servicio y en los puestos de control. En cada salida habrá un avisador de accionamiento manual. En los pasillos de cada cubierta habrá avisadores de accionamiento manual fácilmente accesibles, de manera que ninguna parte del pasillo diste más de 20 m. De uno de dichos puestos.

- Se instalarán detectores de humo en todas las escaleras, todos los pasillos y todas las vías de evacuación situados en el interior de los espacios de alojamiento.

- Los detectores colocados en posiciones elevadas quedarán a una distancia mínima de 0,5 m. de los mamparos.

- La separación máxima entre los detectores será la indicada en el cuadro siguiente :

<b>Tipo de detector</b>	<b>Superficie máxima de piso abarcada por detector</b>	<b>Distancia máxima entre centros</b>	<b>Distancia máxima Con respecto a los mamparos</b>
Calor	37 m <sup>2</sup>	9 m.	4,5 m.
Humo	74 m <sup>2</sup>	11 m.	5,5 m.

- Los detectores de humo estarán homologados de modo que entren en acción antes de que la densidad del humo exceda del 12,5 % de oscurecimiento por metro pero no hasta que haya excedido del 2 %.

- Los detectores de calor estarán homologados de modo que entren en acción antes de que la temperatura exceda de 78 °C pero no hasta que haya excedido de 54 °C, cuando la temperatura se eleve a esos límites a razón de menos de 1°C por minuto. (DNV, Pt.4, Cp.6, Sec.9).

### **3.3.3. Sistemas de extinción específicos para espacios de máquinas**

- Los espacios de máquinas de categoría “A”, cámara del generador de emergencia, y otros espacios donde extintores portátiles no serían suficientes (NMD, Cp., 10), han de estar protegidos por uno de los sistemas fijos de extinción enumerados a continuación:

#### **3.3.3.1. Sistema fijo de extinción de incendios por gas (Anhídrido Carbónico(CO<sub>2</sub>))**

- Las tuberías que hayan de conducir el agente extintor de incendios a los espacios protegidos llevarán válvulas de control marcadas de modo que indiquen claramente los espacios a los que llegan las tuberías.

- Se proveerán los medios necesarios para que una señal acústica indique la descarga del agente extintor de incendios en cualquier espacio en el que habitualmente trabaje personal o al que éste tenga acceso. La alarma sonará durante un tiempo suficiente antes de que se produzca la descarga del extintor.

- El agente extintor se almacenará en un lugar seguro, fácilmente accesible y ventilado, se entrará desde una cubierta expuesta

- La cantidad disponible de anhídrido carbónico será al menos suficiente para liberar un volumen mínimo de gas igual al mayor de los volúmenes siguientes:

- el 40 % del volumen bruto del mayor espacio de máquinas así protegido, excluido el volumen de la parte del guardacalor que quede encima del nivel



en que el área horizontal del guardacalor sea igual o inferior al 40 % del área horizontal del espacio considerado, medida a la distancia media entre la parte superior del tanque y la parte mas baja del guardacalor.

- el 35 % del volumen total del mayor espacio de máquinas así protegido, comprendido el guardacalor.
- El volumen de CO<sub>2</sub> libre se calculará a razón de 0,56 m<sup>3</sup>/Kg.
- Se instalarán dos mandos separados para la descarga de CO<sub>2</sub> en un espacio protegido y para garantizar la activación de la alarma. Un mando se utilizará para descargar el gas de las botellas. El segundo mando se utilizará para abrir la válvula de las tuberías que conducen el gas hacia el espacio protegido.
- Los dos mandos estarán situados dentro de una caja de descarga que indique claramente el espacio de que se trate. Si la caja que contiene los mandos debe estar cerrada con llave, esta se dejará en un receptáculo con tapa de vidrio rompible, colocado junto a la caja.
- El sistema será tal que en no más de 2 minutos se pueda descargar el 85 % del gas dentro del espacio considerado.
- Cuando se necesite que el agente extintor llegue a más de un espacio, no hará falta que la cantidad del agente extintor disponible sea mayor que la máxima prescrita para cualquiera de los espacios protegidos de este modo.
- La disposición del sistema de tuberías de distribución del agente extintor de incendios y el emplazamiento de las boquillas de descarga serán tales que se logre una distribución uniforme del agente extintor.
- Se proveerán los medios necesarios para cerrar todas las aberturas por las que pueda penetrar aire en un espacio protegido o por las que pueda escapar gas de dicho espacio.

- Cuando el volumen del aire libre contenido en los recipientes de aire de cualquier espacio sea tal que su descarga en el interior de este espacio, en caso de incendio, pueda originar una grave disminución en la eficacia del sistema fijo de extinción de incendios, la Administración exigirá que se provea una cantidad suplementaria de agente extintor de incendios.

- Cuando el agente extintor de incendios haya de almacenarse fuera de un espacio protegido, se hará esto en un compartimiento situado en un lugar seguro, fácilmente accesible y ventilado con eficacia que la Administración juzgue suficiente. Preferiblemente se entrará en este compartimiento de almacenamiento desde una cubierta expuesta y en todo caso la entrada será independiente del espacio protegido. Las puertas de acceso se abrirán hacia afuera; los mamparos y las cubiertas, con las puertas y otros medios de cierre de toda abertura de los mismos, que constituyen los límites entre dichos compartimientos y los espacios cerrados contiguos, serán herméticos. A fines de aplicación de las tablas de integridad que figuran en las Reglas estos compartimientos de almacenamiento serán considerados como puestos de control. (DNV, Pt.4, Cp.6, Sec. 3).

### **3.3.3.2. Sistema fijo de extinción de incendios a base de espuma de alta expansión**

- El sistema será capaz de llenar el mayor de los espacios protegidos a razón de 1m de espesor de espuma por minuto. La cantidad de líquido espumógeno disponible será suficiente para producir un volumen de espuma cinco veces mayor que el volumen del mayor de los espacios protegidos. La relación de expansión de la espuma no excederá de 1000 a 1.

- El generador de espuma, sus fuentes de energía, el líquido espumógeno y los medios de control del sistema será fácilmente accesibles y de accionamiento sencillo, y estarán

agrupados en el menor número de emplazamientos y en puestos que no corran el riesgo de quedar aislados por un incendio que se declare en el espacio protegido.

- El sistema será capaz de llenar de espuma la cámara hasta la cubierta principal en 10 minutos.
- Se almacenará suficiente agua para producir una profundidad 7 m. de espuma en el espacio mas largo a ser protegido.

#### **3.3.3.3. Sistema fijo de extinción de incendios por aspersión de agua a presión**

- El número y la disposición de las boquillas asegurarán una distribución media eficaz del agua de por lo menos 5l/m<sup>2</sup> por minuto en los espacios protegidos.
- El sistema se mantendrá cargado a la presión correcta y la bomba que lo abastezca de agua comenzará a funcionar automáticamente cuando se produzca un descenso de la presión. Dicha bomba y sus mandos se instalarán fuera de los espacios a proteger (DNV, Pt.4, Cp.6, Sec. 5).

#### **3.3.3.4. Sistema fijo de extinción de incendios a base de niebla de agua de aplicación local**

- El sistema se deberá poder accionar manualmente.
- El sistema estará en condiciones de ser utilizado inmediatamente y poder suministrar continuamente el agente a base de agua durante 20 minutos como mínimo, con objeto de suprimir o extinguir el incendio, y estar preparado para la descarga del sistema principal fijo de extinción de incendios en ese intervalo.
- La fuente de abastecimiento en agua de los sistemas de aplicación local puede alimentar a un sistema principal de lucha contra incendios a base de agua, a condición de que la cantidad y la presión de agua sean suficientes para alimentar ambos sistemas durante el intervalo requerido.

- Para determinar las dimensiones del sistema de tuberías se utilizará una técnica de cálculo hidráulico a fin de garantizar la disponibilidad de los flujos y presiones requeridos para el correcto funcionamiento del sistema. Si se utiliza el método de Hazen-Williams el coeficiente de fricción “c” será:

- Acero dulce galvanizado o sin pulir  $c = 100$
- Cobre y aleaciones de cobre  $c = 150$
- Acero inoxidable  $c = 150$

(DNV, Pt.6, Cp.4, Sec. 3/IMO MSC/Circ.913).

- El suministro estará diseñado para cubrir al menos la mitad de los motores auxiliares o del motor principal (alternativamente la mitad de los motores principales), cualquiera de los cuales demande el mayor suministro de agua (DNV, Pt.4, Cp.6, Sec. 3(F-AMC)).

#### **3.3.3.5. Extintores de incendios**

- En cada cámara de calderas habrá por lo menos un dispositivo portátil lanzaespuma, estará formado por una lanza para aire/espuma, susceptible de quedar conectada al colector contra incendios por una manguera contra incendios, y un tanque portátil que contenga como mínimo 20 l de líquido espumógeno, más un tanque de respeto. La lanza dará espuma apropiada para combatir un incendio de hidrocarburos, a razón de por lo menos 1,5 m<sup>3</sup>/minuto (DNV, Pt.4, Cp.6, Sec. 5). En vez de un dispositivo portátil lanzaespuma se puede disponer de un extintor de 50 Kg. de polvo con una manguera de 8 m. de longitud (NMD, Cp., 10).

- En cada frente de quemadores de cada cámara de calderas y en todo espacio en que se halle situada una parte de la instalación de combustible líquido habrá por lo menos dos extintores portátiles de espuma o de un producto equivalente. En cada cámara de calderas habrá por lo menos un extintor de espuma de tipo aprobado, de 135 l como mínimo de capacidad, o un modelo equivalente (50 Kg. de polvo seco o 45 Kg. de

CO<sub>2</sub>). Estos extintores estarán provistos de mangueras montadas en carretes con las que se pueda alcanzar cualquier parte de la cámara de calderas.

- En cada uno de los espacios de máquinas con motores de combustión interna habrá extintores de espuma de un tipo aprobado, de 45 l de capacidad como mínimo, o modelos equivalentes, en número suficiente para que la espuma o el producto equivalente puedan alcanzar cualquier parte de los sistemas de combustible y de aceite de lubricación a presión, engranajes y otras partes que presenten riesgo de incendio. Habrá además un número suficiente de extintores portátiles de espuma o de dispositivos equivalentes situados de modo que no sea necesario andar desde ningún punto del espacio de que se trate más de 10 m para llegar a ellos, debiendo haber por lo menos dos de estos extintores en cada uno de tales espacios. (DNV, Pt.4, Cp.6, Sec. 5).

- En cámara de máquinas, el número mínimo de extintores portátiles de polvo seco aprobados de al menos 12 Kg. de capacidad serán localizados:

- 1 cercano al marco de cada puerta.
- 4 en la plataforma superior del motor
- 4 en la plataforma más baja de la cámara de máquinas
- 1 cercano a cada motor auxiliar
- 1 cercano a cada instalación de caldera
- 1 en cada taller de la cámara de máquinas
- 1 a la entrada de la cámara purificadora

- Adicionalmente, un extintor de polvo seco de al menos 25 Kg. ha de ser provisto en la cámara de máquinas. El extintor ha de ser equipado con un tipo apropiado de manguera de al menos 15 m. de longitud. Al menos una carga de repuesto ha de ser dispuesta a bordo. (DNV, Pt.6, Cp.4, Sec.3).

- Al menos una carga de respeto debe de llevarse a bordo para cada extintor. (DNV, Pt.6, Cp.4, Sec.3 (F-AMC)).

### **3.3.4. Sistemas de extinción específicos para cubierta y área de carga**

#### **3.3.4.1. Sistema fijo de extinción a base de espuma**

- Los dispositivos destinados a dar espuma podrán lanzar ésta sobre toda la superficie de cubierta correspondiente a los tanques de carga y en el interior de uno cualquiera de éstos cuando la parte de cubierta que le corresponda haya sufrido daños (DNV, Pt.6, Cp.4, Sec.3).

- El sistema constará de un anillo cerrado de tubería con dos unidades mezcladoras de espuma y dos bombas de espuma concentrada junto al tanque de almacenamiento de espuma concentrada (DNV, Pt.6, Cp.4, Sec.4).

- Su puesto principal de control estará en una posición convenientemente situada fuera de la zona de la carga, adyacente a los espacios de alojamiento, y será fácil llegar a él y utilizarlo si se declara un incendio en las zonas protegidas.

- El régimen de alimentación de solución espumosa no será inferior a la mayor de las tasas siguientes:

1. 0,6 l/minuto por metro cuadrado de superficie de cubierta de carga, entendiéndose por superficie de cubierta correspondiente a tanques de carga la manga máxima del buque multiplicada por la extensión longitudinal total de los espacios destinados a tanques de carga;
2. 6 l/minuto por metro cuadrado de la sección horizontal del tanque que tenga la mayor área de sección horizontal; o
3. 3 l/minuto por metro cuadrado de la superficie protegida por el mayor cañón lanzador, encontrándose toda esa superficie a proa de dicho cañón, y sin que la descarga pueda ser inferior a 1250 l/minuto.

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- Deberá abastecerse concentrado de espuma en cantidad suficiente para asegurar por lo menos 20 minutos de generación de espuma en los buques tanque provistos de un sistema de gas inerte, o 30 minutos de generación de espuma en los buques tanque que no estén provistos de dicho sistema, utilizando la mayor de las tasas estipuladas.
- La relación de expansión de la espuma (es decir, la relación entre el volumen de espuma generada y el volumen de la mezcla de agua y concentrado espumógeno suministrado) no excederá en general de 12 a 1.
- Para la entrega de espuma del sistema fijo habrá cañones fijos y lanzaespumas móviles. Cada uno de los cañones podrá abastecer el 50 % al menos del caudal correspondiente a las tasas señaladas en los párrafos 1 y 2.
- La capacidad de todo cañón será al menos de 3 l/minuto de solución espumosa por metro cuadrado de superficie de cubierta protegida por el cañón de que se trate, encontrándose toda esa superficie delante de él, y no podrá ser de menos de 1250 l/minuto.
- La distancia desde el cañón hasta el extremo más alejado de la zona protegida, situada delante del cañón, no será superior al 75 % del alcance del cañón con el aire totalmente en reposo.
- Se situarán un cañón y una conexión de manguera para lanzaespuma a babor y a estribor, en la fachada de la toldilla o de los espacios de alojamiento encarados con la cubierta correspondiente a tanques de carga.
- Los lanzaespumas quedarán dispuestos de modo que aseguren flexibilidad de operación en la extinción de incendios y cubran las zonas que los cañones no puedan alcanzar porque estén interceptadas. Todo lanzaespuma tendrá una capacidad no inferior a 400 l/minuto y un alcance, con el aire totalmente en reposo, no inferior a 15 m. Se proveerán cuatro lanzaespumas por lo menos. El número y el emplazamiento de los

orificios de descarga del colector de espuma serán tales que al menos con dos de los lanzaespumas quepa dirigir la espuma hacia cualquier parte de la superficie de la cubierta correspondiente a tanques de carga.

- Se instalarán válvulas en el colector de espuma, y en el colector contra incendios cuando éste sea parte integrante del sistema de espuma instalado en cubierta, inmediatamente delante de la posición de cada cañón, para poder aislar cualquier sección averiada de dichos colectores.

- El funcionamiento, al régimen prescrito, del sistema de espuma instalado en cubierta, permitirá la utilización simultánea del número mínimo de chorros de agua exigido, a la presión prescrita, proporcionados por el colector contra incendios (DNV, Pt.6, Cp.4, Sec.3).

- Las bombas suministrarán agua en capacidad suficiente para mantener en los monitores de espuma una presión de 7,5 bar.

- Los monitores han de tener una libertad de movimiento de  $\pm 45^\circ$  en el plano vertical y en el plano horizontal.

- A la presión de 7,5 bares los monitores tendrán una distancia de proyección de al menos 40 m. para el agua y espuma.

- Los monitores estarán dispuestos con válvulas para que puedan ser cambiados de espuma a agua por una simple operación para enfriar superficies calentadas (DNV, Pt.6, Cp.4, Sec.4 (F-AMC)).

#### **3.3.4.2. Sistema móvil de extinción a base de espuma**

- En adición a los monitores fijos, un equipo móvil de extinción a base de espuma consistente en estaciones de espuma será dispuesto en el buque.

- Cada estación de espuma ha de consistir en :

- 1 boquilla para espuma



Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- 3 mangueras de 50 mm. de diámetro, cada una de 15 m. de largo.
- 1 tubería telescópica rociadora para aplicar espuma en los tanques de carga.
- El equipo ha de ser dispuesto claramente visible en cajas marcadas en cubierta junto a las bocas contra incendios o monitores según sea posible. Las tuberías telescópicas serán situadas fuera de las cajas pero en las proximidades a éstas. Las cajas tendrán una lista de inventario junto con las instrucciones de operación en Inglés y en la lengua oficial del estado de abanderamiento del buque.
- Las boquillas de espuma han de tener un nivel de capacidad de agua de al menos 400 o 500 litros por minuto con una presión de 5 bar. La boquilla de espuma ha de estar equipada con una válvula de corte y ha de estar hecha de metal, de material resistente a la corrosión. Todas las partes móviles han de ser de aleación de cobre. Las uniones de las boquillas y las conexiones de las mangueras a bordo han de ser completamente intercambiables.
- Las tuberías telescópicas rociadoras de espuma ha de ser al menos de 4 m. de longitud y han de estar provista de una conexión para la boquilla en el extremo inferior y una boquilla rociadora con una curva de 90°.
- Donde sean requeridas 3 o más estaciones de espuma, dos de éstas han de estar situadas en frente de la toldilla.
- El número de estaciones de espuma necesarias dependerá del tamaño del buque:

Por debajo de 10000 toneladas de peso muerto	2 estaciones de espuma
Desde 10000 a 100000 toneladas de peso muerto	4 estaciones de espuma
Por encima de 100000 toneladas de peso muerto	6 estaciones de espuma

(DNV, Pt.6, Cp.4, Sec.4 (F-AMC)).

### **3.3.4.3. Sistema fijo de extinción por agua**

- En las áreas de producción se suministrará un mínimo de 10 litros de agua por metro cuadrado (DNV, Pt.5, Cp.9, Sec.6).
- El colector contra incendios ha de ser montado en cubierta con bocas contra incendios a intervalos de 15 m. como máximo. La distancia desde una boca contra incendios al costado del buque no excederá de 20 m.
- Habrá un equipo de manguera contra incendios para por lo menos la mitad del número de bocas contra incendios requeridas anteriormente (DNV, Pt.6, Cp.4, Sec.4 (F-AMC)).

### **3.3.4.4. Sistema de gas inerte**

- Los buques tanque de peso muerto igual o superior a 20.000 toneladas que transporten cargas teniendo un punto de inflamación no excediendo de 60 °C deberán disponer de un sistema de gas inerte. Este sistema deberá poder:
  - inertizar tanques de carga vacíos por reducción del contenido de oxígeno de la atmósfera de cada tanque a un nivel en que la combustión no sea posible.
  - mantener la atmósfera en toda parte de todo tanque de carga de manera que su contenido de oxígeno no exceda del 8 % del volumen total y a una presión positiva en todo momento, en puerto y en la mar, salvo cuando sea necesario que el tanque esté desgasificado.
  - hacer innecesario que penetre aire en ningún tanque durante las operaciones normales, salvo cuando sea necesario que el tanque esté desgasificado.
  - purgar los tanques de carga vacíos de gases hidrocarbúricos, de modo que las posteriores operaciones de desgasificación no originen en ningún momento una atmósfera inflamable dentro del tanque.

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- El sistema deberá poder suministrar gas inerte a los tanques de carga a razón de por lo menos un 125 % del régimen máximo de capacidad de descarga de buque, expresado en términos volumétricos.
- El sistema deberá poder suministrar gas inerte con un contenido de oxígeno que no exceda del 5 % del volumen total en el colector de suministro del gas inerte a los tanques de carga, sea cual fuere el régimen del flujo requerido.
- El gas inerte suministrado podrá ser gas de combustión tratado procedente de las calderas principales o auxiliares. La Administración podrá aceptar sistemas que utilicen gas de combustión de uno o más generadores de gas distintos o de otras fuentes, o de una combinación de esos elementos, siempre que se obtenga un grado de seguridad equivalente.
- Los colectores de suministro del gas inerte llevarán válvulas de aislamiento de los gases de combustión instaladas entre los conductos de humos de las calderas y el lavador de los gases.
- Se instalará un lavador de gases de combustión que enfríe eficazmente el volumen de gas necesario indicado anteriormente y elimine sólidos y productos de la combustión de azufre.
- Se instalarán filtros o dispositivos equivalentes para reducir al mínimo la cantidad de agua que pueda llegar a los ventiladores impelentes del gas inerte.
- Habrá por lo menos dos ventiladores impelentes que, juntos, puedan suministrar a los tanques de carga como mínimo el gas necesario indicado anteriormente.
- Los ventiladores y el lavador estarán situados a popa de todos los tanques de carga, cámaras de bombas para la carga y coferdams que separen estos espacios de los espacios de maquinaria de categoría "A" para máquinas.
- La presión proporcionada por el ventilador no excederá de 0,3 bar.

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- Para hacer posible un mantenimiento sin riesgos habrá un cierre hidráulico adicional u otro medio eficaz de impedir fugas de gases de combustión, instalado entre las válvulas de estos gases y el lavador, o incorporado en la entrada de los gases al lavador.
- En el colector de suministro del gas se instalará una válvula reguladora del gas. Podrá también regular automáticamente el flujo del gas inerte que vaya a los tanques de carga, a menos que provean medios de regular automáticamente la velocidad de los ventiladores impelentes del gas inerte. Dicha válvula estará situada en el mamparo de proa del más proel de los espacios a salvo del gas hidrocarbúrico por los que pase el colector del suministro del gas inerte.
- En el colector de suministro de gas inerte se instalarán por lo menos dos dispositivos de retención, uno de los cuales será un cierre hidráulico, que impidan el retorno de vapores hidrocarbúricos y los conductos de humos de los espacios de máquinas o a cualesquiera espacios a salvo del gas, en todas las condiciones normales de asiento, escora y movimiento del buque. Estos dispositivos estarán situados en la zona de la carga sobre cubierta. El cierre hidráulico podrá ser alimentado por bombas independientes, cada una de las cuales tendrá capacidad para mantener el suministro adecuado en todo momento.
- El segundo de los dispositivos será una válvula de retención o un dispositivo equivalente que pueda impedir el retorno de vapores o líquidos e irá instalado por delante del cierre hidráulico de cubierta.
- Los colectores de suministro del gas inerte estarán provistos de ramales de tubería conducentes a cada tanque de carga. Los ramales conductores del gas inerte llevarán válvulas de cierre para aislar cada tanque.
- Se dispondrá lo necesario para poder conectar el colector de gas inerte a una fuente exterior de abastecimiento de gas inerte.

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- Los medios de respiración instalados para dar salida a todos los vapores emanados de los tanques de carga durante las operaciones de carga y descarga consistirán en uno o más mástiles de respiración o en varios orificios de ventilación a gran velocidad. Los colectores de suministro del gas inerte se podrán utilizar para tal respiración.
- En los distintos tanques de carga el tubo de salida de gases debe estar lo más lejos posible de la toma de gas inerte/aire. La entrada de esos tubos de salida podrá estar situada al nivel de la cubierta o a no más de 1 m. de altura por encima del fondo del tanque. El área de sección transversal del tubo de salida de gases será tal que permita mantener una velocidad de salida de por lo menos 20 m/s cuando tres tanques cualesquiera estén siendo abastecidos simultáneamente de gas inerte. Los orificios de salida de esos tubos estarán por lo menos a 2 m. por encima del nivel de la cubierta.
- Se proveerán uno o más dispositivos reductores de la presión y el vacío para impedir que los tanques de carga se vean sometidos a una depresión positiva superior a la de prueba del tanque de carga si el producto que constituye ésta se ha de cargar a la capacidad máxima de régimen y todas las demás salidas están cerradas; o a una depresión superior a 700 mm. de columna de agua, si ese producto se ha de descargar a la capacidad máxima de régimen de las bombas de carga y si los ventiladores impelentes del gas fallasen. Dichos dispositivos se instalarán en el colector del gas inerte, en el sistema de respiración o en los propios tanques.
- Se proveerán instrumentos que indiquen continuamente la temperatura, el contenido de oxígeno y la presión del gas inerte en el lado de la descarga de los ventiladores impelentes, estos estarán situados en la cámara de control de carga. Además se instalarán aparatos de medición de las características del gas en el puente de navegación y cámara de máquinas.
- Se instalarán alarmas audibles y visuales que indiquen:

- presión o caudal insuficientes del agua de entrada en el lavador.
- nivel de agua excesivo en el lavador.
- temperatura excesiva del gas.
- fallo de los ventiladores impelentes.
- contenido de oxígeno superior al 8 %.
- fallos en el suministro de energía al sistema de accionamiento automático de la válvula reguladora del gas y a los dispositivos indicadores.
- nivel de agua insuficiente en el cierre hidráulico.
- presión de gas elevada (DNV, Pt.5, Cp.3, Sec. 11).

### **3.3.5. Sistemas de extinción específicos para la cubierta de helicópteros**

#### **3.3.5.1. Sistema fijo de extinción por agua**

- Habrá al menos 2 bocas contra incendios con ruedas de mangueras en los alrededores helipuerto.
- La presión en el colector contra incendios del helipuerto no será menor de 5 Kg/cm<sup>2</sup> (NMD, Cp.IX, 37).

#### **3.3.5.2. Sistema fijo de extinción por espuma**

- Se dispondrán tres monitores de espuma capaces de ser operativos simultáneamente. El equipo de espuma será capaz de suministrar una solución de espuma en una proporción de al menos 8,1 l/min m<sup>2</sup> del área total del rotor del helicóptero más largo capaz de aterrizar en el helipuerto.
- Habrá cantidad de espuma suficiente para que los monitores estén funcionando durante 10 minutos. La espuma concentrada será del tipo AFFF, Fluoroprotéicas o un concentrado con propiedades correspondientes (DNV, NPD, A 6.4.6.2).
- Cada uno de los monitores de espuma será capaz de suministrar al menos 1500 l/min.

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- El volumen del tanque de espuma será calculado en base a los 10 minutos de funcionamiento continuo con una concentración de espuma de del 5 % o más.
- El sistema suministrará espuma en no más de 15 segundos una vez que haya sido activado (NMD, Cp.IX, 37).

**3.3.5.3. Extintores contra incendios**

- Se dispondrá un extintor de 10 Kg. de CO<sub>2</sub> con manguera y boquilla para apagar el fuego que podría originarse en los motores del helicóptero. Dos extintores similares de respeto se situarán en los alrededores del helipuerto.

**3.3.5.4. Sistema combinado polvo/espuma**

- Se dispondrá de una estación combinada de polvo/espuma con al menos 30 m. de manguera y boquillas de doble uso preparadas para llegar a cualquier zona de la cubierta de helicóptero. La cantidad de polvo no será menor de 250 Kg. y la capacidad del sistema será entre 2 y 3 Kg. de polvo por segundo. El sistema contará con no menos de 250 litros de espuma concentrada y ha de ser capaz de suministrar no menos de 200 litros de solución espuma por minuto (NMD, Cp.IX, 37).

**3.3.5.5. Equipos de bombero y emergencia**

- Se dispondrán 2 sets de equipos de bombero almacenados en los alrededores del helipuerto.
- El siguiente equipo de emergencia será almacenado en los alrededores del helipuerto, preferentemente en la proximidad del monitor de espuma en el acceso principal :
  - 2 hachas contra incendios.
  - 2 cuchillos inoxidable (para cortar cinturones de seguridad).
  - 2 linternas (a prueba de explosiones).
  - 1 palanca.
  - 1 cortador de pernos.

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- 1 par de alicates de corte.
  - 1 sierra para metales con cuchilla de repuesto.
  - 1 martillo.
  - 1 barra de acero con punta en cuña.
  - 1 par de tijeras con hoja de metal.
  - 1 escalera ligera (aprox. 3 metros).
  - 1 gato de ½ tonelada.
  - 1 gancho de metal con un mango de aproximadamente 3 metros de largo.
- Todo el equipo será fácilmente accesible, visible y almacenado en un lugar seguro, preferiblemente en una cabina o caja sellada. La cabina será cerrada con llave y la llave será mantenida detrás de una ventana de cristal o material rompible. La cabina o caja será pintada de rojo y marcada con “EMERGENCY EQUIPMENT” (equipo de emergencia) (NMD, Cp.IX, 37).

**3.3.6. Sistemas de extinción específicos para la zona de carga por proa**

**3.3.6.1. Sistema de extinción por agua/espuma**

- Se dispondrá de un sistema de monitores de chorro de agua y espuma cubriendo la zona de amarre y carga por proa. El sistema de espuma será independiente del sistema principal del buque. El número y la situación de los monitores serán optimizados según la eficiencia contra incendios.

**3.3.6.2. Sistema de extinción por rociadores de agua**

- Un sistema de rociadores de agua cubrirá el sistema de amarre, el sistema de carga y el exterior de la cabina de control de carga (DNV, Pt.5, Cp.3, Sec.14).

**3.3.7. Sistemas de extinción específicos para la torre sumergida de carga**

- Se dispondrá un sistema fijo contra incendios pudiendo ser un sistema por espuma de alta expansión, de rociadores de agua o un sistema fijo de gas.



- Se instalará una conexión para el suministro de gas inerte (DNV, Pt.5, Cp.3, Sec.14).

### **3.3.8. Sistemas de extinción específicos para espacios de acomodación**

#### **3.3.8.1. Sistema fijo de extinción por agua**

- La acomodación ha de estar provista con un sistema de extinción por agua consistente en carretes de mangueras conectadas a un sistema de tuberías bajo presión constante conectadas al colector principal contra incendios (DNV, Pt.6, Cp.4, Sec.2 (F-AMC)).
- La distribución y el número de bocas contra incendios ha sido detallada con anterioridad.
- Las mangueras tendrán como longitud máxima 25 m. por carrete.

#### **3.3.8.2. Sistemas automáticos de rociadores, detección de incendios y alarma contra incendios**

- Todo sistema automático de rociadores, detección de incendios y alarma contra incendios prescrito podrá entrar en acción en cualquier momento sin necesidad de que la tripulación lo ponga en funcionamiento. Será del tipo de tuberías llenas, aunque pequeñas secciones no protegidas podrán ser del tipo de tuberías vacías si la Administración estima necesaria esta precaución. Toda parte del sistema que pueda quedar sometida durante el servicio a temperaturas de congelación estará adecuadamente protegida. Se mantendrá el sistema a la presión necesaria y se tomarán las medidas que aseguren un suministro continuo de agua.
- Cada sección de rociadores contará con los medios necesarios para dar automáticamente señales de alarma ópticas y acústicas en uno o más indicadores cuando un rociador entre en funcionamiento. Los circuitos de alarma serán tales que indiquen cualquier fallo que se produzca en el sistema. Esos indicadores señalarán en qué sección atendida por el sistema se ha declarado el incendio y estarán centralizados en el puente de navegación. Además, esas señales de alarma ópticas y acústicas se recibirán en otro

punto no situado en el puente de navegación, de modo que lleguen inmediatamente a la tripulación.

- Los rociadores estarán agrupados en secciones separadas, con un máximo de 200 rociadores por sección.

- Cada sección de rociadores será susceptible de quedar aislada mediante una sola válvula de cierre. La válvula de cierre de cada sección será fácilmente accesible y su ubicación estará indicada de modo claro y permanente. Se dispondrá de los medios necesarios para impedir el accionamiento de las válvulas de cierre por personas no autorizadas.

- En la válvula de cierre de cada sección y en un puesto central se instalará un manómetro que indique la presión del sistema.

- Los rociadores serán resistentes a la corrosión del aire marino. En los espacios de alojamiento y de servicio empezarán a funcionar cuando se alcance una temperatura comprendida entre 68° y 79°C, pero en locales tales como cuartos de secado, en los que cabe esperar una alta temperatura ambiente, la de funcionamiento de los rociadores se podrá aumentar hasta en 30°C por encima de la máxima prevista para la parte superior del local de que se trate.

- Los rociadores irán colocados en la parte superior y espaciados según una disposición apropiada para mantener un régimen medio de aplicación de por lo menos 5 l/m<sup>2</sup> por minuto sobre el área nominal de la zona que protegen.

- Se instalará una bomba motorizada independiente, sólo destinada a mantener automáticamente la descarga continua de agua de los rociadores. Comenzará a funcionar automáticamente ante un descenso de presión en el sistema, antes de que la carga permanente de agua dulce del tanque a presión se haya agotado completamente.

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- La bomba y el sistema de tuberías tendrán la capacidad adecuada para mantener la presión necesaria al nivel del rociador más alto, de modo que se asegure un suministro continuo de agua en cantidad suficiente para cubrir un área mínima de 280 m<sup>2</sup> al régimen de aplicación especificado anteriormente.
- La bomba tendrá en el lado de descarga una válvula de prueba con un tubo corto de extremo abierto. El área efectiva de la sección de la válvula y del tubo permitirá la descarga del caudal de bomba prescrito, sin que cese la presión del sistema especificada.
- Se instalará un tanque de presión que tenga un volumen igual, como mínimo, al doble de la carga de agua especificada anteriormente. Contendrá permanentemente una carga de agua dulce equivalente a la que descargaría en un minuto la bomba indicada y la instalación será tal que en el tanque se mantenga una presión de aire suficiente para asegurar que, cuando se haya utilizado el agua dulce almacenada en él, la presión no será menor en el sistema que la presión de trabajo del rociador más la presión ejercida por una columna de agua medida desde el fondo del tanque hasta el rociador más alto del sistema. Existirán medios adecuados para reponer el aire a presión y la carga de agua dulce del tanque. Se instalará un indicador de nivel, de vidrio, que muestre el nivel correcto del agua en el tanque.
- Se proveerán medios que impidan la entrada de agua de mar en el tanque.
- La toma de agua de mar de la bomba estará situada, si es posible, en el mismo espacio que la bomba, y dispuesta de modo que cuando el buque esté a flote no sea necesario cortar el abastecimiento de agua de mar para la bomba, como no sea a fines de inspección o reparación de ésta.
- La bomba de los rociadores y el tanque correspondiente estarán situados en un lugar suficientemente alejado de cualquier espacio de categoría A para máquinas y fuera de todo espacio que el sistema de rociadores haya de proteger.

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- En los buques de carga habrá no menos de dos fuentes de energía para la bomba de agua de mar y el sistema fijo de detección de incendios y de alarma. Si la bomba es de accionamiento eléctrico estará conectada a la fuente de energía eléctrica principal, que podrá alimentarse por lo menos con dos generadores. Los alimentadores no atravesarán cocinas, espacios de máquinas ni otros espacios cerrados que presenten un elevado riesgo de incendio, excepto en la medida en que sea necesario para llegar a los cuadros de distribución correspondientes. Una de las fuentes de energía para el sistema de alarma y detección será una fuente de emergencia. Si una de las fuentes de energía para accionar la bomba es un motor de combustión interna, estará situado de modo que un incendio declarado en un espacio protegido no dificulte el suministro de aire.
- El sistema, en la parte que concierne a los rociadores, estará conectado al colector contra incendios del buque por medio de una válvula de retención con cierre de rosca, colocada en la conexión, que impida el retorno del agua desde el sistema hacia el colector.
- Se dispondrá de una válvula de prueba para comprobar la alarma automática de cada sección de rociadores descargando una cantidad de agua equivalente a la de un rociador en funcionamiento. La válvula de prueba de cada sección estará cerca de la de cierre de la misma sección.
- Se proveerán medios para comprobar el funcionamiento automático de la bomba, dado un descenso en la presión del sistema.
- En la posición correspondiente a uno de los indicadores mencionados anteriormente habrá interruptores para comprobar la alarma y los indicadores de cada sección de rociadores.
- Para cada sección del sistema se dispondrá de los cabezales rociadores de respeto que la Administración considere suficiente (DNV, Pt.5, Cp.3, Sec.14).

### **3.3.8.3. Extintores contra incendios**

- Los espacios comunes de acomodación como comedores, cuartos de recreo, etc. serán equipados con extintores portátiles y serán colocados a la entrada de dichos espacios
- En los pasillos de la acomodación habrá al menos un extintor portátil en cada salida.
- Los extintores portátiles serán no menos que :
  - extintor de agua, al menos 9 litros
  - extintor polvo químico, al menos 12 Kg.
  - extintor CO<sub>2</sub>, al menos 6 Kg.
- Cada extintor estará dispuesto tal que la distancia entre ellos no sea más de 15 m. (DNV, NPD, A 6.4.4.2).

### **3.3.8.4. Equipo de bombero**

- El equipo de bombero comprenderá :

Un juego individual compuesto de:

- indumentaria protectora, de un material que preserve la piel contra el calor irradiado por el fuego y contra las quemaduras y escaldaduras que pudiera causar el vapor. Por su cara exterior será impermeable;
- botas y guantes de goma o de otro material que no sea electroconductor.
- un casco rígido que proteja eficazmente contra golpes;
- una lámpara eléctrica de seguridad (linterna de mano) de un tipo aprobado, que tenga un periodo mínimo de funcionamiento de 3 horas;
- un hacha de un tipo que la Administración considere satisfactorio.

Un aparato respiratorio de un tipo aprobado, que podrá ser:

- un casco antihumo o una máscara antihumo provistos de una bomba de aire adecuada y un tubo flexible para aire, lo bastante largo como para alcanzar desde una posición de la cubierta expuesta bien distanciada de escotillas y

puertas cualquier parte de las bodegas o de los espacios de máquinas. Si para cumplir con lo dispuesto en el presente apartado se necesitase un tubo de más de 36 m para aire, se empleará, ya en sustitución de este tubo o además del mismo, según decida la Administración, un aparato respiratorio autónomo; o bien

- un aparato respiratorio autónomo accionado por aire comprimido. cuyos cilindros tengan una capacidad de 1200 l de aire por lo menos, u otro aparato respiratorio autónomo que pueda funcionar durante 30 minutos como mínimo. Habrá a bordo la cantidad suficiente de cargas de respeto, apropiadas para utilización con los aparatos provistos, que a juicio de la Administración sea satisfactoria.
- Cada aparato respiratorio llevará un cable de seguridad ignífugo de resistencia y longitud suficientes, susceptible de quedar sujeto por un gancho con muelle al arnés del aparato o a un cinturón separado, con objeto de impedir que el aparato se suelte cuando se maneje el cable de seguridad.
- Todos los buques llevarán a bordo por lo menos dos equipos de bombero que cumplan con lo prescrito anteriormente.
- En los buques tanque, se añadirán dos equipos de bombero más.
- La Administración podrá exigir que se lleven juegos adicionales de equipo individual y aparatos respiratorios, teniendo debidamente en cuenta las dimensiones y el tipo de buque.
- Los equipos de bombero y los juegos de equipo individual se guardarán, listos para utilización inmediata, en sitios fácilmente accesibles, y si son más de uno los equipos y juegos que se lleven, irán en posiciones muy distantes entre si. (DNV, Pt.5, Cp.3, Sec.14).

- Se dispondrá de un compresor para llenar las botellas de los aparatos respiratorios, el caudal será de 75 l/min.
- Se proveerá de un set de radio UHF de comunicación interna para cada uno de los equipos de bomberos, al menos habrá 11 sets de radios, para las necesidades en caso de incendio. (NMD, Cp.II, 14).

### **3.3.9. Dispositivos y medios de salvamento**

#### **3.3.9.1. Dispositivos radioeléctricos de salvamento**

- En todo buque de pasaje y en todo buque de carga de arqueo bruto igual o superior a 500 se proveerán por lo menos tres aparatos radiotelefónicos bidireccionales de ondas métricas.
- Si se instala un aparato radiotelefónico fijo bidireccional de ondas métricas en una embarcación de supervivencia, éste deberá ajustarse a normas de funcionamiento no inferiores a las aprobadas por la Organización.
- Todo buque de pasaje y todo buque de carga de arqueo bruto igual o superior a 500 llevará por lo menos un respondedor de radar a cada banda.
- Los respondedores de radar irán estibados en lugares desde los que se puedan colocar rápidamente en cualquier embarcación de supervivencia que no sea la balsa o las balsas salvavidas inflables o rígidas.
- En los buques que lleven por lo menos dos respondedores de radar y que estén equipados con botes salvavidas de caída libre, uno de los respondedores de radar irá estibado en un bote salvavidas de caída libre y el otro estará situado en las proximidades inmediatas del puente de navegación de modo que se pueda utilizar a bordo y esté listo para trasladarlo rápidamente a cualquiera de las otras embarcaciones de supervivencia.
- Una radiobaliza de localización de siniestros por satélite “EPIRB” (emergency position indicating radio beacon). (DNV, Pt.4, Cp.9, Sec.2).

### **3.3.9.2. Bengalas para señales de socorro**

- Se llevarán por lo menos 12 cohetes lanzabengalas con paracaídas estibados en el puente de navegación o cerca de éste y que cumplan con:

- irá en un estuche hidro-resistente;
- llevará impresos en el estuche instrucciones breves o diagramas que indiquen claramente el modo de empleo;
- tendrá medios integrales de ignición;
- estará proyectado de modo que no ocasione molestias a la persona que sostenga el estuche cuando se haga uso del cohete siguiendo las instrucciones de manejo recibidas por el fabricante.
- El cohete alcanzará una altura mínima de 300 m.; cuando alcance el punto más alto lanzará una bengala con paracaídas:
  - arderá con un color rojo brillante;
  - arderá con una intensidad lumínica de al menos 30000 cd (candela);
  - tendrá un periodo de combustión de al menos 40 s;
  - tendrá una velocidad de descenso no superior a 5 m/s;
  - no dañará al paracaídas ni los accesorios de éste mientras esté ardiendo.

(DNV, Pt.3, Cp.6, Sec.2).

### **3.3.9.3. Sistema de comunicaciones de a bordo y sistema de alarma**

- Se proveerá un sistema de emergencia constituido por equipo fijo o portátil, o por ambos, para comunicaciones bidireccionales entre puestos de control de emergencia, puestos de reunión y de embarco y puntos estratégicos a bordo.

- Se proveerá un sistema de alarma general de emergencia que se utilizará para convocar a pasajeros y tripulantes a los puestos de reunión e iniciar las operaciones indicadas en el cuadro de obligaciones.



Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- La señal general de emergencia será de siete o mas pitadas cortas, seguidas de una pitada larga de la sirena del buque, y además por la señal que de un timbre alimentado por la fuente principal de energía eléctrica del buque.(DNV, Pt.3, Cp.6, Sec.2).

- Todos los buques de arqueo bruto superior a 150 toneladas llevarán a bordo, cuando efectúen viajes internacionales, una eficiente lámpara de señales diurnas que no dependa exclusivamente de la fuente de energía eléctrica principal del buque (DNV, Pt.4, Cp.8, Sec.3).

**3.3.9.4. Dispositivos individuales de salvamento**

**3.3.9.4.1. Aros salvavidas**

- El número mínimo de aros salvavidas vendrá dado por el siguiente cuadro:

<b>Eslora del buque en metros</b>	<b>Número mínimo de aros salvavidas</b>
Menos de 100	8
100 y menos de 150	10
150 y menos de 200	12
200 o más	14

- Los aros salvavidas cumplirán con los siguientes ítems:

- tendrá un diámetro exterior no superior a 800 mm. y un diámetro inferior a 400 mm;
- estará fabricado de material que tenga flotabilidad propia;
- podrá sostener en agua dulce durante 24 h un peso mínimo de 14,5 Kg.
- tendrá una masa mínima de 2,5 Kg.
- dejará de arder o de fundirse tras haber estado totalmente envuelto en llamas durante 2 s.
- estará fabricado de modo que resista una caída al agua desde la altura a la que vaya estibado por encima de la flotación correspondiente a la condición de calado mínimo en agua de mar, o desde una altura de 30 m. si este valor es el mayor.

- si está destinado a accionar el sistema automático de suelta rápida provisto para las señales fumígenas de funcionamiento automático y los artefactos luminosos de encendido automático, tendrá una masa suficiente para accionar el sistema de suelta rápida o una masa de 4 Kg. si este valor es mayor;
  - irá provisto de una guirnalda salvavidas que tenga un diámetro de 9,5 mm. por lo menos y una longitud que por lo menos sea igual a 4 veces el diámetro exterior del aro.
- Los aros estarán distribuidos de modo que estén fácilmente disponibles a ambas bandas del buque, y, en la medida de lo posible, en todas las cubiertas expuestas que se extiendan hasta el costado del buque; habrá por lo menos uno en las proximidades de la popa; y estibados de modo que sea posible soltarlos rápidamente y no estarán sujetos de ningún modo por elementos de fijación permanente.
- A cada banda del buque habrá como mínimo un aro salvavidas provisto de una rabiza flotante de al menos 8 mm. de diámetro con resistencia a rotura de 5 KN, de una longitud igual por lo menos al doble de la altura a la cual vaya estibado por encima de la flotación de navegación marítima con calado mínimo, o a 30 m, si este valor es superior.
- La mitad al menos del número total de aros salvavidas estarán provistos de luces de encendido automático; al menos dos de estos aros llevarán también señales fumígenas de funcionamiento automático se podrán soltar rápidamente desde el puente de navegación; los aros salvavidas provistos de luces y los provistos de luces y de señales fumígenas irán distribuidos por igual a ambas bandas del buque y no serán aquellos que estén provistos de rabiza.

- En cada aro salvavidas se marcará con letras mayúsculas del alfabeto romano el nombre del buque que lo lleve y su puerto de matrícula. (DNV, Pt.3, Cp.6, Sec.2).

#### **3.3.9.4.2. Chalecos salvavidas**

Se proveerá, para cada una de las personas que pueda haber a bordo de un chaleco salvavidas.

- Cada chaleco cumplirá con:
  - dejarán de arder o de fundirse tras haber estado totalmente envueltos en llamas durante 2 s.
  - una persona sin ayuda será capaz de ponérselo en no más de 1 min.
  - permitan al usuario lanzarse al agua desde una altura de al menos 4,5 m. sin lesionarse y sin que el chaleco quede descolocado
  - mantener por encima del agua al menos 120 mm. la boca de una persona exhausta o desvanecida, con el cuerpo de ésta inclinado hacia atrás en un ángulo mínimo de 20° y máximo 50° con respecto a la posición vertical;
  - dar la vuelta en el agua al cuerpo de una persona desvanecida, desde cualquier posición hasta que, en no más de 5 s., la boca quede fuera del agua.
- Los chalecos salvavidas tendrán una flotabilidad que no quede reducida en más de un 5 % después de 24 horas de inmersión en agua dulce.
- Todo chaleco salvavidas llevará un pito firmemente sujeto por medio de un cordón.
- Los chalecos salvavidas inflables tendrán dos compartimentos separados tal que:
  - se inflará automáticamente al sumergirse, irá provisto de un dispositivo que permita inflarlo a mano con un solo movimiento y podrá inflarse soplando;
  - en caso de pérdida de flotabilidad en uno cualquiera de los compartimentos, seguirá cumpliendo con lo previsto anteriormente.

- También se proveerá un número de chalecos salvavidas apropiados para niños igual por lo menos al 10% del total de pasajeros que vayan a bordo, o un número mayor si es necesario, de modo que haya un chaleco salvavidas para cada niño; y un número suficiente de chalecos salvavidas para las personas encargadas de la guardia y para utilizarlos en los puestos de embarcaciones de supervivencia alejados. Los chalecos salvavidas destinados a las personas encargadas de la guardia se estibarán en el puente, la cámara de control de máquinas y cualquier otro puesto que tenga dotación de guardia. (DNV, Pt.3, Cp.6, Sec.2).

#### **3.3.9.4.3. Trajes de inmersión**

- Para cada una de las personas designadas como tripulantes del bote de rescate o como miembros de la cuadrilla encargada del sistema de evacuación marino se proveerá un traje de inmersión de talla adecuada que cumpla con:

- el traje estará confeccionado con materiales impermeables
- pueda desempaquetarse y quedar puesto, sin ayuda, en no más de 2 min.
- deje de arder o fundirse tras haber estado totalmente envuelto en llamas durante 2 s.
- tras haber saltado al agua el usuario desde una altura no inferior a 4,5 m., no se produzca una penetración excesiva de agua en el traje.

- El traje de inmersión permitirá a la persona que lo lleve y que además lleve un chaleco salvavidas, si el traje ha de llevarse con tal chaleco:

- subir y bajar por una escala vertical de al menos 5 m. de altura;
- nadar una distancia corta y subir a una embarcación de supervivencia. (DNV, Pt.3, Cp.6, Sec.2).

### **3.3.9.5. Cuadro de obligaciones e instrucciones para casos de emergencia**

- En lugares bien visibles de todo el buque, incluidos el puente de navegación, la cámara de máquinas y los espacios de alojamiento de la tripulación, se fijarán cuadros de obligaciones e instrucciones para casos de emergencia que reflejen:

- el cierre de puertas estancas, puertas contra incendios, válvulas, imbornales, lumbreras, portillos del luz y aberturas análogas;
- la colocación del equipo en las embarcaciones de supervivencia y demás dispositivos de salvamento;
- la preparación y puesta a flote de las embarcaciones de supervivencia;
- la preparación general de los otros dispositivos de salvamento;
- la tarea de reunir a los tripulantes;
- el empleo del equipo de comunicaciones;
- la composición de las cuadrillas contra incendios;
- los cometidos especiales señalados en relación con la utilización del equipo y de las instalaciones contraincendios (DNV, Pt.3, Cp.6, Sec.2).

### **3.3.9.6. Embarcaciones de supervivencia y botes de rescate**

#### **3.3.9.6.1. Embarcaciones de supervivencia**

- Los buques de carga llevarán:
- uno o varios botes salvavidas totalmente cerrados y cuya capacidad conjunta en cada banda baste para dar cabida al número total de personas que vayan a bordo; y además;
  - una o varias balsas salvavidas inflables o rígidas estibadas en un emplazamiento que permita su fácil traslado de una banda a otra en el mismo nivel de la cubierta expuesta y cuya capacidad conjunta baste para dar cabida al número total de personas que vayan a bordo. Si la balsa o las balsas

salvavidas no están estibadas en un emplazamiento que permita su fácil traslado de una banda a otra en el mismo nivel de la cubierta expuesta, la capacidad total disponible en cada banda bastará para dar cabida al número total de personas que vayan a bordo.

Una segunda opción es que lleven:

- uno o varios botes salvavidas de caída libre, que puedan ponerse a flote por caída libre por la popa del buque y cuya capacidad conjunta baste para dar cabida al número total de personas que vayan a bordo; y además;
  - una o varias balsas salvavidas inflables o rígidas cuya capacidad conjunta en cada banda baste para dar cabida al número total de personas que vayan a bordo. Las balsas salvavidas, por lo menos a una banda del buque, dispondrán de dispositivos de puesta a flote.
- Los buques de carga en que la distancia horizontal desde el extremo de la roda o de la popa del buque hasta el extremo más próximo de la embarcación de supervivencia más cercana sea más de 100 m. llevarán, además de las balsas salvavidas prescritas anteriormente, una balsa salvavidas estibada tan a proa o tan a popa, o bien una tan a proa y otra tan a popa, como sea razonable y posible. Esta balsa o estas balsas salvavidas podrán ir sujetas firmemente de modo que se puedan soltar a mano y no necesiten ser de un tipo que se pueda poner a flote desde un dispositivo aprobado de puesta a flote.
- Los petroleros, los buques tanque quimiqueros y los buques gaseros que transporten cargas cuyo punto de inflamación no exceda de 60°C (prueba en vaso cerrado), en lugar de llevar botes salvavidas totalmente cerrados llevarán botes salvavidas protegidos contra incendios que cumplan con:

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- todo bote salvavidas protegido contra incendios podrá a su vez proteger durante un periodo mínimo de 8 min., hallándose a flote, al número total de personas que esté autorizado a llevar, envuelto de modo continuo en llamas debidas a la inflamación de hidrocarburos.
- Botes salvavidas totalmente cerrados: estos botes dispondrán de una cubierta totalmente rígida y estanca que cierre el bote por completo. Tendrá una estabilidad tal que sea intrínsecamente autoadrizable o se adrice automáticamente llevando su asignación de personas y su equipo, completos o parciales, y hallándose herméticamente cerradas todas las entradas y aberturas y sujetas en sus asientos con cinturones de seguridad las personas que lleve. No se aprobará ningún bote salvavidas destinado a llevar más de 150 personas. Llevarán un motor para la propulsión del mismo con encendido por compresión.
- Balsas salvavidas inflables: estarán formados por dos compartimentos separados, se inflará con un gas atóxico. La balsa tardará no más de 1 min. en inflarse a una temperatura ambiente entre 18°C y 20°C, y no mas de 3 min. a una temperatura de – 30°C. La capacidad en número de personas de la balsa vendrá dada por el menor número de los siguientes:
  - el mayor número que resulte de dividir por 0,096 el volumen, medido en metros cúbicos, de las cámaras de flotabilidad principales cuando están infladas; o
  - el mayor numero entero que resulte de dividir por 0,372 el área de la sección transversal horizontal interior de la balsa medida en metros cuadrados hasta el borde de las cámaras de flotabilidad que ocupe la posición más interior; o

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- el número de personas que, con una masa media de 75 Kg., todas ellas con su chaleco salvavidas puesto, puedan ir sentadas con comodidad y espacio superior suficientes.
  
- Balsas salvavidas rígidas: estas balsas estarán fabricadas con un material aprobado de flotabilidad propia, emplazado tan cerca como sea posible de la periferia de la balsa. Dicho material será pirorretardante o estará protegido por un revestimiento. La capacidad en número de personas de la balsa vendrá dada por el menor número de los siguientes:
  - el mayor número entero que resulte de dividir por 0,096 el volumen, medido en metros cúbicos, del material de flotabilidad por un factor de 1 menos la gravedad específica de ese material; o
  - el mayor número entero que resulte de dividir por 0,372 el área de la sección transversal horizontal, medida en metros cuadrados, del piso de la balsa; o
  - el número de personas que, con una media de 75 Kg., todas ellas con su chaleco salvavidas puesto, puedan ir sentadas con comodidad y espacio superior suficientes.
  
- Botes salvavidas de caída libre: este tipo de botes serán fabricados de tal forma que tendrán una protección contra las aceleraciones peligrosas provocadas por la puesta a flote, cargado con su asignación completa de personas y su equipo, al menos desde la altura máxima a que, de acuerdo con lo proyectado, haya de ir estibado en condiciones adversas de hasta 10° de asiento y escora de 20° a una banda. Los asientos estarán almohadillados e irán provistos de un soporte lateral para la cabeza, torso y los muslos. Cada uno de los asientos aguantarán una fuerza de 100 Kg. durante la puesta a flote. La capacidad será igual al número de personas a las que puede asignarse un asiento sin dificultar el funcionamiento de los medios de propulsión ni el manejo del equipo



salvavidas. Llevarán un motor para la propulsión del mismo con encendido por compresión (DNV, Pt.3, Cp.6, Sec.2).

#### **3.3.9.6.2. Botes de rescate**

Los buques de carga llevarán al menos un bote de rescate que cumpla con:

- podrán ser rígidos o inflados, o bien una combinación de ambos;
- tendrán una eslora mínima de 3,8 m. y máxima de 8,5 m.;
- podrán llevar por lo menos cinco personas sentadas y una persona tumbada;
- podrán maniobrar a velocidades de hasta 6 nudos y mantener esa velocidad durante un periodo mínimo de 4 horas.
- Podrá ir provisto de un motor intrabordo o fueraborda

(DNV, Pt.3, Cp.6, Sec.2).

#### **3.3.9.7. Planos de lucha contra incendios**

- En todos los buques habrá expuestos permanentemente para orientación de los oficiales, planos de disposición general que muestren claramente respecto de cada cubierta los puestos de control, las distintas secciones de contención de incendios limitadas por divisiones de clase "A", las secciones limitadas por divisiones de clase "B" y detalles acerca de los sistemas de detección de incendios y de alarma contra incendios, instalación de rociadores, dispositivos extintores, medios de acceso a los distintos compartimientos, cubiertas, etc., y el sistema de ventilación, con detalles acerca de la ubicación de los mandos de los ventiladores y la de las válvulas de mariposa, así como los números de identificación de los ventiladores que haya al servicio de cada sección. O bien, si la Administración lo juzga oportuno, los pormenores que anteceden podrán figurar en un folleto del que se facilitará un ejemplar a cada oficial y del que siempre habrá un ejemplar a bordo en un sitio accesible. Los planos y folletos se mantendrán al día, y cualquier cambio producido se anotará en ellos

tan pronto como sea posible. La exposición contenida en dichos planos y folletos irá en el idioma oficial del Estado de abanderamiento. Si ese idioma no es el inglés ni el francés, se acompañará una traducción a uno de estos dos idiomas. Además, las instrucciones relativas al mantenimiento y al funcionamiento del equipo y a las instalaciones que haya a bordo para combatir y contener incendios se conservarán, encuadradas juntas y listas para ser utilizadas, en un sitio accesible.

- En todos los buques se guardará permanentemente un duplicado de los planos de lucha contra incendios o un folleto que contenga dichos planos, en un estuche estanco a la intemperie claramente señalado y situado fuera de la caseta de cubierta, para ayuda del personal de tierra encargado de la lucha contra incendios. (DNV, Pt.4, Cp.6, Sec.14).

#### **3.3.9.8. Rutas de evacuación**

- Se dispondrán escaleras y escalas que proporcionen desde todos los espacios de alojamiento y desde los espacios en que normalmente trabaje la tripulación, excepto los de máquinas, medios rápidos de evacuación hacia la cubierta expuesta y desde ésta hacia los botes y balsas salvavidas. Se observarán especialmente las siguientes disposiciones de carácter general:

- A todos los niveles de los alojamientos, cada espacio o grupo de espacios restringidos tendrá por lo menos dos medios de evacuación muy distantes entre sí.
- Debajo de la cubierta expuesta más baja, el medio principal de evacuación será una escalera y el medio secundario podrá ser un tronco o una escalera.
- Encima de la cubierta expuesta más baja, los medios de evacuación serán escaleras o puertas, o ambas cosas combinadas, que den a una cubierta expuesta.

- Excepcionalmente la Administración podrá aceptar que sólo haya un medio de evacuación, habida cuenta de la naturaleza y ubicación de los espacios afectados y del número de personas que normalmente puedan estar alojadas o de servicio en los mismos.
- No se admitirán pasillos ciegos que midan más de 7 m de largo. Pasillo ciego es el pasillo o la parte de pasillo que sólo tiene una vía de evacuación.
- La anchura y la continuidad de los medios de evacuación responderán a criterios que satisfagan a la Administración.
- En todos los espacios de carga en que normalmente trabaje la tripulación, el número y la ubicación de las vías de evacuación hacia la cubierta expuesta responderán a criterios que satisfagan a la Administración, pero en ningún caso serán menos de dos, muy distantes entre sí.
- Cada espacio de categoría A para máquinas tendrá dos medios de evacuación. Se cumplirá especialmente con una de las siguientes disposiciones:
  1. dos juegos de escalas de acero, tan separadas entre si como sea posible, conducirán a puertas situadas en la parte superior de dicho espacio e igualmente separadas entre si, y desde las que haya acceso a la cubierta expuesta. En general, una de estas escalas dará protección continua contra el fuego desde la parte inferior del espacio hasta un lugar seguro fuera del mismo. No obstante, la Administración podrá no exigir esa protección si, a causa de la disposición o de las dimensiones especiales del espacio de máquinas, se provee una vía de evacuación segura desde la parte inferior de este espacio. Para lograr dicha

protección se utilizará acero, provisto en caso necesario de un aislamiento que a juicio de la Administración sea satisfactorio, y en el extremo inferior habrá una puerta de acero de cierre automático; o bien

2. una escala de acero conducirá a una puerta, situada en la parte superior del espacio, desde la que haya acceso a la cubierta expuesta: además, en la parte inferior del espacio y en un lugar bien separado de la citada escala, habrá una puerta de acero maniobrable desde ambos lados que ofrezca una vía segura de evacuación desde la parte inferior del espacio hacia la cubierta expuesta.

- En espacios para máquinas que no sean de categoría “A” se proveerán vías de evacuación que satisfagan los criterios de la Administración habida cuenta de la naturaleza y la ubicación del espacio y considerando si normalmente habrá o no personas de servicio en él. (DNV, Pt.4, Cp.6, Sec.14).

- Han de ser diseñadas rutas de escape de fácil acceso, minimizando el uso de escaleras. En la medida de lo posible las rutas serán rectas, de 1 metro de ancho y 2,10 metros de altura como mínimo, fuera de los espacios de acomodación. Ha de ser posible el manejo de una camilla y un equipo contraincendios sin dificultad a lo largo de toda la ruta. (DNV, Pt.5, Cp.9, Sec.2 B).

#### **3.3.9.9. Aparatos lanzacabos**

Se proveerá un aparato lanzacabos que cumpla con:

- Que pueda lanzar un cabo con precisión aceptable.

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- Que comprenda por lo menos cuatro cohetes, cada uno de los cuales ha de poder lanzar el cabo a por lo menos 230 metros con buen tiempo.
- Que comprenda por lo menos cuatro cabos, cada uno con una resistencia de rotura de 2 Kn.
- Que lleve impresas breves instrucciones o diagramas que indiquen su modo de empleo (DNV, Pt.3, Cp.6, Sec.3).

## **4. CÁLCULOS**

## **4. CÁLCULOS**

A continuación vamos a realizar el cálculo básico de los distintos sistemas contra incendios que debe cumplir nuestro buque según la Reglas definidas anteriormente. Para ello partimos de los parámetros fundamentales requeridos por cada sistema; caudales, presiones, etc. que junto con el diseño de los planos de esquemas correspondientes nos proporcionará la información necesaria para definir dichos sistemas y sus componentes. Los sistemas son los siguientes:

- Sistema de extinción por Agua/Espuma
- Sistema Automático de Rociadores de Agua
- Sistema de Gas Inerte
- Sistema de extinción por CO<sub>2</sub>

### **4.1. SISTEMA DE EXTINCIÓN POR AGUA/ESPUMA**

#### **4.1.1. Descripción general del sistema**

El sistema de extinción contra incendios por Agua/Espuma consiste en una red de tuberías que distribuye agua salada y/o espuma a los espacios predeterminados por dicha reglamentación con un caudal y presión apropiados para la actuación contra el fuego. (Reglamentación: apartados 3.3.1., 3.3.4.1., 3.3.4.3., 3.3.5.1., 3.3.5.2., y 3.3.8.1.).

En nuestro caso, la red de tuberías estará formada por un colector principal en forma de anillo que recorre todo el buque desde donde se distribuye a las zonas de aplicación por medio de ramales secundarios.

#### **- Componentes del sistema:**

- **Bombas contra incendios:** dispondremos de dos bombas de accionamiento independiente según el Reglamento, una para cada cámara de máquinas (Br. y Er.). Serán del tipo centrífugas por su buena adaptabilidad a distintos caudales de funcionamiento.

- **Toma de mar:** situaremos dos tomas de mar; una para la bomba contra incendios de la cámara de maquinas de babor y otra para la de estribor.
- **Bocas contra incendios:** elemento de salida del agua/espuma, se dispondrán estratégicamente según como marca el Reglamento.
- **Bocas contra incendios equipadas:** caja que contienen la boca contra incendio, la manguera y la lanza o boquilla.
- **Válvulas de distribución:** permiten la intercomunicación y aislamiento de lo distintos ramales.
- **Tanque de espumógeno:** recipiente de almacenaje del líquido espumógeno.
- **Monitor de espuma:** dispositivo para lanzamiento de agua/espuma de largo alcance.
- **Mezclador agua/espuma:** elemento proporcionador de la mezcla espumógeno y agua.

#### **4.1.2. Cálculo del caudal mínimo teórico a suministrar por las bombas**

Este sería el caudal mínimo teórico que exige el Reglamento (apartado 3.3.1.) que puede diferir del que realmente necesita nuestro buque el cual lo calcularemos mas adelante. Siendo:

$$L \text{ (eslora entre perpendiculares)} = 256,5 \text{ m.}$$

$$B \text{ (manga del buque)} = 42,5 \text{ m.}$$

$$D \text{ (puntal)} = 22 \text{ m.}$$

Sustituimos estos valores de nuestro buque en la expresión que nos da el diámetro interior del colector de sentina;  $d = 1,68 \sqrt{L(B + D)} + 25 = 241,08 \text{ mm.}$

Sustituyendo dicho valor en la expresión del caudal de la bomba de sentina;

$$Q_{\text{total}} = \frac{5,75d^2}{10^3} = 334,18 \text{ m}^3/\text{h} ,$$

Luego la capacidad mínima será  $4/3 * Q_{\text{total}} = 445,57 \text{ m}^3/\text{h} ;$



Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

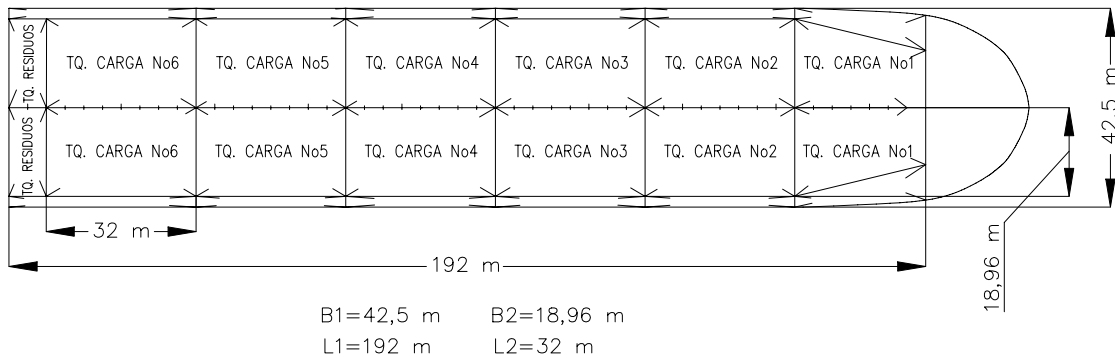
La capacidad mínima teórica exigida por cada bomba será  $Q_1 = \frac{0.8 * Q_{total}}{2} = 178,22$

m<sup>3</sup>/h

**4.1.3. Cantidad de solución agua/espuma a suministrar**

Ya que nuestro sistema es de agua y espuma tenemos que calcular el caudal de agua y espuma mínima según los porcentajes que nos marca el reglamento (apartado 3.3.4.1).

En primer lugar vamos a calcular las dimensiones del área protegida:



$$A_1 = B_1 \times L_1 = 192 \times 42,5 = 8160 \text{ m}^2$$

Y el área del tanque de mayor sección horizontal  $A_2 = B_2 \times L_2 = 18,96 \times 32 = 606,72 \text{ m}^2$ .

La cantidad requerida de solución agua/espuma no será menor que el mayor de los valores siguientes:

1.  $Q_1 = 0,6 \text{ l/min.} \times A_1$

2.  $Q_2 = 6 \text{ l/min.} \times A_2$

3.  $Q_3 = 3 \text{ l/min.} \times A_3$  (Área protegida por el mayor cañón lanzador)

Este requerimiento 3 será tenido en cuenta a la hora de calcular la distancia entre monitores luego la elección la haremos entre 1 y 2.

Sustituyendo en las dos expresiones nos queda que  $Q_1 = 0,6 \text{ l/min.} \times 8160 = 4896 \text{ l} \times \text{m}^2/\text{min.}$  y  $Q_2 = 6 \text{ l/min} \times 606,72 = 3640,32 \text{ l} \times \text{m}^2/\text{min.}$

Luego elegimos  $Q_1 = 4896 \text{ l} \times \text{m}^2/\text{min.}$  que es el mayor de los dos valores.

Como la concentración de espuma normalmente es del 3 % la de agua será del 97 % luego  $C_{\text{agua}} = \frac{4896 \times 97}{100} = 4749,12 \text{ l/min.}$  que sería la cantidad de agua.

Para hallar la cantidad de espuma mínima tenemos en cuenta que el Reglamento nos indica que el sistema debe de permanecer 20 minutos suministrando la mezcla en buques con sistemas de gas inerte siendo nuestro caso;  $C_{\text{espuma}} = \frac{4896 \times 3 \times 20}{100} = 2937,6 \text{ l}$  de espuma, luego el tanque de líquido espumógeno tendrá una capacidad  $3 \text{ m}^3$ .

Luego la bomba de espumógeno debe suministrar  $3 \text{ m}^3$  en 20 minutos, resultando un caudal de  $9 \text{ m}^3/\text{h}$ .

#### **4.1.4 Cálculo del caudal necesario para cubrir los dos chorros de agua mínimos en la situación más desfavorable**

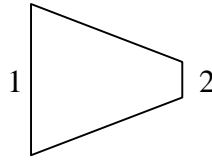
Según las reglas definidas en el apartado 3.3.1., los dos chorros de agua procedentes de bocas distintas descargarán a la presión de  $0,27 \text{ N/mm}^2$ , cuando esté en funcionamiento el sistema contra incendios por agua/espuma.

La situación más desfavorable que se nos plantea será cuando las bocas a abastecer sean las más alejadas de las bombas propulsoras. Estas bocas serán usadas con lanzas con boquillas de 20 mm. de diámetro (Ver anexo "A").

Aplicamos el teorema de Bernouilli; conociendo el diámetro de la boquilla de la lanza, el diámetro de la boca contra incendios y la presión mínima en dicha boca

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

calcularemos el caudal que arrojará cada boca. Para ello definimos el problema en las condiciones del fluido en la posición 1 y 2.



$$P_1 = 0,27 \text{ N/mm}^2 = 270000 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 = P_{\text{atm.}} = 1 \text{ atm.} = 1,01325 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$\varnothing_{\text{int}} = 53,10 \text{ mm.}$$

$$\varnothing_{\text{lanza}} = 20 \text{ mm.}$$

$$\text{Teorema de Bernouilli: } P + \frac{\rho \times v^2}{2} + (\rho \times g \times h) = cte$$

Aplicando la expresión a nuestro planteamiento consideramos despreciable la pérdida de presión debida al rozamiento del agua a través de la manguera y de la lanza.

Luego:

$$P_1 + \left( \frac{\rho \times v_1^2}{2} \right) + (\rho \times g \times h) = P_2 + \left( \frac{\rho \times v_2^2}{2} \right) + (\rho \times g \times h)$$

$$\text{Densidad del agua salada; } \rho = 1026 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Tomando como unidades } P \text{ (N/m}^2\text{); } \rho \text{ (Kg/m}^3\text{); } v \text{ (m/s) y siendo } h = 0 \text{ ;}$$

Sustituimos:

$$(0,270 \times 10^6) + \left( \frac{1026 \times v_1^2}{2} \right) = (10,132 \times 10^4) + \left( \frac{\rho \times v_2^2}{2} \right)$$

y aplicando la ecuación de continuidad de los fluidos :  $v_1 \times S_1 = v_2 \times S_2$  ;

$$v_1 = \frac{v_2 \times S_2}{S_1} = \frac{v_2 \times D_2^2}{D_1^2} \text{ siendo } S_1, D_1 \text{ y } S_2, D_2 \text{ sección y diámetro de boca y}$$

lanza respectivamente sustituimos el valor de  $v_1$  ;

$$(270000) + \left( \frac{1026 \times v_2^2 \times 0,02^4}{2 \times 0,0513^4} \right) = (101320) + \left( \frac{1026 \times v_2^2}{2} \right)$$

despejando  $v_2 = 18,283$  m/s que es la velocidad de salida del agua por la boquilla de la lanza como conocemos la superficie de salida  $S_2$  aplicamos la ecuación :

$$Q = v_2 \times S_2 = 18,283 \times \pi \times (9,5 \times 10^{-3})^2 = 0,272 \text{ m}^3/\text{s} = 18,661 \text{ m}^3/\text{h}$$

Este es el caudal de un chorro de agua, como son dos chorros los exigidos:

$$Q_{\text{agua}} = 18,661 \times 2 = 37,323 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como anteriormente calculamos el caudal de agua de la solución agua/espuma;  $C_{\text{agua}} = 4749,12$  l/min = 284,947 m<sup>3</sup>/h y tenemos el correspondiente a los dos chorros  $Q_{\text{agua}}$ , la cantidad de agua total será  $Q_{\text{total}} = C_{\text{agua}} + Q_{\text{agua}} = 284,947 + 37,323 = 322,270$  m<sup>3</sup>/h siendo este el caudal para cada bomba.

#### **4.1.5. Cálculo del número de monitores de espuma**

##### **4.1.5.1. Capacidad mínima del monitor**

Según las reglas del apartado 3.3.4.1. el caudal mínimo que tendrá que ser liberado por cada monitor será del 50% del total a suministrar por las bombas contra incendios:

$$Q_{\text{min}} = Q_1 \times 0,5 = 4896 \times 0,5 = 2448 \text{ l/min.} = 146,88 \text{ m}^3/\text{h}$$

##### **4.1.5.2. Radio de cobertura del monitor**

La distancia desde el cañón hasta el extremo más alejado de la zona protegida, situada delante del cañón, no será superior al 75 % del alcance del cañón con el aire totalmente en reposo. Según las características de diseño del fabricante, el monitor tendrá un alcance de 62 m., con lo cual aplicamos la siguiente fórmula:

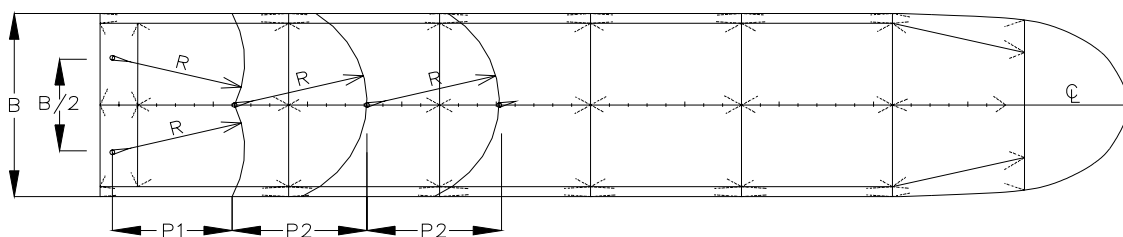
$$R = R_{\text{alcance}} \times 0,75 = 62 \times 0,75 = 46,5 \text{ m.}$$

### **4.1.5.3 Distancia entre monitores**

#### **4.1.5.3.1. Distancia de los monitores en función de la capacidad mínima por metro cuadrado de los mismos**

El reglamento nos dice que la capacidad de cada monitor no será menor a 3 l/min x m<sup>2</sup> de la superficie protegida por él, estando dicha superficie delante de él, y tampoco menor de 1250 l/min.

Según estas premisas nos planteamos el siguiente croquis de la cubierta principal:



- Cálculo de la componente longitudinal P<sub>1</sub> de la distancia comprendida entre los monitores situados en la toldilla y el cañón colocado a popa de cubierta de tanques:

Dividimos la manga de buque entre dos formando el segmento corto de la superficie del rectángulo a proteger por el monitor. Otro dato que tenemos es la capacidad de diseño del monitor Q<sub>monitor</sub> = 5000 l/min., así que podemos calcular el segmento largo:

$$P_1 = \frac{Q_{monitor}}{3 \times B/2} = \frac{5000(l/min.)}{3(l/min. \times m^2) \times 42,5/2(m)} = 78,431 \cong 78 \text{ m.}$$

- Cálculo de P<sub>2</sub>, que es la distancia entre los monitores de la cubierta de tanques:

$$P_2 = \frac{Q_{monitor}}{3 \times B} = \frac{5000(l / \text{min.})}{3(l / \text{min.} \times m^2) \times 42,5(m)} = 39,215 \cong 39 \text{ m.}$$

#### **4.1.5.3.2. Distancia entre los monitores en función del alcance R de los mismos**

- Cálculo de la componente longitudinal  $P_1'$  de la distancia comprendida entre los monitores situados en la toldilla y el cañón colocado a popa de la cubierta de tanques:

Aplicamos el teorema de Pitágoras, conocemos la longitud de la hipotenusa R y la del segmento corto que es igual a B/4, sustituyendo los términos:

$$P_1' = \sqrt{R^2 - \left(\frac{B}{4}\right)^2} = \sqrt{46,5^2 - \left(\frac{42,5}{4}\right)^2} = 45,269 \cong 45 \text{ m.}$$

- Cálculo de  $P_2'$ , que es la distancia entre los monitores de la cubierta de tanques:

$$P_2' = \sqrt{R^2 - \left(\frac{B}{2}\right)^2} = \sqrt{46,5^2 - \left(\frac{42,5}{2}\right)^2} = 41,360 \cong 41 \text{ m.}$$

Ya tenemos los segmentos calculados según las dos condiciones, ahora elegimos los valores mas bajos entre  $P_1$  y  $P_1'$ , y entre  $P_2$  y  $P_2'$ :

$$P_1' = 45 \text{ m.}$$

$$P_2 = 39 \text{ m.}$$

#### **4.1.5.4 Número de monitores**

El número de monitores lo calcularemos con la expresión;  $N^\circ = \frac{L_1 - P_1'}{P_2} + 2$  ;

sustituyendo los valores de  $P_1'$ ,  $P_2$  y  $L_1 = 256,5$  m. nos queda;

$$N^\circ = \frac{256,5(m) - 45(m)}{39(m)} + 2 = 7,423 \cong 7$$

#### **4.1.6. Cálculo de la altura total manométrica de la bomba**

Para realizar nuestro cálculo debemos de averiguar la ruta más desfavorable del sistema por el que circulará el agua con las condiciones de presión mínimas exigidas por

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

el Reglamento. Esta ruta será la que tenga mayor pérdida de carga, es decir las pérdidas de energía del fluido debido al rozamiento en la tubería, geometría de accesorios, etc.

Por medio del teorema de Bernouilli y aplicando las condiciones que nos exigen entre el punto A donde se encuentra la bomba y otro punto B siendo el más desfavorable:

$$\left( \left( \frac{P_A}{\rho} \right) + \left( \frac{V_A^2}{2 \times g} \right) + Z_A \right) + H_B - H_T = \left( \left( \frac{P_B}{\rho} \right) + \left( \frac{V_B^2}{2 \times g} \right) + Z_B \right)$$

de donde:

$$\frac{P}{\rho} = \text{Altura de presión (m.c.a.)}$$

$$\frac{V^2}{2 \times g} = \text{Altura de velocidad (m.c.a.)}$$

$$Z_A = \text{Altura geométrica de aspiración (m.c.a.)}$$

$$Z_B = \text{Altura geométrica de impulsión (m.c.a.)}$$

$$H_B = \text{Energía cedida por la bomba (m.c.a.)}$$

$$H_T = \text{Pérdida de carga total (m.c.a.)}$$

$$g = \text{gravedad } 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\rho = 1026 \text{ Kg/m}^3 = 10065,06 \text{ N/m}^2$$

En el punto A;  $P_A = 0$  ;  $V_A = 0$  , y  $Z_A =$  Calado de diseño – distancia entre bomba y línea base =  $15 - 3,900 = 11,1$  (m.c.a.)

En el punto B;  $P_B = 0,27 \text{ N/mm}^2 = 270000 \text{ N/m}^2$  (Reglamento);  $V_B = 18,283 \text{ m/s}$  y  $Z_B$  será la altura entre el punto A y B.

Con lo cual debemos de hallar primeramente las pérdidas de carga para el camino más desfavorable.

#### **4.1.6.1. Cálculo de las pérdidas de carga**

Nuestro buque bombeará agua salada a 5°C, pero como a dicha temperatura la viscosidad cinemática del agua salada es muy aproximada a la del agua dulce consideramos las longitudes equivalentes de los accesorios de las tablas anexas como si fueran para el agua dulce.

En primer lugar lo que tenemos que hallar es el diámetro exacto del colector principal, para ello partimos de la velocidad máxima, que estará entre  $V = 2,5$  m/s y  $V = 3$  m/s, junto con el caudal hallado anteriormente  $Q = 322,27$  m<sup>3</sup>/h, sustituimos en la expresión  $Q = V \times S$ ;  $322,27/3600 = 2,5 \times S$ ;

$$\text{Siendo } S = \frac{\pi \times D^2}{4}; \text{ despejamos } D = 213,5 \text{ mm, que sería el diámetro interior}$$

del colector, nos vamos a un catálogo y elegimos un tubo de DN200 (219,1 x 8,8), ya que la velocidad que nos resulta está en los límites de la velocidad máxima, con el consiguiente ahorro de peso de la instalación, costes, etc..

Para hallar las pérdidas de carga en cada tramo vamos a utilizar la ecuación de

$$\text{Darcy-Weisbach } H = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g}, \text{ donde:}$$

$f$  = coeficiente de fricción (adimensional)

$L$  = longitud de tubería (m.)

$L_e$  = longitud equivalente a las pérdidas de carga por accesorios (m.)

$V$  = velocidad del fluido (m/s)

$D$  = diámetro interior de la tubería (m)

$g$  = gravedad (m/s<sup>2</sup>)

Por medio de los esquemas adjuntos vamos analizando los accesorios por cada tramo y definimos su longitud equivalente dada en las tablas del anexo "A". La longitud de la tubería se medirá por medio del esquema de forma aproximada.



Necesitamos hallar el número de Reynolds;  $R_e = \frac{V \times D}{\nu}$ ; donde:

V = velocidad del fluido (m/s)

D = diámetro interior de la tubería (m)

$\nu$  = viscosidad cinemática del fluido (agua salada a 5 °c) =  $1,5614 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$

Otro coeficiente que necesitamos saber es la rugosidad relativa  $E_r = \frac{E}{D}$ ; donde:

E = rugosidad del acero galvanizado = 0,150 mm.

D = diámetro interior de la tubería (mm.)

Con el valor de  $E_r$  y el número de Reynolds acudimos al diagrama de Moody del anexo y definimos el valor de  $f$ .

Con estos valores ya podemos aplicar la ecuación de Darcy-Weisbach.

Como necesitamos saber cuál es la ruta más desfavorable nos planteamos dos recorridos que a priori serían los más desfavorables:

- Ruta 1: desde la bomba hasta la boca contra incendio situada en la cubierta puente de navegación en la habitación (ver plano 4.1.1., 4.1.2. y 4.1.4.).
- Ruta 2: desde la bomba hasta la boca contra incendio situada más a proa en la cubierta castillo (ver plano 4.1.1., 4.1.2., y 4.1.3.).
- Ruta común: desde la bomba hasta la Te que divide a los espacios de acomodación y a la Cámara de espuma contra incendios.

**4.1.6.1.1. Cálculo de las pérdidas de carga en la aspiración**

**a. Tramo comprendido entre el colector-caja de mar y la bomba (ver plano 4.1.1.)**

El caudal que vamos a utilizar es  $Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h}$ , que es aquel formado por los dos chorros de agua que nos exige como mínimo el Reglamento.

a) Caudal:

$$Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) Velocidad:

$$D = 213,5 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{37,232}{\pi \times 0,2015^2 / 4} = 0,325 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{0,325 \times 0,2015}{1,5614 \times 10^{-6}} = 41941$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{201,5} = 7,444 \times 10^{-4}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,024$$

f) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ válvula de pie} = 181,5 \text{ m.}$$

$$1 \text{ codo } 90^\circ \text{ radio largo} = 4,85 \text{ m.}$$

$$1 \text{ válvula de compuerta} = 1,46 \text{ m.}$$

$$L_e = 181,5 + 4,85 + 1,46 = 187,81 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_a = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,024 \times (2,3 + 187,81) \times 0,325^2}{0,2015 \times 2 \times 9,81} = 0,122 \text{ m.c.a.}$$

#### **4.1.6.1.2. Cálculo de las pérdidas de carga en la descarga**

##### **1. Tramo comprendido entre la descarga de la bomba y la cubierta tecla a 7876 mm. de linea base incluyendo las 2 Tes. (ver plano 4.1.1.)**

a) Caudal:

$$Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) Velocidad:

$$D = 213,5 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{37,232}{\pi \times 0,2015^2 / 4} = 0,325 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$R_e = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{0,325 \times 0,2015}{1,5614 \times 10^{-6}} = 41941$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{201,5} = 7,444 \times 10^{-4}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,024$$

f) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ válvula de compuerta} = 1,46 \text{ m.}$$

$$1 \text{ válvula retención horizontal} = 181,5 \text{ m.}$$

$$1 \text{ codo } 90^\circ \text{ radio largo} = 4,85 \text{ m.}$$

$$2 \text{ Tes (paso a través de colector)} = 2 \times 4,85 = 9,7 \text{ m.}$$

$$L_e = 1,46 + 181,5 + 4,85 + 9,7 = 136,71 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_1 = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,024 \times (6,95 + 136,71) \times 0,325^2}{0,2015 \times 2 \times 9,81} = 0,092 \text{ m.c.a.}$$

**2. Tramo comprendido entre la cubierta tecla a 7876 mm. de línea base y la cubierta principal (ver plano 4.1.1.)**

a) Caudal:

$$Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) Velocidad:

$$D = 213,5 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{37,232}{\pi \times 0,2015^2 / 4} = 0,325 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$R_e = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{0,325 \times 0,2015}{1,5614 \times 10^{-6}} = 41941$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{201,5} = 7,444 \times 10^{-4}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,024$$

f) Pérdida por accesorios:

$$2 \text{ codo } 90^\circ \text{ radio largo} = 2 \times 4,85 = 9,7 \text{ m.}$$

$$L_e = 9,7 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_2 = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,024 \times (25,367 + 9,7) \times 0,325^2}{0,2015 \times 2 \times 9,81} = 0,022 \text{ m.c.a.}$$

**3. Tramo comprendido entre la cubierta principal y la conexión con colector de acomodación incluyendo la Te. (ver plano 4.1.1.)**

a) Caudal:

$$Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) Velocidad:

$$D = 213,5 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{37,232}{\pi \times 0,2015^2 / 4} = 0,325 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{0,325 \times 0,2015}{1,5614 \times 10^{-6}} = 41941$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{201,5} = 7,444 \times 10^{-4}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,024$$

f) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ válvula de mariposa} = 1,46 \text{ m.}$$

$$1 \text{ Te (paso de colector a ramal)} = 13 \text{ m.}$$

$$L_e = 1,46 + 13 = 14,46 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_3 = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,024 \times (1,1 + 14,46) \times 0,325^2}{0,2015 \times 2 \times 9,81} = 0,01 \text{ m.c.a.}$$

Los tramos de aspiración y los 1, 2 y 3 de la descarga formarán la ruta común, a continuación calcularemos la ruta 1.

**4. Tramo comprendido entre el comienzo del colector de acomodación y la Te bifurcación de éste incluyendo dicha Te. (ver plano 4.1.1.)**

a) Caudal:

$$Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) Velocidad:

$$D = 157,1 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{37,232}{\pi \times 0,1571^2 / 4} = 0,536 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{0,536 \times 0,1571}{1,5614 \times 10^{-6}} = 53929$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{157,1} = 9,458 \times 10^{-4}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,024$$

f) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ codo } 90^\circ \text{ radio largo} = 3,45 \text{ m.}$$

$$1 \text{ Te (paso de colector a ramal)} = 9,4 \text{ m.}$$

$$L_e = 3,45 + 9,4 = 12,85 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_4 = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,024 \times (6,554 + 12,85) \times 0,536^2}{0,1571 \times 2 \times 9,81} = 0,043 \text{ m.c.a.}$$

**5. Tramo comprendido entre la Te bifurcación de la cubierta principal en acomodación y la reducción en cubierta “B” (ver plano 4.1.4.)**

a) Caudal:

$$Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) Velocidad:

$$D = 103,1 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{37,232}{\pi \times 0,1031^2 / 4} = 1,245 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{1,245 \times 0,1031}{1,5614 \times 10^{-6}} = 82208$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{103,1} = 1,454 \times 10^{-3}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,024$$

f) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ codo } 90^\circ \text{ radio largo} = 2,10 \text{ m.}$$

$$3 \text{ Te (paso a través de colector)} = 3 \times 2,1 = 6,3 \text{ m.}$$

$$1 \text{ reducción} = 0,7 \text{ m.}$$

$$L_e = 2,10 + 6,3 + 0,7 = 9,1 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_5 = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,024 \times (14,916 + 9,1) \times 1,245^2}{0,1031 \times 2 \times 9,81} = 0,441 \text{ m.c.a.}$$

**6. Tramo comprendido entre la reducción en cubierta “B” y la reducción en cubierta “D” incluyendo ésta reducción (ver plano 4.1.4.)**

a) Caudal:

$$Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) Velocidad:

$$D = 78,9 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{37,232}{\pi \times 0,0789^2 / 4} = 2,127 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{2,127 \times 0,0789}{1,5614 \times 10^{-6}} = 107481$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{78,9} = 1,901 \times 10^{-3}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,025$$

f) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ Te (paso a través de colector)} = 1,5 \text{ m.}$$

$$1 \text{ reducción} = 0,75 \text{ m.}$$

$$L_e = 1,5 + 0,75 = 2,25 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_6 = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,025 \times (5,54 + 2,25) \times 1,245^2}{0,0789 \times 2 \times 9,81} = 0,569 \text{ m.c.a.}$$



**7. Tramo comprendido entre la Te cubierta “D” y la boca contra incendio de dicha cubierta (ver plano 4.1.4.)**

a) Caudal:

El caudal será  $Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h} / 2 = 18,616 \text{ m}^3/\text{h}$  porque es el que arroja una boca contra incendio.

b) Velocidad:

$$D = 51,3 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{18,616}{\pi \times 0,0513^2 / 4} = 2,515 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{2,515 \times 0,0513}{1,5614 \times 10^{-6}} = 82630$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{51,3} = 2,924 \times 10^{-3}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,028$$

f) Pérdida por accesorios:

1 válvula de compuerta = 2,8 m.

$$L_e = 2,85 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_7 = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,028 \times (1,8 + 2,85) \times 2,515^2}{0,0513 \times 2 \times 9,81} = 0,818 \text{ m.c.a.}$$

**8. Tramo comprendido entre la reducción en cubierta “D” y la boca contra incendio en cubierta puente de navegación (ver plano 4.1.4.)**

a) Caudal:

El caudal será  $Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h} / 2 = 18,616 \text{ m}^3/\text{h}$  porque es el que arroja una boca contra incendio.

b) Velocidad:

$$D = 51,3 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{18,616}{\pi \times 0,0513^2 / 4} = 2,515 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{2,515 \times 0,0513}{1,5614 \times 10^{-6}} = 82630$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{51,3} = 2,924 \times 10^{-3}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,028$$

f) Pérdida por accesorios:

$$3 \text{ codo } 90^\circ \text{ radio largo} = 3 \times 0,95 = 2,85 \text{ m.}$$

$$1 \text{ válvula de compuerta} = 2,8 \text{ m.}$$

$$L_e = 2,85 + 2,8 = 5,65 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_8 = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,028 \times (15,638 + 5,65) \times 2,515^2}{0,0513 \times 2 \times 9,81} = 3,745 \text{ m.c.a.}$$

La suma total de las pérdidas de carga en la ruta 1 = 0,122 + 0,092 + 0,022 + 0,01 + 0,043 + 0,441 + 0,569 + 0,818 + 3,745 = 5,862 m.c.a.

**9. Tramo comprendido entre la Te bifurcación en cubierta principal y el mezclador agua/espuma incluido este último (ver plano 4.1.2.)**

A partir de este tramo, los siguientes se consideran la ruta 2.

a) Caudal:

$$Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) Velocidad:

$$D = 213,5 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{37,232}{\pi \times 0,2015^2 / 4} = 0,325 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{0,325 \times 0,2015}{1,5614 \times 10^{-6}} = 41941$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{201,5} = 7,444 \times 10^{-4}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,024$$

f) Pérdida por accesorios:

$$2 \text{ codos } 90^\circ \text{ radio largo} = 2 \times 4,85 = 9,7 \text{ m.}$$

$$2 \text{ Tes (paso a través de colector)} = 2 \times 4,85 = 9,7 \text{ m.}$$

$$1 \text{ válvula de mariposa} = 1,46 \text{ m.}$$

$$L_e = 9,7 + 9,7 + 1,46 = 20,86 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_9 = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,024 \times (6,3 + 20,86) \times 0,325^2}{0,2015 \times 2 \times 9,81} = 0,017 \text{ m.c.a.}$$

**10. Tramo comprendido entre el mezclador agua/espuma y la salida de la Cámara de espuma (ver plano 4.1.2.)**

a) Caudal:

$$Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) Velocidad:

$$D = 213,5 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{37,232}{\pi \times 0,2015^2 / 4} = 0,325 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{0,325 \times 0,2015}{1,5614 \times 10^{-6}} = 41941$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{201,5} = 7,444 \times 10^{-4}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,024$$

f) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ Te (paso a través de colector)} = 4,85 \text{ m.}$$

$$1 \text{ válvula de mariposa} = 1,46 \text{ m.}$$

$$L_e = 4,85 + 1,46 = 6,31 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_{10} = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,024 \times (2,1 + 6,31) \times 0,325^2}{0,2015 \times 2 \times 9,81} = 0,005 \text{ m.c.a.}$$

**11. Tramo comprendido entre la Cámara de espuma y la Te en proa de cubierta principal entre cuaderna 92 y cuaderna 93 (ver plano 4.1.3.)**

a) Caudal:

$$Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) Velocidad:

$$D = 213,5 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{37,232}{\pi \times 0,2015^2 / 4} = 0,325 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{0,325 \times 0,2015}{1,5614 \times 10^{-6}} = 41941$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{201,5} = 7,444 \times 10^{-4}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,024$$

f) Pérdida por accesorios:

$$4 \text{ codos } 90^\circ \text{ radio largo} = 4 \times 4,85 = 19,4 \text{ m.}$$

$$20 \text{ Tes (paso a través de colector)} = 20 \times 4,85 = 97 \text{ m.}$$

$$6 \text{ válvulas de mariposa} = 6 \times 1,46 = 8,76 \text{ m.}$$

$$L_e = 19,4 + 97 + 8,76 = 125,16 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_{11} = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,024 \times (218,2 + 6125,16) \times 0,325^2}{0,2015 \times 2 \times 9,81} = 0,22 \text{ m.c.a.}$$

**12. Tramo comprendido entre la Te en cubierta castillo y la Te bifurcación de 2**

**bocas contra incendios incluidas las 2 Tes (ver plano 4.1.3.)**

a) Caudal:

$$Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) Velocidad:

$$D = 157,1 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{37,232}{\pi \times 0,1571^2 / 4} = 0,536 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{0,536 \times 0,1571}{1,5614 \times 10^{-6}} = 53929$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{157,1} = 9,458 \times 10^{-4}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,024$$

f) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ Te (paso de colector a ramal)} = 3,5 \text{ m.}$$

$$1 \text{ Te (paso a través de colector)} = 4,85 \text{ m.}$$

$$L_e = 3,5 + 4,85 = 8,35 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_{12} = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,024 \times (8,3 + 8,35) \times 0,536^2}{0,1571 \times 2 \times 9,81} = 0,037 \text{ m.c.a.}$$

**13. Tramo comprendido entre la Te bifurcación de las 2 bocas contra incendios hasta la boca contra incendios en estribor (ver plano 4.1.3.)**

a) Caudal:

El caudal será  $Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h} / 2 = 18,616 \text{ m}^3/\text{h}$  porque es el que arroja una boca contra incendio.

b) Velocidad:

$$D = 51,3 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{18,616}{\pi \times 0,0513^2 / 4} = 2,515 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{2,515 \times 0,0513}{1,5614 \times 10^{-6}} = 82630$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{51,3} = 2,924 \times 10^{-3}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,028$$

f) Pérdida por accesorios:

1 válvula de compuerta: 0,28 m.

$$L_e = 0,28 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_{13} = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,028 \times (13,9 + 0,28) \times 2,515^2}{0,0513 \times 2 \times 9,81} = 2,495 \text{ m.c.a.}$$

**14. Tramo comprendido entre la Te bifurcación de las 2 bocas contra incendios y**

**la Te antes de la última boca contra incendios incluida ésta (ver plano 4.1.3.)**

a) Caudal:

El caudal será  $Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h} / 2 = 18,616 \text{ m}^3/\text{h}$  porque es el que arroja una boca contra incendio.

b) Velocidad:

$$D = 103,1 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{18,616}{\pi \times 0,1031^2 / 4} = 0,623 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{2,515 \times 0,0513}{1,5614 \times 10^{-6}} = 41137$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{103,1} = 1,454 \times 10^{-3}$$

e) Coeficiente de fricción:

$$f = 0,026$$

f) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ Te (paso a través de colector)} = 2,1 \text{ m.}$$

$$L_e = 2,1 \text{ m.}$$

g) Pérdida de carga:

$$H_{14} = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,026 \times (12,4 + 2,1) \times 0,623^2}{0,1031 \times 2 \times 9,81} = 0,072 \text{ m.c.a.}$$



**15. Tramo comprendido entre la Te y la última boca contra incendios (ver plano**

**4.1.3.)**

a) Caudal:

El caudal será  $Q = 37,232 \text{ m}^3/\text{h} / 2 = 18,616 \text{ m}^3/\text{h}$  porque es el que arroja una boca contra incendio.

b) Velocidad:

$$D = 51,3 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4} = \frac{18,616}{\pi \times 0,0513^2 / 4} = 2,515 \text{ m/s}$$

c) Número de Reynolds:

$$\nu = 1,5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{2,515 \times 0,0513}{1,5614 \times 10^{-6}} = 82630$$

d) Rugosidad relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{51,3} = 2,924 \times 10^{-3}$$

f) Pérdida por accesorios:

$$2 \text{ codos } 90^\circ \text{ radio largo} = 2 \times 0,95 = 1,9 \text{ m.}$$

$$L_e = 1,9 \text{ m.}$$

$$H_{15} = \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,028 \times (11,8 + 1,9) \times 2,515^2}{0,0513 \times 2 \times 9,81} = 2,41 \text{ m.c.a.}$$

La suma total de las pérdidas de carga en la ruta 2 = 0,122 + 0,092 + 0,022 + 0,01 + 0,017 + 0,005 + 0,22 + 0,037 + 2,495 + 0,072 + 2,41 = 5,502 m.c.a.

Como 5,862 > 5,502 la ruta con mayor pérdida de carga es la ruta 1,  $H_B = 5,862 \text{ m.c.a.}$ , con lo cual a la hora de aplicar la ecuación de Bernouilli el punto “b” mas alejado será

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

la cota donde se encuentra la última boca contra incendio en la cubierta puente de navegación, teniendo entonces que  $Z_B = 38,67 - 3,9 = 34,77$  m.

Aplicamos la ecuación de Bernoulli:

$$\left( \left( \frac{P_A}{\rho} \right) + \left( \frac{V_A^2}{2 \times g} \right) + Z_A \right) + H_B - H_T = \left( \left( \frac{P_B}{\rho} \right) + \left( \frac{V_B^2}{2 \times g} \right) + Z_B \right)$$

sustituyendo los valores anteriores tenemos:

$$(0 + 0 + 11,1) + H_B - 5,862 = \left( \left( \frac{270000}{10065,06} \right) + \left( \frac{18,283^2}{2 \times 9,81} \right) + 34,77 \right);$$

$$H_B = 26,825 + 17,037 + 34,77 + 5,862 - 11,1 = 73,394 \text{ m.c.a.} = 7,241 \text{ bar}$$

Luego nuestra bomba desarrollará como mínimo una presión de 7,241 bar, eligiendo en catálogo una bomba que nos de 7,5 bar.

## **4.2. SISTEMA AUTOMÁTICO DE ROCIADORES DE AGUA**

### **4.2.1. Descripción general del sistema**

Los rociadores automáticos de agua (sprinklers, en inglés) actúan de forma individual al alcanzar una determinada temperatura. El sistema está compuesto por una red de tuberías que distribuyen los rociadores por casi todos los espacios de acomodación, menos en los que indica el reglamento que pueden ser perjudiciales, cubriendo el área de estos mediante una lluvia de agua de gran efectividad. Solo actúan aquellos rociadores que han detectado el riesgo, por lo que realizan un control puntual de la zona afectada con un gran ahorro de agua. (Reglamentación: apartado 3.3.8.2.)

Los sistemas rociadores de agua ofrecen una protección integral contra el fuego, ya que realizan simultáneamente las siguientes funciones:

- Detección: se realiza de forma automática mediante la temperatura generada por el fuego.
- Alarma: mediante un dispositivo acoplado al sistema se genera una señal de alarma.
- Extinción: la distribución de los rociadores permite que actúen solamente aquellos que son necesarios para la extinción del fuego.

#### **- Componentes del sistema:**

- **Depósito hidróforo:** en su interior está el agua que se emplea en el sistema y el aire a presión para impulsar el agua cuando actúe el sistema. Se emplea agua dulce para evitar las corrosiones que presenta el agua salada.

- **Rociadores:** son los dispositivos conectados a la línea de agua que al actuar producen la lluvia extintora.

- **Bomba de alimentación:** encargada de bombear agua salada a los rociadores cuando baje la presión en el depósito.

- **Bomba alimentación depósito hidróforo:** su misión es la de llenar el tanque una vez disminuida la carga de agua.
- **Tuberías de alimentación:** son las conducciones necesarias para suministrar el agua desde el tanque a los rociadores.
- **Válvula de control antiretorno:** permite el paso del agua al sistema de rociadores, situada junto al depósito hidróforo y evita la entrada de agua salada una vez que se pone en funcionamiento la bomba de alimentación del sistema.
- **Presóstato de alarma:** cuando detecta una pérdida de presión en el depósito genera una señal de alarma.

#### **4.2.2. Cálculo de la superficie a considerar, número de rociadores, caudal de la bomba principal**

Los rociadores los repartiremos por secciones, en este caso hemos definido una sección por cubierta para mayor claridad a la hora de representar el esquema (el reglamento permite hasta 200 rociadores por sección. Hemos ido colocando rociadores según el área de cada espacio en relación con el área cubierta por cada rociador.

Los cálculos los realizaremos tomando como base la cubierta “puente de navegación” ya que es la más desfavorable a la hora de considerar la altura de impulsión del fluido junto con las pérdidas de carga. Según el Reglamento en el apartado 3.3.8.2. partimos de los siguientes datos:

$$\text{Superficie mínima a proteger} = 280 \text{ m}^2$$

$$\text{Caudal unitario del rociador} = 5 \text{ l/min./m}^2$$

Datos del fabricante según el tipo de rociador elegido (TY4232 (k=8.0)

PENDENT):

$$\text{- Área protegida} = 16 \times 16 \text{ ft}^2$$

$$\text{- Caudal} = 26 \text{ gpm}$$

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- Presión de trabajo = 10,6 psi

Conversión unidades:

1 ft. = 0,3048 m.

1 ft<sup>2</sup>. = 0,093 m<sup>2</sup>.

1 gpm = 3,785 l/min.

1 psi = 0,06895 bar.

Como la superficie del puente es de 432 m<sup>2</sup> y la superficie que nos cubre cada rociador es de 23,8 m<sup>2</sup>, (este último dato nos lo da el fabricante), tenemos que:

$$N^{\circ} \text{ rociadores} = \frac{S_{\text{PUENTE}} (m^2)}{S_{\text{ROCIADOR}} (m^2)} = \frac{432}{23,8} = 19$$

$$\text{Superficie unitaria cubierta por cada rociador} = \frac{S_{\text{RIESGO}} (m^2)}{N^{\circ} \text{ ROCIADORES}} = \frac{280}{19} = 14,7 \cong 15 \text{ m}^2$$

$$\text{Caudal total teórico} = S_{\text{UNITARIA}} (m^2) \times Q_{\text{UNITARIO}} (l/min./m^2) \times N^{\circ} \text{ ROCIADORES} = 15 \times 5 \times 19 = 1425 \text{ l/min.}$$

$$\text{Caudal total real} = S_{\text{TOTAL}} (m^2) \times Q_{\text{UNITARIO}} (l/min./m^2) = 432 \times 5 = 2160 \text{ l/min.} = 129,6 \text{ m}^3/\text{h} \cong 130 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para que nuestro sistema cumpla con las necesidades elegiremos una bomba que nos de un caudal de 130 m<sup>3</sup>/h y una altura total manométrica que calcularemos más adelante.

Para dimensionar el colector principal utilizamos la expresión  $Q = v \times S$  ;

Partimos de una velocidad máxima aproximada entre  $V = 2,5 \text{ m/s}$  y  $V = 3 \text{ m/s}$ , sustituyendo el caudal hallado tenemos  $130/3600 = 2,5 \times \left( \frac{\pi \times D^2}{4} \right)$ ;  $d = 0,135 \text{ mm}$  ,

nos vamos al catálogo y elegimos un tubo de DN125 (141,3 x 6,5), siendo el tubo que cumple con nuestras condiciones de velocidad máxima y ahorramos en material con el consiguiente menor coste de la instalación.

### **4.2.3. Cálculo del depósito hidróforo**

Mediante la ecuación de los gases ideales y las condiciones de partida según nuestras necesidades y en las del reglamento vamos a plantear nuestra incógnita, que es la presión de trabajo del depósito.

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Demanda global de agua en un minuto = 2160 litros

$V_2 = \text{capacidad del depósito} = 2 \times 2160 = 4320$  litros (eligiremos en catálogo 4500 litros.)

$V_1 = \text{cantidad de aire en el depósito} = 1/3 \times \text{Capacidad del depósito} = 1/3 \times 4320 = 1440$  litros

$P_2 = \text{presión del depósito tras la descarga} = H + p$  ;

$H = \text{altura de la columna de agua desde el fondo del depósito hasta el rociador más desfavorable} = 17,2$  m.c.a.

$p = \text{presión de trabajo del rociador (dato del fabricante)} = 0,730$  bar. = 7,44 m.c.a.

$P_2 = 17,2 + 7,44 = 24,64$  m.c.a.

Haciendo la conversión de unidades necesaria tenemos:

$$V_2 = 4320 \text{ litros} = 4320 \text{ dm}^3 = 4320000 \text{ cm}^3$$

$$V_1 = 1440 \text{ litros} = 1440 \text{ dm}^3 = 1440000 \text{ cm}^3$$

$$P_2 = 24,64 \text{ m.c.a.} = 2,464 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_1 = \frac{P_2 \times V_2}{V_1} = \frac{2,464 \times 4320000}{1440000} = 7,4 \text{ Kg/cm}^2$$

La presión de trabajo del depósito lleno es de 7,4 Kg/cm<sup>2</sup>

A continuación hallamos el caudal de la bomba de alimentación de dicho tanque, para ello suponemos que los 19 rociadores estén funcionando a su régimen de caudal de 5l/min, resultando una cantidad de agua de 95 litros que sería el volumen de agua

descargada en un minuto. Luego la bomba debe tener un caudal de 95 l/min.= 5,7 m<sup>3</sup>/h para que en el tanque permanezca la carga de agua mínima exigida por el sistema. La altura total manométrica de la bomba ha de ser de 7,4 Kg/cm<sup>2</sup> = 7,3 bar, que es la presión de trabajo del sistema.

#### **4.2.4. Cálculo de la altura total manométrica de la bomba principal**

De la misma forma que hicimos anteriormente en el sistema de agua/espuma debemos saber cual es la ruta del sistema con mayores pérdidas de carga, en este caso el rociador más desfavorable es el que se encuentra en el tramo 9 de la cubierta “puente de navegación” que es aquel más alejado de la bomba y es la ruta con más accesorios. Luego plantearemos de nuevo la ecuación de Bernoulli entre la salida de la bomba y el rociador más desfavorable.

Para hallar las pérdidas de carga vamos a utilizar otra ecuación diferente a la de Darcy-weisbach que es la de Hazen-Williams tal que:

$$H = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (L + L_e))}{(C^{1,85} \times D^{4,87})} \right] \times Q^{1,85}$$

Donde:

C = constante de Hazen-Williams = 100 (para tubería nueva de acero galvanizado)

L = longitud de tubería (m.)

L<sub>e</sub> = longitud equivalente a las pérdidas de carga por accesorios (m.)

D = diámetro interior de tubería (mm.)

Q = caudal (l/s)

Para hallar los valores de las pérdidas en los accesorios ver la tabla en el anexo “A”.

#### **4.2.4.1. Cálculo de las pérdidas de carga en la aspiración**

El caudal que circula por un rociador a la presión de trabajo nos la da el fabricante, es igual a 26 gpm = 98,41 l/min = 1,64 l/s.

##### **a. Tramo comprendido entre el colector-caja de mar y la bomba (ver plano 4.2.1.)**

a) Caudal

$$Q = 1,64 \text{ l/s.}$$

b) Diámetro interior:

$$D = 128,3 \text{ mm.}$$

c) Constante de Hazen-Williams :

$$C = 100$$

d) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ válvula de pie} = 14,85 \text{ m.}$$

$$1 \text{ codo } 90^\circ \text{ radio largo} = 0,40 \text{ m.}$$

$$1 \text{ válvula de compuerta} = 0,12 \text{ m.}$$

$$L_e = 14,85 + 0,40 + 0,12 = 14,37 \text{ m.}$$

e) Longitud de tubería

$$L = 2,9 \text{ m.}$$

f) Pérdida de carga:

$$H_a = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (L + L_e))}{(C^{1,85} \times D^{4,87})} \right] \times Q^{1,85} = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (2,9 + 14,37))}{(100^{1,85} \times 128,3^{4,87})} \right] \times 1,64^{1,85} =$$

$$0,006 \text{ m.c.a.}$$



#### **4.2.4.2. Cálculo de las pérdidas de carga en la descarga**

##### **1. Tramo comprendido entre la descarga de la bomba y la entrada en Cámara del depósito hidróforo (ver plano 4.2.1.)**

a) Caudal

$$Q = 1,64 \text{ l/s.}$$

b) Diámetro interior:

$$D = 128,3 \text{ mm.}$$

c) Constante de Hazen-Williams :

$$C = 100$$

d) Pérdida por accesorios:

$$2 \text{ Tes (paso a través de colector)} = 2 \times 2,8 = 5,6 \text{ m.}$$

$$3 \text{ codos } 90^\circ \text{ radio largo} = 3 \times 0,4 = 1,2 \text{ m.}$$

$$1 \text{ válvula de globo} = 47,5 \text{ m.}$$

$$L_e = 5,6 + 1,2 + 47,5 = 54,3 \text{ m.}$$

e) Longitud de tubería:

$$L = 34,95 \text{ m.}$$

f) Pérdida de carga:

$$H_1 = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (L + L_e))}{(C^{1,85} \times D^{4,87})} \right] \times Q^{1,85} = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (34,95 + 54,3))}{(100^{1,85} \times 128,3^{4,87})} \right] \times 1,64^{1,85} =$$

$$0,029 \text{ m.c.a.}$$

##### **2. Tramo comprendido entre la entrada a la Cámara del depósito hidróforo y la salida del mismo (ver plano 4.2.2.)**

a) Caudal

$$Q = 1,64 \text{ l/s.}$$

b) Diámetro interior:

$$D = 128,3 \text{ mm.}$$

c) Constante de Hazen-Williams :

$$C = 100$$

d) Pérdida por accesorios:

$$2 \text{ válvulas de mariposa} = 2 \times 0,82 = 1,64 \text{ m.}$$

$$L_e = 1,64 \text{ m.}$$

e) Longitud de tubería:

$$L = 4,8 \text{ m.}$$

f) Pérdida de carga:

$$H_2 = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (L + L_e))}{(C^{1,85} \times D^{4,87})} \right] \times Q^{1,85} = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (4,8 + 1,64))}{(100^{1,85} \times 128,3^{4,87})} \right] \times 1,64^{1,85} =$$

$$0,002 \text{ m.c.a.}$$

**3. Tramo comprendido entre la salida de la Cámara del depósito hidróforo y la reducción en la cubierta “puente de navegación” (ver plano 4.2.2.)**

a) Caudal

$$Q = 1,64 \text{ l/s.}$$

b) Diámetro interior:

$$D = 128,3 \text{ mm.}$$

c) Constante de Hazen-Williams :

$$C = 100$$

d) Pérdida por accesorios:

$$4 \text{ Tes (paso a través de colector)} = 4 \times 2,8 = 11,2 \text{ m.}$$

$$3 \text{ codos } 90^\circ \text{ radio largo} = 3 \times 2,8 = 8,4 \text{ m.}$$

$$L_e = 11,2 + 8,4 = 19,6 \text{ m.}$$

e) Longitud de tubería:

$$L = 27,68 \text{ m.}$$

f) Pérdida de carga:

$$H_3 = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (L + L_e))}{(C^{1,85} \times D^{4,87})} \right] \times Q^{1,85} = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (27,68 + 19,6))}{(100^{1,85} \times 128,3^{4,87})} \right] \times 1,64^{1,85} =$$

0,015 m.c.a.

**4. Tramo comprendido entre la reducción en cubierta "puente de navegación" y el codo bajo cubierta "techo" incluido (ver plano 4.2.2.)**

a) Caudal

$$Q = 1,64 \text{ l/s.}$$

b) Diámetro interior:

$$D = 102,3 \text{ mm.}$$

c) Constante de Hazen-Williams :

$$C = 100$$

d) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ reducción} = 1,6 \text{ m.}$$

$$1 \text{ codo } 90^\circ \text{ radio largo} = 2,1 \text{ m.}$$

$$L_e = 1,6 + 2,1 = 3,7 \text{ m.}$$

e) Longitud de tubería:

$$L = 2,68 \text{ m.}$$

f) Pérdida de carga:

$$H_4 = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (L + L_e))}{(C^{1,85} \times D^{4,87})} \right] \times Q^{1,85} = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (2,68 + 3,7))}{(100^{1,85} \times 102,3^{4,87})} \right] \times 1,64^{1,85} =$$

0,006 m.c.a.

**5. Tramo comprendido entre el codo bajo cubierta “techo” y siguiente reducción**

**(ver plano 4.2.8.)**

a) Caudal

$$Q = 1,64 \text{ l/s.}$$

b) Diámetro interior:

$$D = 102,3 \text{ mm.}$$

c) Constante de Hazen-Williams :

$$C = 100$$

d) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ válvula de globo} = 0,64 \text{ m.}$$

$$1 \text{ Te (paso a través de colector)} = 2,1 \text{ m.}$$

$$L_e = 0,64 + 2,1 = 2,74 \text{ m.}$$

e) Longitud de tubería:

$$L = 5,7 \text{ m.}$$

f) Pérdida de carga:

$$H_5 = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (L + L_e))}{(C^{1,85} \times D^{4,87})} \right] \times Q^{1,85} = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (5,7 + 2,74))}{(100^{1,85} \times 102,3^{4,87})} \right] \times 1,64^{1,85} =$$

$$0,008 \text{ m.c.a.}$$

**6. Tramo comprendido entre la reducción y la Te del colector al ramal (ver plano**

**4.2.8.)**

a) Caudal

$$Q = 1,64 \text{ l/s.}$$

b) Diámetro interior:

$$D = 77,9 \text{ mm.}$$

c ) Constante de Hazen-Williams :

$$C = 100$$

d) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ reducción} = 1,6 \text{ m.}$$

$$1 \text{ Te (paso de colector a ramal)} = 4,1 \text{ m.}$$

$$L_e = 1,6 + 4,1 = 5,7 \text{ m.}$$

e) Longitud de tubería:

$$L = 5,32 \text{ m.}$$

f) Pérdida de carga:

$$H_6 = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (L + L_e))}{(C^{1,85} \times D^{4,87})} \right] \times Q^{1,85} = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (5,32 + 5,7))}{(100^{1,85} \times 77,9^{4,87})} \right] \times 1,64^{1,85} =$$

$$0,04 \text{ m.c.a.}$$

**7. Tramo comprendido entre la Te del colector al ramal y la Te siguiente incluida ésta (ver plano 4.2.8.)**

a) Caudal

$$Q = 1,64 \text{ l/s.}$$

b) Diámetro interior:

$$D = 52,5 \text{ mm.}$$

c ) Constante de Hazen-Williams :

$$C = 100$$

d) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ reducción} = 1 \text{ m.}$$

$$1 \text{ Te (paso de colector a ramal)} = 0,95 \text{ m.}$$

$$L_e = 1 + 0,95 = 1,95 \text{ m.}$$

e) Longitud de tubería:

$$L = 9,09 \text{ m.}$$

f) Pérdida de carga:

$$H_7 = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (L + L_e))}{(C^{1,85} \times D^{4,87})} \right] \times Q^{1,85} = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (9,09 + 1,95))}{(100^{1,85} \times 52,5^{4,87})} \right] \times 1,64^{1,85} =$$

0,277 m.c.a.

**8. Tramo comprendido entre Te de paso a través del ramal y la última Te (ver plano 4.2.8.)**

a) Caudal

$$Q = 1,64 \text{ l/s.}$$

b) Diámetro interior:

$$D = 40,9 \text{ mm.}$$

c) Constante de Hazen-Williams :

$$C = 100$$

d) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ reducción} = 0,6 \text{ m.}$$

$$1 \text{ Te (paso a través de colector)} = 0,7 \text{ m.}$$

$$L_e = 0,6 + 0,7 = 1,3 \text{ m.}$$

e) Longitud de tubería:

$$L = 5,5 \text{ m.}$$

f) Pérdida de carga:

$$H_8 = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (L + L_e))}{(C^{1,85} \times D^{4,87})} \right] \times Q^{1,85} = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (5,5 + 1,3))}{(100^{1,85} \times 40,9^{4,87})} \right] \times 1,64^{1,85} =$$

0,576 m.c.a.

**9. Tramo comprendido entre la última Te y el rociador (ver plano 4.2.8.)**

a) Caudal

$$Q = 1,64 \text{ l/s.}$$

b) Diámetro interior:

$$D = 26,6 \text{ mm.}$$

c) Constante de Hazen-Williams :

$$C = 100$$

d) Pérdida por accesorios:

$$1 \text{ reducción} = 0,35 \text{ m.}$$

$$1 \text{ codo } 90^\circ \text{ radio largo} = 0,4 \text{ m.}$$

$$L_e = 0,35 + 0,4 = 0,75 \text{ m.}$$

e) Longitud de tubería:

$$L = 5,76 \text{ m.}$$

$$H_9 = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (L + L_e))}{(C^{1,85} \times D^{4,87})} \right] \times Q^{1,85} = \left[ \frac{(12,021 \times 10^9 \times (5,76 + 0,75))}{(100^{1,85} \times 26,6^{4,87})} \right] \times 1,64^{1,85} =$$

$$4,485 \text{ m.c.a.}$$

Sumamos todas las pérdidas de carga tal que  $H_T = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 + H_8 + H_9 = 0,006 + 0,029 + 0,002 + 0,015 + 0,006 + 0,008 + 0,04 + 0,277 + 0,576 + 4,485 = 5,444 \text{ m.c.a.}$

Aplicamos el teorema de Bernoulli entre la bomba (punto A) y el rociador más desfavorable (punto B).

$$\left( \left( \frac{P_A}{\rho} \right) + \left( \frac{V_A^2}{2 \times g} \right) + Z_A \right) + H_B - H_T = \left( \left( \frac{P_B}{\rho} \right) + \left( \frac{V_B^2}{2 \times g} \right) + Z_B \right)$$

de donde:

$$\frac{P}{\rho} = \text{Altura de presión (m.c.a.)}$$

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

$$\frac{V^2}{2 \times g} = \text{Altura de velocidad (m.c.a.)}$$

$Z_A$  = Altura geométrica de aspiración (m.c.a.)

$Z_B$  = Altura geométrica de impulsión (m.c.a.)

$H_B$  = Energía cedida por la bomba (m.c.a.)

$H_T$  = Pérdida de carga total (m.c.a.)

$g$  = gravedad 9,81m/s<sup>2</sup>

$$\rho = 1026 \text{ Kg/m}^3 = 10065,06 \text{ N/m}^3$$

En el punto A ;  $P_A = 0$  ;  $V_A = 0$  ,

$$Z_A = \text{Calado de diseño} - \text{distancia entre bomba y línea base} = 15 - 3,900 = 11,1$$

(m.c.a.)

En el punto B;  $P_B = 0,730 \text{ bar} = 73000 \text{ N/m}^2$  ;

$V_B$  = velocidad de salida agua por rociador =  $\frac{Q}{S}$  ; con diámetro interior rociador = 15

$$\text{mm}; \frac{Q}{S} = \frac{0,00164}{\pi \times 0,0075^2} = 9,28 \text{ m/s}$$

$Z_B$  será la altura entre el punto A y B = 36,09 m.c.a.

Sustituyendo:

$$(0 + 0 + 11,1) + H_B - 5,444 = \left( \left( \frac{73000}{10065,06} \right) + \left( \frac{9,28^2}{2 \times 9,81} \right) + 36,09 \right);$$

$H_B = 37,913 \text{ m.c.a.} = 3,72 \text{ bar}$ , luego elegiremos en catálogo una bomba que nos de una presión de 4 bar.



### **4.3. SISTEMA DE GAS INERTE**

#### **4.3.1. Descripción general del sistema**

El sistema de gas inerte tiene como función mantener en los tanques de carga una atmósfera alejada de la Zona de Inflamabilidad y por consiguiente incapaz de mantener una combustión (Reglamentación: 3.3.4.4.).

A continuación vamos a hacer una aclaración sobre las características de ignición en los tanques.

#### **- Gama de inflamabilidad en mezclas Gas hidrocarburo-Aire**

Una mezcla de gas hidrocarburo y aire no puede inflamarse a menos que su composición quede comprendida en una gama de concentraciones de gas en aire denominada “Gama de Inflamabilidad”.

El límite inferior de dicha gama corresponde a una concentración de hidrocarburo por debajo del cual el gas hidrocarburo es insuficiente para hacer posible la combustión. Esta proporción recibe el nombre de “Límite Explosivo Inferior” (L.E.I.). Cuando una mezcla de gas hidrocarburo/aire está por debajo del L.E.I. se dice que es “demasiado pobre para arder”. Este límite inferior varía algo en función de los distintos gases hidrocarburos. No obstante podemos considerar en la práctica que este L.E.I. se sitúa en torno a 1% (o sea, por cada 100 m<sup>3</sup> de mezcla existe 1 m<sup>3</sup> de gases hidrocarburos). Ver fig.1

El límite superior de la gama, denominado “Límite Explosivo Superior” (L.E.S.) corresponde a una concentración de hidrocarburos por encima de la cual el aire es insuficiente para hacer posible la combustión. Cuando la mezcla está por encima del L.E.S. se dice que es “demasiado rica para arder”.

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

Al igual que el L.E.I. este límite varía algo según el tipo de gas hidrocarburo. Sin embargo podemos fijar el L.E.S. en torno al 10 % (o sea, 10 m<sup>3</sup> de gases hidrocarburos por cada 100 m<sup>3</sup> de mezcla.).

En la fig.1 se muestra la línea recta AD que representa todas las posibles mezclas gas hidrocarburo/aire así como la Gama de Inflamabilidad (tramo BC).

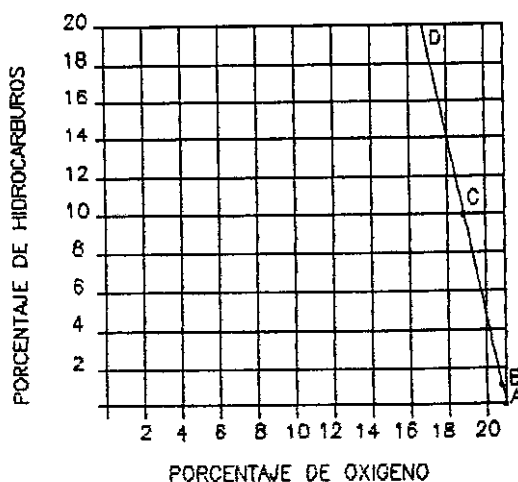
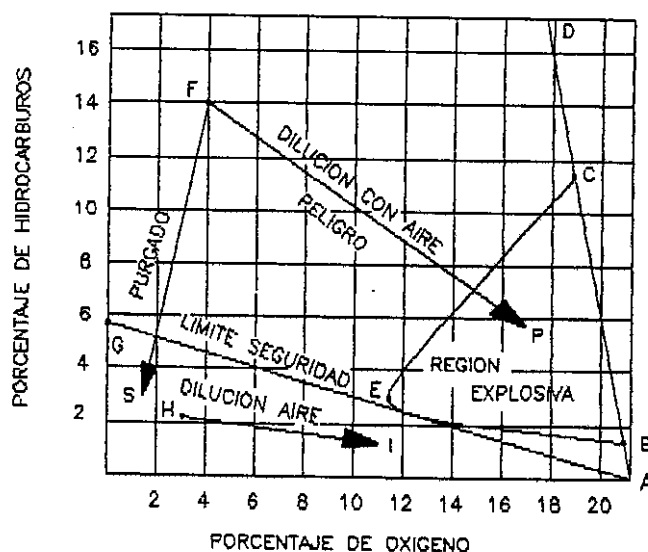


fig.1

**- Zona de Inflamabilidad en mezclas Gas Hidrocarbúrico-Aire-Gas Inerte**

Cuando se agrega Gas Inerte a una mezcla de gas hidrocarburo/aire las mezclas posibles ya no se encuentran representadas por la recta AB sino por toda la superficie del plano situada a la izquierda de dicha recta.

Por otra parte, al añadir Gas Inerte se produce un aumento del L.E.I. que depende de la concentración de oxígeno variando de la forma representada por la línea BE. De forma análoga se modifica el L.E.S., en este caso disminuyendo. Dicha variación se representa según la línea CE. Ver fig.2.



La superficie limitada por el segmento rectilíneo BC y las líneas BE y CE constituyen la región peligrosa denominada “Zona de Inflamabilidad” .

Siempre que el punto representativo de la mezcla se encuentre fuera de ésta zona peligrosa nos encontramos, si no se modifican las concentraciones, en la región de seguridad (Ejemplo: puntos F y H). Sin embargo, si nos encontramos en el punto F y se introduce aire solamente, la composición de la mezcla sigue la línea FS alejándose de la región peligrosa (“purgado”).

Si el punto representativo de la mezcla es el H, que está situado por debajo de la línea A denominada “Límite de Seguridad por Dilución del Aire”, y entra aire, la composición de la mezcla sigue la línea HI. En este caso no se alcanza la Zona de Inflamabilidad y por consiguiente nos encontramos en condiciones de seguridad.

### **- Descripción del sistema de carga-descarga de crudo**

El diseño y dimensionamiento del sistema de Gas Inerte va a depender directamente del sistema de carga-descarga del buque, para ello vamos a definir los parámetros principales en nuestro buque:

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- 12 tanques de carga (6 de babor y 6 de estribor), 2 tanques slops (residuos) uno en babor y otro en estribor a popa de los tanques de carga.
- Capacidad total de los tanques de carga = 139500 m<sup>3</sup> (incluyendo los tanques de residuos (5100 m<sup>3</sup>))
- 4 bombas eléctricas de carga de 3000 m<sup>3</sup>/h a 110 m.c.l.
- Características del crudo:  
Viscosidad: 26 cST a 50 °C  
Peso específico: 0,80 T/m<sup>3</sup> (50 °C)  
Temperatura normal de descarga: 35 °C  
La descarga se realizará en un tiempo de 14 horas aproximadamente.  
Velocidad máxima de succión = 3,5 m/s  
Velocidad máxima de descarga = 4,5 m/s
- El régimen máximo de carga-descarga será  $4 \times 3000 = 12000 \text{ m}^3/\text{h}$  . Por razones de esfuerzos cortantes y momentos flectores se cargarán y descargarán parejas de tanques babor/estribor , por tanto el caudal máximo de un tanque será  $Q = 12000/6 = 2000 \text{ m}^3/\text{h}$

**- Componentes del sistema:**

- **Válvula de toma de gases:** realiza la función de proteger a la torre de lavado de la entrada de gas inerte cuando la planta está apagada.
- **Torre de lavado:** su función es la de enfriar el gas inerte a una temperatura próxima a la del agua de refrigeración y limpiar dicho gas de hollín, de dióxido de azufre y otras partículas sólidas.
- **Toma de aire:** su función es que los ventiladores puedan impulsar aire de la atmósfera a los tanques de carga. Esto ocurrirá únicamente durante las desgasificación, después del purgado.

- **Ventiladores:** su función es la de enviar el gas inerte a los tanques de carga.
- **Válvulas de aspiración y descarga de los ventiladores:** su cometido es aislar los ventiladores imposibilitando el arrastre del ventilador parado (ya que va a haber 2 ventiladores) por el que se encuentra en funcionamiento.
- **Válvula de salida a la atmósfera:** su función es la de poder expulsar los gases a la atmósfera mientras el sistema de gas inerte se estabiliza.
- **Válvula de mamparo/reguladora de presión y válvula de recirculación:** su misión es conjunta como un sistema para impedir el retroceso del gas (por fallo de otros dispositivos) y regular el flujo de gas inerte al colector de cubierta por recirculación a la torre de lavado.
- **Generador de gas inerte:** su función es la de producir gas inerte de forma independiente, es decir, va a servir como elemento auxiliar para el relleno de los tanques de carga.
- **Sello de agua de cubierta:** su función es impedir automáticamente el contraflujo de gases hidrocarburos procedentes de la zona de carga a los espacios de máquinas u otras “zonas seguras” en los que se encuentran los distintos elementos del sistema.
- **Válvula de no-retorno:** su misión es actuar como precaución adicional para evitar el retroceso de los gases hidrocarburos y especialmente el contraflujo de líquido en caso de rebose de los tanques de carga.
- **Válvula de incomunicación de cubierta:** su misión es ser una precaución más dentro del sistema.
- **Válvula de presión-vacío-alta velocidad:** su función es la de ventilación de los tanques de carga permitiendo el escape de los pequeños volúmenes de vapor, aire o mezcla de gas inerte que las variaciones térmicas pudieran producir en los tanques y el

paso de grandes volúmenes de vapor, aire o mezcla de gas inerte durante las operaciones de carga y lastrado o descarga así como evitar vacíos no deseados.

- **Rompedor de presión-vacío:** es un mecanismo adicional que cumple con la misma función que las válvulas de presión-vacío, es decir, evitar presiones o vacíos no deseados en los tanques y en el colector de gas inerte. Funcionan a una presión mayor o a un vacío menor que las válvulas de presión-vacío.

- **Válvulas de incomunicación de tanques:** su función es la de permitir o impedir la entrada de gas inerte a los tanques.

#### **4.3.2. Dimensionamiento del sistema de ventilación**

Tomando como referencia el Reglamento del apartado 3.3.4.4. vamos a disponer una válvula de presión-vacío y alta velocidad en cada tanque.

Para conocer sus características hay que tener en cuenta que la máxima capacidad de carga de un tanque es de 2000 m<sup>3</sup>/h , por lo tanto, la capacidad mínima vendrá dada por la expresión:

$$Q_{\text{válvulas de presión y alta velocidad}} = 2000 \times 1,25 = 2500 \text{ m}^3/\text{h}$$

La apertura de dichas válvulas de presión y alta velocidad va a ser a una presión de tarado = 1400 mm.c.a.

Durante la descarga, la capacidad máxima de descarga de un tanque va a ser de 2000 m<sup>3</sup>/h ; por lo tanto:

$$Q_{\text{válvulas de vacío}} = 2000 \times 1,25 = 2500 \text{ m}^3/\text{h}$$

La apertura de las válvulas de vacío va a ser a una presión de tarado = -350 mm.c.a.

El rompedor de presión-vacío, como mecanismo adicional a dicha válvulas, actuará a una presión mayor o un vacío menor que dichas válvulas, estos valores serán:

$$\text{Presión} = 2100 \text{ mm.c.a.}$$

Vacío = -700 mm.c.a.

#### **4.3.3. Fuente de Gas Inerte**

La fuente de gas inerte serán las calderas de nuestro buque. Estas van a producir gases de combustión en una capacidad mínima que viene dada por la expresión según el Reglamento ;  $Q_{\text{carga-descarga crudo}} \times 1,25 = 12000 \text{ (m}^3/\text{h)} \times 1,25 = 15000 \text{ m}^3/\text{h}$

Los gases de la combustión van a tener la siguiente composición (composición media típica de los gases de escape):

O<sub>2</sub> = contenido menor de 3 % en volumen

CO<sub>2</sub> = contenido mayor de 13,5 % en volumen

SO<sub>2</sub> = contenido menor de 0,25 % en volumen

H<sub>2</sub>O = contenido menor de 5 % en volumen

Sólidos = menos de 250 mg/m<sup>3</sup>

Temperatura = 300 °C

N<sub>2</sub> = 78,2 %

#### **4.3.4. Capacidad de los ventiladores-Pérdidas de carga y dimensionamiento del sistema de distribución**

La capacidad de los ventiladores de carga será tal que pueda mantener una presión positiva en los tanques de carga de 1000 mm.c.a. a la capacidad de descarga del buque. La circulación forzada del gas inerte vendrá determinada por:

- Caudal de gas inerte que se mueve por unidad de tiempo (Q).
- Velocidad de circulación de dicho caudal (V).
- Presión estática necesaria para impulsar el gas inerte.

El caudal y la velocidad de circulación los relacionamos con la ecuación:

$Q = V \times S$  ; donde :

Q = volumen de gas inerte que circula en una sección de tubería por unidad de tiempo (m<sup>3</sup>/h).

V = velocidad de circulación del gas inerte (m/s).

S = sección transversal del conducto (m<sup>2</sup>).

Para hallar la capacidad de los ventiladores necesitamos calcular el diámetro del colector principal y el de los ramales. La velocidad recomendada de circulación del gas oscila entre 35-40 m/s, dicha velocidad es determinada por un equilibrio que se establece entre los precios de compra y los gastos de explotación. A mayor velocidad, menor diámetro de tubería, menor coste, pero mayores son las pérdidas de carga con lo cual se necesita un ventilador con más potencia.

#### **4.3.4.1. Cálculo del diámetro del colector principal**

Partiendo de los datos anteriores:

Caudal máximo de gas inerte ; Q = 15000 m<sup>3</sup>/h

V = 35 m/s = 126000 m/h

Sustituimos en la ecuación  $Q = V \times S$ ;  $S = \frac{Q}{V} = \frac{15000}{126000} = 0,119 \text{ m}^2$  ;

$0,119 = \pi \times r^2$  ;  $r = 0,194 \text{ m} = 194 \text{ mm}$ ;  $d = 389,2 \text{ mm}$  con este diámetro nos vamos a un catálogo y elegimos de forma aproximada un diámetro de DN400 (406,4 x 12,5) de diámetro interior de 381,4 mm, cumpliendo con la velocidad máxima recomendada anteriormente.

#### **4.3.4.2. Cálculo del diámetro del ramal**

El caudal de gas inerte calculado anteriormente que circulará por cada ramal será de

Q = 2500 m<sup>3</sup>/h

V = 35 m/s = 12600 m/h



$$Q = V \times S; S = \frac{Q}{V} = \frac{2500}{126000} = 0,019 \text{ m}^2; 0,019 = \pi \times r^2; r = 0,0794 \text{ m} = 79,4 \text{ mm}; d$$

= 158,94 mm., buscamos ahora el diámetro más aproximado en un catálogo, cogemos el de DN150 (168,3 x 5,6) con diámetro interior de 157,1 mm.

#### **4.3.4.3. Cálculo de las pérdidas de carga**

Las pérdidas de carga en los tramos de tubería recta vendrán dadas por la expresión:

$$P_1 - P_2 = \lambda \times \frac{(L \times V^2 \times \varrho)}{2 \times d}$$

(A esta expresión habría que sumarle o restarle (según sea respectivamente ascendente o descendente) el término  $P_1 - P_2 = g \times h \times (\varrho - \varrho_a)$ , es decir, la variación de presión entre el gas en la tubería y el aire ambiente. Siendo “h” la diferencia entre los puntos 1 y 2 de la tubería. Pero este término es realmente despreciable en nuestro sistema de distribución porque las variaciones de “h” son mínimas y además la densidad de la mezcla de gases (gas inerte) como veremos va a ser muy próxima a la del aire)

Las pérdidas de carga en los distintos accesorios viene dada por la expresión:

$$P_1 - P_2 = k \times \frac{(V^2 \times \varrho)}{2}$$

Siendo:

- $r_1, r_2, \text{ etc.}$ , = los volúmenes parciales de los gases contenidos.
- $\lambda$  = coeficiente de rozamiento.
- $d$  = diámetro interior de la tubería (m).
- $V$  = velocidad del gas (m/s).
- $\varrho$  = densidad del gas (Kg/m<sup>3</sup>)
- $L$  = longitud de la tubería entre los puntos 1 y 2 (m)
- $k$  = coeficiente de resistencia equivale a  $\lambda \times L / d$

Agrupando las dos expresiones tenemos que:

$$P_1 - P_2 = \left( \lambda \times \frac{L}{d} + \sum k \right) \times \frac{V^2 \times \partial}{2}$$

Para estimar las pérdidas de carga va a ser necesario conocer la densidad y viscosidad de la mezcla de gases a la presión temperatura de diseño. Para ello vamos a tratar el gas como un gas perfecto, ya que los gases a baja presión se comportan como tales, aunque en la realidad no existe ningún gas perfecto.

La densidad de la mezcla de gases a la salida de la torre de lavado podemos calcularla a partir de su composición según la expresión:

$$\partial = \frac{r_1 \times \partial_1 + r_2 \times \partial_2 + \dots}{r_1 + r_2 + \dots}$$

Y como la composición a 760 mm de Hg (=1,01325 bar) y 0 °C es la siguiente tabla:

GAS	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )	r = % en volumen
O <sub>2</sub>	1,429	5 %
N <sub>2</sub>	1,251	81,840 %
CO <sub>2</sub>	1,977	13 %
SO <sub>2</sub>	2,894	0,030 %
H <sub>2</sub> O	0,804	0,125 %

Sustituyendo en la expresión anterior tenemos que:

$$\partial_n = \frac{r_1 \times \partial_1 + r_2 \times \partial_2 + \dots}{r_1 + r_2 + \dots} = 1,35 \text{ Kg/m}^3$$

El subíndice “n” quiere decir que es la densidad a 760 mm de Hg y 0 °C. Para hallar la densidad a la presión (absoluta) de 833,55 mm de Hg (1000 mm.c.a. de presión manométrica) y 34 °C (307,15 °K) aplicaremos la expresión siguiente deducida de la ecuación de estado:

$$\partial_2 = \partial_1 \times \frac{P_2 \times T_1}{P_1 \times T_2} = 1,35 \times \frac{760 \times 307,15}{833,55 \times 273,15} = 1,4041 \text{ Kg/m}^3$$

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

A continuación calculamos la viscosidad dinámica de la mezcla ( $\eta_{MEZCLA}$ ) utilizando la fórmula empírica de Herning-Zipperer:

$$\eta_{MEZCLA} = \frac{r_1 \times (M_1 \times T_{C1})^{1/2} \times \eta_1 + r_2 \times (M_2 \times T_{C2})^{1/2} \times \eta_2 + \dots}{r_1 \times (M_1 \times T_{C1})^{1/2} + r_2 \times (M_2 \times T_{C2})^{1/2} + \dots}$$

Siendo:

- r = parte de volumen
- M = peso molecular
- T<sub>C</sub> = temperatura crítica

de cada uno de los gases componentes de la mezcla.

Con la siguiente tabla vamos a identificar todos los elementos de la expresión anterior:

GAS	r (% en volumen)	M (Kg/kmol)	T <sub>c</sub> (°K)	Viscosidad dinámica a 0 °C (Kg/m × s)	(M × T <sub>C</sub> ) <sup>1/2</sup> (Kg × K/kmol)	r × (M × T <sub>C</sub> ) <sup>1/2</sup>	r × (M × T <sub>C</sub> ) <sup>1/2</sup> × visc. dinámica
O <sub>2</sub>	5	32	154,85	0,00001923	70,393	351,965907	0,0067683
N <sub>2</sub>	81,84	28,02	126,27	0,00001658	59,482	4867,99111	0,08071129
CO <sub>2</sub>	13	44,01	304,2	0,00001383	115,706	1504,17595	0,02080275
SO <sub>2</sub>	0,03	64,059	430,65	0,00001400	166,093	4,98280117	6,9759E-05
H <sub>2</sub> O	0,125	18,02	647,37	0,00178700	108,007	13,5009302	0,02412616
						sumatorio	sumatorio
						6742,6167	0,13247827

Aplicando estos sumatorios en la expresión de la viscosidad dinámica de la mezcla tenemos un valor  $\eta_{0^{\circ}C} = 1,96479 \times 10^{-5}$  Kg/m × s

Considerando la temperatura de salida del gas de la torre de lavado de 34 °C, la viscosidad dinámica va a variar con la temperatura según la ecuación de Sutherland:

Siendo:

T = temperatura (K)

C = constante de Sutherland. (C=120)

$\eta_{0^{\circ}\text{C}}$  = viscosidad dinámica a 0 °C (=1,96479×10<sup>-5</sup>)

$$\eta_{34^{\circ}\text{C}} = \eta_{0^{\circ}\text{C}} \times \frac{\left(1 + \frac{C}{273}\right) \times \sqrt{\frac{T}{273}}}{1 + \frac{C}{T}} = 1,96479 \times 10^{-5} \times \frac{\left(1 + \frac{120}{273}\right) \times \sqrt{\frac{307}{273}}}{1 + \frac{120}{307}} =$$

$$2,1564 \times 10^{-5} \text{ Kg/m} \times \text{s}$$

Con este dato podemos hallar la viscosidad cinemática mediante la expresión:

$$v_{34^{\circ}\text{C}} = \frac{\eta_{34^{\circ}\text{C}}}{\rho_{34^{\circ}\text{C}}} = \frac{2,1564 \times 10^{-5}}{1,4044} = 1,5354 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

Ahora hallamos el número de Reynolds del flujo de gas en la tubería por medio

de la ecuación;  $\text{Re} = \frac{V \times d}{\nu}$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{15000(\text{m}^3 / \text{h})}{\pi \times \left(\frac{0,3814}{2}\right)^2} = 36,47 \text{ m/s}$$

$$d = 0,3814$$

$$v_{34^{\circ}\text{C}} = 1,5354 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Re} = \frac{V \times d}{\nu} = 905930$$

Dado que este valor del número de Reynolds es mayor de 2000 estamos en flujo turbulento, luego el coeficiente de rozamiento  $\lambda$  en la expresión de las pérdidas de

carga;  $P_1 - P_2 = \lambda \times \frac{(L \times V^2 \times \rho)}{2 \times d}$  no depende del número de Reynolds.

Para el cálculo del coeficiente de rozamiento  $\lambda$  vamos a utilizar la ecuación de Nikuradse, basada en ensayos y que relaciona el coeficiente de rozamiento con el tamaño de los relieves de la tubería (rugosidad absoluta) en relación al diámetro.

El material usado para este tipo de tubería es acero recubierto de epoxi-alquitrán, material resistente a la corrosión y produce muy bajo depósitos de sedimentos.

El valor de la rugosidad absoluta para este tipo de tubería es de  $\xi = 0,05$  mm.

Sustituyendo en la ecuación para el colector principal con  $d = 381,4$  mm., tenemos:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log \left( 3,71 \times \frac{d}{\xi} \right) ; \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log \left( 3,71 \times \frac{381,4}{0,05} \right) ; \lambda = 0,0126$$

de la misma forma para los ramales tenemos:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log \left( 3,71 \times \frac{d}{\xi} \right) ; \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log \left( 3,71 \times \frac{157,1}{0,05} \right) ; \lambda = 0,0204$$

Con estos dos coeficientes podemos calcular las pérdidas de carga a través del sistema de distribución de gas inerte y con ello la capacidad de los ventiladores.

Vamos a calcular las pérdidas de tubería por un lado y a continuación las pérdidas debidas a los accesorios.

#### **- Pérdida de carga en la tubería :**

El caudal unitario, es decir, el que circula por cada ramal lo hallamos de la siguiente forma:

$$Q = \frac{Q_{TOTAL}}{N^{\circ}_{TANQUES}} = \frac{15000(m^3/h)}{12} = 1250 \text{ m}^3/h$$

#### **1. Tramo comprendido entre la salida de la torre de lavado y el ventilador (ver plano 4.3.1.)**

a) Longitud de tubería:

$$L = 5,4 \text{ m.}$$

b) Caudal de gas:

$$Q = 15000 \text{ m}^3/h$$

c) Diámetro interior:

$$d = 0,3814 \text{ m.}$$

d) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left( \frac{0,3814}{2} \right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

e) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{15000(\text{m}^3 / \text{h})}{0,114(\text{m}^2)} = 36,47 \text{ m/s}$$

f) Coeficiente de resistencia:

Siendo  $\lambda = 0,0126$

$$k = \frac{\lambda \times L}{d} = \frac{0,0126 \times 5,4}{0,3814} = 0,178$$

g) Pérdida de carga:

$$P_1 = k \times \frac{(V^2 \times \rho)}{2} = 0,178 \times \frac{(36,47^2 \times 1,4044)}{2} = 166,246 \text{ N/m}^2$$

**2. Tramo comprendido entre la salida del ventilador y el sello de cubierta (ver planos 4.3.1. y 4.3.2.)**

a) Longitud de tubería:

$$L = 42,1 \text{ m.}$$

b) Caudal de gas:

$$Q = 15000 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Diámetro interior:

$$d = 0,3814 \text{ m.}$$

d) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left( \frac{0,3814}{2} \right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

e) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{15000(\text{m}^3 / \text{h})}{0,114(\text{m}^2)} = 36,47 \text{ m/s}$$

f) Coeficiente de resistencia:

Siendo  $\lambda = 0,0126$

$$k = \frac{\lambda \times L}{d} = \frac{0,0126 \times 42,1}{0,3814} = 1,391$$

g) Pérdida de carga:

$$P_2 = k \times \frac{(V^2 \times \rho)}{2} = 1,391 \times \frac{(36,47^2 \times 1,4044)}{2} = 1299,15 \text{ N/m}^2$$

**3. Tramo comprendido entre el sello de cubierta y la Te bifurcación a Tanques de carga N°6 (ver plano 4.3.2.)**

a) Longitud de tubería:

$$L = 18,9 \text{ m.}$$

b) Caudal de gas:

$$Q = 15000 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Diámetro interior:

$$d = 0,3814 \text{ m.}$$

d) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{0,3814}{2}\right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

e) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{15000(\text{m}^3 / \text{h})}{0,114(\text{m}^2)} = 36,47 \text{ m/s}$$

f) Coeficiente de resistencia:

Siendo  $\lambda = 0,0126$

$$k = \frac{\lambda \times L}{d} = \frac{0,0126 \times 18,9}{0,3814} = 0,624$$

g) Pérdida de carga:

$$P_3 = k \times \frac{(V^2 \times \partial)}{2} = 0,624 \times \frac{(36,47^2 \times 1,4044)}{2} = 582,796 \text{ N/m}^2$$

**4. Tramo comprendido entre la Te bifurcación a Tanques de carga N°6 y la Te bifurcación a Tanques de carga N°5 (ver plano 4.3.2.)**

a) Longitud de tubería:

$$L = 32 \text{ m.}$$

b) Caudal de gas:

$$Q = 12500 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Diámetro interior:

$$d = 0,3814 \text{ m.}$$

d) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{0,3814}{2}\right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

e) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{12500(\text{m}^3 / \text{h})}{0,114(\text{m}^2)} = 30,391 \text{ m/s}$$

f) Coeficiente de resistencia:

$$\text{Siendo } \lambda = 0,0126$$

$$k = \frac{\lambda \times L}{d} = \frac{0,0126 \times 32}{0,3814} = 1,057$$

g) Pérdida de carga:

$$P_4 = k \times \frac{(V^2 \times \partial)}{2} = 1,057 \times \frac{(30,391^2 \times 1,4044)}{2} = 685,528 \text{ N/m}^2$$



**5. Tramo comprendido entre la Te bifurcación a Tanques de carga N°5 y la Te bifurcación a Tanques de carga N°4 (ver plano 4.3.2.)**

a) Longitud de tubería:

$$L = 32 \text{ m.}$$

b) Caudal de gas:

$$Q = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Diámetro interior:

$$d = 0,3814 \text{ m.}$$

d) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left( \frac{0,3814}{2} \right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

e) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{10000(\text{m}^3 / \text{h})}{0,114(\text{m}^2)} = 24,313 \text{ m/s}$$

f) Coeficiente de resistencia:

$$\text{Siendo } \lambda = 0,0126$$

$$k = \frac{\lambda \times L}{d} = \frac{0,0126 \times 32}{0,3814} = 1,057$$

g) Pérdida de carga:

$$P_5 = k \times \frac{(V^2 \times \rho)}{2} = 1,057 \times \frac{(24,313^2 \times 1,4044)}{2} = 438,745 \text{ N/m}^2$$

**6. Tramo comprendido entre la Te bifurcación a Tanques de carga N°4 y la Te bifurcación a Tanques de carga N°3 (ver plano 4.3.2.)**

a) Longitud de tubería:

$$L = 32 \text{ m.}$$

b) Caudal de gas:

$$Q = 7500 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Diámetro interior:

$$d = 0,3814 \text{ m.}$$

d) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left( \frac{0,3814}{2} \right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

e) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{7500(\text{m}^3 / \text{h})}{0,114(\text{m}^2)} = 18,235 \text{ m/s}$$

f) Coeficiente de resistencia:

$$\text{Siendo } \lambda = 0,0126$$

$$k = \frac{\lambda \times L}{d} = \frac{0,0126 \times 32}{0,3814} = 1,057$$

g) Pérdida de carga:

$$P_6 = k \times \frac{(V^2 \times \rho)}{2} = 1,057 \times \frac{(18,235^2 \times 1,4044)}{2} = 246,801 \text{ N/m}^2$$

## **7. Tramo comprendido entre la Te bifurcación a Tanques de carga N°3 y la Te bifurcación a Tanques de carga N°2 (ver plano 4.3.2.)**

a) Longitud de tubería:

$$L = 32 \text{ m.}$$

b) Caudal de gas:

$$Q = 5000 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Diámetro interior:

$$d = 0,3814 \text{ m.}$$

d) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left( \frac{0,3814}{2} \right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

e) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{5000(\text{m}^3 / \text{h})}{0,114(\text{m}^2)} = 12,156 \text{ m/s}$$

f) Coeficiente de resistencia:

Siendo  $\lambda = 0,0126$

$$k = \frac{\lambda \times L}{d} = \frac{0,0126 \times 32}{0,3814} = 1,057$$

g) Pérdida de carga:

$$P_7 = k \times \frac{(V^2 \times \rho)}{2} = 1,057 \times \frac{(12,156^2 \times 1,4044)}{2} = 109,677 \text{ N/m}^2$$

**8. Tramo comprendido entre la Te bifurcación a Tanques de carga N°2 y la Te bifurcación a Tanques de carga N°1 (ver plano 4.3.2.)**

a) Longitud de tubería:

$$L = 32 \text{ m.}$$

b) Caudal de gas:

$$Q = 2500 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Diámetro interior:

$$d = 0,3814 \text{ m.}$$

d) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left( \frac{0,3814}{2} \right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

e) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{2500(\text{m}^3 / \text{h})}{0,114(\text{m}^2)} = 6,078 \text{ m/s}$$

f) Coeficiente de resistencia:

Siendo  $\lambda = 0,0126$

$$k = \frac{\lambda \times L}{d} = \frac{0,0126 \times 32}{0,3814} = 1,057$$

g) Pérdida de carga:

$$P_8 = k \times \frac{(V^2 \times \rho)}{2} = 1,057 \times \frac{(6,078^2 \times 1,4044)}{2} = 27,419 \text{ N/m}^2$$

**9. Tramo comprendido entre la Te bifurcación a Tanques de carga N°1 y la entrada al Tanque de carga N°1 (Br.) (ver plano 4.3.2.)**

a) Longitud de tubería:

$$L = 13,3 \text{ m.}$$

b) Caudal de gas:

$$Q = 1250 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Diámetro interior:

$$d = 0,1571 \text{ m.}$$

d) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{0,1571}{2}\right)^2 = 0,019 \text{ m}^2$$

e) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{1250(\text{m}^3 / \text{h})}{0,019(\text{m}^2)} = 17,912 \text{ m/s}$$

f) Coeficiente de resistencia:

Siendo  $\lambda = 0,0204$

$$k = \frac{\lambda \times L}{d} = \frac{0,0204 \times 13,3}{0,1571} = 1,727$$

g) Pérdida de carga:

$$P_9 = k \times \frac{(V^2 \times \partial)}{2} = 1,727 \times \frac{(17,912^2 \times 1,4044)}{2} = 389,082 \text{ N/m}^2$$

La pérdida de carga total en la tubería  $P_{\text{tubería}} = P_1 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 = 166,246 + 1299,15 + 582,796 + 685,528 + 438,745 + 246,801 + 109,677 + 27,419 + 389,082 = 3945,444 \text{ N/m}^2 = 0,039 \text{ bar} = 398 \text{ mm.c.a.}$

**- Pérdida de carga en los accesorios :**

**- Boquilla entrada a tanque D = 157,1 mm. ; d = 154,7 mm.**

a) Cantidad:

1 unidad.

b) Caudal de gas:

$$Q = 1250 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{0,1571}{2}\right)^2 = 0,019 \text{ m}^2$$

d) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{1250(\text{m}^3 / \text{h})}{0,019(\text{m}^2)} = 17,912 \text{ m/s}$$

e) Coeficiente de resistencia:

$$k = 0,057 \text{ (dato del fabricante)}$$

f) Pérdida de carga:

$$P_{1n} = k \times \frac{(V^2 \times \partial)}{2} = 0,057 \times \frac{(17,912^2 \times 1,4044)}{2} = 12,841 \text{ N/m}^2$$

**- Válvula de mariposa (totalmente abierta (ventiladores))**

a) Cantidad:

2 unidades.

b) Caudal de gas:

$$Q = 15000 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left( \frac{0,3814}{2} \right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

d) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{15000(\text{m}^3 / \text{h})}{0,114(\text{m}^2)} = 36,47 \text{ m/s}$$

e) Coeficiente de resistencia:

$$k = 0,307 \text{ (dato del fabricante)}$$

f) Pérdida de carga:

$$P_{2n} = 2 \times \left( k \times \frac{(V^2 \times \rho)}{2} \right) = 2 \times \left( 0,307 \times \frac{(36,47^2 \times 1,4044)}{2} \right) = 573,456 \text{ N/m}^2$$

### **- Válvula reguladora de mariposa (totalmente abierta)**

a) Cantidad:

1 unidad.

b) Caudal de gas:

$$Q = 15000 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left( \frac{0,3814}{2} \right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

d) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{15000(\text{m}^3 / \text{h})}{0,114(\text{m}^2)} = 36,47 \text{ m/s}$$

e) Coeficiente de resistencia:

$$k = 0,307 \text{ (dato del fabricante)}$$

f) Pérdida de carga:

$$P_{3n} = k \times \frac{(V^2 \times \partial)}{2} = 0,307 \times \frac{(36,47^2 \times 1,4044)}{2} = 286,728 \text{ N/m}^2$$

**- Válvula de mariposa (totalmente abierta (ramal))**

a) Cantidad:

1 unidad.

b) Caudal de gas:

$$Q = 1250 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{0,1571}{2}\right)^2 = 0,019 \text{ m}^2$$

d) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{1250(\text{m}^3 / \text{h})}{0,019(\text{m}^2)} = 17,912 \text{ m/s}$$

e) Coeficiente de resistencia:

$$k = 0,550 \text{ (dato del fabricante)}$$

f) Pérdida de carga:

$$P_{4n} = k \times \frac{(V^2 \times \partial)}{2} = 0,550 \times \frac{(17,912^2 \times 1,4044)}{2} = 123,911 \text{ N/m}^2$$

**- Curva 90° (ramal)**

a) Cantidad:

1 unidad.

b) Caudal de gas:

$$Q = 1250 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left( \frac{0,1571}{2} \right)^2 = 0,019 \text{ m}^2$$

d) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{1250(\text{m}^3 / \text{h})}{0,019(\text{m}^2)} = 17,912 \text{ m/s}$$

e) Coeficiente de resistencia:

$$k = 0,510 \text{ (dato del fabricante)}$$

f) Pérdida de carga:

$$P_{5n} = k \times \frac{(V^2 \times \partial)}{2} = 0,510 \times \frac{(17,912^2 \times 1,4044)}{2} = 114,899 \text{ N/m}^2$$

### **- Válvula mariposa incomunicación-cubierta**

a) Cantidad:

1 unidad.

b) Caudal de gas:

$$Q = 15000 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left( \frac{0,3814}{2} \right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

d) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{15000(\text{m}^3 / \text{h})}{0,114(\text{m}^2)} = 36,47 \text{ m/s}$$

e) Coeficiente de resistencia:

$$k = 0,307 \text{ (dato del fabricante)}$$

f) Pérdida de carga:

$$P_{6n} = k \times \frac{(V^2 \times \partial)}{2} = 0,307 \times \frac{(36,47^2 \times 1,4044)}{2} = 286,728 \text{ N/m}^2$$



**- Codo curvado 90°**

a) Cantidad:

7 unidades.

b) Caudal de gas:

$$Q = 15000 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left( \frac{0,3814}{2} \right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

d) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{15000(\text{m}^3 / \text{h})}{0,114(\text{m}^2)} = 36,47 \text{ m/s}$$

e) Coeficiente de resistencia:

$$k = 0,210 \text{ (dato del fabricante)}$$

f) Pérdida de carga:

$$P_{7n} = 7 \times k \times \frac{(V^2 \times \rho)}{2} = 7 \times 0,210 \times \frac{(36,47^2 \times 1,4044)}{2} = 1372,934 \text{ N/m}^2$$

**- Codo 45° (Cámara gas inerte)**

a) Cantidad:

1 unidad.

b) Caudal de gas:

$$Q = 15000 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left( \frac{0,3814}{2} \right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

d) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{15000(m^3 / h)}{0,114(m^2)} = 36,47 \text{ m/s}$$

e) Coeficiente de resistencia:

$$k = 0,240 \text{ (dato del fabricante)}$$

f) Pérdida de carga:

$$P_{8n} = k \times \frac{(V^2 \times \partial)}{2} = 0,240 \times \frac{(36,47^2 \times 1,4044)}{2} = 224,152 \text{ N/m}^2$$

**- Reducción de 381,4 mm. a 157,1 mm.**

a) Cantidad:

$$1 \text{ unidad.}$$

b) Caudal de gas:

$$Q = 2500 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{0,3814}{2}\right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

d) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{2500(m^3 / h)}{0,114(m^2)} = 6,078 \text{ m/s}$$

e) Coeficiente de resistencia:

$$k = 0,600 \text{ (dato del fabricante)}$$

f) Pérdida de carga:

$$P_{9n} = k \times \frac{(V^2 \times \partial)}{2} = 0,600 \times \frac{(6,078^2 \times 1,4044)}{2} = 15,564 \text{ N/m}^2$$

**- Injerto en ramal a 90°**

a) Cantidad:

1 unidad.

b) Caudal de gas:

$$Q = 2500 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Superficie de la sección de tubería:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{0,3814}{2}\right)^2 = 0,114 \text{ m}^2$$

d) Velocidad del flujo de gas:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{2500(\text{m}^3 / \text{h})}{0,114(\text{m}^2)} = 6,078 \text{ m/s}$$

e) Coeficiente de resistencia:

$$k = 1,4 \text{ (dato del fabricante)}$$

f) Pérdida de carga:

$$P_{10n} = k \times \frac{(V^2 \times \varrho)}{2} = 1,4 \times \frac{(6,078^2 \times 1,4044)}{2} = 36,317 \text{ N/m}^2$$

**- Sello de cubierta**

Según los datos de los fabricantes la media de caída de presión en estos equipos es de 0,003 bar = 300 N/m<sup>2</sup>

**- Torre de lavado**

De la misma forma, este equipo tiene una caída de presión de 0,059 bar = 5900 N/m<sup>2</sup>

La suma de las pérdidas debida a los accesorios será tal que  $P_{\text{accesorios total}} = (P_{1n} + \dots + P_{10n}) + P_{\text{sello cubierta}} + P_{\text{torre lavado}} = (12,841 + 573,456 + 286,728 + 123,911 + 114,899 + 286,728 + 1372,934 + 224,152 + 15,564 + 36,317) + 300 + 5900 = 3047,53 + 300 + 5900 = 9247,53 \text{ N/m}^2 = 942,98 \text{ mm.c.a.}$

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

Luego la pérdida total será  $P_{\text{total}} = P_{\text{tubería}} + P_{\text{accesorios}} = 398 + 942,98 = 1340,98$  mm.c.a.

Como tenemos una presión residual en el sistema de 1000 mm.c.a., la presión total que debe de dar el ventilador será de  $P_{\text{ventilador}} = 1000 + 1340,98 = 2340,98$  mm.c.a. = 0,229 bar, luego la presión está por de bajo de 0,3 bar que es la máxima que indica en Reglamento, apartado 3.3.4.4.

#### **4.4. SISTEMA DE EXTINCIÓN POR CO<sub>2</sub>**

##### **4.4.1. Descripción general del sistema**

El sistema de extinción de CO<sub>2</sub> está constituido por una red de tuberías que distribuyen el gas extintor desde el local de almacenamiento hasta los locales protegidos, descargándolo por medio de boquillas (Reglamentación 3.3.3.1.).

##### **- Características del CO<sub>2</sub>**

Es un agente extintor de efectividad y de aplicaciones diversas que no deja residuos, eliminando la necesidad de limpieza del agente. El dióxido de carbono posee propiedades que afectan a la extinción:

- No reacciona con la mayor parte de las sustancias
- Posee propia presión de descarga
- Puede penetrar y extenderse por todos los lugares del incendio, por ser gaseoso
- No es conductor de la electricidad en forma de gas o nieve carbónica, y por lo tanto, puede emplearse en incendios de equipos electrónicos activados.

En condiciones normales el CO<sub>2</sub> es gaseoso, fácilmente se licua por compresión y enfriamiento. Si se descarga un extintor a la atmósfera el CO<sub>2</sub> líquido se expande y se convierte en gas. El calor absorbido durante la evaporación enfría al líquido restante hasta -78,8 °C a esa temperatura se subdivide en pequeñas partículas de hielo seco. Este hielo seco o nieve carbónica es la que da su aspecto típico a la descarga de CO<sub>2</sub> de un extintor.

Su densidad es aproximadamente vez y media más pesada que el aire, propiedad importante a tener en cuenta por su facilidad para desplazar el aire de las zonas de combustión y mantener una atmósfera sofocante.

Aunque el CO<sub>2</sub> es poco tóxico puede producir inconsciencia e incluso la muerte cuando se usa como agente extintor dadas las altas concentraciones empleadas. La acción de este caso está más próximo a la asfixia que a cualquier efecto tóxico del CO<sub>2</sub> por si mismo. Una concentración del 9 % puede resistirla cualquier persona, sin perder la conciencia durante unos minutos, respirar en concentraciones superiores es peligroso. En pequeños compartimentos protegidos por CO<sub>2</sub>, si hay personal dentro cuando empieza la descarga de este gas, podrá escapar sin dificultad antes que se llegue a una concentración crítica.

El CO<sub>2</sub> es efectivo como agente extintor, porque reduce el contenido de oxígeno del aire hasta el punto que no mantiene la combustión y también produce el efecto de enfriamiento. Este agente se almacena bajo presión en forma de líquido y al descargarse lo hace en forma de gas. Cuando se descarga sobre materiales en combustión, los cubre y diluye el oxígeno del aire a una concentración tal que pueda no mantener la combustión. También la rápida expansión de líquido a gas produce un efecto refrigerante.

El dióxido de carbono es capaz de extinguir los fuegos de los siguientes tipos:

- Fuegos de clase A (combustibles sólidos):

Por su efecto de enfriamiento es capaz de extinguir fuegos de esta clase, siempre que sean poco profundos, ya que su calor específico es bajo y no produce empapamiento.

En los usos de aplicación total, la efectividad del agente dependerá de la detección temprana del fuego, para evitar formación de brasa muy profundas.

En los usos de aplicación local, además de la detección temprana, se deberá tener en cuenta la disposición del combustible, ya que un apantallamiento de la descarga impedirá la extinción de las zonas no accesibles directamente.

- Fuegos de clase B y C (líquidos inflamables y gases combustibles):

En recintos cerrados. Extingue por desplazamiento del oxígeno, si se alcanzan las concentraciones necesarias. Este uso es el de inundación total.

En recintos abiertos, o mediante aplicación local, este agente posee una menor efectividad.

- Fuegos de clase E, (presencia eléctrica):

Debido a que no es conductor de la electricidad, este agente es idóneo para la extinción de esta clase de fuegos.

#### **- Sistema fijo de alta presión de inundación total**

Este es el sistema más común aplicado en los buques de este tipo por su coste más bajo y simplicidad respecto a los sistemas de baja presión.

En este tipo de instalación el dióxido de carbono se encuentra almacenado a temperatura ambiente, y por lo tanto a presión elevada. Los recipientes empleados son botellas de acero estirado sin soldaduras, conectadas entre sí formando baterías de accionamiento conjunto. Dentro de las botellas cuando el CO<sub>2</sub> está a 21 °C , le corresponde una presión aproximada de 60 Kg/cm<sup>2</sup>. Si la temperatura ambiente aumenta, también aumentará la presión dentro de las botellas. Por ello, en la ubicación de las botellas se tendrá en cuenta que la temperatura máxima del local no aumente peligrosamente, por ejemplo, a 50 °C le corresponde una presión de 160 Kg/cm<sup>2</sup>. Las botellas poseen una válvula de seguridad tarada a 190 Kg/cm<sup>2</sup>.

Para explicar el funcionamiento de dicho sistema utilizamos el plano 4.4.1.

La puesta en marcha del sistema será realizada mediante dos procedimientos, manual o por mando remoto desde determinadas posiciones. Una vez que ha sido activado el sistema, manualmente o por los detectores, automáticamente pasará la información de que ha sido activado el sistema al “interface” del operador en la Cámara de Control Central, donde se podrá seguir el desarrollo completo de la descarga mediante los interruptores situados en las líneas de descarga y válvulas direccionales. La alarma acústica se activará 20 segundos antes del comienzo de la descarga para advertir a las personas que se encuentran en el local que desalojen la zona, debido a su peligrosidad.

El panel de control fuera del local protegido tiene un interruptor de alarma incorporado (11), las botellas magistrales (14) y dos válvulas de control (15) y (16).

Un manómetro (17) permite al operador comprobar la presión disponible adecuada para arrancar el sistema. El funcionamiento empieza suponiendo que la válvula de la botella magistral (14) esta abierta. La apertura de la válvula (15) produce la actuación del mecanismo neumático (3) provocando la apertura de las válvulas (21) de botellas piloto (1) por medio del cable de conexión (5). La válvula (10) abre simultáneamente permitiendo que la presión del gas en el colector (6) active el mecanismo de disparo (4) de la batería de botellas principales, que descargan al colector principal (7). La apertura de la válvula (16) provoca la apertura de la válvula (18), permitiendo que la presión del gas desde el colector abra la válvula direccional (8), esta válvula está provista de un mecanismo manual de apertura en caso de fallo del mecanismo neumático. Desde esta válvula el gas pasa a la tubería que distribuye el gas a las boquillas de descarga dentro del espacio a proteger.



**- Componentes del sistema :**

- **Botella piloto:** botella de CO<sub>2</sub> la cual destina parte o su totalidad de contenido para realizar la función de apertura de las botellas principales.
- **Botella principal:** botella de CO<sub>2</sub> la cual depende de la botella piloto para su apertura y destina todo su contenido a la extinción del incendio.
- **Botella magistral:** botella de CO<sub>2</sub> la cual destina su contenido en poner en marcha el mecanismo neumático de disparo.
- **Mecanismo neumático para disparo de las botellas piloto:** es un actuador que funciona mediante la presión del propio gas de trabajo produciendo la apertura de las válvulas de botella por medio del movimiento del cable.
- **Mecanismo neumático para disparo de las botellas principales:** es un actuador que funciona mediante la presión del propio gas de trabajo produciendo la apertura de las válvulas de botella por medio del movimiento del cable.
- **Cable de conexión:** cable mediante el cual se produce la apertura de las válvulas de botella.
- **Colector de las botellas piloto:** es la tubería encargada de dirigir el gas para realizar la apertura de la batería de botellas principales.
- **Colector de la batería de botellas principales:** es la tubería a la cual descarga todo el gas procedente de las botellas principales y en parte de las botellas piloto.
- **Válvula direccional:** es la válvula que permite la descarga del CO<sub>2</sub> a cada uno de los riesgos.
- **Válvula de no retorno:** se sitúa entre el colector de la batería de botellas principales y el colector de las botellas piloto, impide que la presión del gas en el colector de descarga haga que el flujo de gas se invierta hacia el colector de las botellas piloto.

- **Válvula de control del disparo de la batería de botellas principales:** es la válvula encargada de abrir el flujo de gas hacia el mecanismo de disparo cuando el colector ha adquirido la presión necesaria para su funcionamiento,
- **Interruptores para alarma y parada de ventilación:** dispositivos eléctricos encargados de dar el aviso de la puesta en marcha del sistema de extinción y a su vez la parada del sistema de ventilación del local donde se es aplicado.
- **Línea de control N° 1:** es la tubería que dirige el gas desde la botella magistral hacia el mecanismo de disparo de las botellas piloto y válvula de control del disparo de la batería de botellas principales.
- **Línea de control N° 2:** es la tubería que dirige el gas procedente de la botella magistral hacia la válvula de control de la válvula direccional.
- **Válvula de control magistral N° 1:** es la válvula cuya misión es la de dar el paso al gas que produce el funcionamiento del mecanismo de disparo de las botellas piloto.
- **Válvula de control magistral N° 2:** es la válvula encargada de dar el paso al gas que produce la apertura de la válvula de control de la válvula direccional.
- **Manómetro:** medidor de presión que permite al operador comprobar la presión disponible adecuada para poner el sistema en marcha.
- **Válvula de control de apertura de la válvula direccional:** es la válvula encargada de permitir el paso del gas al mecanismo de funcionamiento de la válvula direccional provocando su actuación.
- **Interruptor neumático:** dispositivo encargado de transmitir el nivel de presión existente en el colector de descarga.
- **Válvula de retención:** válvula situada entre la tubería de descarga de la botella y el colector, para evitar que el gas pueda regresar de nuevo a la botella debido a que en el colector exista una presión mayor que en las botellas.

- **Válvula de botella:** es la válvula que permite la salida del gas de la botella.
- **Boquilla descarga:** dispositivo difusor del gas.
- **Alarma acústica:** dispositivo sonoro encargado del aviso del funcionamiento del sistema de extinción.

#### **4.4.2. Cálculo del sistema de extinción por CO<sub>2</sub>**

Como define el reglamento en el apartado 3.3.4 de nuestro proyecto, la cámara de máquinas debe estar dotada de un sistema fijo de extinción que puede ser una instalación por gas, una instalación a base espuma de alta expansión o un sistema de aspersión de agua a alta presión. Por las características antes reseñadas vamos a optar por instalar un sistema de extinción por CO<sub>2</sub> en las cámaras de máquinas y espacios cercanos considerados con cierto riesgo de incendio (eléctrico, combustión, etc.).

Nuestro buque dispone de dos zonas, una en proa y otra en popa donde es necesario instalar un sistema de CO<sub>2</sub> debido a la situación de los siguientes locales:

Zona de Popa :

- Cámara de Máquinas de babor; V= 8314 m<sup>3</sup>
- Cámara de Máquinas de estribor; V= 8314 m<sup>3</sup>
- Cámara de Bombas; V= 2963 m<sup>3</sup>
- Cámara del Servomotor; V= 1110,2 m<sup>3</sup>
- Cámara gas Inerte/incinerador; V= 286,5 m<sup>3</sup>
- Cámara del Generador de Emergencia; V= 74,4 m<sup>3</sup>
- Almacén de Pintura; V= 27,7 m<sup>3</sup>
- Cámara de Control de babor; V= 334,1 m<sup>3</sup>
- Cámara de Control de estribor; V= 334,1 m<sup>3</sup>
- Cámara de Purificadoras de babor; V= 334,1 m<sup>3</sup>
- Cámara de Purificadoras de estribor; V= 334,1 m<sup>3</sup>

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

- Guardacalor babor;  $V= 1158,5 \text{ m}^3$
- Guardacalor estribor;  $V= 1158,5 \text{ m}^3$

Zona de Proa:

- Almacén de Pintura;  $V= 193,8 \text{ m}^3$
- Cámara de Maquinaria Hidráulica;  $V= 296,1 \text{ m}^3$

Según el reglamento en el apartado 3.3.4.1. , la cantidad mínima de CO<sub>2</sub> que tiene que liberar nuestro sistema será igual al mayor de los volúmenes siguientes:

- el 40 % del volumen bruto del mayor espacio de máquinas así protegido, excluido el volumen de la parte del guardacalor que quede encima del nivel en que el área horizontal del guardacalor sea igual o inferior al 40 % del área horizontal del espacio considerado, medida a la distancia media entre la parte superior del tanque y la parte mas baja del guardacalor.
- el 35 % del volumen total del mayor espacio de máquinas así protegido, comprendido el guardacalor.

El mayor espacio de los enumerados anteriormente sería cualquiera de las Cámaras de Máquinas con un volumen de  $V= 8314 \text{ m}^3$ , si a este volumen le sumamos el volumen del Guardacalor resultaría tal que  $V_{\text{total}} = 8314 + 1158,5 = 9472,5 \text{ m}^3$ , calculando el 35 % de 9472,5 tenemos un volumen de  $3315,3 \text{ m}^3$ .

Ahora calculamos el área del Guardacalor, por medio de la disposición general, en cierto modo aproximadamente, y tenemos un área de  $55,77 \text{ m}^2$ . A continuación hallamos el área horizontal de la Cámara de Máquinas, medida a la distancia media entre la parte superior del tanque y la parte mas baja del guardacalor, resultando un área de  $406,5 \text{ m}^2$ . Hallando el 40 % de  $406,5 \text{ m}^2$  tenemos un área de  $162,6 \text{ m}^2$ , luego como  $55,77 \text{ m}^2$  es inferior a  $162,6 \text{ m}^2$  no tenemos que incluir ningún volumen del Guardacalor a la hora de hallar el volumen máximo del espacio de máquinas. Con lo cual, el

volumen máximo sería el 40 % del volumen de la Cámara de Máquinas (babor o estribor), resultando un volumen  $V = 3325,6 \text{ m}^3$ .

#### **4.4.2.1. Cálculo del volumen mínimo de CO<sub>2</sub> requerido en la instalación**

Según el reglamento en el apartado 3.3.4.1. la cantidad de CO<sub>2</sub> en volumen será a razón de 0,56 m<sup>3</sup>/Kg. Como ya sabemos el volumen que debe cubrir el sistema, siendo  $V = 3325,6 \text{ m}^3$ ; tenemos que:

$$\text{Cantidad mínima de CO}_2 = \frac{3325,6}{0,56} = 5938,6 \text{ Kg de CO}_2$$

Esta cantidad de gas se almacenará en botellas de 45 Kg. cada una. Luego :

$$\text{N}^\circ \text{ botellas mínimo} = \frac{5938,6}{45} = 131,9 = 132 \text{ botellas de CO}_2$$

#### **4.4.2.2. Cálculo del volumen total de CO<sub>2</sub> para la instalación**

En popa, debido a la gran diferencia de volúmenes entre las Cámaras de Máquinas (babor y estribor), Guardacalor (babor y estribor), Cámara de Bombas y el resto de riesgos (locales) y para evitar que se produzcan expansiones bruscas del CO<sub>2</sub> en los colectores de descarga instalaremos 3 baterías centralizadas e independientes, una para la Cámara de Máquinas de babor y Guardacalor de babor, una segunda para la Cámara de Máquinas de estribor y Guardacalor de estribor y otra tercera para la Cámara de Bombas y el resto de los locales.

En proa instalaremos una sola batería para el Almacén de Pintura y la Cámara de Maquinaria Hidráulica.

**4.4.2.2.1. Cálculo del volumen total de CO<sub>2</sub> para la batería n°1 (Popa)**

RIESGO	Volumen (m <sup>3</sup> )	Porcentaje	% Volumen	Cantidad CO <sub>2</sub> (Kg)	Número de Botellas
Cámara Maquinas Br.	8314	40 %	3325,6	5938,6	132
Guardacalor Br.	1158,5	40 %	474,2	846,8	19

Para la batería número 1 popa se necesitarán un N° botellas = 132 + 19 = 151

**4.4.2.2.2. Cálculo del volumen total de CO<sub>2</sub> para la batería n°2 (Popa)**

RIESGO	Volumen (m <sup>3</sup> )	Porcentaje	% Volumen	Cantidad CO <sub>2</sub> (Kg)	Número de Botellas
Cámara Maquinas Er.	8314	40 %	3325,6	5938,6	132
Guardacalor Er.	1158,5	40 %	474,2	846,8	19

Para la batería número 2 de popa se necesitarán un N° botellas = 132 + 19 = 151

**4.4.2.2.3. Cálculo del volumen total de CO<sub>2</sub> para la batería n°3 (Popa)**

RIESGO	Volumen (m <sup>3</sup> )	Porcentaje	% Volumen	Cantidad CO <sub>2</sub> (Kg)	Número de Botellas
Cámara de Bombas	2963	40 %	1185,2	2116,4	47
Cámara del Servomotor	1110,2	40 %	444,1	793	18
Cámara gas Inerte/incinerador	286,5	40 %	114,6	204,6	5
Cámara del Generador de Emergencia	74,4	40 %	29,76	53,1	2

Estudio de los Sistemas de Seguridad de un Buque Shuttle de 140.000 m<sup>3</sup> aplicando la Reglamentación Noruega

Almacén de Pintura	27,7	40 %	11,1	19,8	1
Cámara de Control Br.	334,1	40 %	133,6	238,6	6
Cámara de Control Er.	334,1	40 %	133,6	238,6	6
Cámara de Purificadoras Br.	334,1	40 %	133,6	238,6	6
Cámara de Purificadoras Er.	334,1	40 %	133,6	238,6	6

Para la batería número 3 de popa se necesitarán un N° botellas = 47 + 18 + 5 + 2  
+ 1 + 6 + 6 + 6 + 6 = 97

**4.4.2.2.4. Cálculo del volumen total de CO<sub>2</sub> para la batería n°1 (Proa)**

RIESGO	Volumen (m <sup>3</sup> )	Porcentaje	% Volumen	Cantidad CO <sub>2</sub> (Kg)	Número de Botellas
Almacén de Pintura	193,8	40 %	77,5	138,4	3
Cámara de Maquinaria Hidráulica	296,1	40 %	118,4	211,4	5

Para la batería número 1 de proa se necesitarán un N° botellas = 3 + 5 = 8

## **5. PROCEDIMIENTO EN LA LUCHA**

### **CONTRA INCENDIOS**



## **5. PROCEDIMIENTO EN LA LUCHA CONTRA INCENDIOS**

### **5.1. PLANOS DE SEGURIDAD Y CONTROL DE INCENDIOS**

Toda la información acerca de los medios de prevención, extinción y dispositivos de seguridad de un buque están reflejados en los Planos de Lucha Contra Incendios o también llamados Planos de Seguridad y Control de Incendios. Para ello, basándonos en lo que nos marca el Reglamento en el apartado 3.3.9.7. hemos realizado dichos planos con toda la información que tenemos en los distintos apartados en la Síntesis de la Reglamentación (ver planos 5.1.1. a 5.1.13.).

En relación a la vida del buque, en todo momento se realizará una labor de mantenimiento, anotándose cualquier modificación que se realice en el buque lo más rápidamente posible.

Las instrucciones de funcionamiento y de las operaciones de mantenimiento referentes a los sistemas contra incendios que existan a bordo, se conservarán todas juntas y dispuestas en un lugar accesible para ser utilizadas.

Los símbolos gráficos empleados en los planos de seguridad y control de incendios están recogidos en la Resolución A.654 (16) adoptada por la IMO (Organización Marítima Internacional, organismo especializado de las Naciones Unidas encargado de adoptar medidas para mejorar la seguridad del transporte marítimo internacional y prevenir la contaminación del mar a causa de los buques).

### **5.2. LA ORGANIZACION DE LA LUCHA CONTRA INCENDIOS**

La organización de la tripulación para la lucha contra incendios está teóricamente establecida en el Cuadro Orgánico, donde se detallan las distintas funciones que debe realizar cada tripulante a la llamada de alarma (ver apartado 3.3.9.5.). La actuación será dirigida desde el Puente de Gobierno del buque, estableciéndose una intercomunicación entre los distintos equipos de intervención que

informarán de la situación . La actuación se realizará de forma coordinada entre los distintos equipos de intervención. Existen diversos factores que dan una especial consideración al fuego a bordo, implicando de forma directa a las tripulaciones:

1. Intervención personal

- La propia tripulación interviene directamente en la extinción del fuego, salvo que el buque esté atracado y pueda tener ayuda exterior. Por tanto, todos los tripulantes deben estar adiestrados para una intervención.

2. Medios de extinción limitados

- Los medios de extinción están limitados, incluso el agua debe emplearse con cuidado de no embarcar una cantidad excesiva. Por ello, es necesaria una intervención eficaz y lo más rápida posible.

3. Limitación de personal

- Las necesidades operativas del buque impiden la intervención de toda la tripulación. Esto se ve agravado, lógicamente, en los buques con personal reducido.

4. Espacios confinados

- La compartimentación de los buques requiere una compleja disposición de vías de evacuación, divisiones, escaleras, ventilación, puertas, etc., que dificultan en gran medida la actuación contra el fuego.

Para evitar estos factores, del todo inevitables, las tripulaciones deben estar perfectamente adiestradas y familiarizadas con los equipos de extinción para tener éxito ante una intervención real. Es decir, debe existir un doble eje adiestramiento-formación, como única fórmula para asegurar una intervención adecuada de la tripulación.

### **5.2.1. Ejercicios periódicos**

Mediante la realización de ejercicios periódicos a bordo, se pretende mantener la operatividad de los equipos y la destreza y aptitud de la tripulación, en un estado continuo de respuesta eficaz.

Cada uno de los tripulantes participará al menos en un ejercicio de lucha contra incendios todos los meses. (SOLAS Cap. III/ Regla 18).

La llamada y realización de ejercicios se realizará sin previo aviso. Si más del 25 % de los tripulantes no han participado en un ejercicio a bordo de dicho buque durante un mes con anterioridad a esa salida, se realizará dentro de las 24 horas siguientes a la salida de puerto.

Los ejercicios irán acompañados de sesiones de formación, donde se prestará especial importancia a los tripulantes que no hayan realizado ejercicio a bordo.

La frecuencia y el horario de los ejercicios será compatible con las actividades laborales a bordo.

#### **5.2.1.1. Organización del ejercicio**

El inicio del ejercicio comienza a la llamada de “ejercicio de contra incendios”, alertando a la tripulación inmediatamente. Se formarán los distintos grupos de actuación con sus respectivos jefes, con funciones específicas. Debe existir un número determinado de tripulantes que mantengan la operatividad del buque y el resto formarán los equipos de intervención en la emergencia, con las funciones asignadas a cada uno de ellos. Las primeras funciones a realizar quedarán reducidas a la operatividad de los sistemas contra incendios del buque, por lo que requieren un mínimo de personal. Pero si esta primera fase falla o resulta poco efectiva, será necesario que intervenga toda la tripulación. Cada una de estas funciones están perfectamente detalladas en el Cuadro

Orgánico del buque, respondiendo a la operatividad más efectiva del buque, tanto de los equipos como del personal.

Durante la realización de los ejercicios contra incendios se debe tener la precaución de que se realicen en las mejores condiciones de seguridad para el personal que interviene, evitando exposiciones de peligro inminente. Para ello, se deberá atender a las actividades de cada uno de los componentes de los grupos e intentar corregir actuaciones arriesgadas de tipo individual. Se supondrá que se ha declarado un incendio en algún lugar del buque, y se tomarán todas las medidas necesarias para su extinción, incluyendo entre otras las siguientes:

- Se prepararán las bombas contra incendios.
- Se transportarán los extintores al lugar del incendio.
- Se desplegarán las mangueras y se conectarán a las bocas contra incendios más próximas.
- Se alistarán los sistemas fijos contra incendios (CO<sub>2</sub>, Espuma, polvo, etc.)
- Se prepararán el proyector de señales, las señales de socorro y el aparato lanzacabos.
- Se cortará el suministro de corriente eléctrica del lugar incendiado.
- Se cerrarán las válvulas necesarias para evitar comunicaciones con otros compartimentos y especialmente de aquellas líneas que transporten fluidos combustibles o tóxicos, así como las de comunicación de los tanques de combustible.
- Se utilizarán los Equipos de Respiración Autónomos (ERA) que posee el buque.
- Se comprobará el funcionamiento de la lámpara de seguridad.

- Se parará el aire acondicionado.
- Se parará todo el sistema de ventilación, especialmente el de las Cámaras de Máquinas y cocina.
- Se utilizarán los trajes de protección contra incendios y los equipos de bombero.
- Se comprobará el funcionamiento del sistema de detección en el lugar seleccionado y se comprobará el estado general de lámparas indicadoras y sensores.

El ejercicio terminará a la llamada de “fin de ejercicio” y no cuando los tripulantes crean que han alistado todos los equipos y su intervención haya sido adecuada.

#### **5.2.1.2. Conclusiones a la terminación de los ejercicios**

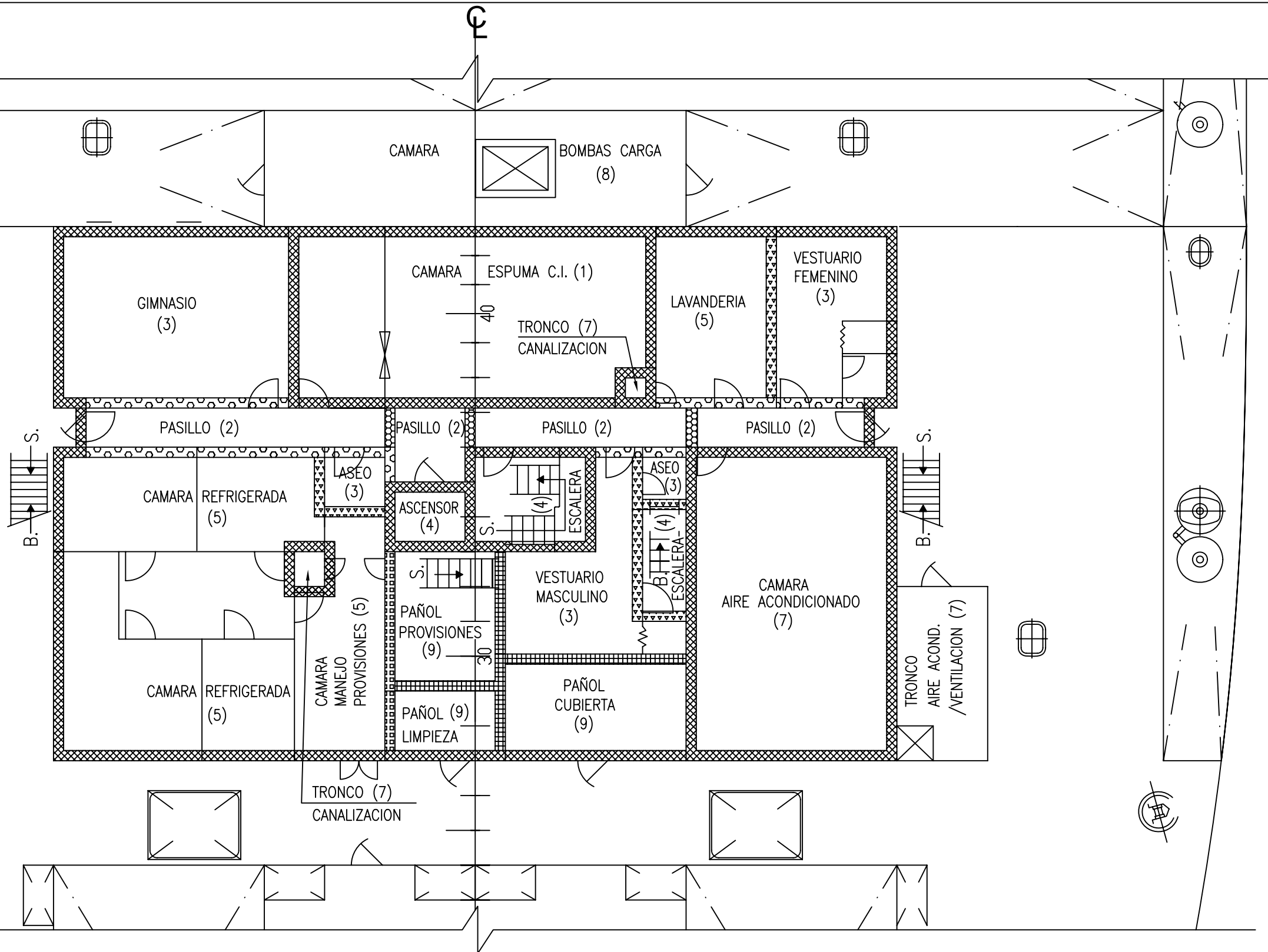
Una vez finalizados los ejercicios se anotarán en el Diario de Navegación las fechas y los pormenores acaecidos durante el desarrollo de los mismos.

A la llamada de “fin de ejercicio” se realizará una reunión para comenzar la actuación de cada tripulante y de cada equipo de intervención: actuaciones correctas e incorrectas, operatividad de los equipos, equipos personales y todo aquello que pueda ser útil para intervenciones posteriores. Estas reuniones forman parte de la formación integral de las tripulaciones, ya que con ellas se consigue una mentalización óptima de grupo.

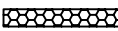



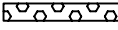
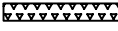
Debe tenerse en cuenta que en la realización de estos ejercicios no existe fuego ni se activan los equipos de extinción, por ello, las condiciones son muy diferentes a las de una actuación real, Van encaminados a mantener a punto los equipos y la tripulación para un caso de actuación.

## **6. PLANOS**

PROA →  
ESTRIBOR →

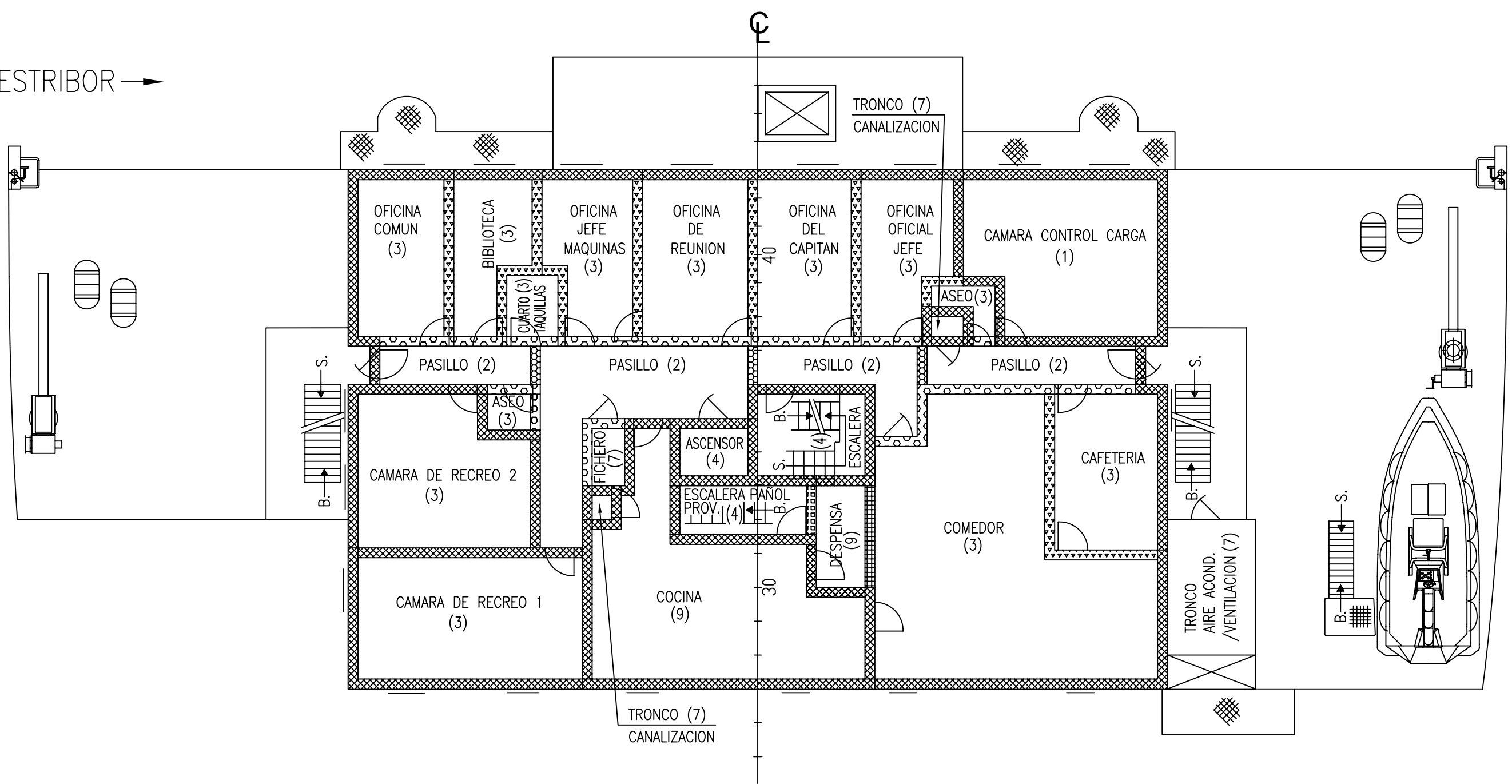


CUBIERTA PRINCIPAL





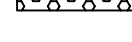
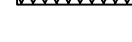
-  BARRERAS CONTRA CORRIENTES DE AIRE
-  A-60
-  A-30
-  A-0
-  B-30
-  B-15

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE ACOMODACION CUBIERTA "PRINCIPAL"	
2.1.	ESCALA 1:120

PROA →  
ESTRIBOR →



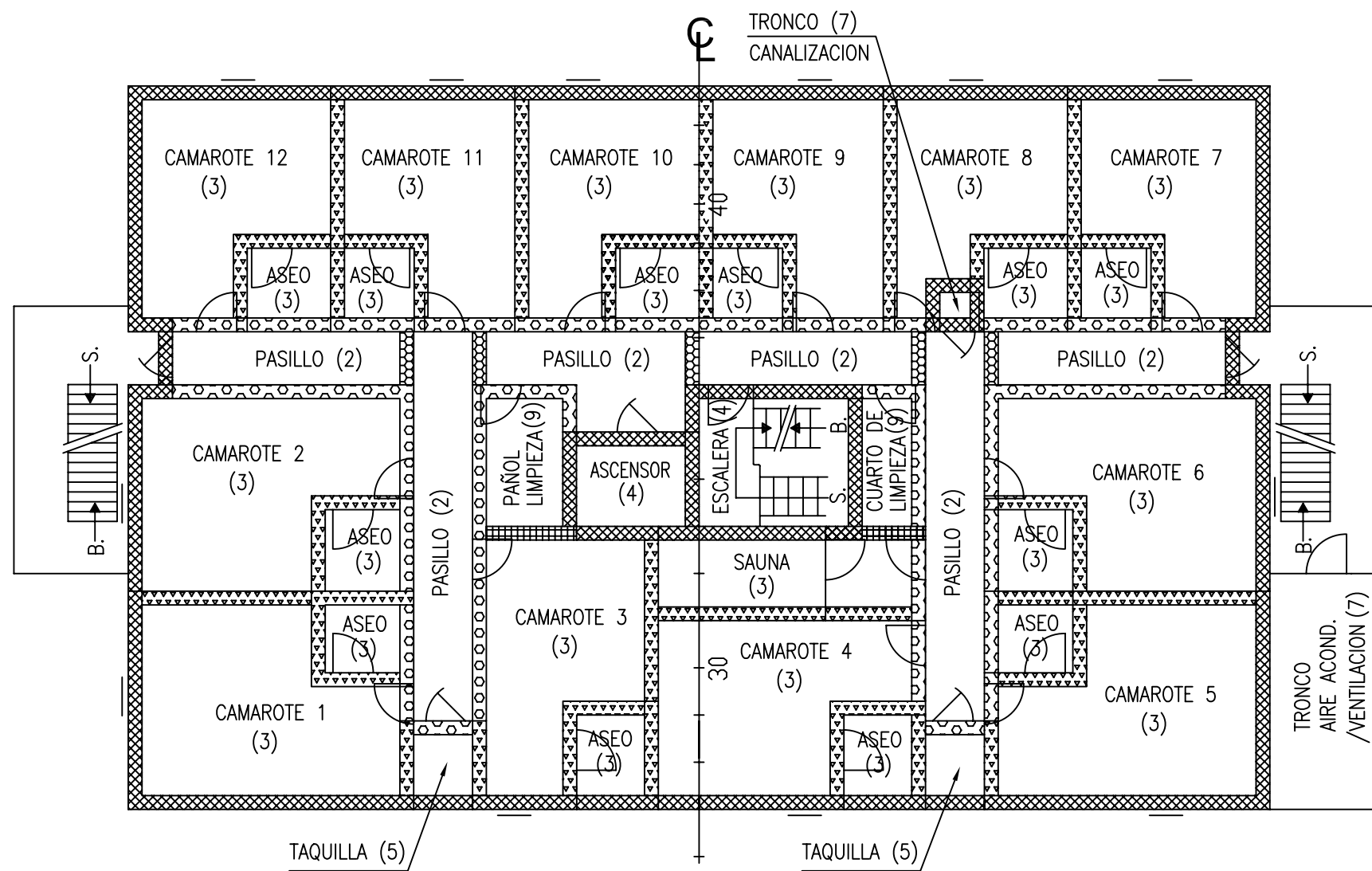
CUBIERTA "A"

-  BARRERAS CONTRA CORRIENTES DE AIRE
-  A-60
-  A-30
-  A-0
-  B-30
-  B-15





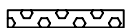

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE ACOMODACION CUBIERTA "A"	
2.2.	ESCALA 1:120



PROA →  
ESTRIBOR →

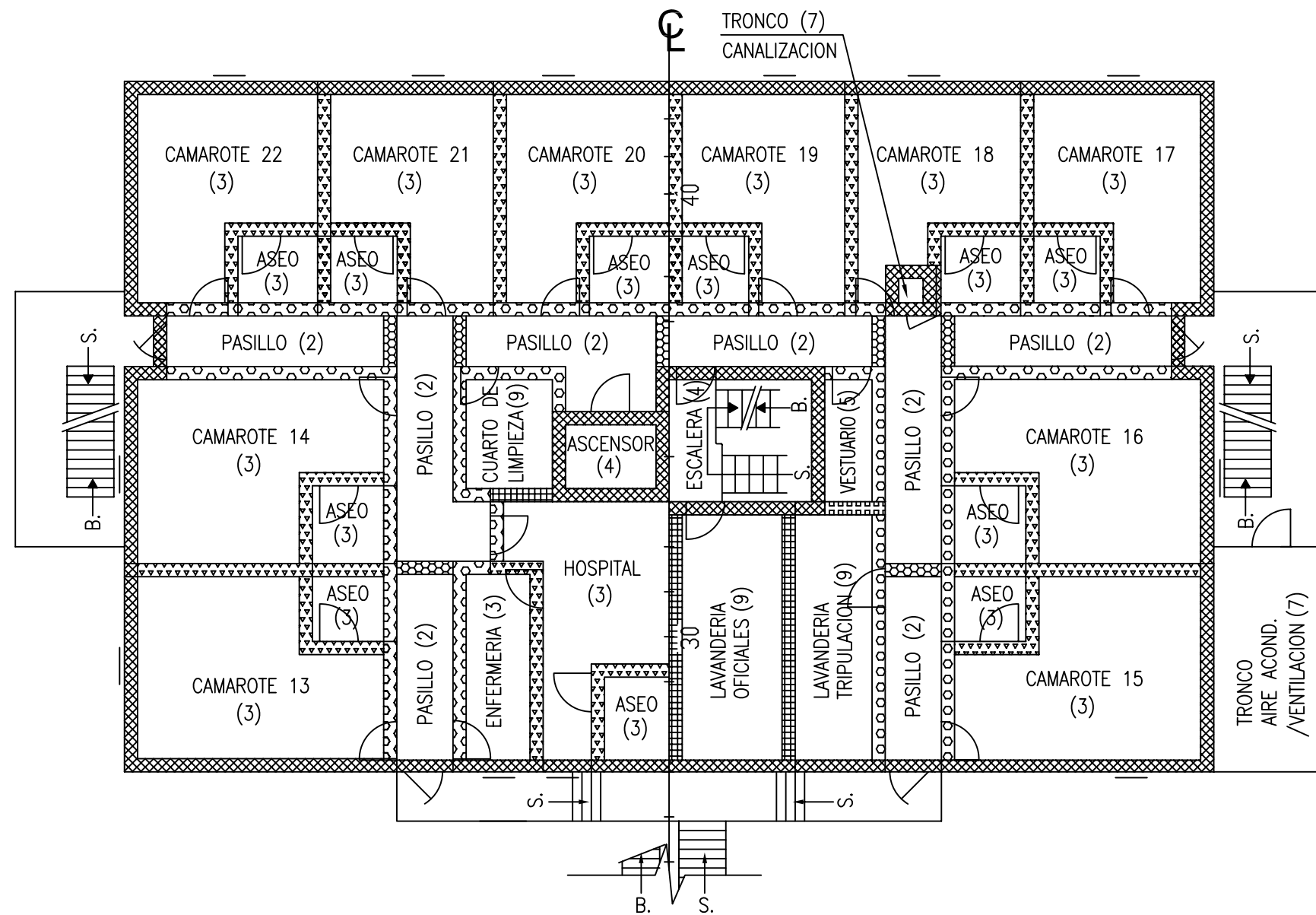


CUBIERTA "B"

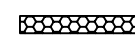



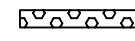
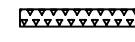
-  BARRERAS CONTRA CORRIENTES DE AIRE
-  A-60
-  A-30
-  A-0
-  B-30
-  B-15

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 M <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE ACOMODACION CUBIERTA "B"	
2.3.	ESCALA 1:120

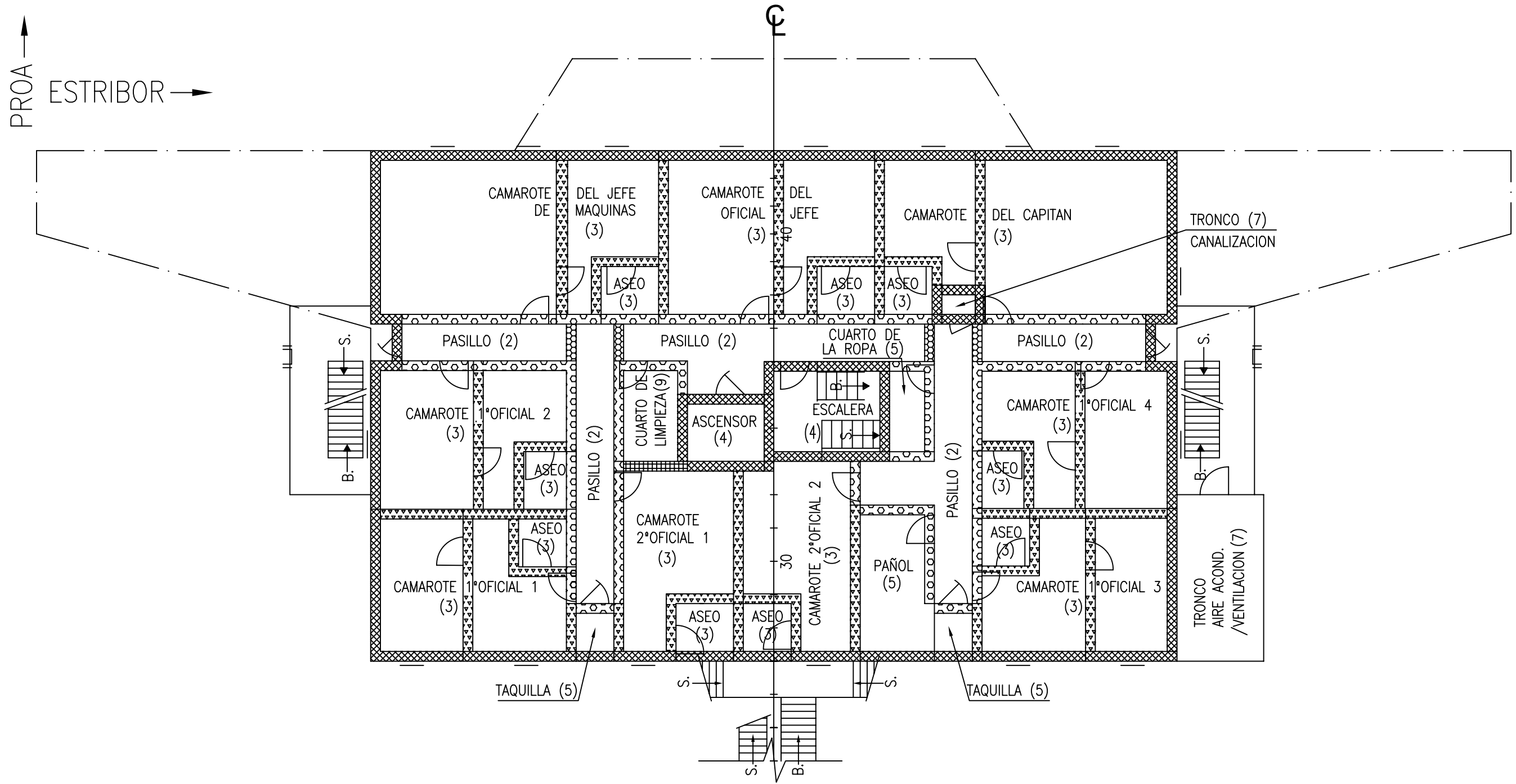
PROA →  
ESTRIBOR →







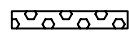

CUBIERTA "C"

-  BARRERAS CONTRA CORRIENTES DE AIRE
-  A-60
-  A-30
-  A-0
-  B-30
-  B-15

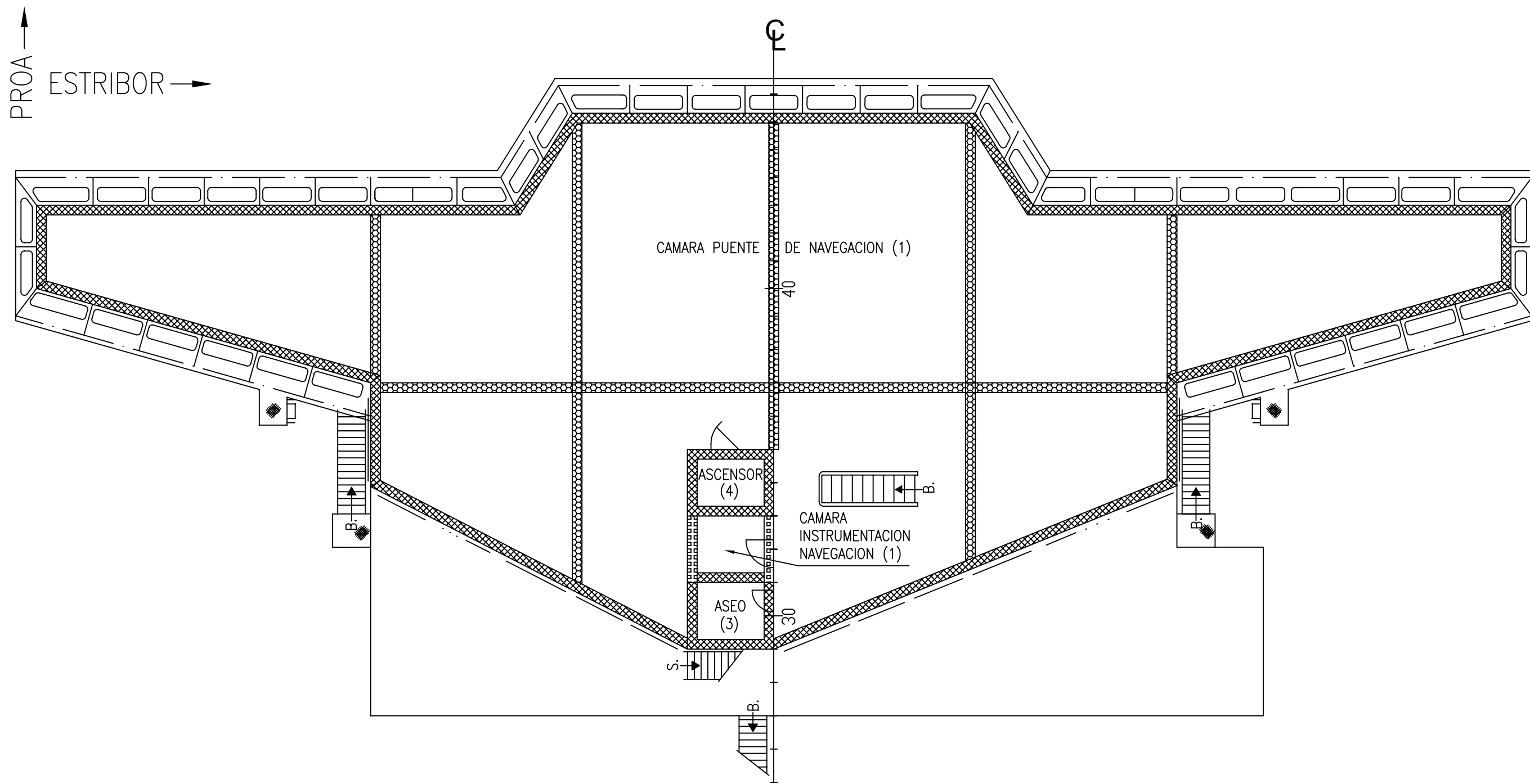
<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE ACOMODACION CUBIERTA "C"	
2.4.	ESCALA 1:120






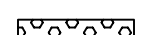
CUBIERTA "D"

-  BARRERAS CONTRA CORRIENTES DE AIRE
-  A-60
-  A-30
-  A-0
-  B-30
-  B-15

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 M <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE ACOMODACION CUBIERTA "D"	
2.5.	ESCALA 1:120

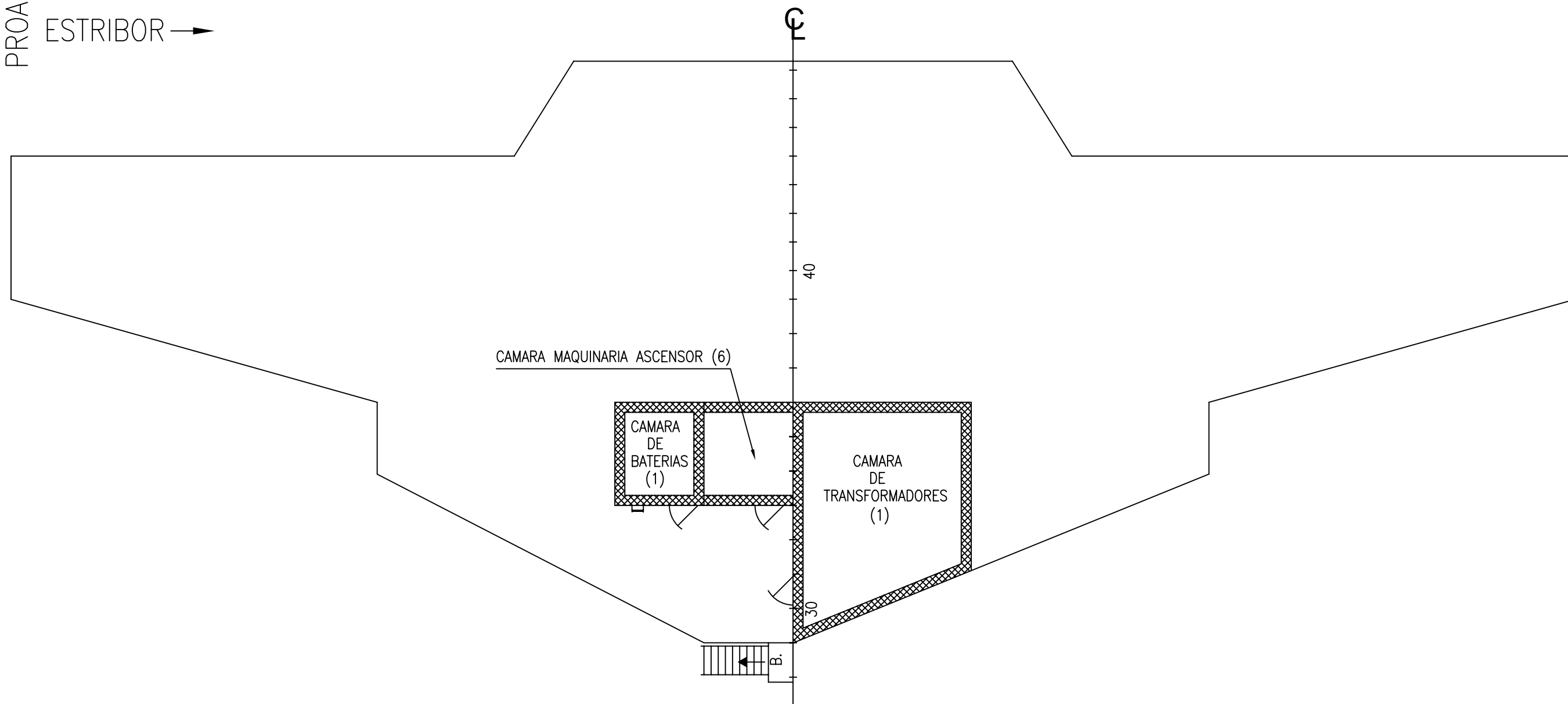


CUBIERTA "PUENTE DE NAVEGACION"

-  BARRERAS CONTRA CORRIENTES DE AIRE
-  A-60
-  A-0
-  B-30

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE ACOMODACION CUBIERTA "PUENTE DE NAVEGACION"	
2.6.	ESCALA 1:120

PROA →  
ESTRIBOR →

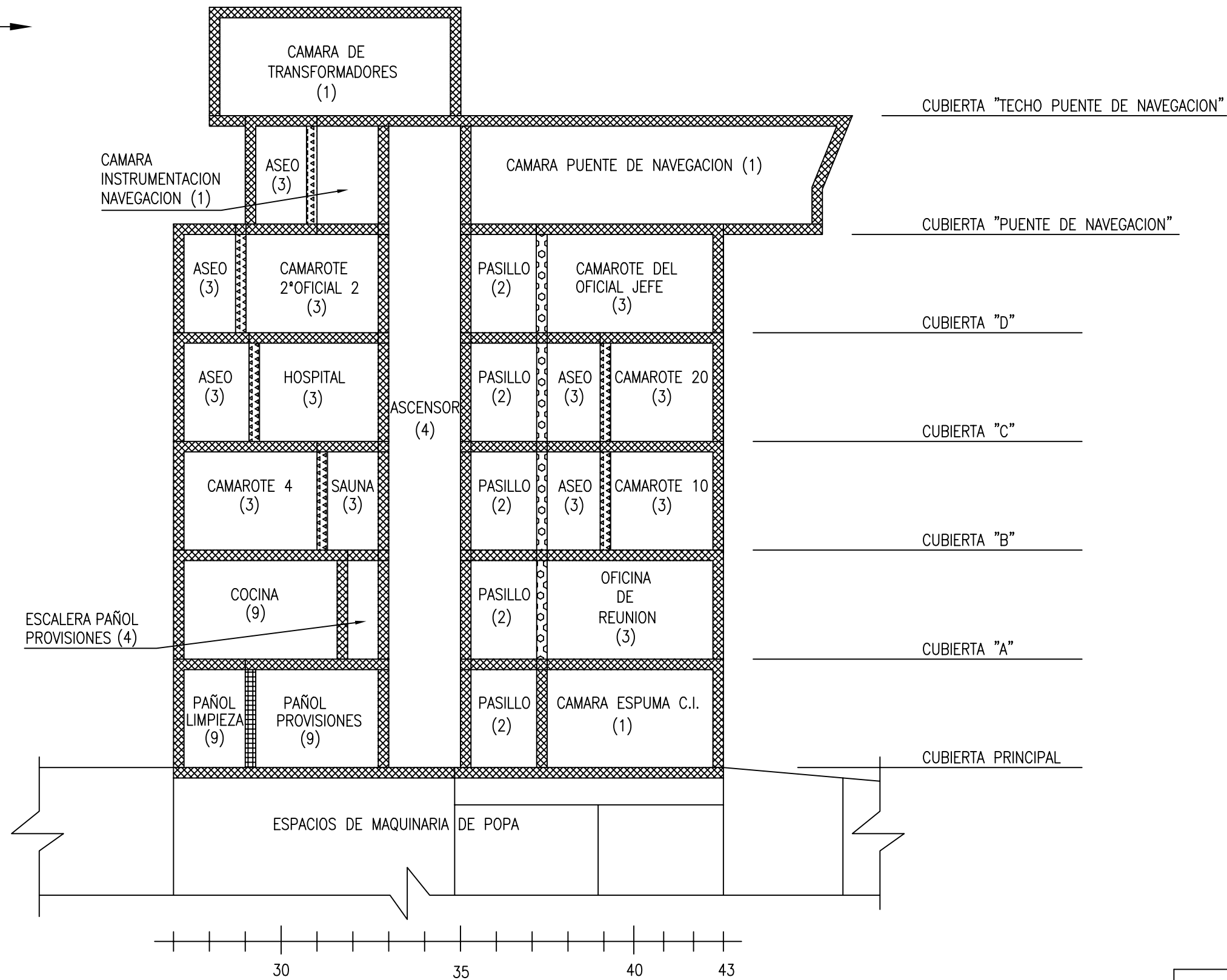




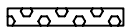

CUBIERTA "TECHO PUENTE DE NAVEGACION"

 A-60

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE ACOMODACION CUBIERTA "TECHO PUENTE DE NAVEGACION"	
ESCALA	
2.7.	1:120

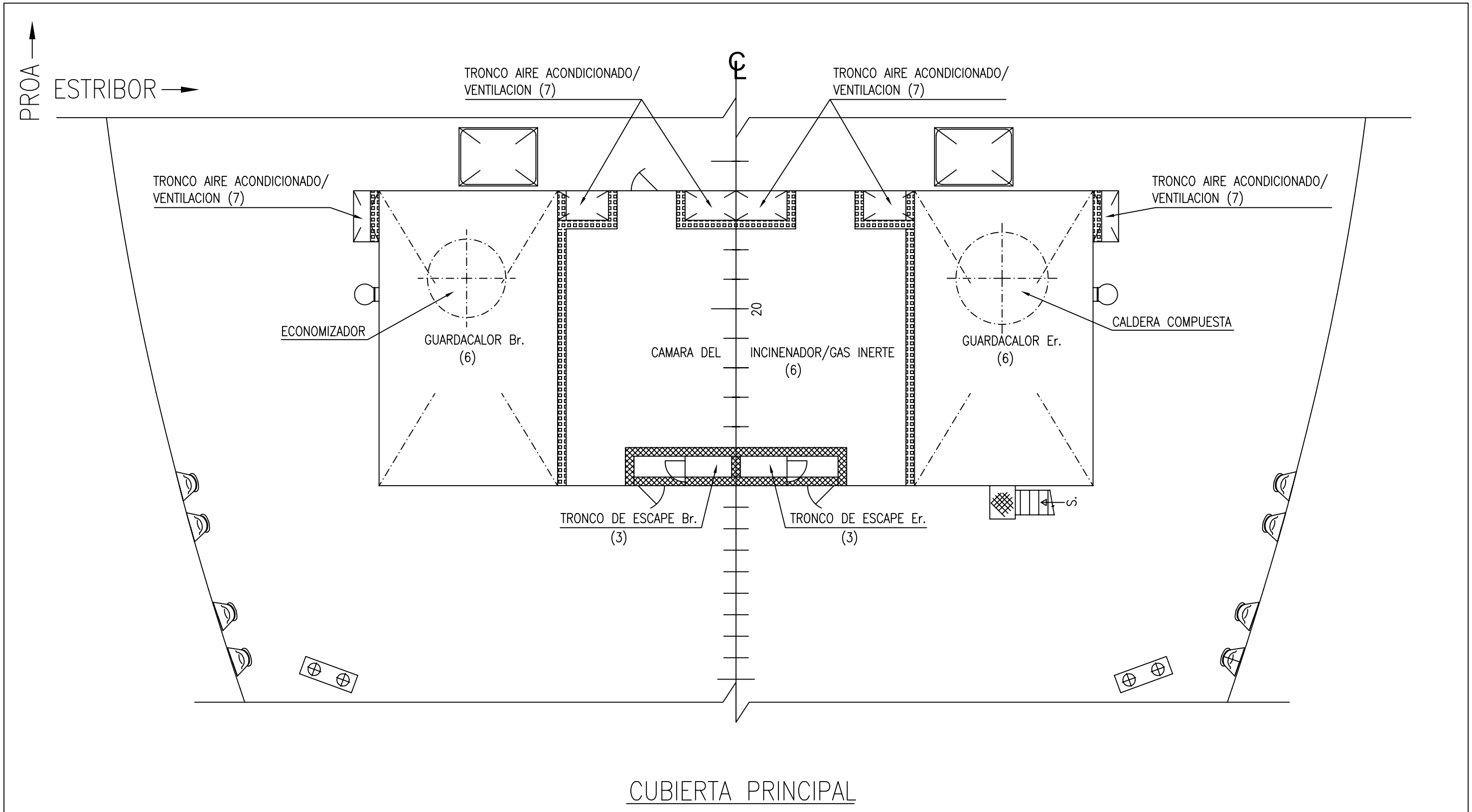
PROA →





-  A-60
-  A-30
-  B-30
-  B-15

ESPACIOS DE ACOMODACION  
SECCION LONGITUDINAL POR LINEA CENTRO

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUIADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE ACOMODACION "SECCION LONGITUDINAL POR LINEA CENTRO"	
2.8.	ESCALA 1:120

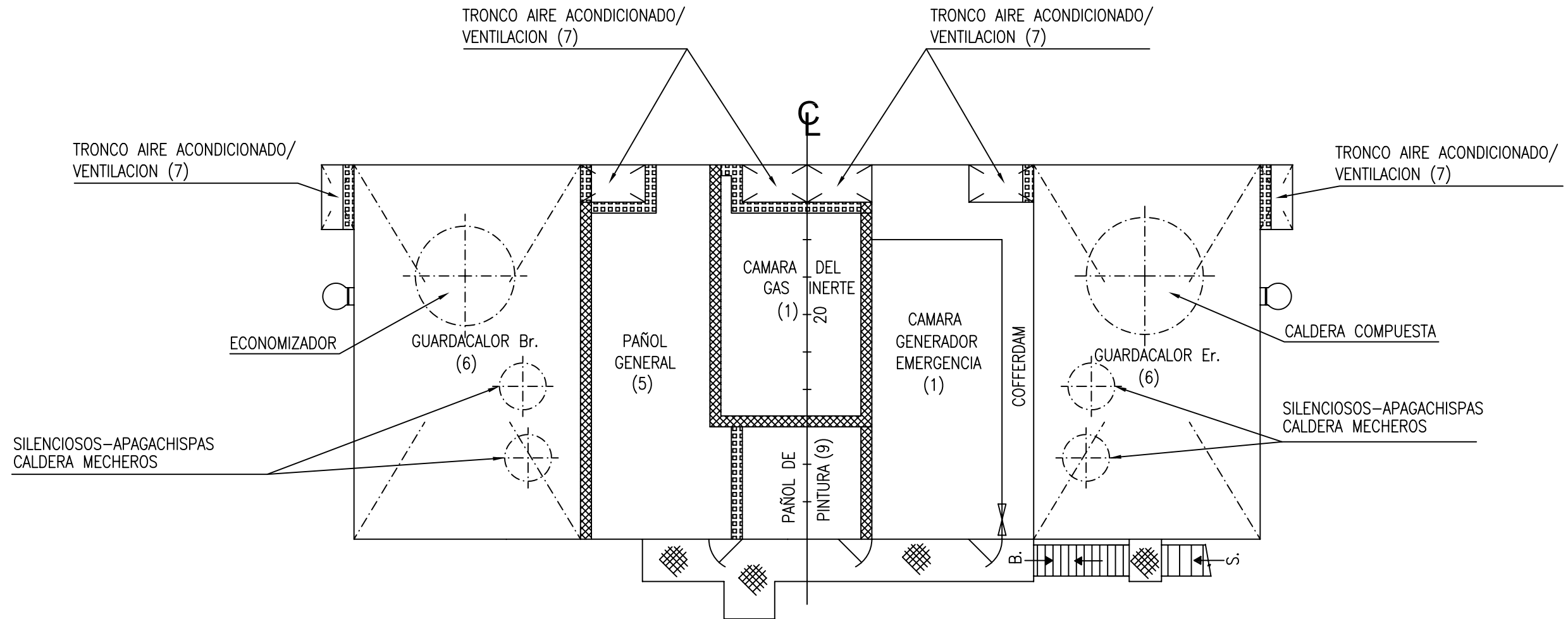


CUBIERTA PRINCIPAL



-  A-60
-  A-0

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE MAQUINARIA POPA CUBIERTA "PRINCIPAL"	
2.9.	ESCALA 1:120

PROA →  
ESTRIBOR →



CUBIERTA "A"

 A-60  
 A-0

E.U.I.T. NAVAL

FRANCISCO JOSE GUIADO RAMIREZ

BUQUE SHUTTLE 140.000 m<sup>3</sup>  
 PROTECCION ESTRUCTURAL C.I.  
 ESPACIOS DE MAQUINARIA POPA  
 CUBIERTA "A"

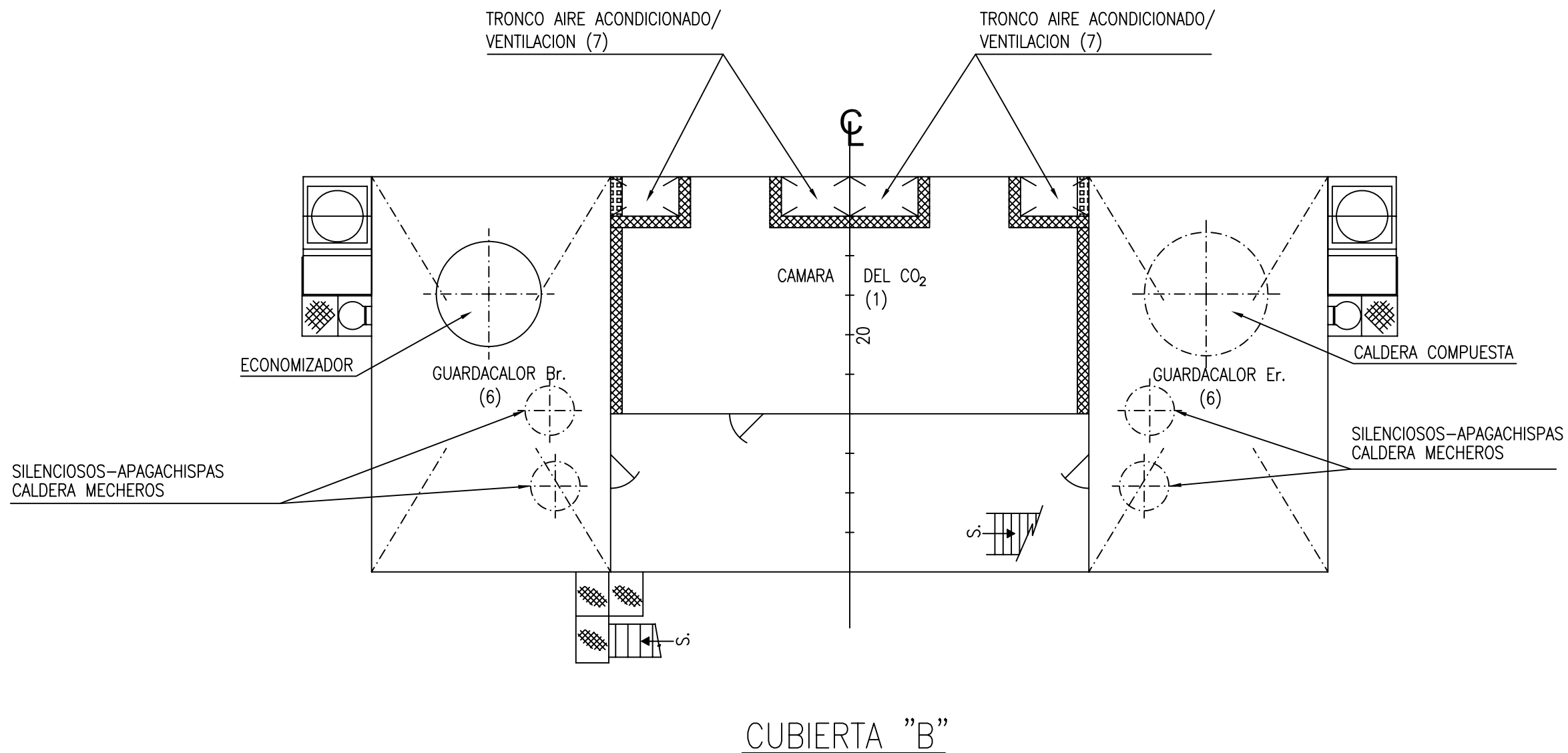
2.10.



ESCALA

1:120



PROA →  
ESTRIBOR →



 A-60  
 A-0

**E.U.I.T. NAVAL**

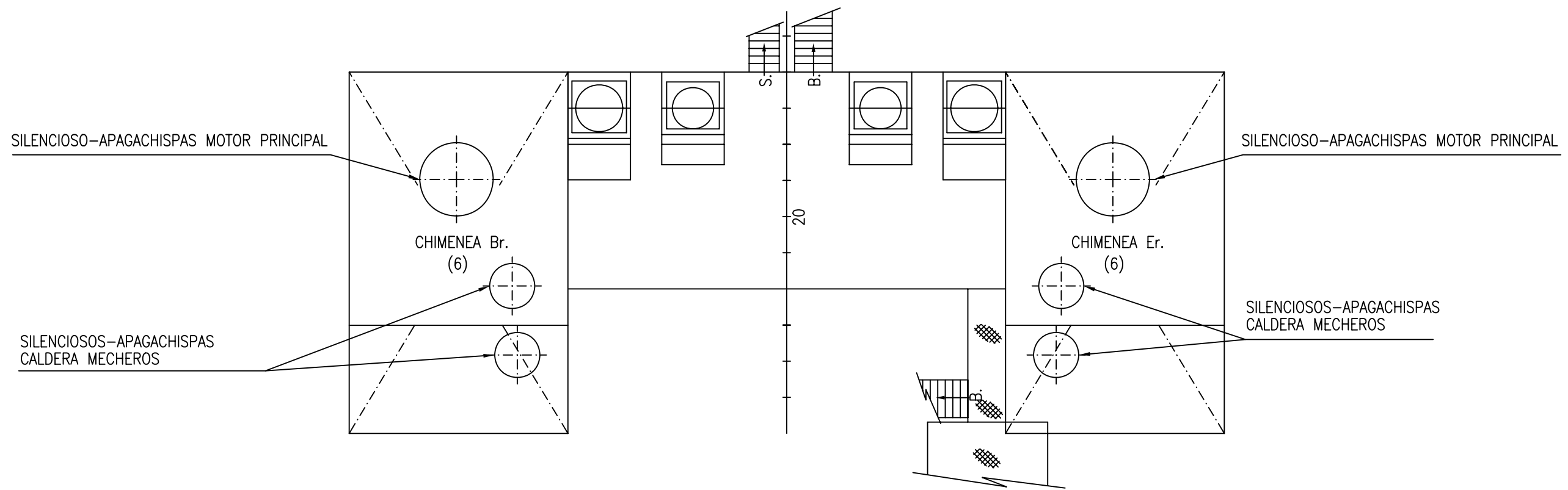
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ

BUQUE SHUTTLE 140.000 m<sup>3</sup>  
 PROTECCION ESTRUCTURAL C.I.  
 ESPACIOS DE MAQUINARIA POPA  
 CUBIERTA "B"

2.11.

ESCALA  
1:120

PROA →  
ESTRIBOR →



CUBIERTA "C"

**E.U.I.T. NAVAL**

FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ

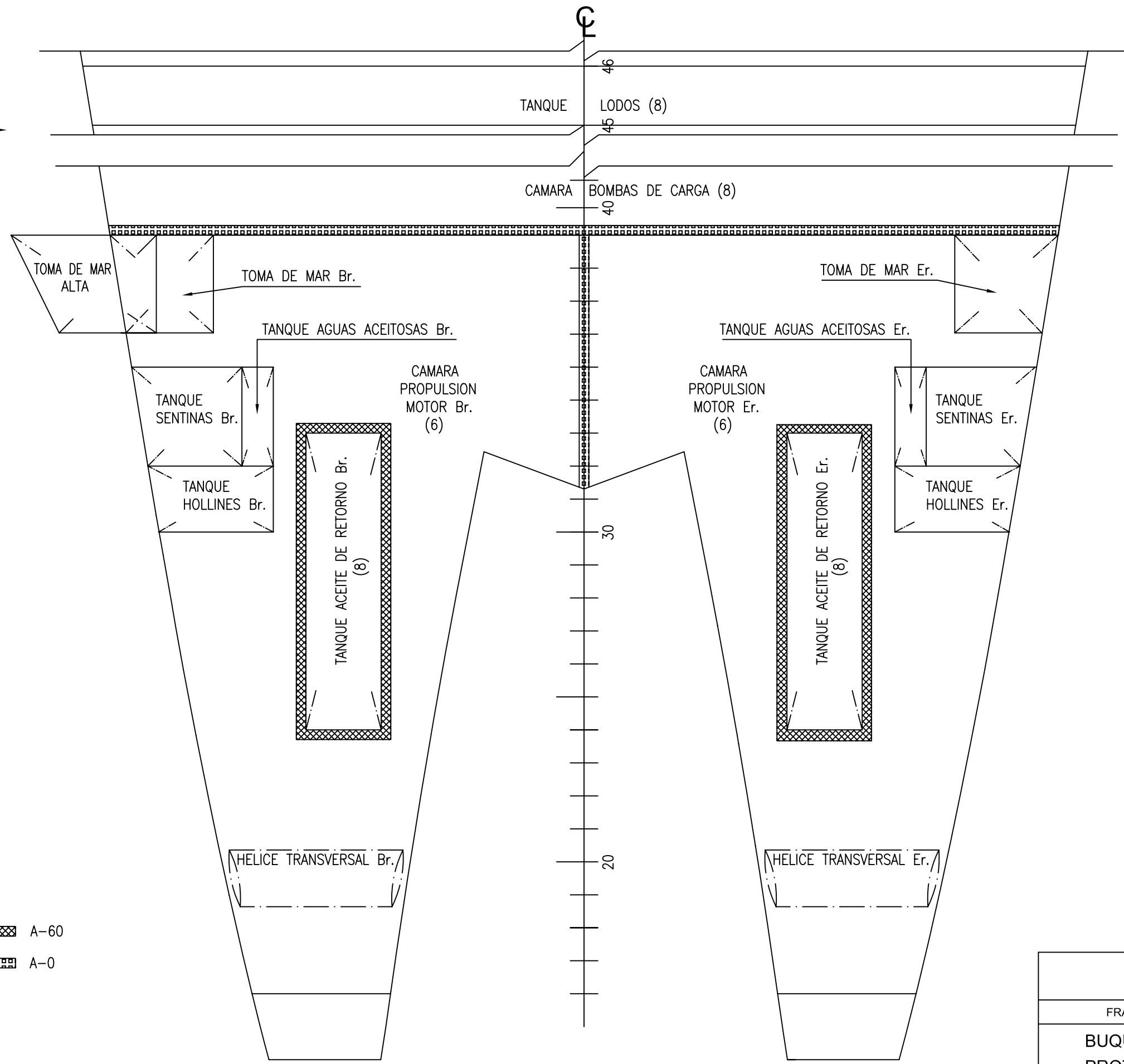
BUQUE SHUTTLE 140.000 m<sup>3</sup>  
 PROTECCION ESTRUCTURAL C.I.  
 ESPACIOS DE MAQUINARIA POPA  
 CUBIERTA "C"



2.12.

ESCALA

1:120

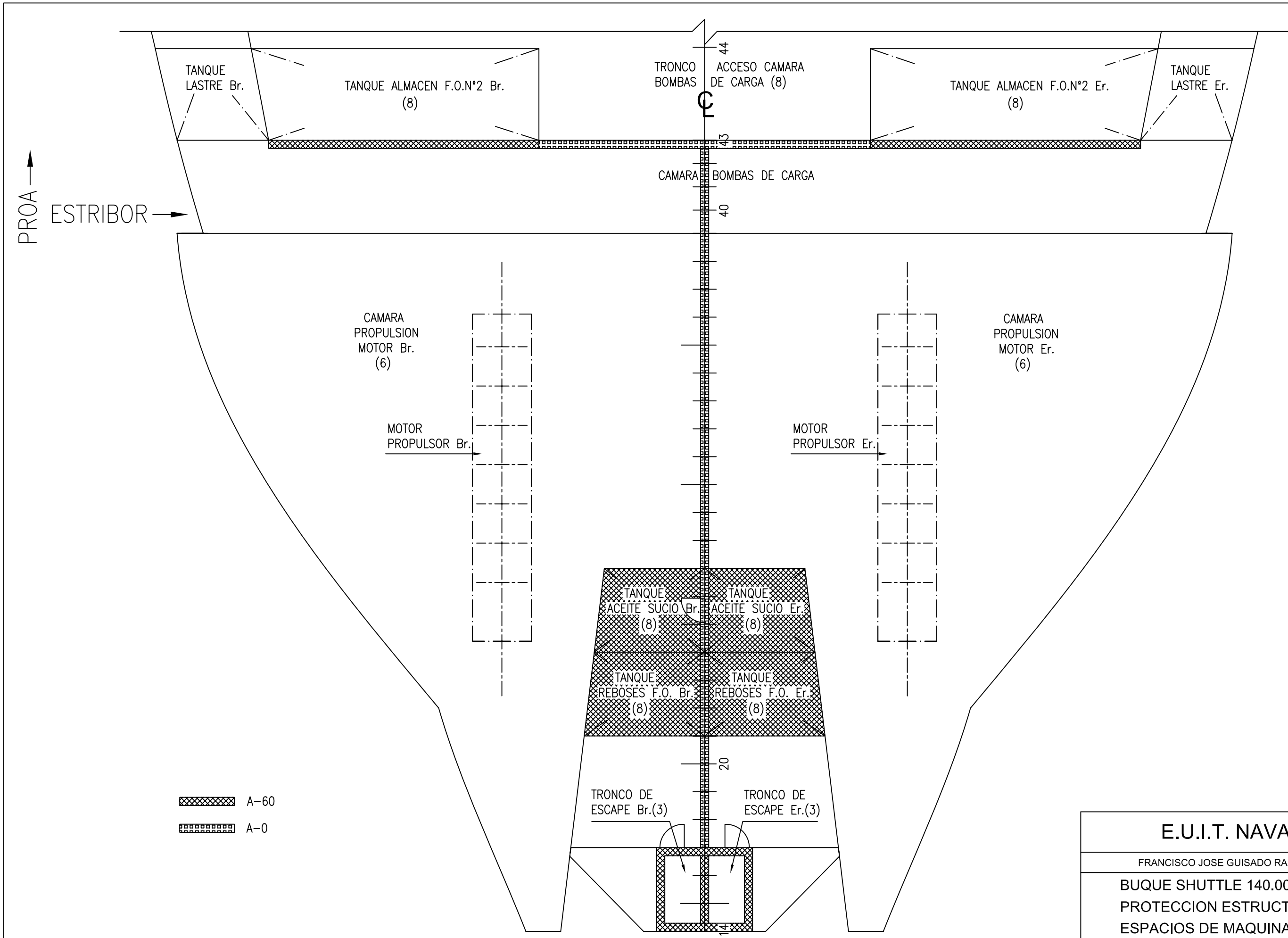
PROA →  
ESTRIBOR →



 A-60  
 A-0

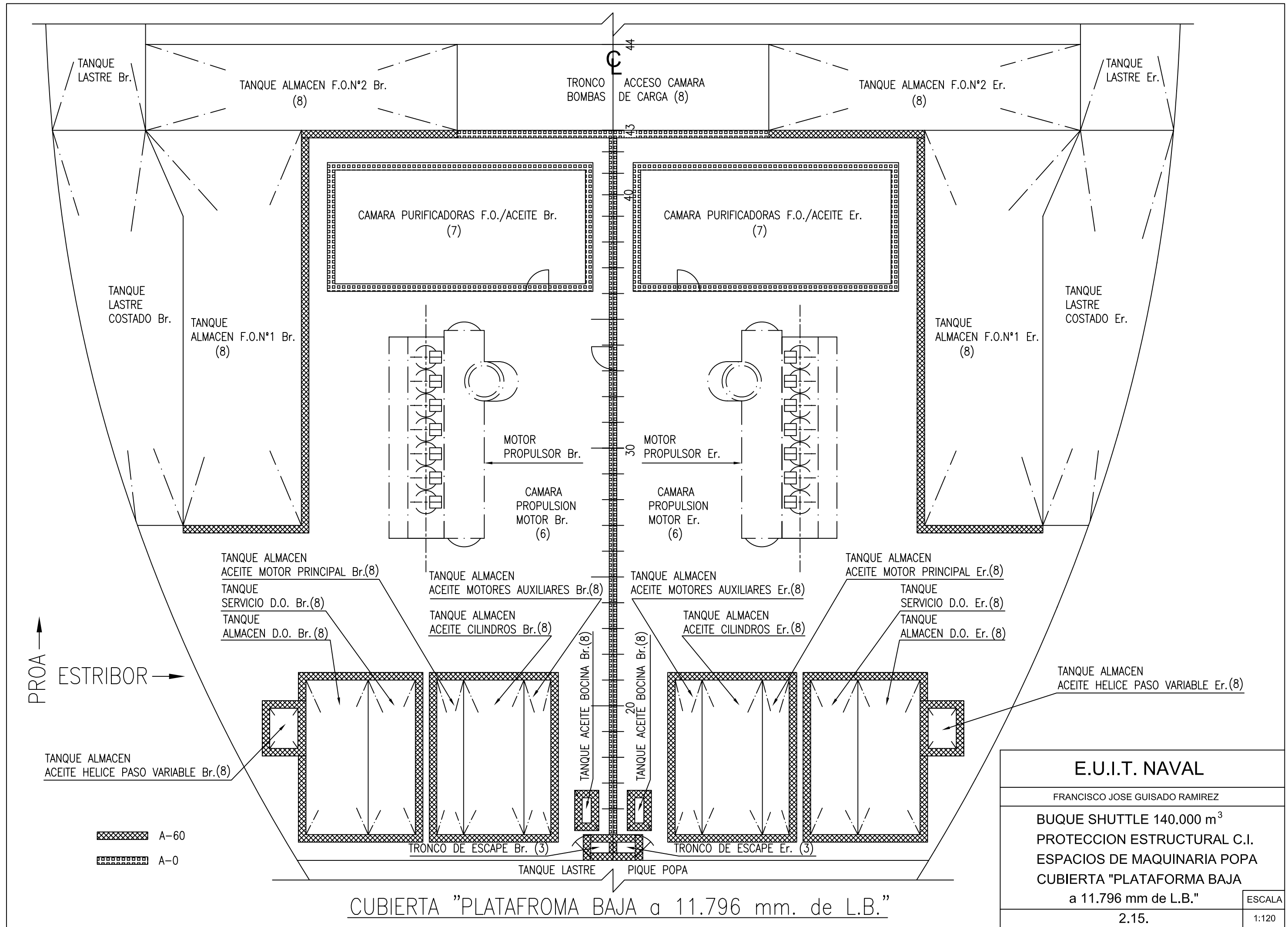
CUBIERTA "DOBLE FONDO TECLE a 2.754 mm. de L.B."

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE MAQUINARIA POPA CUBIERTA "DOBLE FONDO TECLE a 2.754 mm de L.B."	
2.13.	ESCALA 1:120





DOBLE FONDO CUBIERTA "TECLE a 7.876 mm. de L.B."

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE MAQUINARIA POPA CUBIERTA "DOBLE FONDO TECLE a 7.876 mm de L.B."	
2.14.	ESCALA 1:120

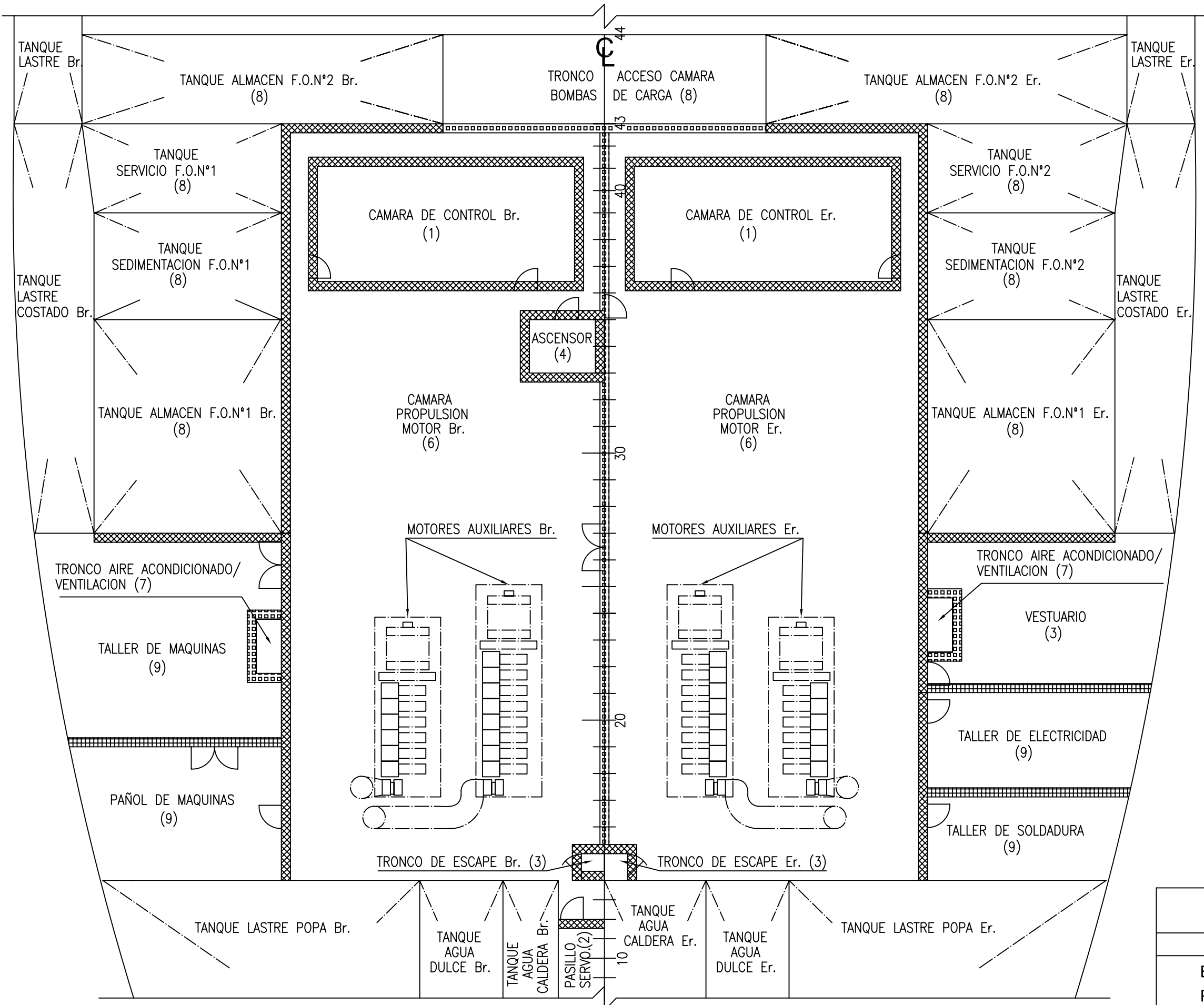


PROA →  
ESTRIBOR →

 A-60  
 A-0

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE MAQUINARIA POPA CUBIERTA "PLATAFORMA BAJA a 11.796 mm de L.B."	
2.15.	ESCALA 1:120

CUBIERTA "PLATAFORMA BAJA a 11.796 mm. de L.B."



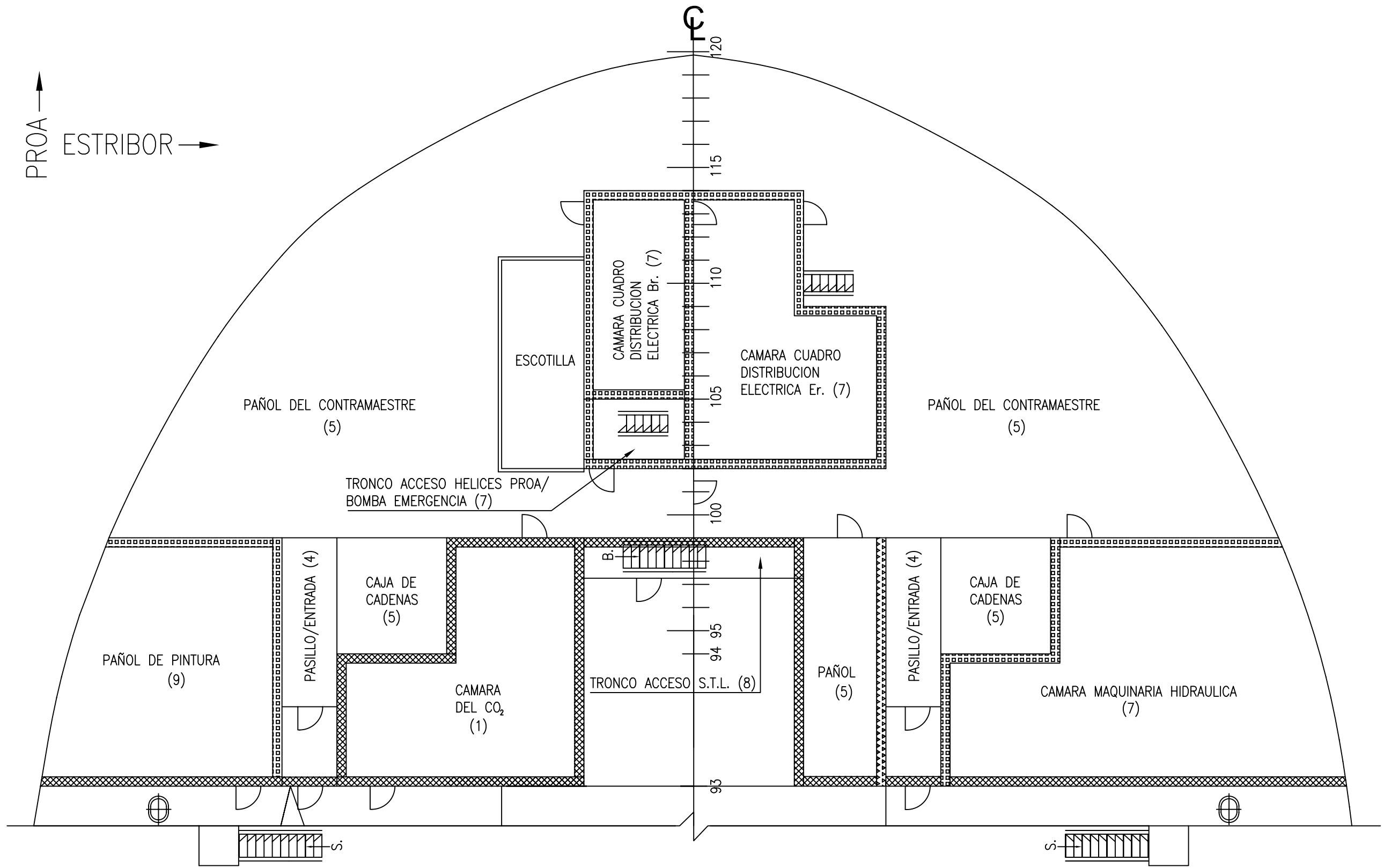
PROA ↑  
ESTRIBOR →

- A-60
- A-0
- A-30


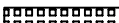
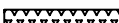
CUBIERTA "PLATAFORMA ALTA a 16.500 mm. de L.B."

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUIASADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE MAQUINARIA POPA CUBIERTA "PLATAFORMA ALTA a 16.500 mm de L.B."	
2.16.	ESCALA 1:140

PROA →  
ESTRIBOR →

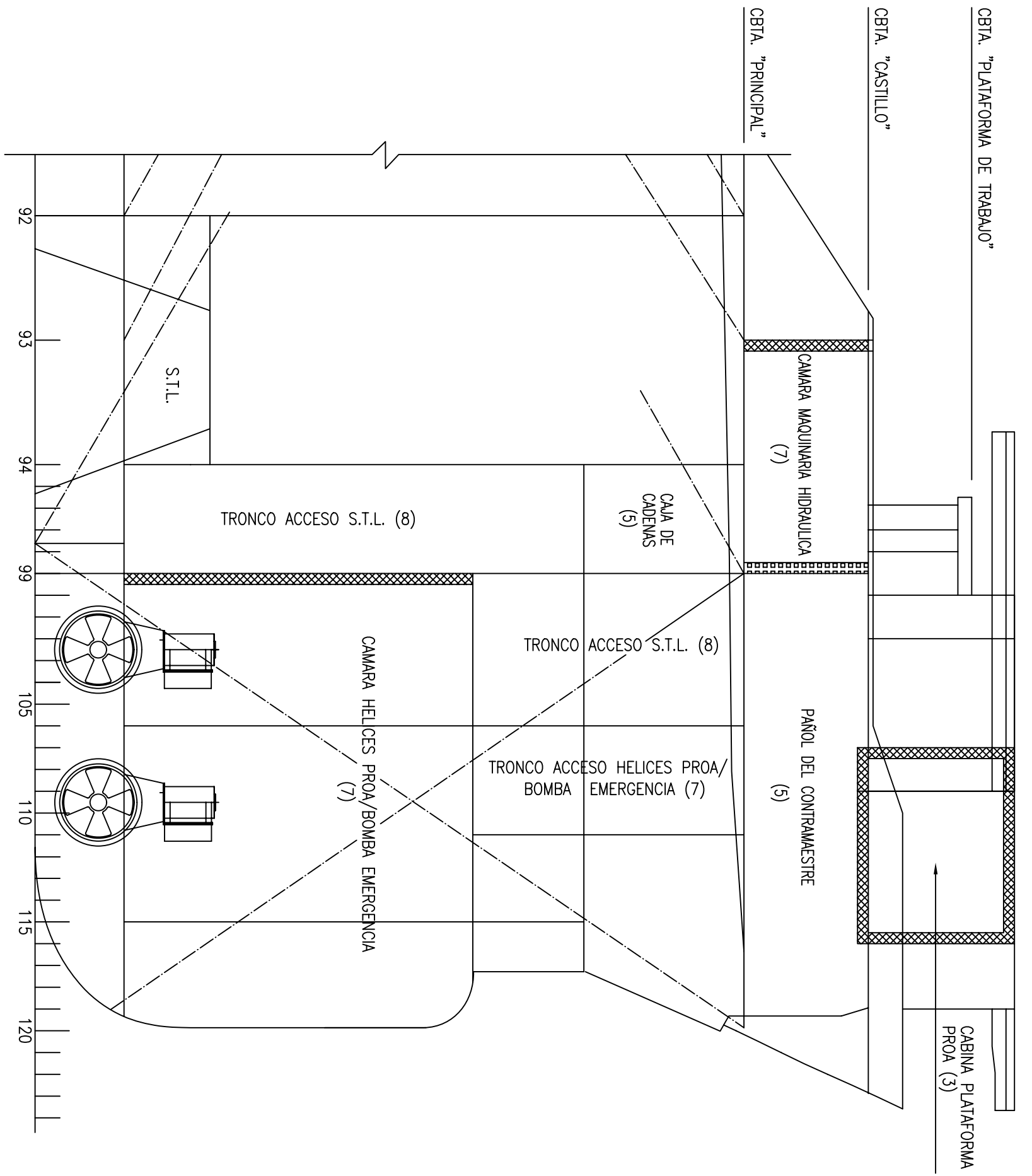


CUBIERTA "PRINCIPAL"



-  A-60
-  A-0
-  B-15

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE MAQUINARIA PROA CUBIERTA "PRINCIPAL"	
2.17.	ESCALA 1:120

PROA →



PIQUE DE PROA

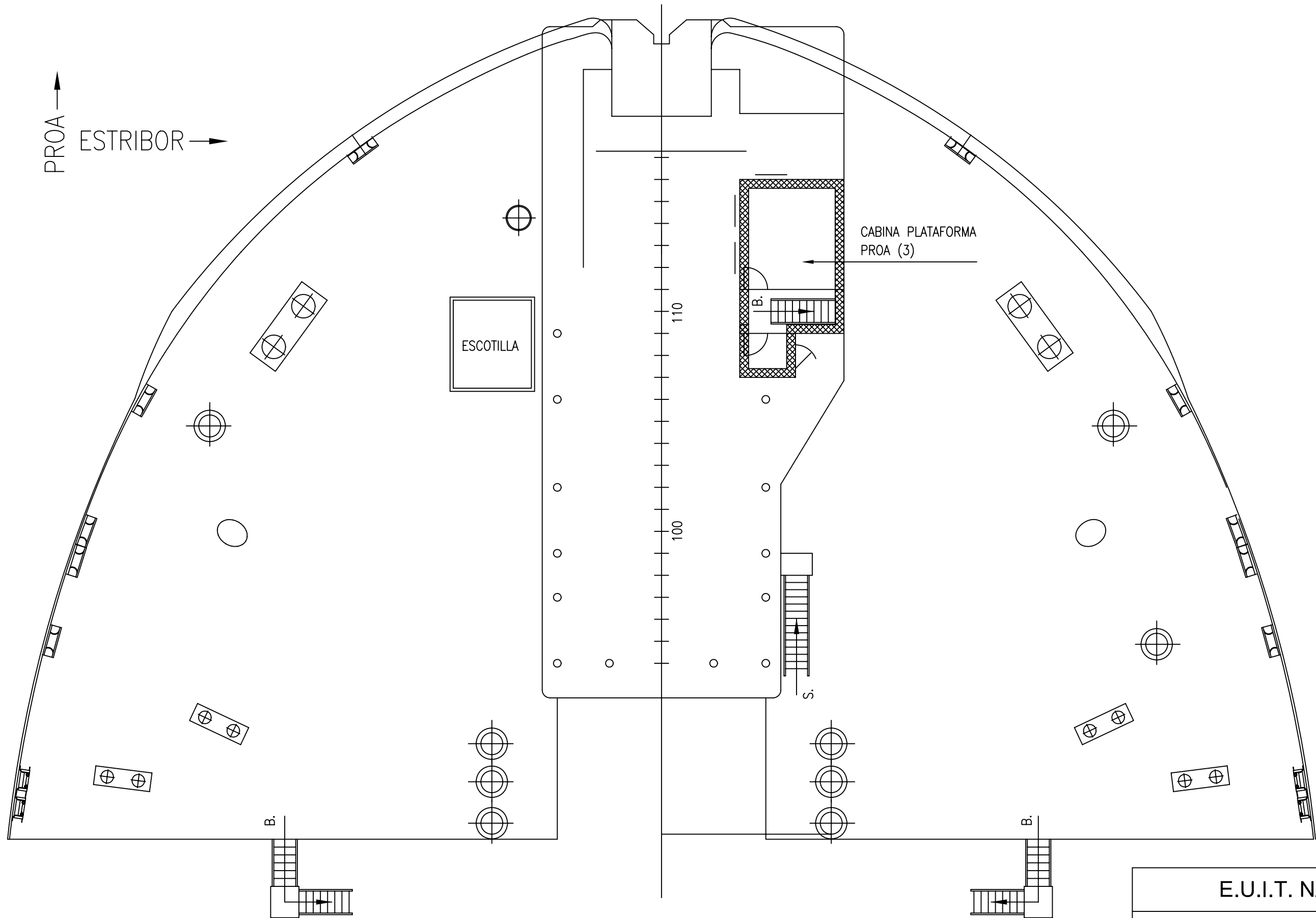
 A-60  
 A-0

S.T.L. (TORRE SUMERGIDA DE CARGA)

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE MAQUINARIA PROA "PIQUE DE PROA"	
2.18.	ESCALA 1:150



PROA →  
ESTRIBOR →



ESCOTILLA

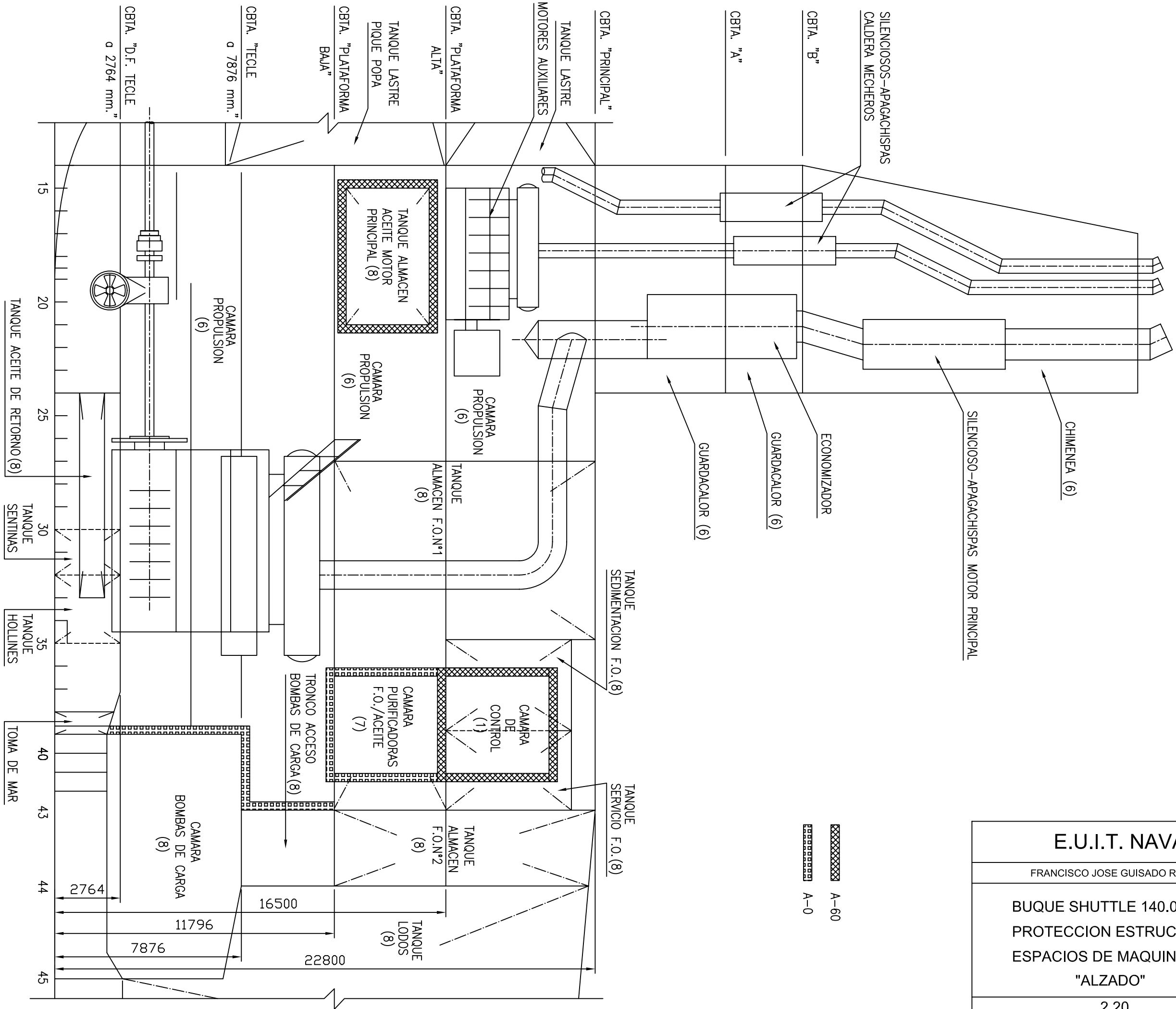
CABINA PLATAFORMA  
PROA (3)

CUBIERTA "CASTILLO"

▨ A-60

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup>	
PROTECCION ESTRUCTURAL C.I.	
ESPACIOS DE MAQUINARIA PROA	
CUBIERTA "CASTILLO"	
2.19.	ESCALA 1:120

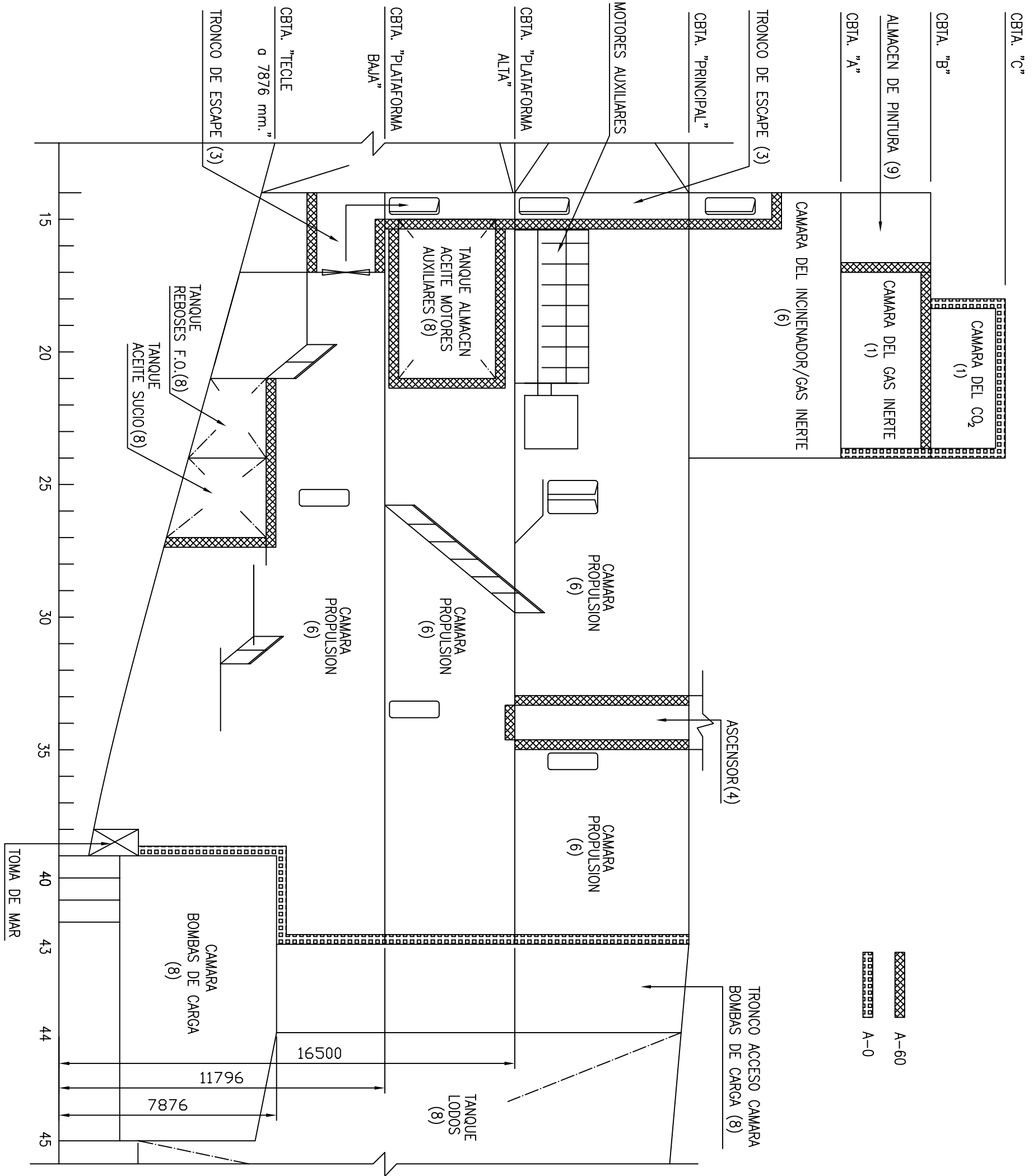
PROA →



<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE MAQUINARIA POPA "ALZADO"	
ESCALA	2.20.
ESCALA	1:150

ALZADO ESPACIOS DE MAQUINARIA DE POPA

PROA →

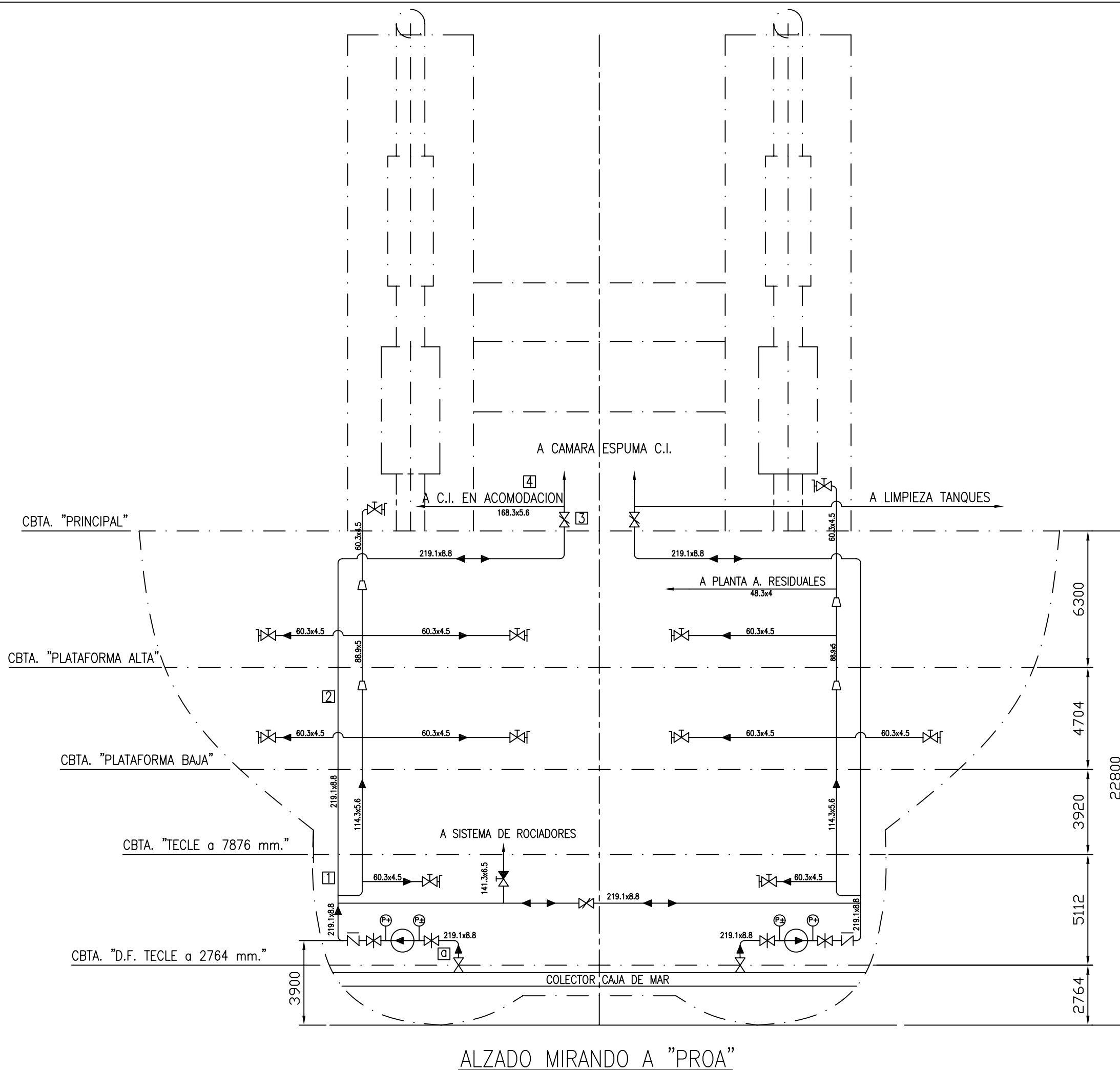


ALZADO POR LINEA CENTRAL  
 ESPACIOS DE MAQUINARIA DE POPA

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUIADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> PROTECCION ESTRUCTURAL C.I. ESPACIOS DE MAQUINARIA POPA "ALZADO POR LINEA CENTRAL"	
ESCALA	2.20.
	1:150

SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS

	VALVULA CONEXION MANGUERA
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE RETENCION HORIZONTAL
	VALVULA DE CIERRE ANTIRETORNO
	BOMBA C.I. 325 m <sup>3</sup> /h-7.5 Bar.
	MANOMETRO
	MANOVACUOMETRO
	REDUCCION
	SENTIDO DEL FLUJO
	VALVULA DE PIE
	TRAMO



E.U.I.T. NAVAL

FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ

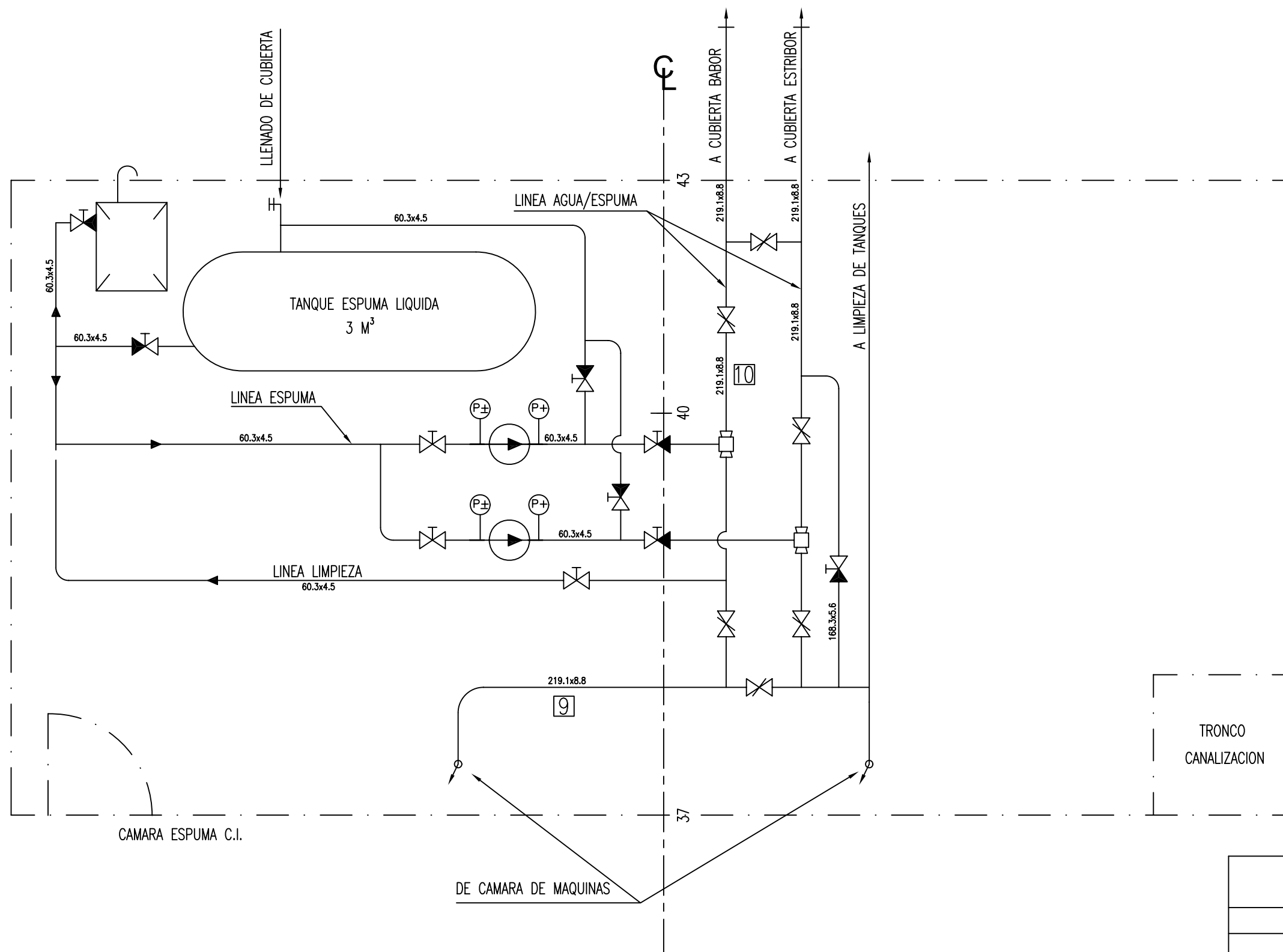
BUQUE SHUTTLE 140.000 m<sup>3</sup>  
 ESQUEMA AGUA/ESPUMA C.I.  
 ESPACIOS DE MAQUINARIA POPA  
 "ALZADO MIRANDO A PROA"

ESCALA

4.1.1.

S/E

PROA ↑  
ESTRIBOR →



SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS

	VALVULA DE RETENCION Y NO RETORNO
	MEZCLADOR ESPUMA/AGUA
	BOMBA ESPUMOGENO-9 m³/h
	MANOMETRO
	MANOVACUOMETRO
	VALVULA DE MARIPOSA
	SENTIDO DEL FLUJO
	ABAJO
	TRAMO

CAMARA ESPUMA C.I.

DE CAMARA DE MAQUINAS

CAMARA ESPUMA C.I.  
(PLANTA)

TRONCO  
CANALIZACION

E.U.I.T. NAVAL

FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ

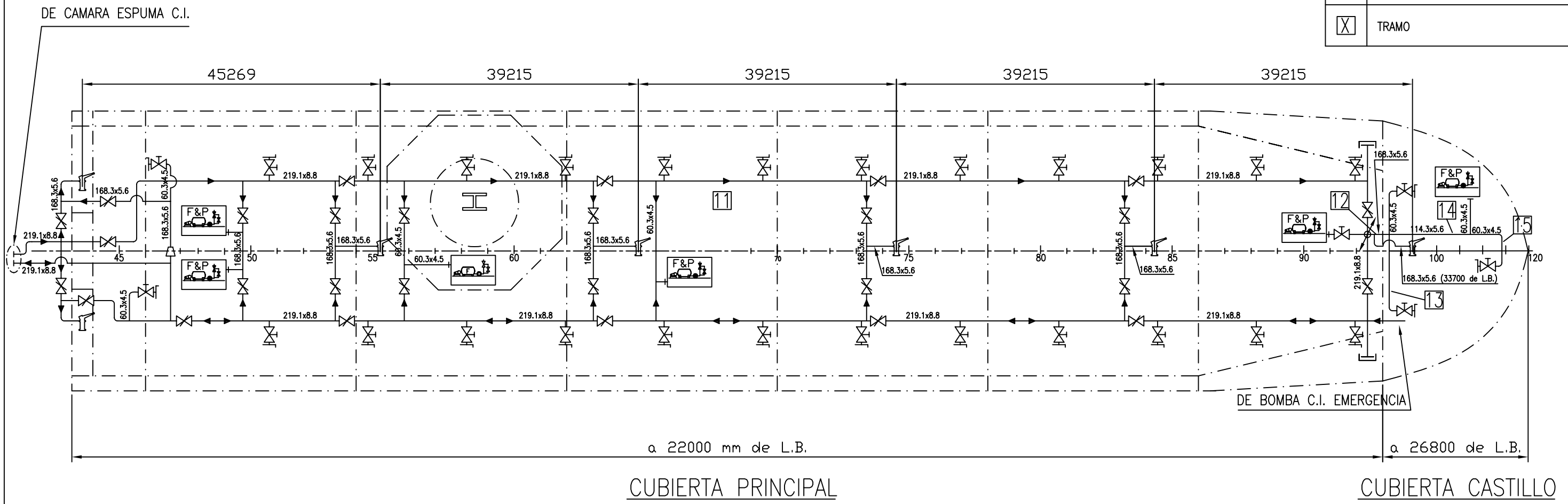
BUQUE SHUTTLE 140.000 m³  
ESQUEMA AGUA/ESPUMA C.I.  
ESPACIOS DE MAQUINARIA POPA  
"CAMARA ESPUMA C.I."

ESCALA

4.1.2.

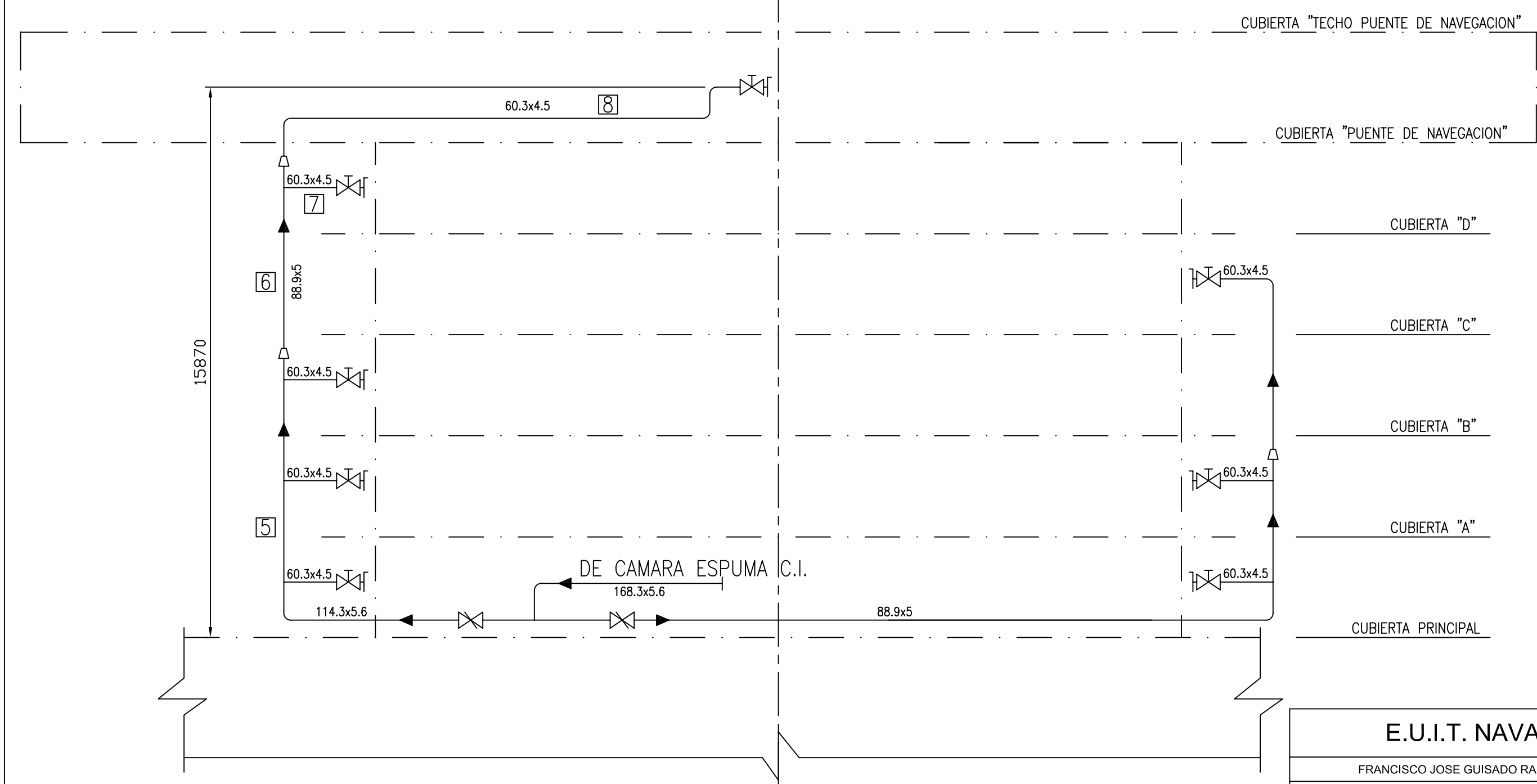
S/E

SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS	
	VALVULA CONEXION MANGUERA
	REDUCCION
	UNIDAD DE ESPUMA
	UNIDAD DUAL ESPUMA/POLVO QUIMICO
	VALVULA DE RETENCION
	SENTIDO DEL FLUJO
	CONEXION INTERNACIONAL A TIERRA
	ARRIBA/ABAJO
	MONITOR DE ESPUMA
	TRAMO



<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUIADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> ESQUEMA AGUA/ESPUMA C.I. CUBIERTA PRINCIPAL "CUBIERTA PRINCIPAL Y CUBIERTA CASTILLO"	
4.1.3.	ESCALA S/E

SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS	
	VALVULA CONEXION MANGUERA
	VALVULA DE MARIPOSA
	REDUCCION
	SENTIDO DEL FLUJO
	TRAMO



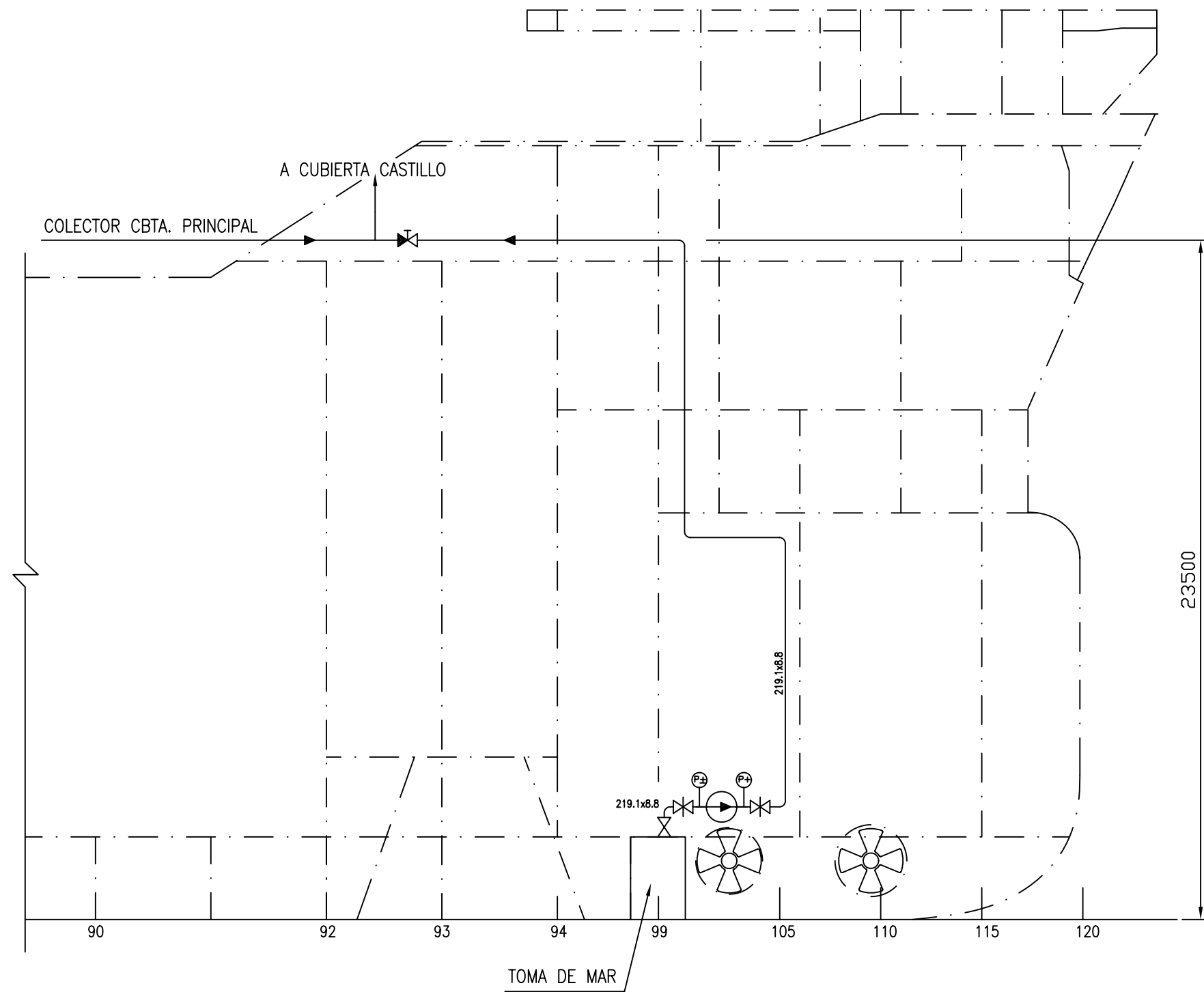
ALZADO POR ZONA CUADERNA 43

CUBIERTA "TECHO PUENTE DE NAVEGACION"  
 CUBIERTA "PUENTE DE NAVEGACION"  
 CUBIERTA "D"  
 CUBIERTA "C"  
 CUBIERTA "B"  
 CUBIERTA "A"  
 CUBIERTA PRINCIPAL

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISTADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> ESQUEMA AGUA/ESPUMA C.I. ESPACIOS DE ACOMODACION "ALZADO POR ZONA CDA. 43"	
4.1.4.	ESCALA S/E

SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS

	VALVULA DE RETENCION Y NO RETORNO
	VALVULA DE COMPUERTA
	BOMBA C.I. EMERGENCIA-325 m <sup>3</sup> /h 7.5 bar
	MANOMETRO
	MANOVACUOMETRO
	SENTIDO DEL FLUJO



ALZADO PIQUE DE PROA

E.U.I.T. NAVAL

FRANCISCO JOSE GUIADO RAMIREZ

BUQUE SHUTTLE 140.000 m<sup>3</sup>  
 ESQUEMA AGUA/ESPUMA C.I.  
 ESPACIOS DE MAQUINARIA PROA  
 "BOMBA C.I. EMERGENCIA"

ESCALA

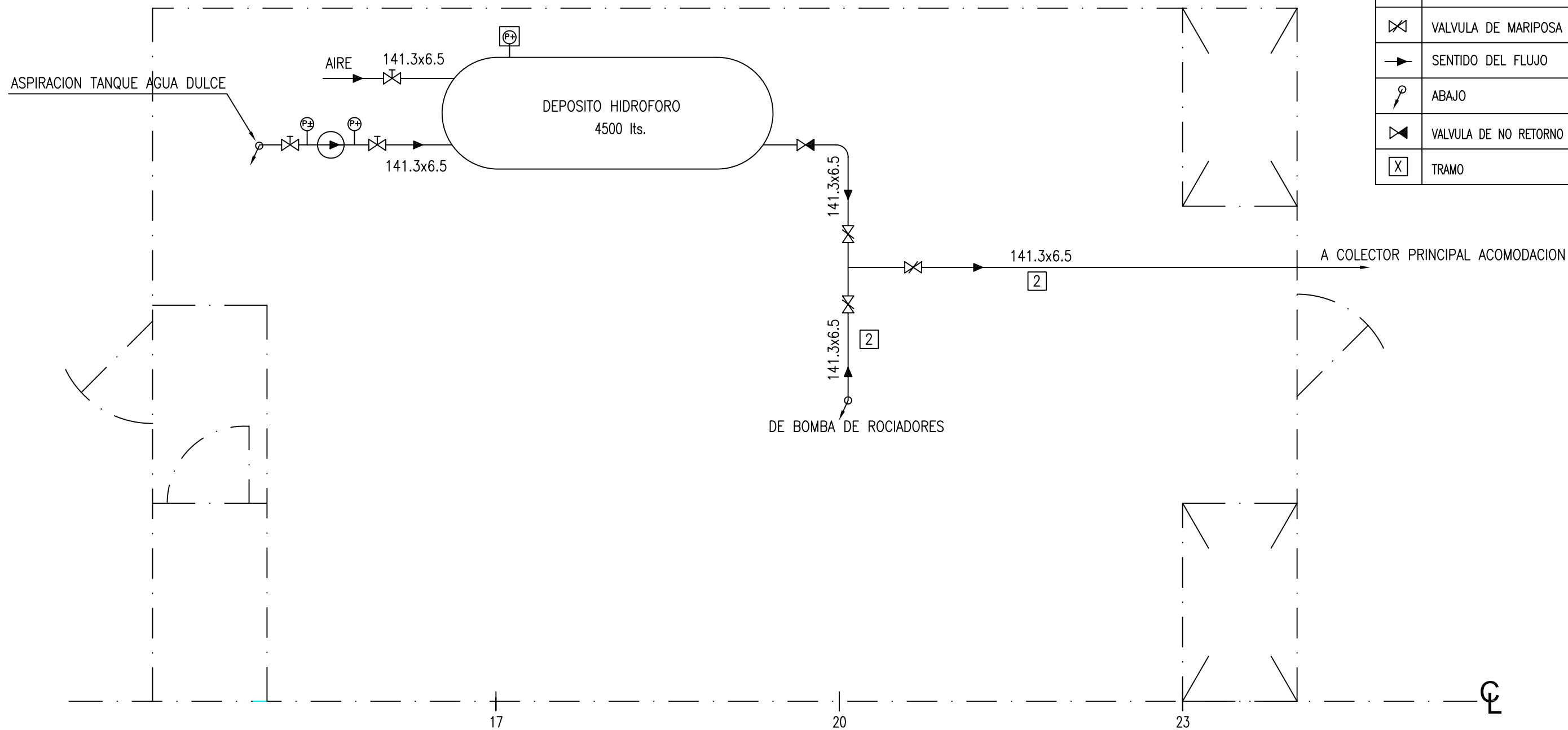
4.1.5.

S/E





PROA →



SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS	
	VALVULA DE RETENCION Y NO RETORNO
	BOMBA AGUA DULCE-5,7 m³/h 7,3 bar
	MANOMETRO
	MANOVACUOMETRO
	VALVULA DE MARIPOSA
	SENTIDO DEL FLUJO
	ABAJO
	VALVULA DE NO RETORNO
	TRAMO

CAMARA SISTEMA ROCIADORES  
(PLANTA CBTA. PRINCIPAL)

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> ESQUEMA ROCIADORES ESPACIOS DE MAQUINARIA POPA "CAMARA SISTEMA ROCIADORES"	
4.2.2.	ESCALA S/E

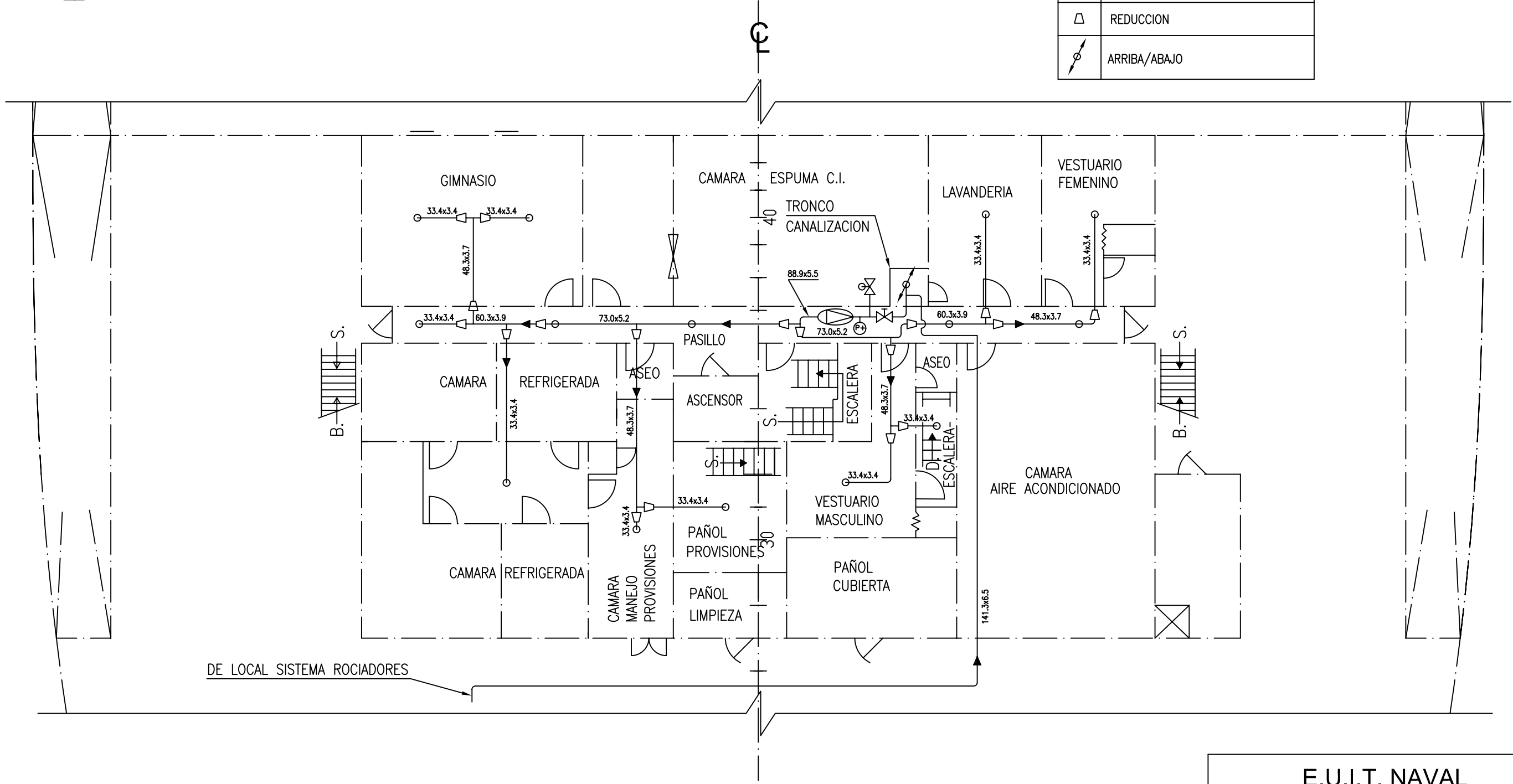
PROA →  
ESTRIBOR →

SECCION 1

AREA PROTEGIDA: 173 m<sup>2</sup>

Nº ROCIADORES: 14

SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS			
	VALVULA CIERRE MANDO ELECTRICO		VALVULA DE PRUEBA
	PUESTO DE CONTROL Y ALARMA		
	ROCIADOR/RADIO COBERTURA 2.75 m.		
	MANOMETRO		
	SENTIDO DEL FLUJO		
	REDUCCION		
	ARRIBA/ABAJO		



CUBIERTA PRINCIPAL

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> ESQUEMA ROCIADORES ESPACIOS DE ACOMODACION CUBIERTA "PRINCIPAL"	
4.2.3.	ESCALA S/E

PROA →  
ESTRIBOR →

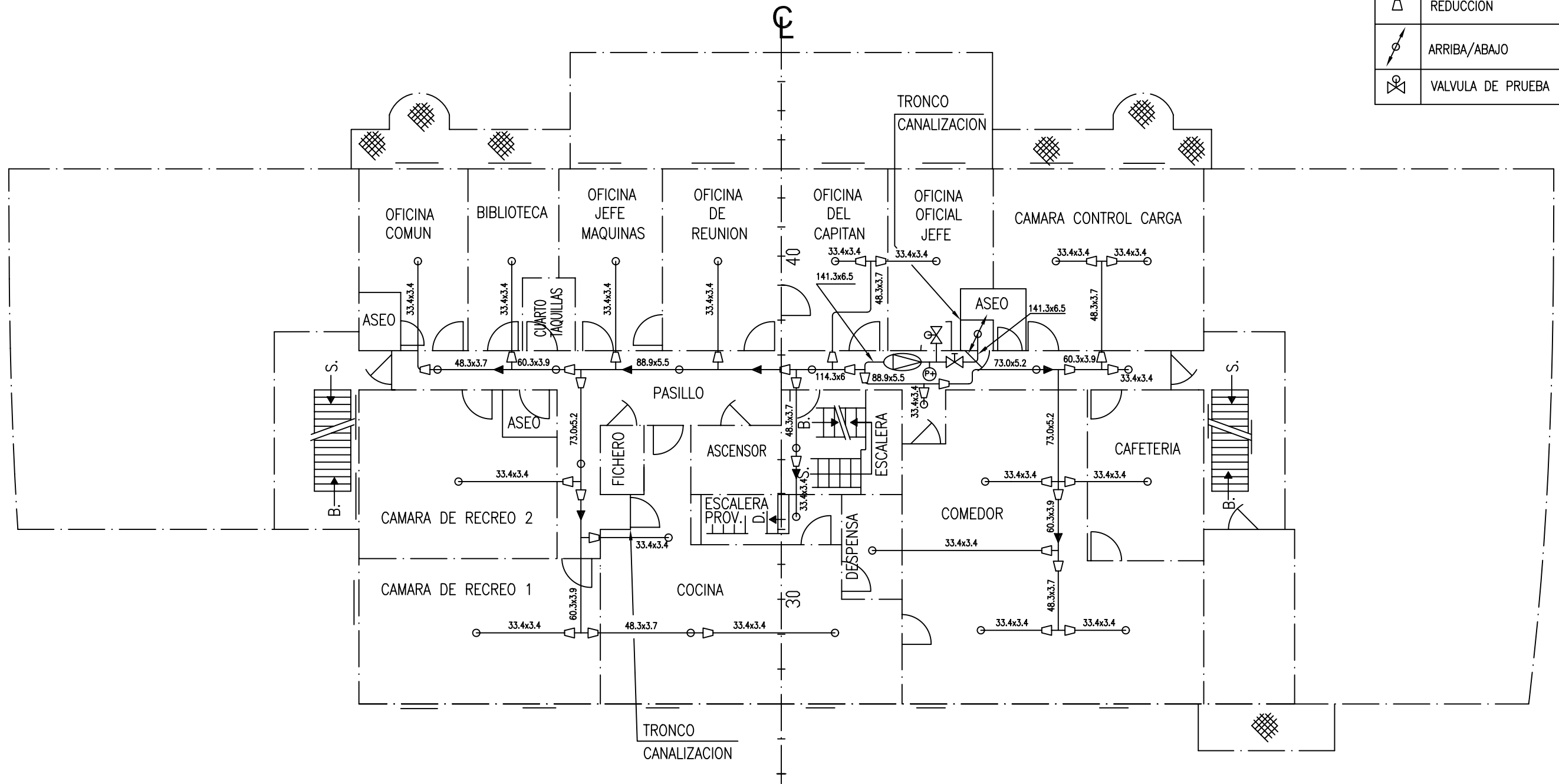
## SECCION 2

AREA PROTEGIDA: 432 m<sup>2</sup>

Nº ROCIADORES: 28

### SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS

	VALVULA CIERRE MANDO ELECTRICO
	PUESTO DE CONTROL Y ALARMA
	ROCIADOR/RADIO COBERTURA 2.75 m.
	MANOMETRO
	SENTIDO DEL FLUJO
	REDUCCION
	ARRIBA/ABAJO
	VALVULA DE PRUEBA



CUBIERTA "A"

**E.U.I.T. NAVAL**

FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ

BUQUE SHUTTLE 140.000 M<sup>3</sup>  
ESQUEMA ROCIADORES  
ESPACIOS DE ACOMODACION  
CUBIERTA "A"

ESCALA

4.2.4.

S/E

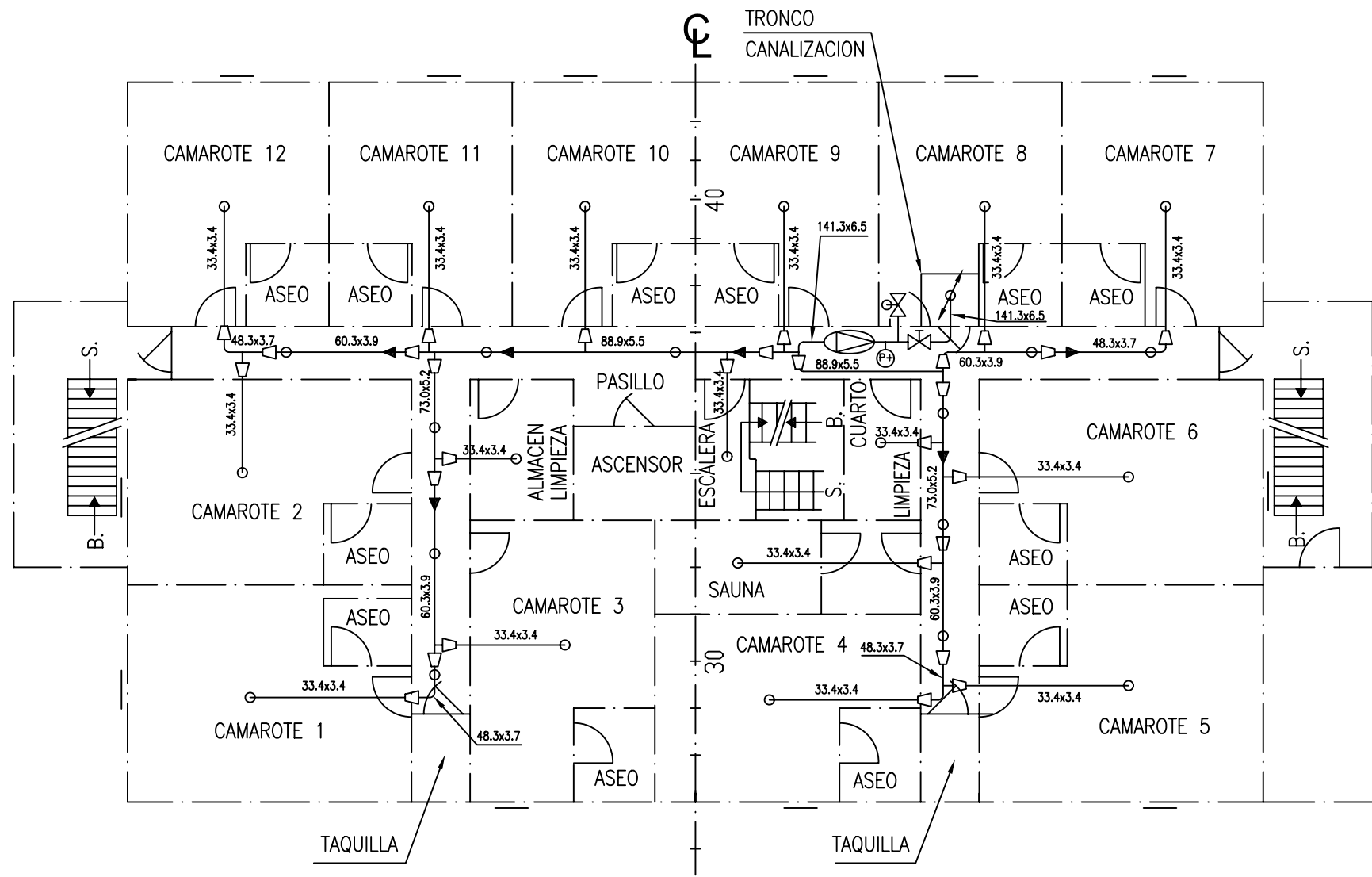
PROA →  
ESTRIBOR →

SECCION 3

AREA PROTEGIDA: 432 m<sup>2</sup>

Nº ROCIADORES: 27

SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS	
	VALVULA CIERRE MANDO ELECTRICO
	PUESTO DE CONTROL Y ALARMA
	ROCIADOR/RADIO COBERTURA 2.75 m.
	MANOMETRO
	SENTIDO DEL FLUJO
	REDUCCION
	ARRIBA/ABAJO
	VALVULA DE PRUEBA



CUBIERTA "B"

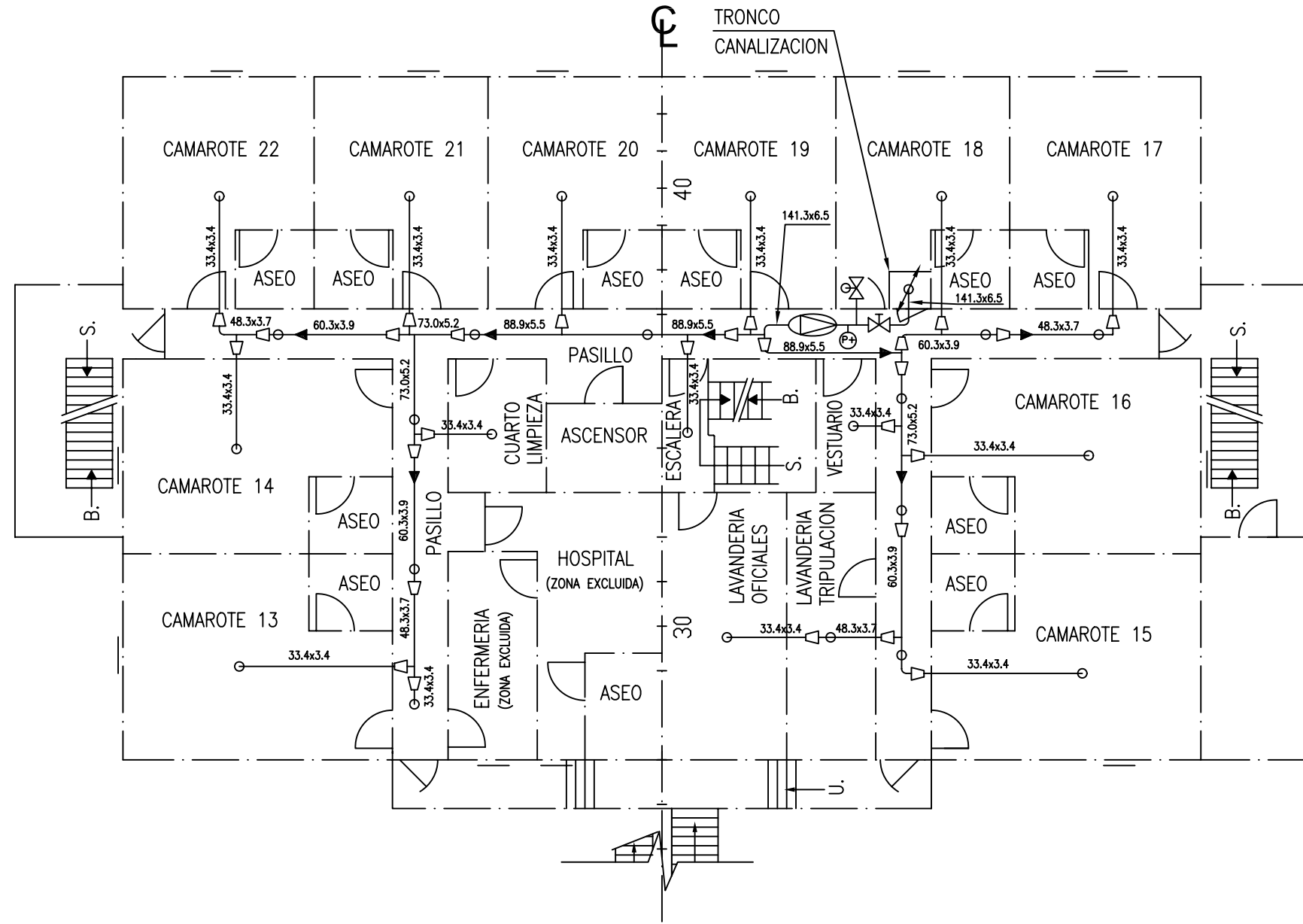
<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISTADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 M <sup>3</sup> ESQUEMA ROCIADORES ESPACIOS DE ACOMODACION CUBIERTA "B"	
4.2.5.	ESCALA S/E

PROA →  
ESTRIBOR →

### SECCION 4

AREA PROTEGIDA: 406 m<sup>2</sup>

Nº ROCIADORES: 26



CUBIERTA "C"

SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS	
	VALVULA CIERRE MANDO ELECTRICO
	PUESTO DE CONTROL Y ALARMA
	ROCIADOR/RADIO COBERTURA 2.75 m.
	MANOMETRO
	SENTIDO DEL FLUJO
	REDUCCION
	ARRIBA/ABAJO
	VALVULA DE PRUEBA

**E.U.I.T. NAVAL**

FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ

BUQUE SHUTTLE 140.000 m<sup>3</sup>  
ESQUEMA ROCIADORES  
ESPACIOS DE ACOMODACION  
CUBIERTA "C"

ESCALA

4.2.6.

S/E

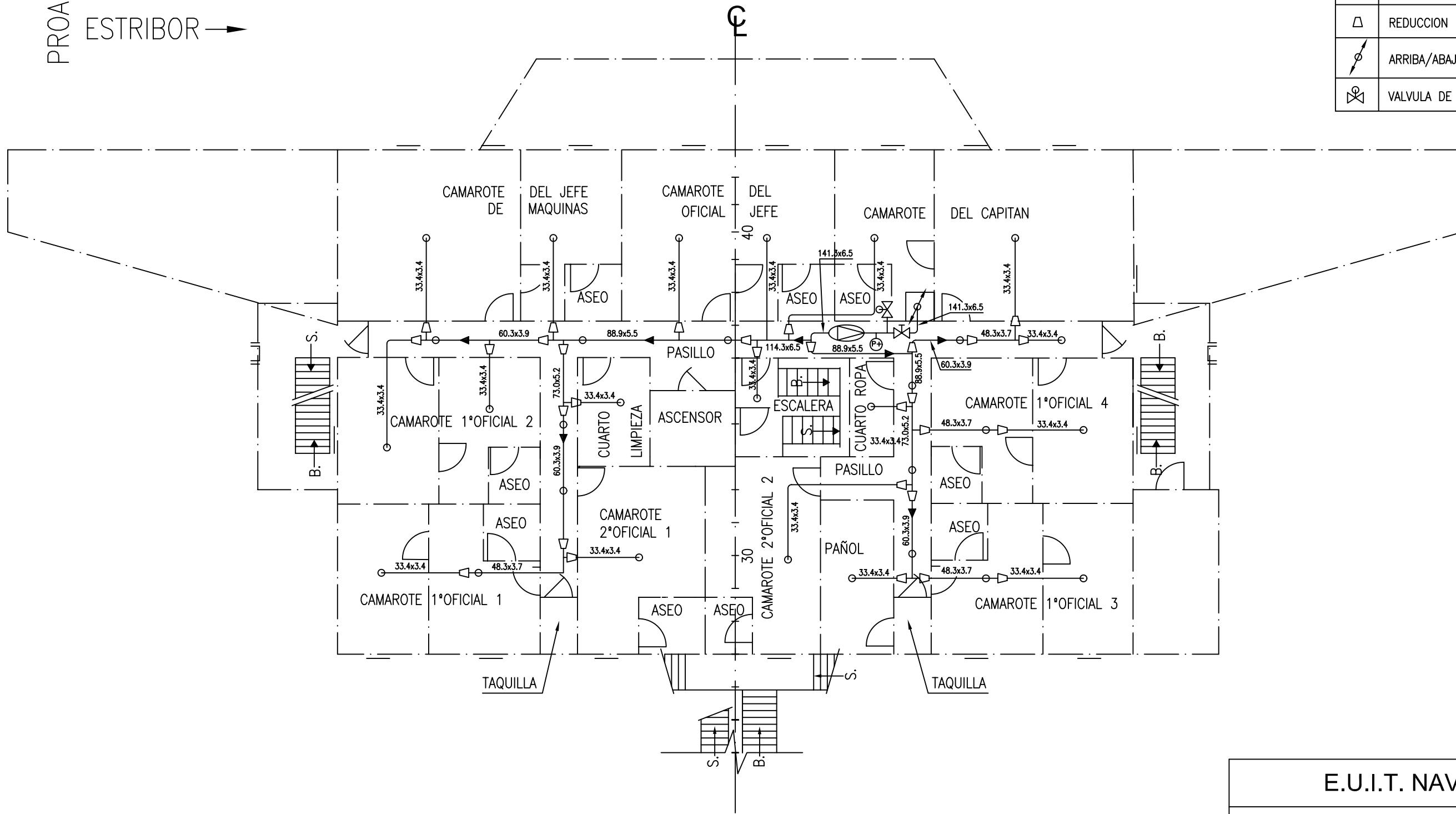
# SECCION 5

AREA PROTEGIDA: 432 m<sup>2</sup>

Nº ROCIADORES: 30

PROA →  
ESTRIBOR →

SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS	
	VALVULA CIERRE MANDO ELECTRICO
	PUESTO DE CONTROL Y ALARMA
	ROCIADOR/RADIO COBERTURA 2.75 m.
	MANOMETRO
	SENTIDO DEL FLUJO
	REDUCCION
	ARRIBA/ABAJO
	VALVULA DE PRUEBA



CUBIERTA "D"

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> ESQUEMA ROCIADORES ESPACIOS DE ACOMODACION CUBIERTA "D"	
4.2.7.	ESCALA S/E

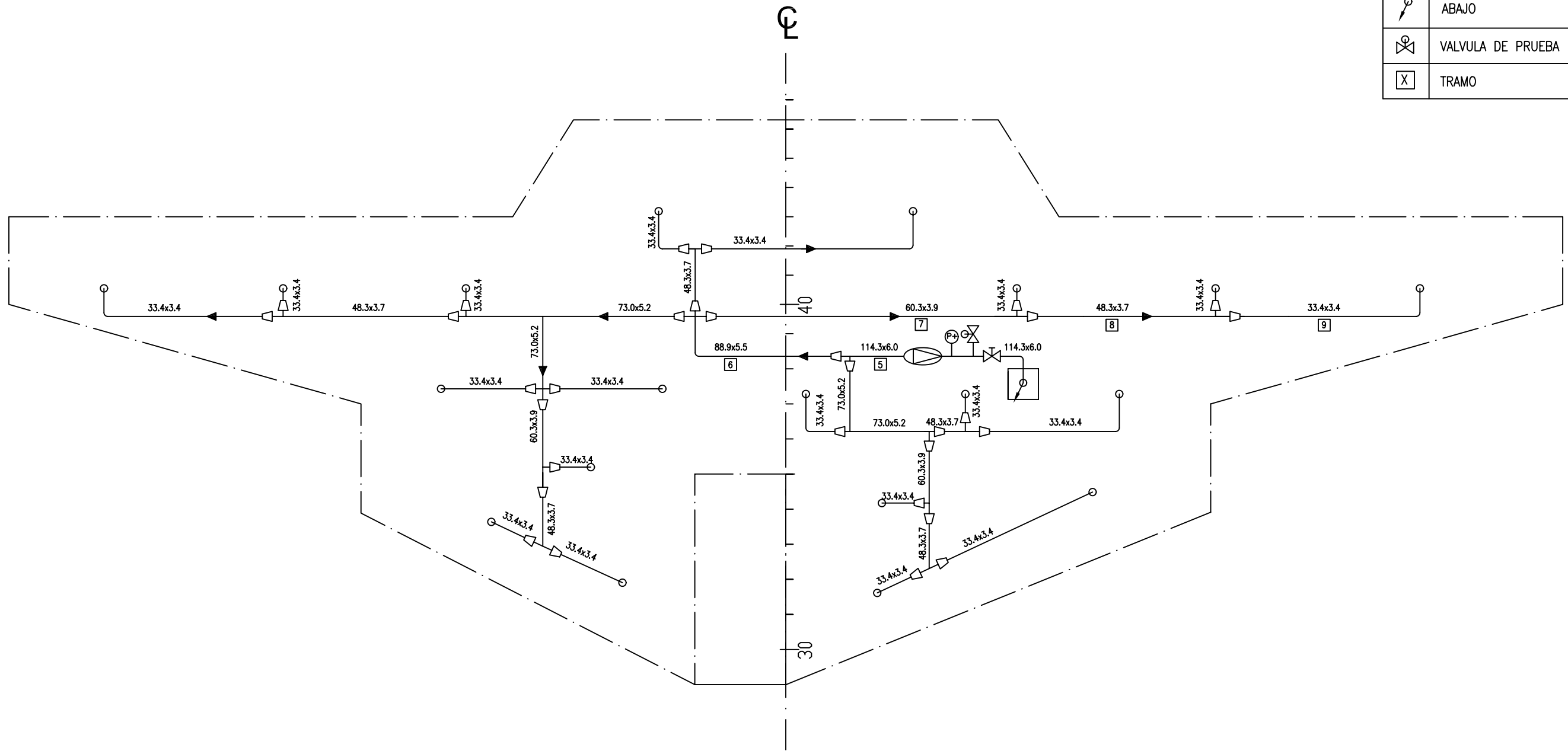
PROA →  
ESTRIBOR →

SECCION 6

AREA PROTEGIDA: 432 m<sup>2</sup>

Nº ROCIADORES: 19

SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS	
	VALVULA CIERRE MANDO ELECTRICO
	PUESTO DE CONTROL Y ALARMA
	ROCIADOR/RADIO COBERTURA 2.75 m.
	MANOMETRO
	SENTIDO DEL FLUJO
	REDUCCION
	ABAJO
	VALVULA DE PRUEBA
	TRAMO



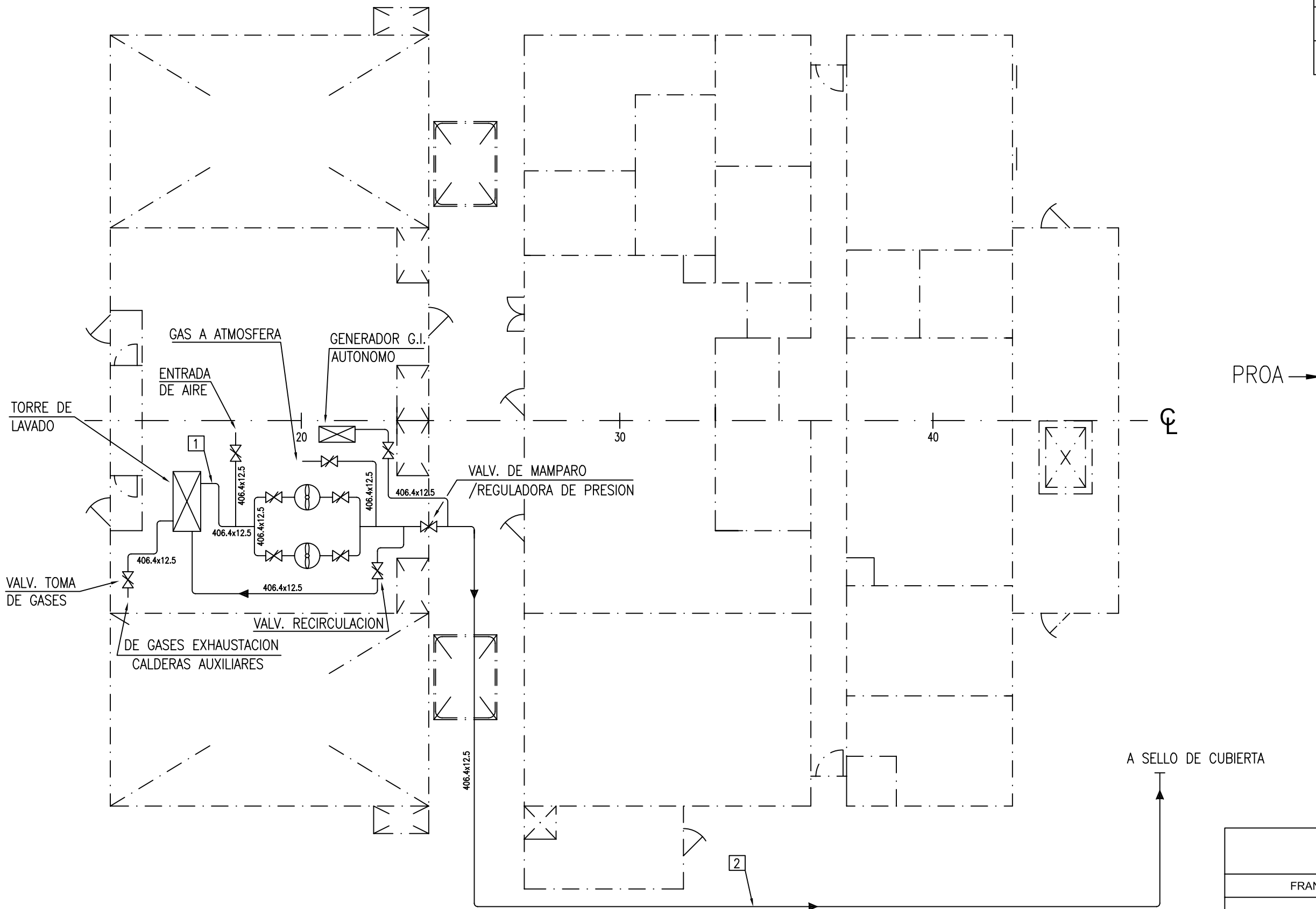
CUBIERTA "PUENTE DE NAVEGACION"

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 M <sup>3</sup>	
ESQUEMA ROCIADORES	
ESPACIOS DE ACOMODACION	
CUBIERTA "PUENTE DE NAVEGACION"	
4.2.8.	ESCALA S/E



SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS

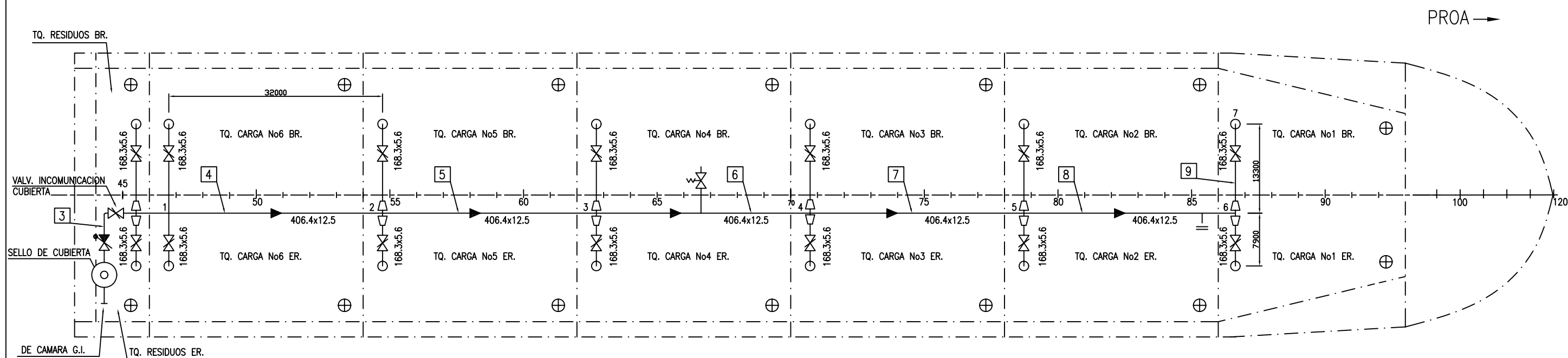
	VENTILADOR
	VALVULA DE MARIPOSA
	SENTIDO DEL FLUJO
	TRAMO



SISTEMA GAS INERTE  
(PLANTA CBTA. PRINCIPAL)

<b>E.U.I.T.NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> SISTEMA GAS INERTE ESPACIOS DE MAQUINARIA POPA "CAMARA SISTEMA GAS INERTE"	
4.3.1.	ESCALA S/E

SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS	
⊕	VALVULA PRESION-VACIO-ALTA VELOCIDAD
△	REDUCCION
⊙	BOQUILLA ENTRADA
✂	VALVULA DE MARIPOSA
→	SENTIDO DEL FLUJO
↯	VALVULA DE NO RETORNO DE CLAPETA
⊕	ROMPEDOR PRESION-VACIO
⊥	CONEXION TORRE SUMERGIDA CARGA
⊠	TRAMO



SISTEMA GAS INERTE  
CUBIERTA PRINCIPAL

**E.U.I.T. NAVAL**

FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ

BUQUE SHUTTLE 140.000 m<sup>3</sup>

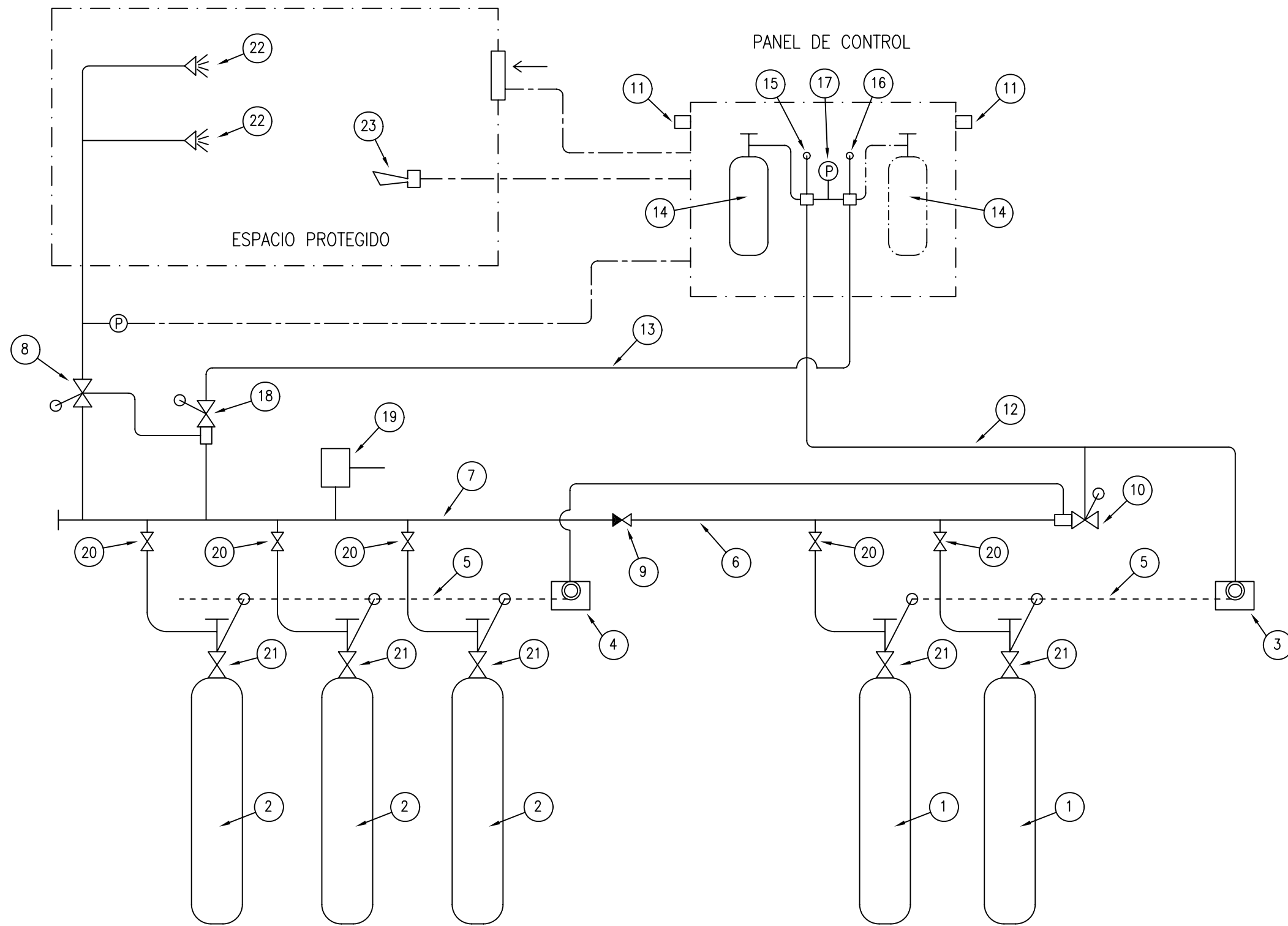
SISTEMA GAS INERTE

"CUBIERTA PRINCIPAL"

4.3.2.

ESCALA

S/E















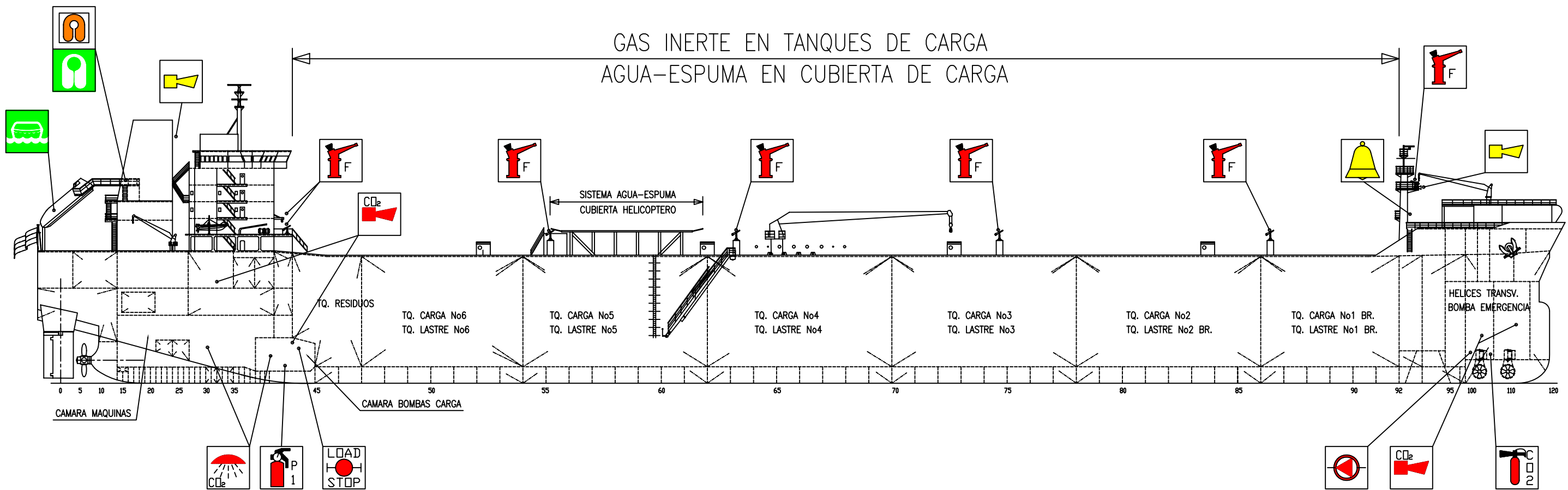
SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS

1	BOTELLA PILOTO
2	BOTELLA PRINCIPAL
3	MECANISMO NEUNATICO DISPARO BOTELLA PILOTO
4	MECANISMO NEUNATICO DISPARO BOTELLAS PRINCIPALES
5	CABLE DE CONEXION
6	COLECTOR BOTELLAS PILOTO
7	COLECTOR BATERIA BOTELLAS PRINCIPALES
8	VALVULA DIRECCIONAL (NEUMATICA)
9	VALVULA NO RETORNO
10	VALVULA CONTROL DISPARO BATERIA BOTELLAS PRINCIPALES
11	INTERRUPTORES PARA ALARMA Y PARADA VENTILACION
12	LINEA CONTROL N°1
13	LINEA CONTROL N°2
14	BOTELLA MAGISTRAL
15	VALVULA CONTROL MAGISTRAL N°1
16	VALVULA CONTROL MAGISTRAL N°2
17	MANOMETRO
18	VALVULA CONTROL APERTURA DE VALVULA DIRECCIONAL
19	INTERRUPTOR NEUMATICO
20	VALVULA DE RETENCION
21	VALVULA DE BOTELLA
22	BOQUILLA DE DESCARGA
23	ALARMA ACUSTICA

ESQUEMA FUNCIONAL SISTEMA CO<sub>2</sub>

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup>	
ESQUEMA FUNCIONAL SISTEMA CO <sub>2</sub>	
4.4.1.	ESCALA S/E

SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION
	1	BOTE SALVAVIDAS PARA 40 PERSONAS CON EQUIPO REGLAMENTARIO (CAIDA LIBRE)		1	PARADA EMERGENCIA BOMBAS DE CARGA
	1	TAQUILLA PARA CHALECO SALVAVIDAS		1	BOMBA CONTRA INCENDIOS EMERGENCIA
	8	CHALECO SALVAVIDAS		7	MONITOR DE ESPUMA
	1	CAMPANA		4	SIRENA CO2
	2	SIRENA		1	EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO
	3	ESPACIO CON SISTEMA DE EXTINCION POR CO2		1	EXTINTOR 5 Kgs. CO2

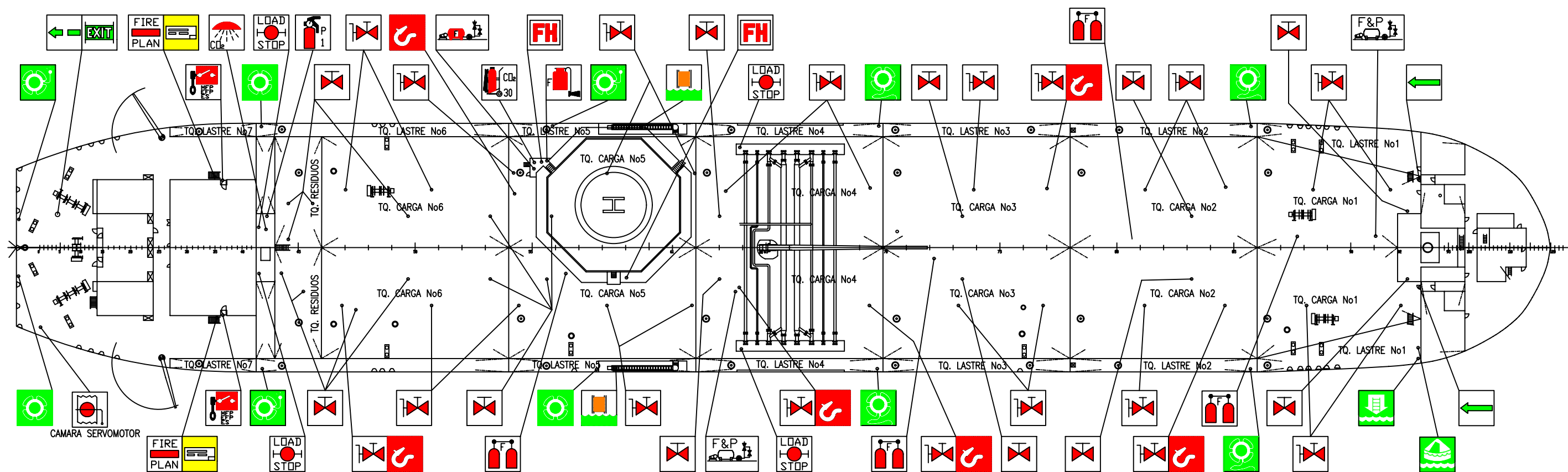


GAS INERTE EN TANQUES DE CARGA  
 AGUA-ESPUMA EN CUBIERTA DE CARGA

SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS  
 PERFIL LONGITUDINAL

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup>	
SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS	
"ALZADO LONGITUDINAL"	
5.1.1.	ESCALA 1:700

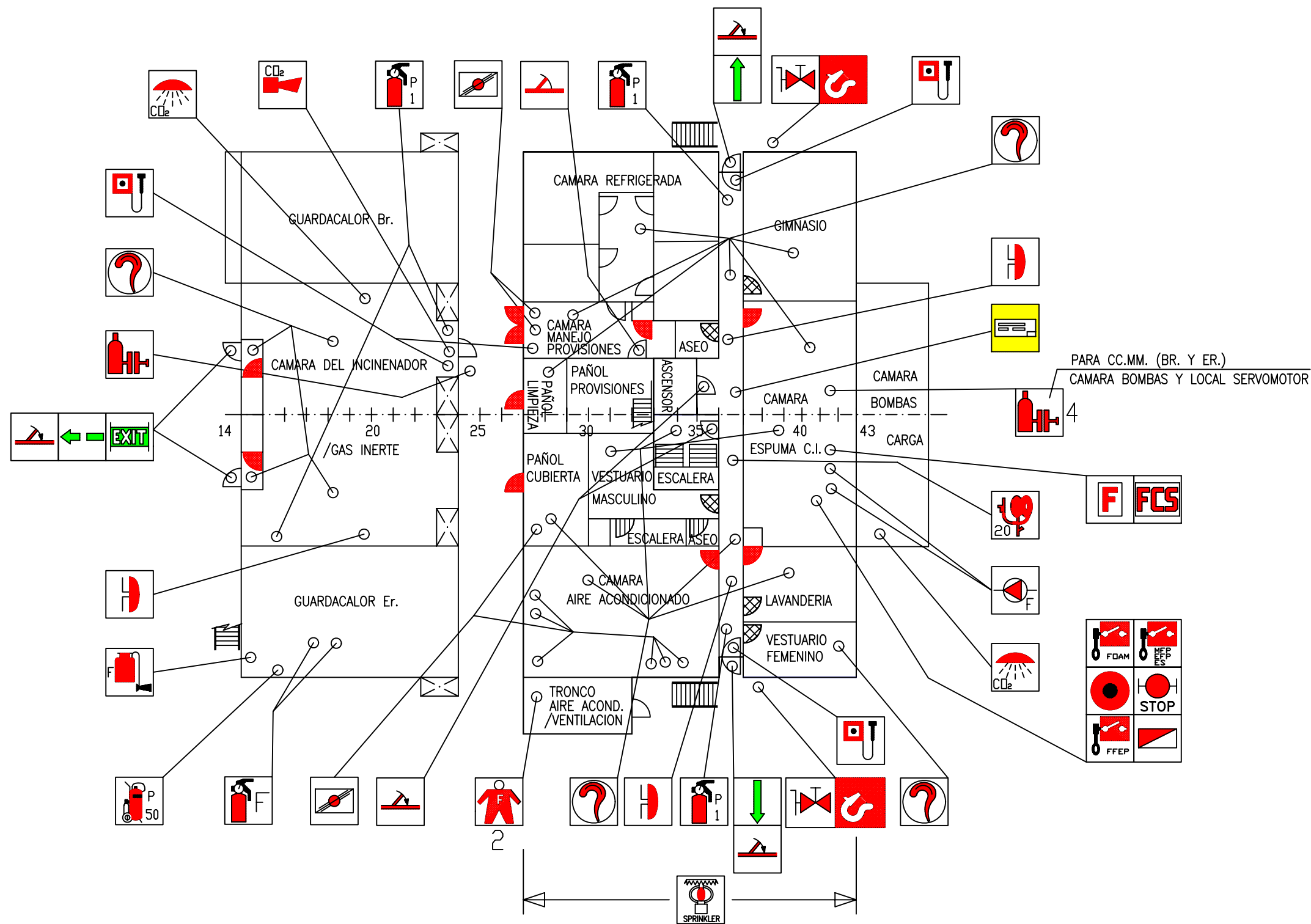
SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION
	3	ARO SALVAVIDAS CON LUZ		1	ESPACIO CON SISTEMA DE EXTINCION POR CO2		6	CAJA MANGUERA C.I.
	3	ARO SALVAVIDAS CON GUINALDA		1	EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO		28	VALVULA AISLAMIENTO COLECTOR C.I.
	4	ARO SALVAVIDAS CON LINEA 30 mts.		4	ESTACION DE ESPUMA			RUTA PRIMARIA DE ESCAPE
	1	BALSA SALVAVIDAS PARA 6 PERSONAS		1	APLICADOR PORTATIL DE ESPUMA		1	INSTALACION DE ESPUMA
	1	ESCALA PARA BALSA SALVAVIDAS		1	EXTINTOR 10 Kgs. CO2		2	INSTALACION ESPUMA-POLVO
	2	ESCALA PRACTICO		2	EQUIPO BOMBERO CBTA. HELICOPTERO			RUTA SECUNDARIA DE ESCAPE
	1	CONTROL REMOTO BOMBAS C.I.		2	CAJA PARA PLANOS SALVAMENTO Y C.I.			SALIDA DE EMERGENCIA
	1	CORTAFUEGOS EN CONDUCTO VENTILACION		2	PLANOS SALVAMENTO Y C.I.			
	4	PARADA EMERGENCIA BOMBAS CARGA		26	VALVULA CONEXION MANGUERA			



SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS  
CUBIERTA PRINCIPAL

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUIASADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup>	
SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS	
"CUBIERTA PRINCIPAL"	
5.1.2.	ESCALA 1:700

SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION
	1	CONTROL REMOTO BOMBAS C.I.		1	PANEL ALARMA FUEGO		1	EXTINTOR 50 Kgs. POLVO SECO		1	PLANOS SALVAMENTO Y C.I.
	1	CONTROL REMOTO BOMBA C.I. EMERGENCIA			ESPACIO CON SISTEMA DE EXTINCION POR CO2		1	APLICADOR PORTATIL DE ESPUMA		2	BOMBA ESPUMA
	1	CONTROL BOMBA ESPUMA		9	CIERRE CORTA-FUEGOS AA.AA.		2	EQUIPO DE BOMBERO		2	CAJA MANGUERA C.I.
	1	BOTON ALARMA GENERAL		4	EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO		1	CAMARA ESPUMA C.I.		1	DEVANADERA PARA MANGUERA PRIMEROS AUXILIOS
	1	PARO EMERGENCIA DE BOMBAS F.O. Y L.O.		2	EXTINTOR 9 Lts. ESPUMA		1	PUESTO CONTROL C.I.		5	MECANISMO DISPARO CO2

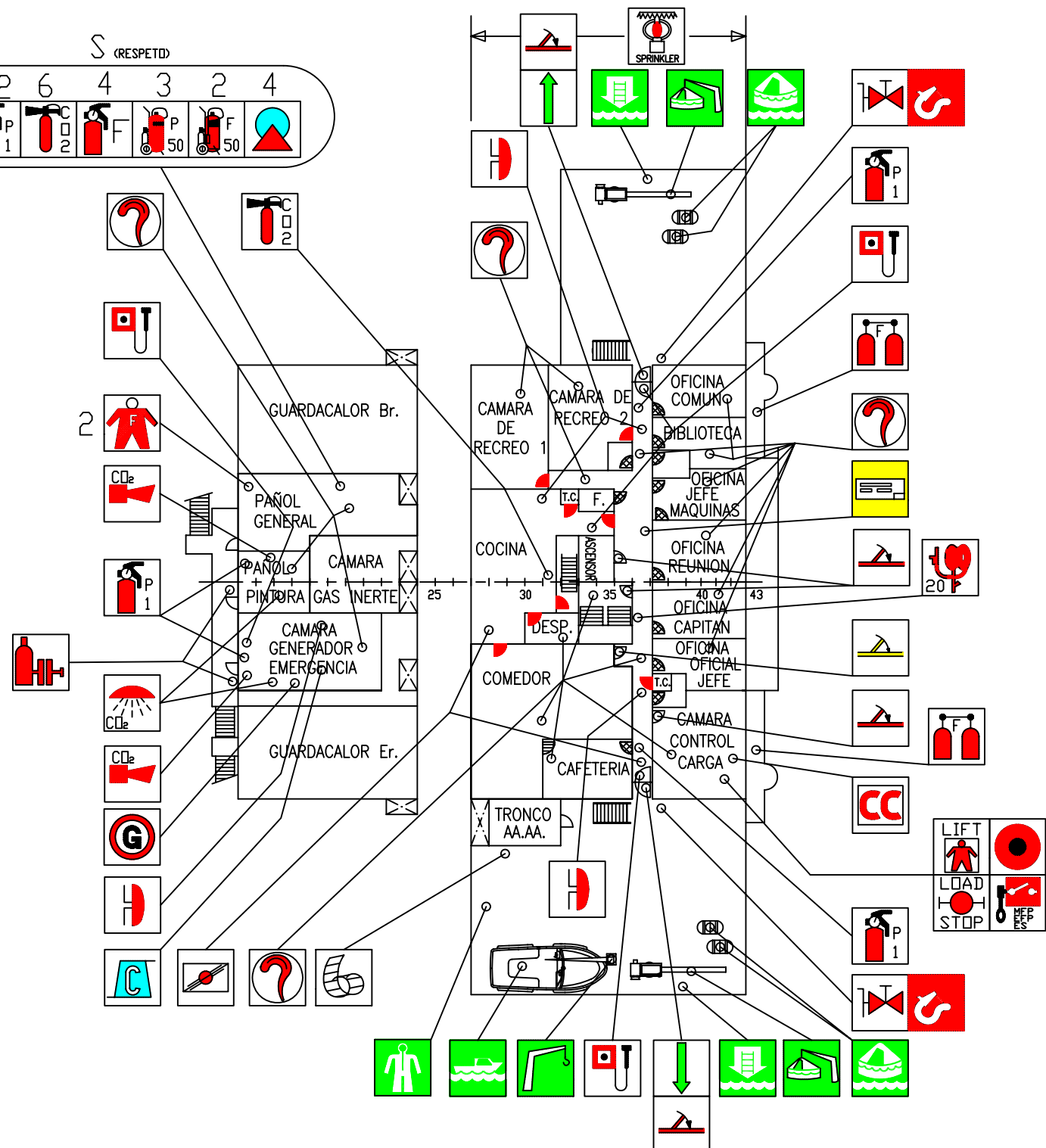
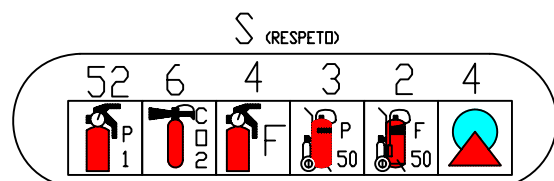


	8	MECANISMO DISPARO CO2		1	PUERTA CLASE A-0
	8	PUERTA AUTO-CIERRE CLASE A-60		1	PUERTA CLASE A-0
	10	PUERTA CLASE A-60		5	PUERTA CLASE B-30
	2	PUERTA CLASE B-15		3	PUNTO DE LLAMADA
	18	DETECTOR HUMO		3	TIMBRE ALARMA
	1	SIRENA CO2			INSTALACION ROCIADORES
		RUTA PRIMARIA DE ESCAPE			RUTA SECUNDARIA DE ESCAPE
		SALIDA DE EMERGENCIA			

**SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS  
CUBIERTA PRINCIPAL**

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISDO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup>	
SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS	
ESPACIOS DE POPA	
"CUBIERTA PRINCIPAL"	
5.1.3.	ESCALA 1:200

SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION
	4	BALSA SALVAVIDAS PARA 6 PERSONAS		1	ESCALA			ESPACIO CON SISTEMA DE EXTINCION POR CO2		19	DETECTOR HUMO
	2	PESCANTE PARA BALSA SALVAVIDAS		1	CONTROL REMOTO BOMBAS C.I.		4	EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO		3	TIMBRE ALARMA
	1	PESCANTE PARA BOTE DE RESCATE		2	CIERRE CORTA-FUEGOS AA.AA.		1	EXTINTOR 5 Kgs. CO2		2	SIRENA CO2
	1	BOTE DE RESCATE PARA 6 PERSONAS		1	PARADA EMERGENCIA BOMBAS CARGA		52	CARGA RESPETO EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO			RUTA PRIMARIA DE ESCAPE
	1	TRAJE DE INMERSION		1	BOTON ALARMA GENERAL		11	CARGA RESPETO EXTINTOR 5 Kgs. CO2		1	CAMARA CONTROL DE CARGA

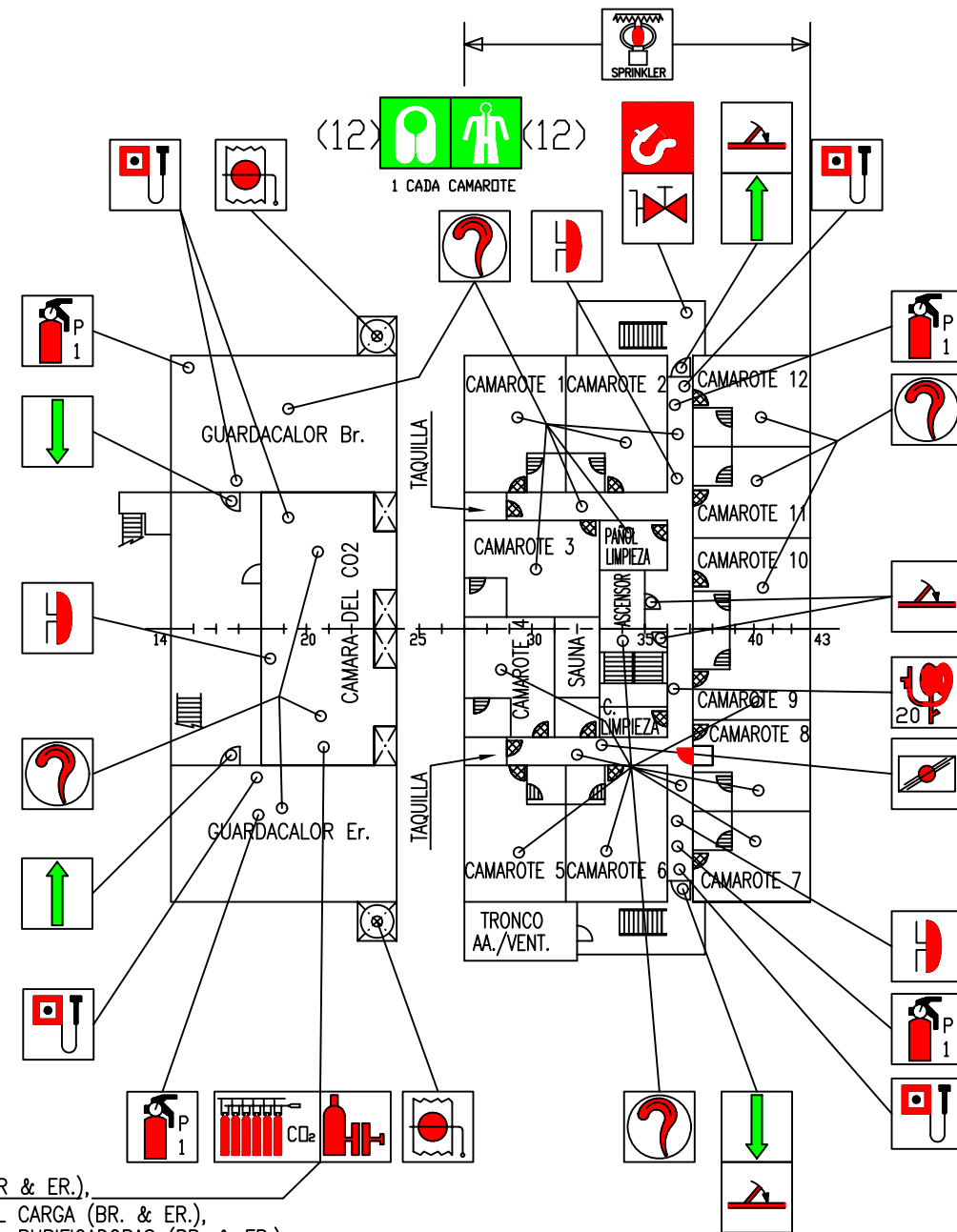


	4	EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO		3	TIMBRE ALARMA
	1	EXTINTOR 5 Kgs. CO2		2	SIRENA CO2
	52	CARGA RESPETO EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO			RUTA PRIMARIA DE ESCAPE
	11	CARGA RESPETO EXTINTOR 5 Kgs. CO2		1	CAMARA CONTROL DE CARGA
	4	CARGA RESPETO EXTINTOR 9 Lts. ESPUMA		1	LOCAL GENERADOR DE EMERGENCIA
	3	CARGA RESPETO EXTINTOR 50 Kgs. POLVO SECO		1	PLANOS SALVAMENTO Y C.I.
	2	CARGA RESPETO EXTINTOR 45 Kgs. ESPUMA		2	VALVULA CONEXION MANGUERA
	4	BOTELLA AIRE RESPETO APARATO RESPIRATORIO		2	CAJA MANGUERA C.I.
	1	COMPRESOR PARA APARATO RESPIRATORIO		1	DEVANADERA PARA MANGUERA PRIMEROS AUXILIOS
	1	ALARMA "HOMBRE ATRAPADO EN ASCENSOR"		2	MECANISMO DISPARO CO2
		INSTALACION ROCIADORES		2	EQUIPO DE BOMBEROS
	2	ESTACION DE ESPUMA		5	PUERTA AUTO-CIERRE CLASE A-60
				1	PUERTA AUTO-CIERRE CLASE B-30
				8	PUERTA CLASE A-60
				12	PUERTA CLASE B-30
				1	PUERTA CLASE B-15
				4	PUNTO DE LLAMADA

SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS  
CUBIERTA "A"

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS ESPACIOS DE POPA CUBIERTA "A"	
5.1.4.	ESCALA 1:300

SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION
	12	TRAJE DE INMERSION		1	VALVULA CONEXION MANGUERA		4	PUERTA AUTO-CIERRE CLASE A-60			INSTALACION ROCIADORES
	12	CHALECO SALVAVIDAS		1	CAJA MANGUERA C.I.		1	PUERTA CLASE A-60		20	DETECTOR HUMO
	1	CIERRE CORTA-FUEGOS AA.AA.		1	DEVANADERA PARA MANGUERA PRIMEROS AUXILIOS		17	PUERTA CLASE B-30		3	TIMBRE ALARMA
	2	CIERRE CORTA-FUEGOS VENTILACION		1	BATERIA CO2		12	PUERTA CLASE B-15			RUTA PRIMARIA DE ESCAPE
	4	EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO		1	MECANISMO DISPARO CO2		5	PUNTO DE LLAMADA			



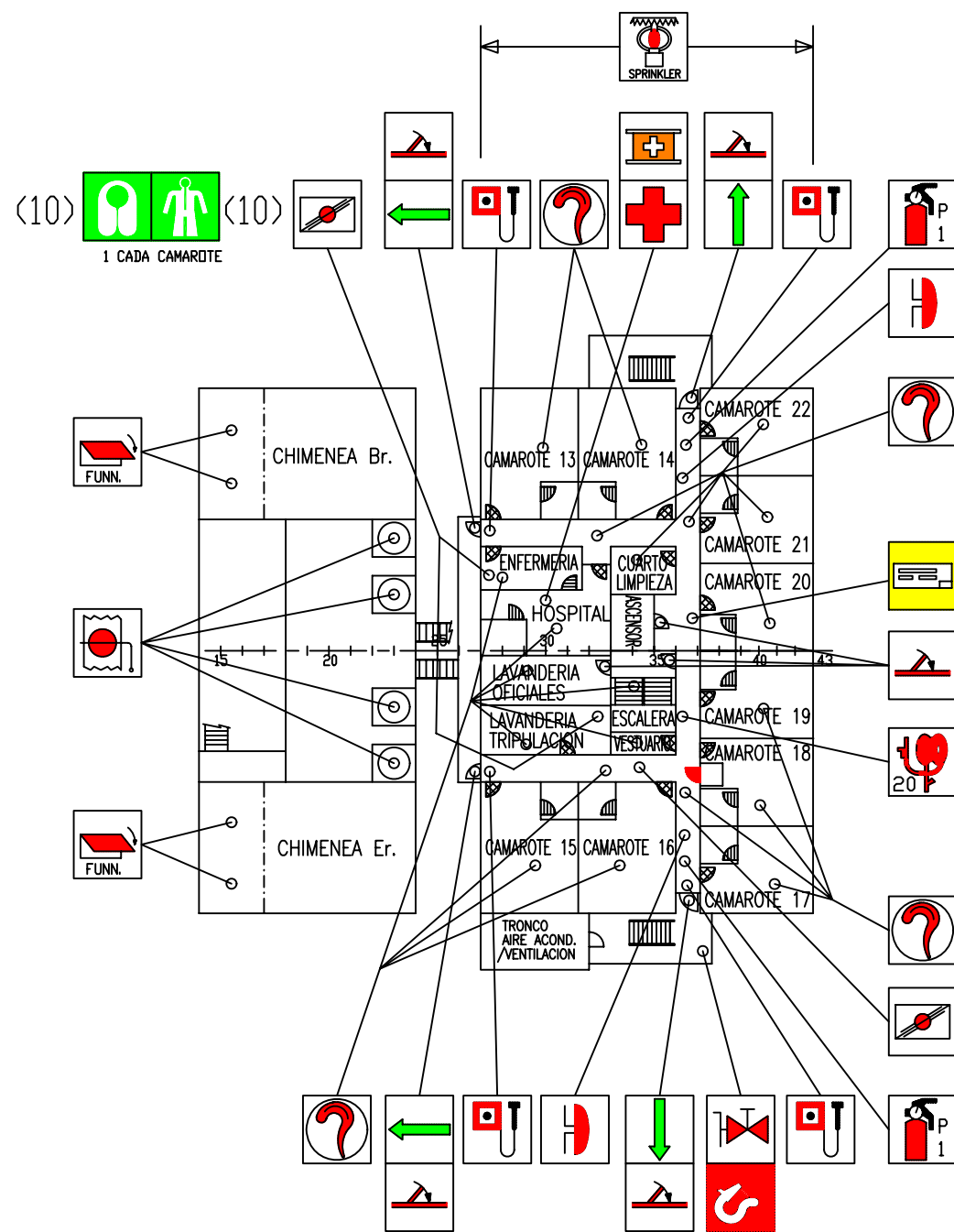
PARA CC.MM. (BR & ER.),  
CAMARA CONTROL CARGA (BR. & ER.),  
CAMARA CONTROL PURIFICADORAS (BR. & ER.),  
CAMARA BOMBAS, CAMARA SERVOMOTOR,  
CAMARA INCINERADOR Y GAS INERTE,  
CAMARA GENERADOR EMERGENCIA,  
& PAÑOL DE PINTURA.

SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS  
CUBIERTA "B"

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISTADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS ESPACIOS DE POPA CUBIERTA "B"	
5.1.5.	ESCALA 1:300







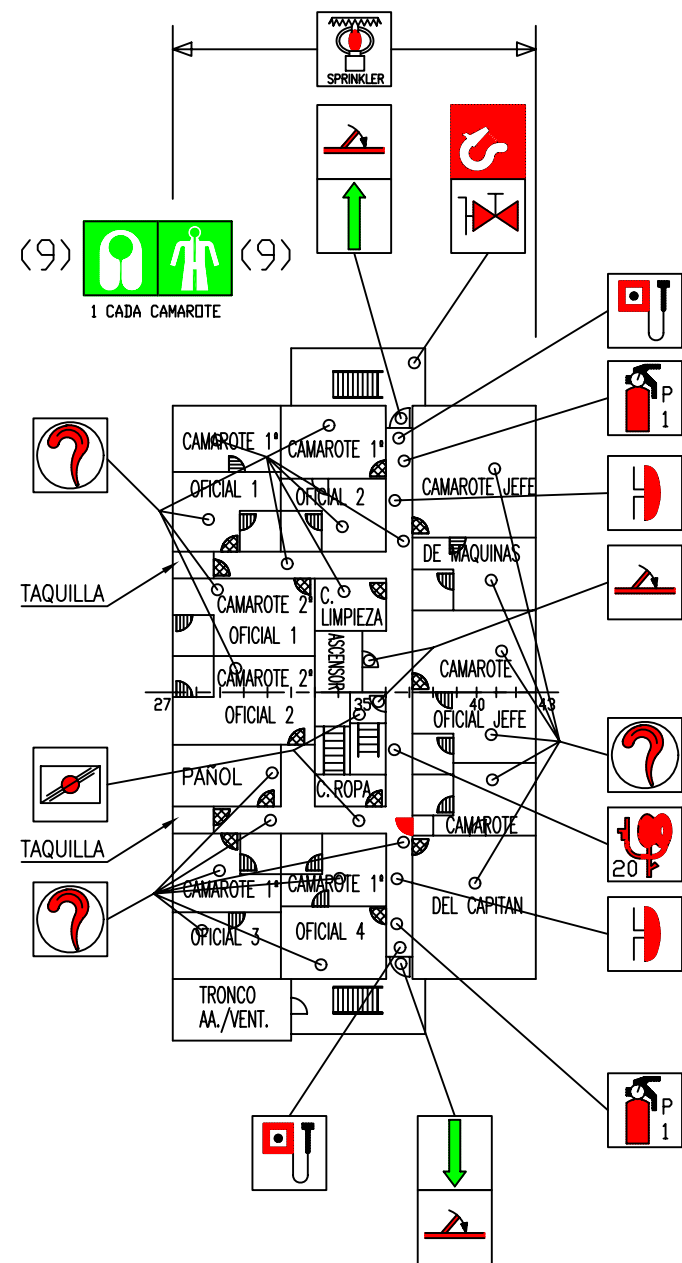
SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION
	10	TRAJE DE INMERSION		1	CAMILLA		1	CAJA MANGUERA C.I.		12	PUERTA CLASE B-15
	10	CHALECO SALVAVIDAS		1	HOSPITAL		1	DEVANADERA PARA MANGUERA PRIMEROS AUXILIOS			INSTALACION ROCIDORES
	4	CIERRE CHIMENEA		1	PLANOS SALVAMENTO Y C.I.		6	PUERTA AUTO-CIERRE CLASE A-60		4	PUNTO DE LLAMADA
	3	CIERRE CORTA-FUEGOS AA.AA.		2	EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO		1	PUERTA CLASE A-60		21	DETECTOR HUMO
	4	CIERRE CORTA-FUEGOS VENTILACION		1	VALVULA CONEXION MANGUERA		15	PUERTA CLASE B-30		2	TIMBRE ALARMA
											RUTA PRIMARIA DE ESCAPE



SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS  
CUBIERTA "C"

<b>E.U.I.T.NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUIADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS ESPACIOS DE POPA CUBIERTA "C"	
ESCALA	
5.1.6.	1:300

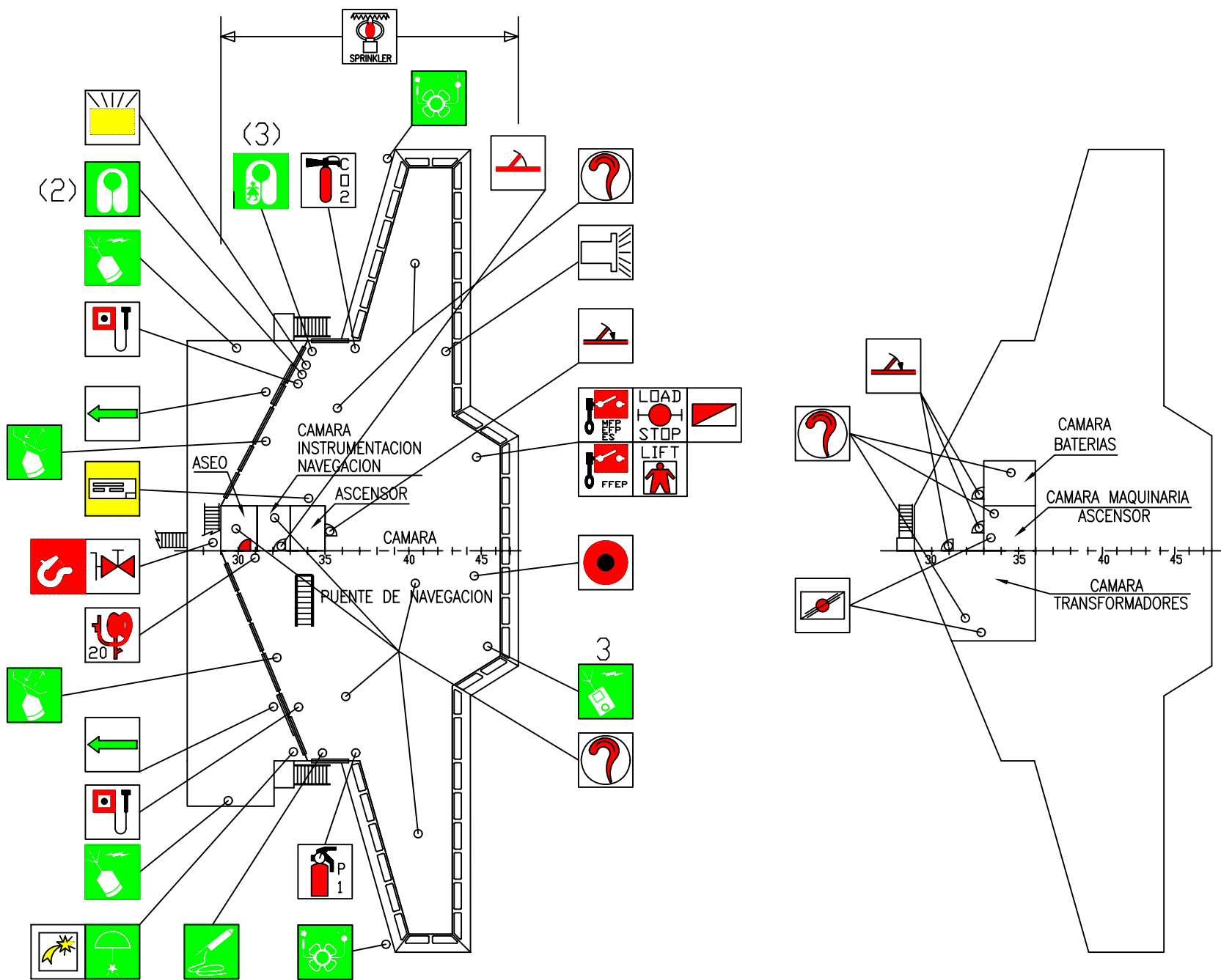
SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION
	9	TRAJE DE INMERSION		1	CAJA MANGUERA C.I.		14	PUERTA CLASE B-15			RUTA PRIMARIA DE ESCAPE
	9	CHALECO SALVAVIDAS		1	DEVANADERA PARA MANGUERA PRIMEROS AUXILIOS		2	PUNTO DE LLAMADA			
	2	CIERRE CORTA-FUEGOS AA.AA.		4	PUERTA AUTO-CIERRE CLASE A-60		22	DETECTOR HUMO			
	2	EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO		1	PUERTA CLASE A-60		2	TIMBRE ALARMA			
	1	VALVULA CONEXION MANGUERA		14	PUERTA CLASE B-30			INSTALACION ROCIADORES			



SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS  
CUBIERTA "D"

<b>E.U.I.T.NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS ESPACIOS DE POPA CUBIERTA "D"	
5.1.7.	ESCALA 1:300

SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION
	2	CHALECO SALVAVIDAS		3	APARATO DE RADIO PORTATIL PARA GMDSS		1	PROYECTOR DE SEÑALES DIURNAS		1	PANEL ALARMA INCENDIO
	3	CHALECO SALVAVIDAS PARA NIÑOS		2	EPIRB		1	CONTROL REMOTO BOMBAS C.I.		1	BOTON ALARMA GENERAL
	2	ARO SALVAVIDAS CON LUZ Y SEÑAL FUMIGERA		1	APARATO LANZACABOS		1	CONTROL REMOTO BOMBA C.I. EMERGENCIA		2	CIERRE CORTA-FUEGOS AA.AA.
	2	RADAR TRANSMISOR-RECEPTOR		1	CAJA PARA SEÑALES PIROTECNICAS		1	PARADA EMERGENCIA BOMBAS CARGA		1	EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO
	1	SEÑAL DE SOCORRO CON PARACAIDAS		1	LINTERNA CON REPUESTO COMPLETO 6 HORAS DURACION MINIMA		1	ALARMA "HOMBRE ATRAPADO EN ASCENSOR"		1	EXTINTOR 5 Kgs. CO2



	1	DEVANADERA PARA MANGUERA PRIMEROS AUXILIOS
	1	VALVULA CONEXION MANGUERA
	1	CAJA MANGUERA C.I.
		INSTALACION ROCIADORES
		PLANOS SALVAMENTO Y C.I.
	4	PUERTA AUTO-CIERRE CLASE A-60
	1	PUERTA CLASE A-60
	1	PUERTA CLASE A-0
	2	PUNTO DE LLAMADA
	10	DETECTOR HUMO
		RUTA PRIMARIA DE ESCAPE

CUBIERTA "PUENTE NAVEGACION"

CUBIERTA "TECHO"

SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS  
CUBIERTA "PUENTE NAVEGACION Y TECHO"

E.U.I.T. NAVAL

FRANCISCO JOSE GUIASADO RAMIREZ

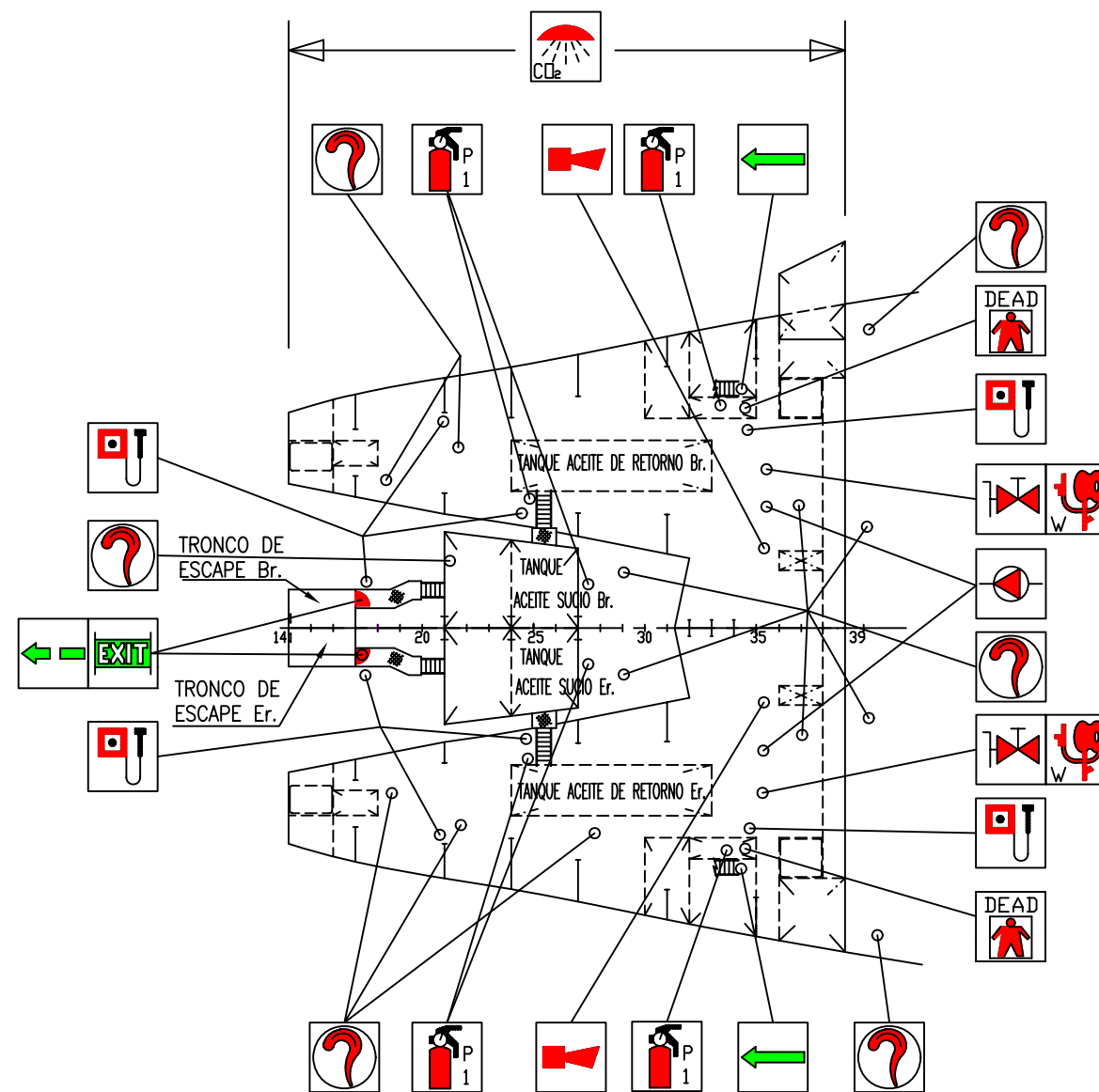
BUQUE SHUTTLE 140.000 m<sup>3</sup>  
SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS  
ESPACIOS DE POPA  
CUBIERTA "PUENTE " / "TECHO"

5.1.8.

ESCALA

















1:300

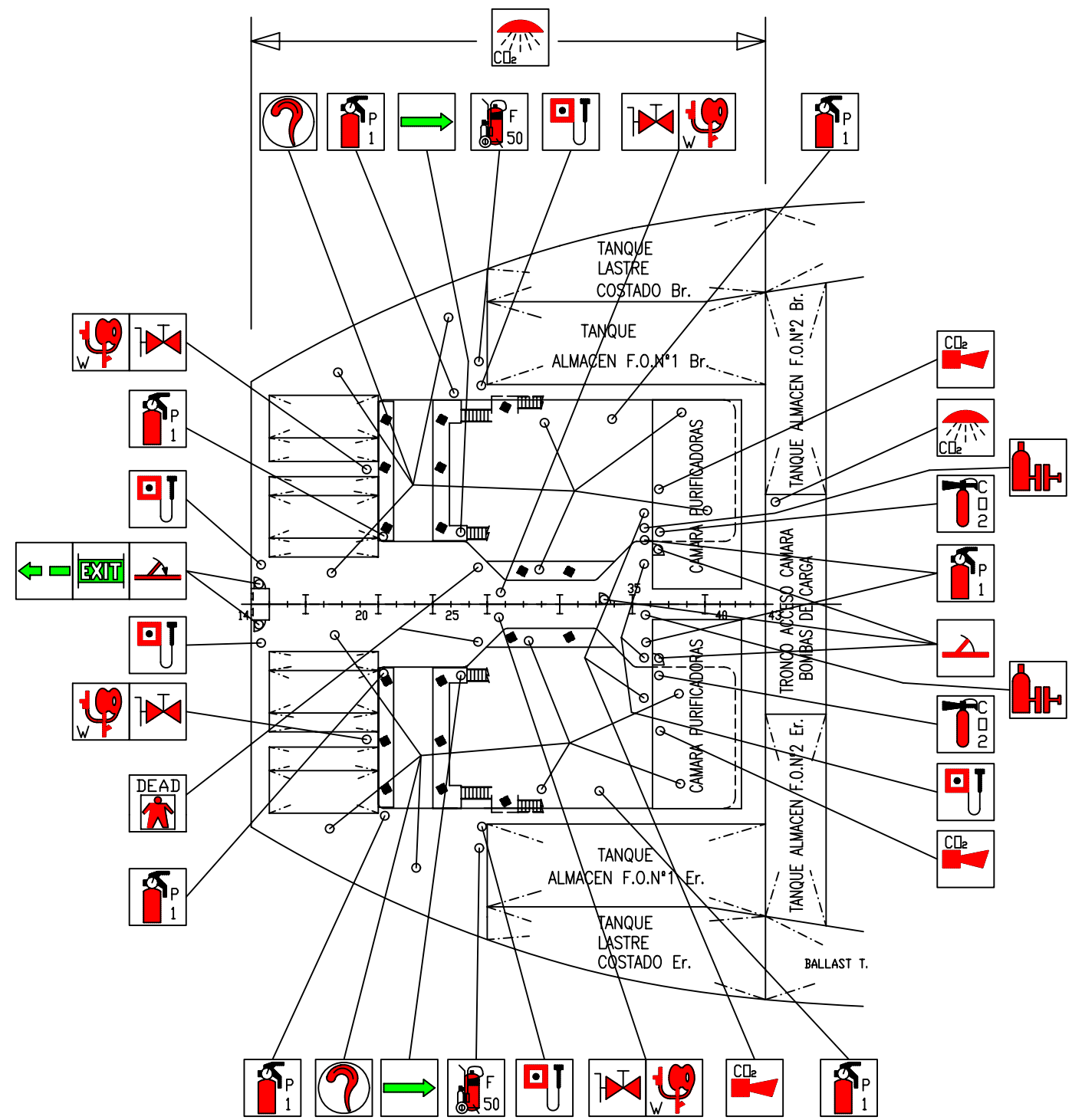
SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION
		ESPACIO CON SISTEMA DE EXTINCION POR CO2		2	PUERTA CLASE A-60			RUTA PRIMARIA DE ESCAPE
	6	EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO		8	PUNTO DE LLAMADA			RUTA SECUNDARIA DE ESCAPE
	2	BOMBA CONTRA INCENDIOS		14	DETECTOR HUMO		2	SALIDA DE EMERGENCIA
	2	VALVULA CONEXION MANGUERA		2	SIRENA			
	2	DEVANADERA PARA MANGUERA		2	ALARMA "HOMBRE MUERTO"			



SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS  
CUBIERTA "DOBLE FONDO"

<b>E.U.I.T.NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup>	
SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS	
ESPACIOS DE POPA	
CUBIERTA "DOBLE FONDO"	
5.1.9.	ESCALA 1:300

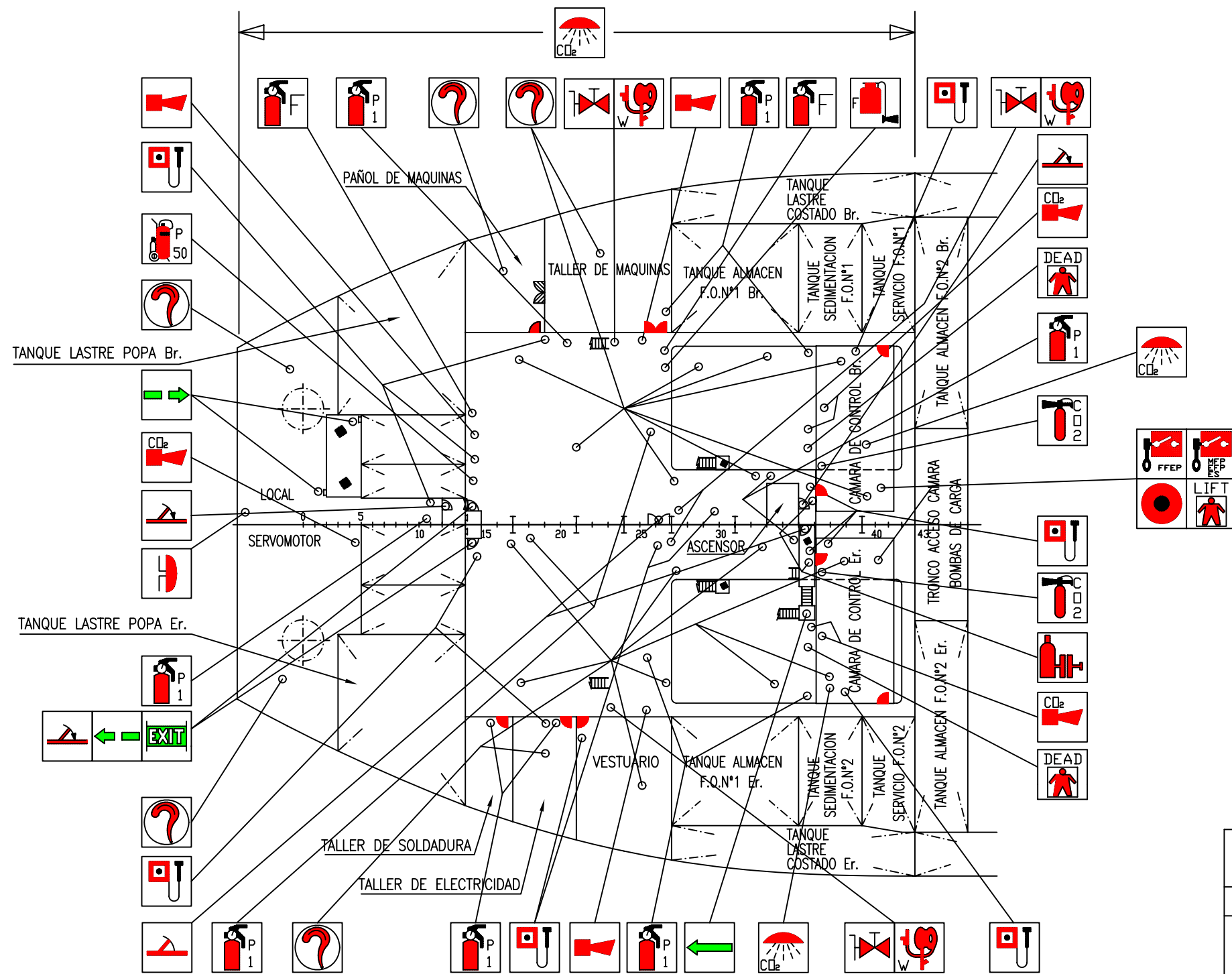
SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION
		ESPACIO CON SISTEMA DE EXTINCION POR CO2		4	DEVANADERA PARA MANGUERA		14	DETECTOR HUMO		2	SALIDA DE EMERGENCIA
	8	EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO		2	MECANISMO DISPARO CO2		4	SIRENA CO2			
	2	EXTINTOR 5 Kgs. CO2		2	PUERTA AUTO-CIERRE CLASE A-60		2	ALARMA "HOMBRE MUERTO"			
	2	EXTINTOR 45 Lts. ESPUMA		2	PUERTA CLASE A-0			RUTA PRIMARIA DE ESCAPE			
	4	VALVULA CONEXION MANGUERA		6	PUNTO DE LLAMADA			RUTA SECUNDARIA DE ESCAPE			



SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS  
CUBIERTA "PLATAFORMA BAJA"

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup> SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS ESPACIOS DE POPA CUBIERTA "PLATAFORMA BAJA"	
5.1.10.	ESCALA 1:300











SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION
	1	CONTROL REMOTO BOMBAS C.I.		2	EXTINTOR 9 Lts. ESPUMA		2	MECANISMO DISPARO CO2		13	PUNTO DE LLAMADA
	1	CONTROL REMOTO BOMBA C.I. EMERGENCIA		1	EXTINTOR 50 Kgs. POLVO SECO		4	PUERTA AUTO-CIERRE CLASE A-60		20	DETECTOR HUMO
	1	ESPACIO CON SISTEMA DE EXTINCION POR CO2		1	APLICADOR PORTATIL DE ESPUMA		9	PUERTA CLASE A-60		1	TIMBRE ALARMA
	12	EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO		4	VALVULA CONEXION MANGUERA		1	PUERTA CLASE A-30		3	SIRENA
	2	EXTINTOR 5 Kgs. CO2		4	DEVANADERA PARA MANGUERA		1	PUERTA CLASE A-0		5	SIRENA CO2

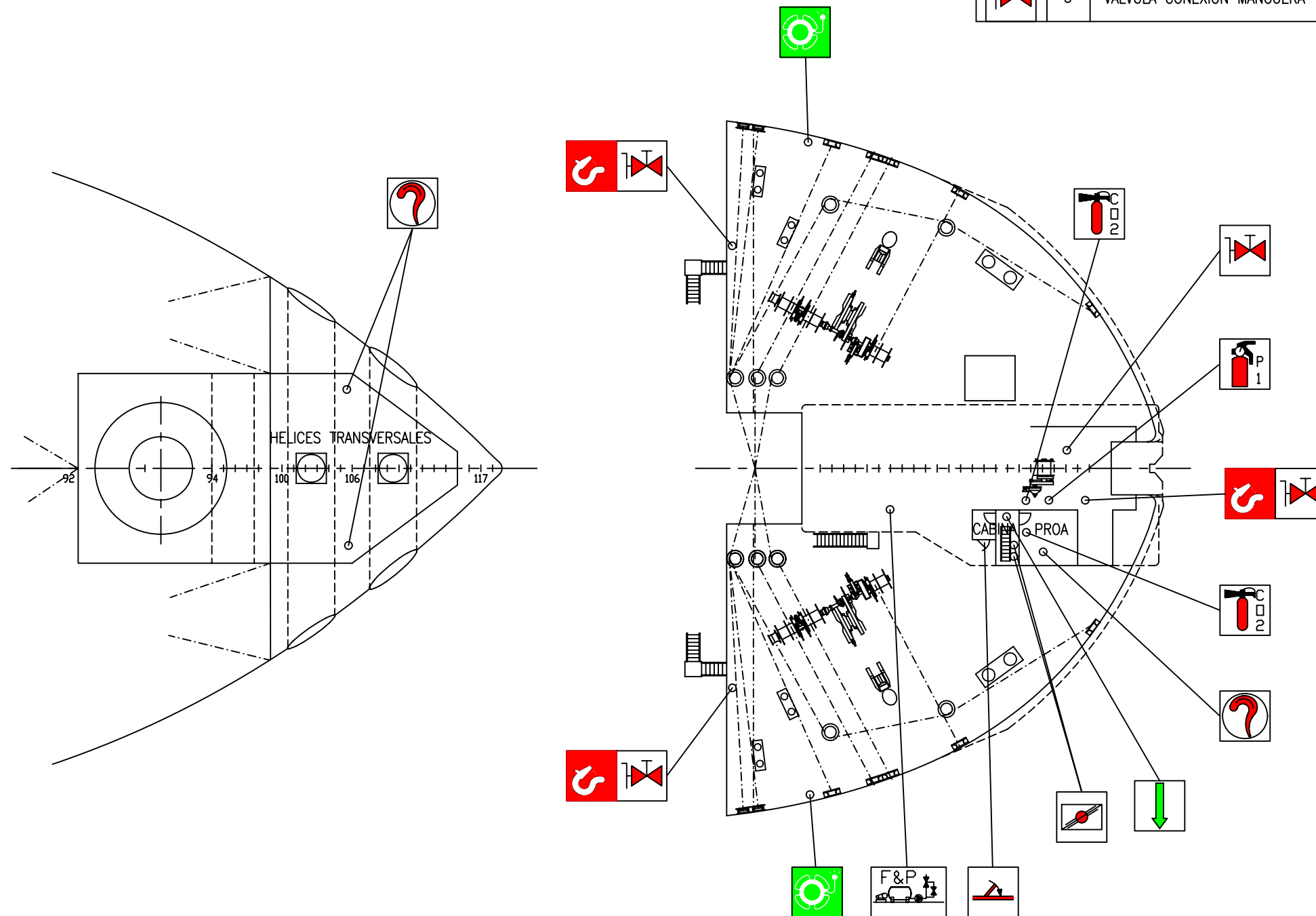


	1	BOTON ALARMA GENERAL
	1	ALARMA "HOMBRE ATRAPADO EN ASCENSOR"
	2	ALARMA "HOMBRE MUERTO"
		RUTA PRIMARIA DE ESCAPE
		RUTA SECUNDARIA DE ESCAPE
	2	SALIDA DE EMERGENCIA

SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS  
CUBIERTA "PLATAFORMA ALTA"

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup>	
SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS	
ESPACIOS DE POPA	
CUBIERTA "PLATAFORMA ALTA"	
5.1.11.	ESCALA 1:300

SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION
	2	ARO SALVAVIDAS CON LUZ		3	CAJA MANGUERA C.I.
	2	CIERRE CORTA-FUEGOS AA.AA.		1	PUERTA AUTO-CIERRE CLASE A-60
	1	EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO		1	INSTALACION ESPUMA-POLVO
	2	EXTINTOR 5 Kgs. CO2		3	DETECTOR HUMO
	3	VALVULA CONEXION MANGUERA			RUTA PRIMARIA DE ESCAPE




















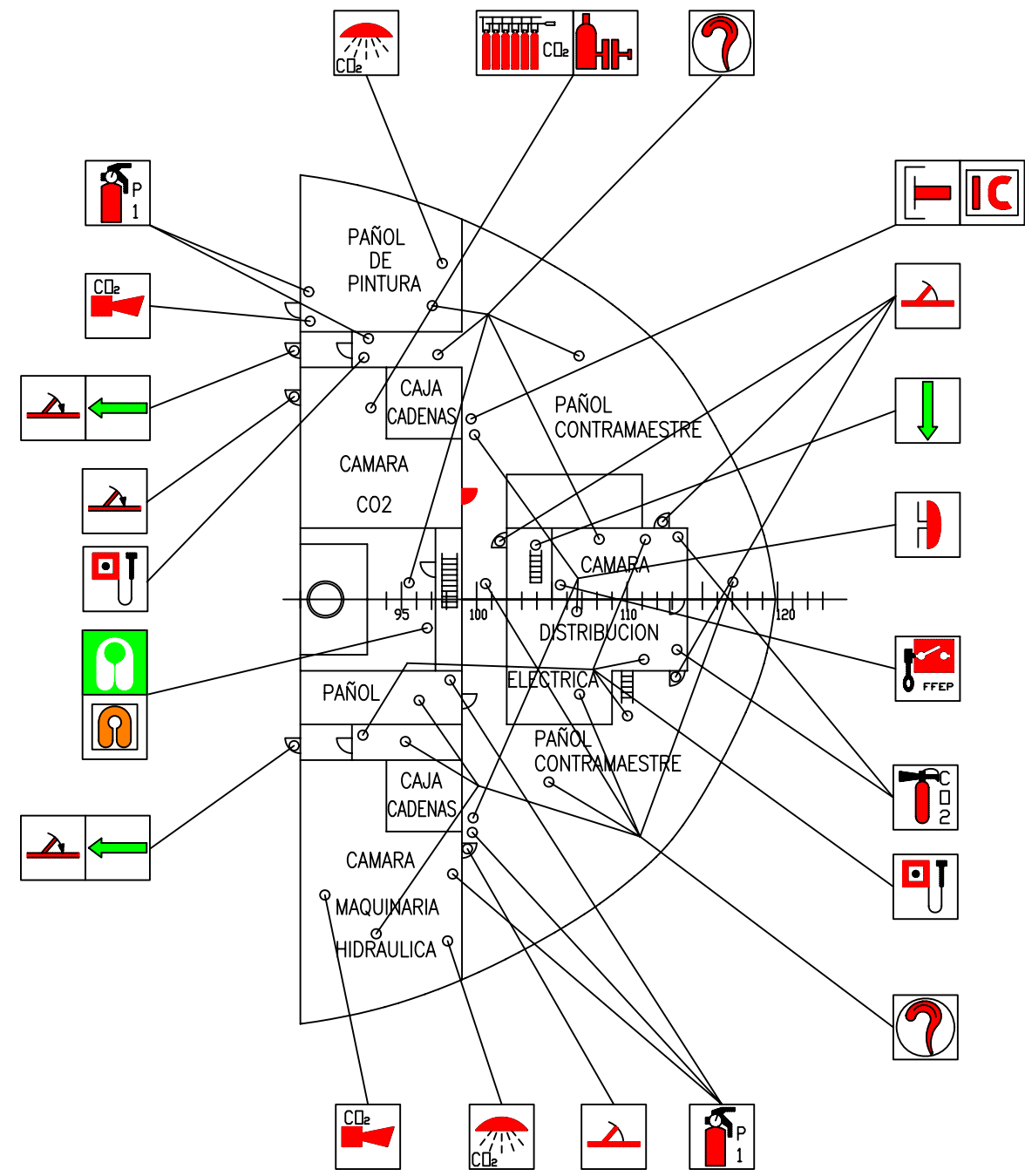
"LOCAL HELICES TRANSVERSALES"

CUBIERTA "CASTILLO"

SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS  
CUBIERTA "CASTILLO/LOCAL HELICES TRANSVERSALES"

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup>	
SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS	
CUBIERTA "CASTILLO/LOCAL HELICES TR."	
ESPACIOS DE POPA	
5.1.12.	ESCALA 1:300

SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION	SIMBOLO	N°	DESCRIPCION
	6	CHALECO SALVAVIDAS		2	EXTINTOR 5 Kgs. CO2		1	BRIDA CONEXION INTERNACIONAL A TIERRA		1	PUERTA CLASE A-60
	1	TAQUILLA PARA CHALECO SALVAVIDAS		5	EXTINTOR 12 Kgs. POLVO SECO		1	CAJA PARA BRIDA CONEXION INTERNACIONAL A TIERRA		4	PUERTA CLASE A-0
	2	TIMBRE ALARMA		1	BATERIA CO2		1	SIRENA CO2			RUTA PRIMARIA DE ESCAPE
	1	CONTROL REMOTO BOMBA C.I. EMERGENCIA		1	MECANISMO DISPARO CO2		5	PUNTO DE LLAMADA			
	2	ESPACIO CON SISTEMA DE EXTINCION POR CO2		11	DETECTOR HUMO		3	PUERTA AUTO-CIERRE CLASE A-60			



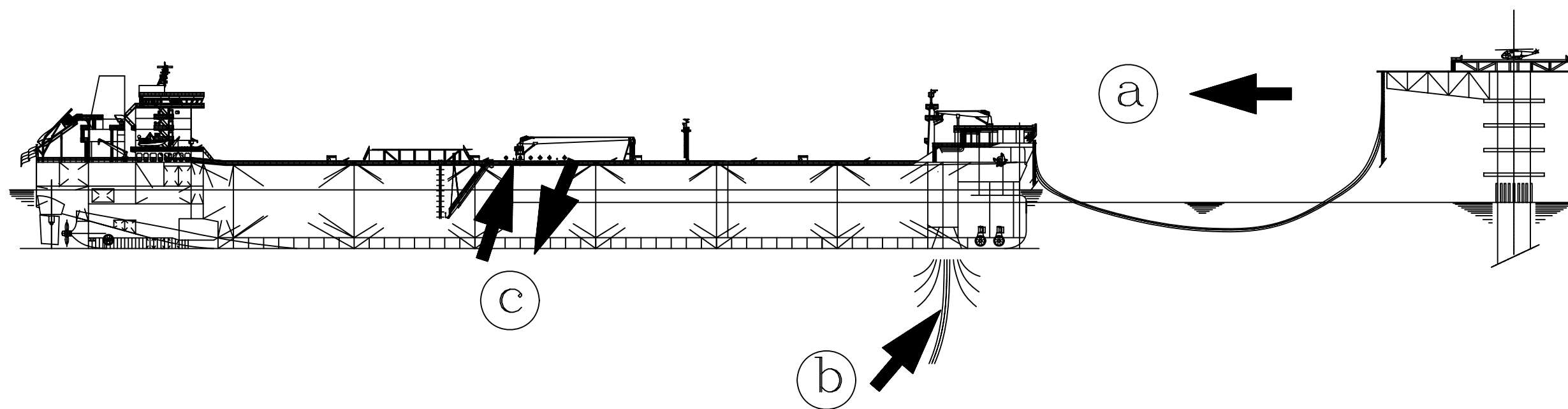
SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS  
CUBIERTA "PRINCIPAL/ESPACIOS DE PROA"

<b>E.U.I.T. NAVAL</b>	
FRANCISCO JOSE GUISADO RAMIREZ	
BUQUE SHUTTLE 140.000 m <sup>3</sup>	
SEGURIDAD Y CONTROL INCENDIOS	
ESPACIOS DE PROA	
CUBIERTA "PRINCIPAL"	
5.1.13.	ESCALA 1:300



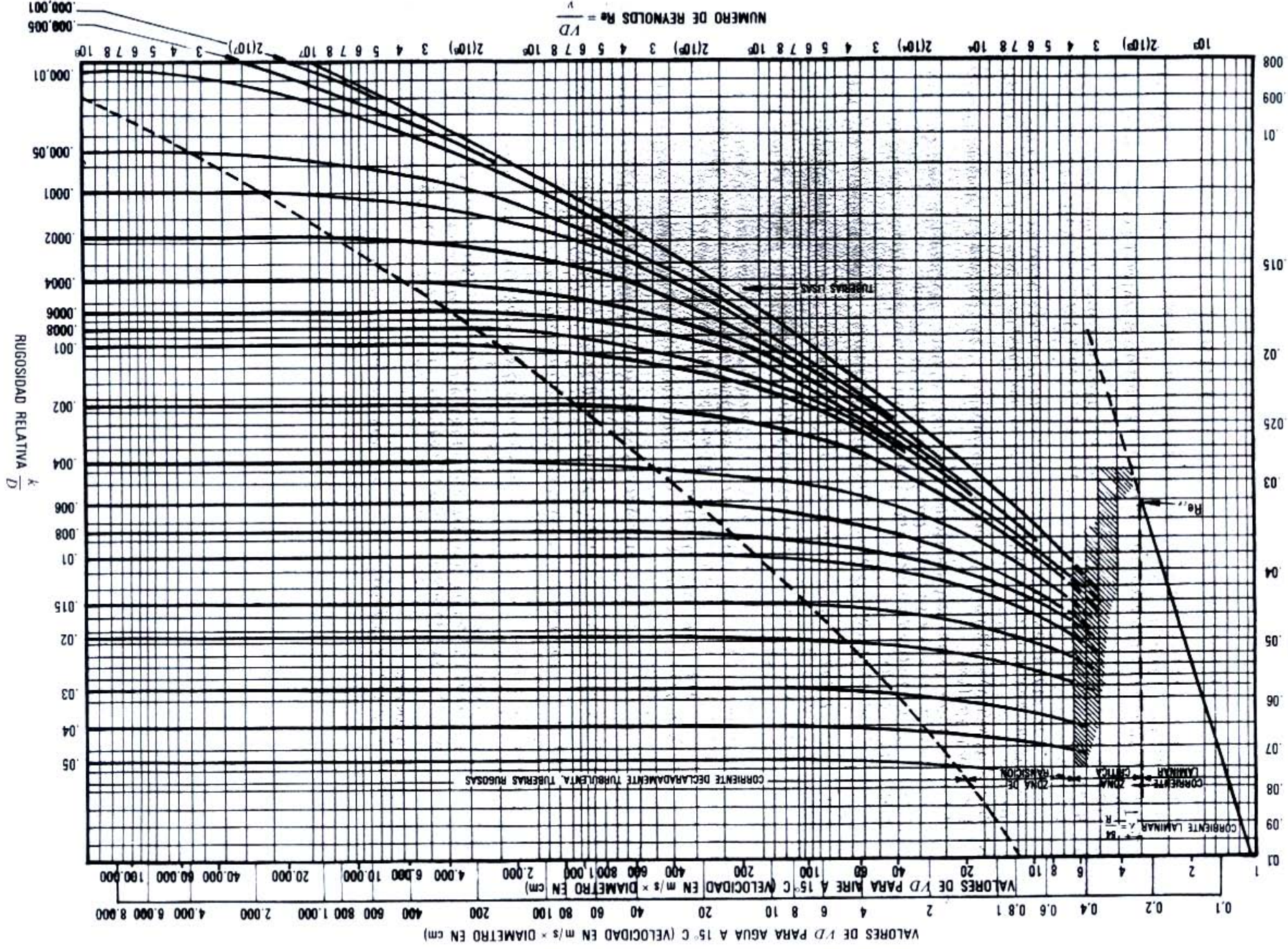
## **7. ANEXO “A”**









# MISION Y CONCEPTO DEL BUQUE










- (a) CARGA POR PROA
- (b) CARGA POR TORRE SUMERGIDA
- (c) CARGA/DESCARGA CONVENCIONAL

BUQUE TANQUE SHUTTLE



DIAMETRO NOMINAL DE TUBO CORRIENTE	 VALVULA COMPLETAMENTE ABIERTA	 VALV. DE GLOBO COMPLETAMENTE ABIERTA (Disco desde 8" hasta con 16")	 VALV. DE GLOBO COMPLETAMENTE ABIERTA (Disco obturado)	 VALVANGULO COMPLETAMENTE ABIERTA	 VALVULA DE RETENCION DE CHARNELA	 VALVULA DE RETENCION HORIZONTAL	 VALVULA DE RETENCION DE BOLA	 CODO NORMAL ROSCADO 90°
1/2"	0,08	3,45	4,40	1,30	0,70	3,00	33,80	0,40
3/4"	0,08	4,90	6,30	1,85	1,00	7,20	48,50	0,60
1"	0,12	6,60	8,70	2,57	1,40	8,90	66,80	0,70
1-1/4"	0,17	9,60	12,25	3,80	2,00	14,00	94,50	1,10
1-1/2"	0,20	11,70	14,90	4,40	2,50	17,00	118,20	1,30
2"	0,28	15,95	20,40	6,00	3,40	23,30	157,00	1,70
2-1/2"	0,33	18,80	23,90	7,90	4,20	28,90	195,00	2,20
3"	0,46	25,90	33,20	9,80	5,50	37,80	—	2,80
4"	0,64	36,30	46,50	13,70	7,70	52,70	—	4,00
5"	0,82	47,50	—	18,10	10,10	63,90	—	5,30
6"	1,05	59,10	—	22,40	12,50	86,30	—	6,90
8"	1,46	82,50	—	31,40	17,50	120,70	—	9,00
10"	1,80	102,70	—	39,00	21,70	150,00	—	11,20
12"	2,40	135,00	—	61,20	28,60	197,20	—	14,80
14"	2,60	147,20	—	56,80	31,00	215,20	—	16,30
16"	3,07	174,20	—	66,80	37,00	257,00	—	19,50

DIAMETRO NOMINAL DE TUBO CORRIENTE	 CODO NORMAL ROSCADO 90° RADIO LARGO				 CODO NORMAL ROSCADO 45°	 CODO ROSCADO DE 180°	 ENTRADA A ESCUADRA EN EXTREMO	 TUBO PROYECTADO HACIA EL INTERIOR	 VALVULA DE PIE
		TE ROSCADA NORMAL (Pase a través del Colector)	TE ROSCADA NORMAL (Pase Romal del Colector)	TE ROSCADA NORMAL (Pase Colector por el Romal)					
1/2"	0,20	0,20	0,76	0,56	0,18	0,70	0,26	0,40	7,50
3/4"	0,28	0,28	1,10	0,76	0,26	1,05	0,36	0,60	10,80
1"	0,40	0,40	1,30	1,05	0,37	1,50	0,52	0,80	14,85
1-1/4"	0,55	0,55	2,16	1,80	0,52	2,10	0,70	1,10	21,00
1-1/2"	0,70	0,70	2,60	1,90	0,60	2,50	0,90	1,40	25,60
2"	0,95	0,95	3,60	2,50	0,85	3,45	1,20	1,90	34,75
2-1/2"	1,15	1,15	4,45	3,10	1,03	4,90	1,50	2,35	43,30
3"	1,50	1,50	5,80	4,10	1,38	5,60	1,95	3,00	56,70
4"	2,10	2,10	8,10	5,70	1,90	7,90	2,70	4,30	79,25
5"	2,80	2,80	10,70	7,50	2,50	10,30	3,80	5,60	104,55
6"	3,45	3,45	13,30	9,40	3,10	12,75	4,45	7,00	128,55
8"	4,85	4,85	18,60	13,00	4,35	17,60	6,20	9,80	181,50
10"	6,00	6,00	23,00	16,10	5,40	22,10	7,70	12,10	224,95
12"	7,90	7,90	30,30	21,25	7,10	29,10	10,15	16,00	295,70
14"	8,60	8,60	33,00	23,20	7,75	31,70	10,10	17,40	322,80
16"	10,30	10,30	39,60	27,70	9,30	38,10	13,25	20,85	385,60



## Series EC-8 — 8.0 K-factor Extended Coverage (Light Hazard) Pendent and Recessed Pendent Sprinklers

### General Description

The Series EC-8 Extended Coverage Pendent Sprinklers are decorative glass bulb sprinklers designed for use in light hazard occupancies. They are intended for use in automatic sprinkler systems designed in accordance with standard installation rules (e.g., NFPA 13) for a maximum coverage area of 400 ft<sup>2</sup> (37,2 m<sup>2</sup>), as compared to the maximum coverage area of 225 ft<sup>2</sup> (20,6 m<sup>2</sup>) for standard coverage sprinklers used in light hazard occupancies.

The recessed version of the EC-8, intended for use in areas with a finished ceiling, uses either the two-piece Style 30 or 40 Recessed Escutcheon. The Style 30 Recessed Escutcheon provides up to 1/2 inch (12,7 mm) of total adjustment from the flush pendent position, whereas, the Style 40 provides 3/4 inch (19,1 mm) of vertical adjustment from the flush pendent position. The adjustment provided by the Recessed Escutcheons reduces the accuracy to which the fixed pipe drops to the sprinklers must be cut.

Corrosion resistant coatings, where applicable, are utilized to extend the life of copper alloy sprinklers beyond that which would otherwise be obtained when exposed to corrosive atmospheres. Although corrosion resis-

tant coated sprinklers have passed the standard corrosion tests of the applicable approval agencies, the testing is not representative of all possible corrosive atmospheres. Consequently, it is recommended that the end user be consulted with respect to the suitability of these corrosion resistant coatings for any given corrosive environment. The effects of ambient temperature, concentration of chemicals, and gas/chemical velocity, should be considered, as a minimum, along with the corrosive nature of the chemical to which the sprinklers will be exposed.

#### WARNINGS

*The Series EC-8 Extended Coverage Sprinklers described herein must be installed and maintained in compliance with this document, as well as with the applicable standards of the National Fire Protection Association, in addition to the standards of any other authorities having jurisdiction. Failure to do so may impair the performance of these devices.*

*The owner is responsible for maintaining their fire protection system and devices in proper operating condition. The installing contractor or sprinkler manufacturer should be contacted with any questions.*

### Model/Sprinkler Identification Number

**TY4232 - Pendent, 8.0K**

TY4232 is a redesignation for C4232.



### Technical Data

#### Approvals

UL and C-UL Listed. FM and NYC Approved. (Refer to Table A for complete approval information including corrosion resistant status. The approvals apply to the service conditions indicated in the Design Criteria section.)

#### Maximum Working Pressure

175 psi (12,1 bar)

#### Pipe Thread Connection

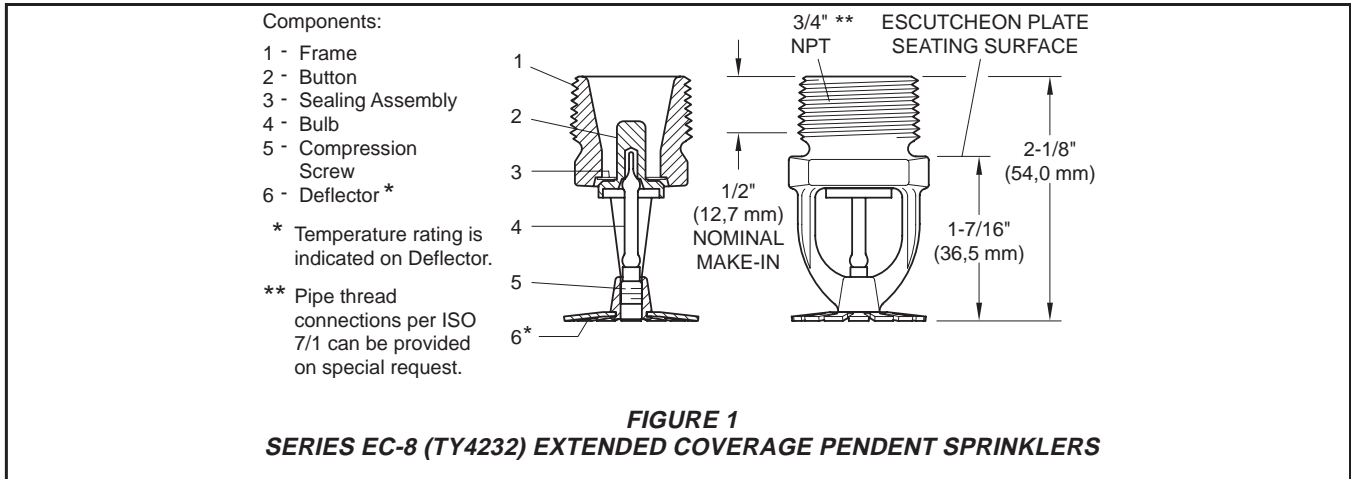
3/4 inch NPT

#### Discharge Coefficients

K = 8.0 GPM/psi<sup>1/2</sup>  
(115,2 LPM/bar<sup>1/2</sup>)

#### IMPORTANT

*Always refer to Technical Data Sheet TFP700 for the "INSTALLER WARNING" that provides cautions with respect to handling and installation of sprinkler systems and components. Improper handling and installation can permanently damage a sprinkler system or its components and cause the sprinkler to fail to operate in a fire situation or cause it to operate prematurely.*



HAZARD	TYPE	TEMP.	BULB LIQUID	SPRINKLER FINISH (See Note 4)		
				NATURAL BRASS	CHROME PLATED	WHITE* POLYESTER
<b>LIGHT</b> Refer to Table B for UL and C-UL Sensitivity Rating and Refer to Table C for FM Sensitivity Rating	PENDENT	135°F/57°C	Orange	1, 2, 3, 5		
		155°F/68°C	Red			
	REC. PENDENT w/ Style 30 Esc.	135°F/57°C	Orange	1, 2, 3, 5		
		155°F/68°C	Red			
	REC. PENDENT w/ Style 40 Esc.	135°F/57°C	Orange	1, 2, 5		
		155°F/68°C	Red			

**NOTES:**

1. Listed by Underwriters Laboratories, Inc. (UL).
  2. Listed by Underwriters Laboratories, Inc. for use in Canada (C-UL).
  3. Approved by Factory Mutual Research Corporation (FM).
  4. Where Polyester Coated Sprinklers are noted to be UL and C-UL Listed, the sprinklers are UL and C-UL Listed as Corrosion Resistant Sprinklers.
  5. Approved by the City of New York under MEA 113-04-E.
- \*Frame and Deflector only. Listings and approvals apply to color (Special Order).

**TABLE A**  
**LABORATORY LISTINGS AND APPROVALS**  
*(Refer to the Design Criteria Section)*

**Temperature Ratings**  
135°F/57°C and 155°F/68°C

**Finish**  
Sprinkler: Refer to Table A  
Recessed Escutcheon: White Coated, Chrome Plated, and Brass Plated

**Physical Characteristics**  
 Frame . . . . . Bronze  
 Button . . . . . Bronze  
 Sealing Assembly . . . . . Beryllium Nickel w/Teflon†  
 Bulb . . . . . Glass (3 mm dia.)  
 Compression Screw . . . . .  
 Deflector . . . . . Bronze  
 Deflector . . . . . Brass

† Registered trademark of DuPont

## Operation

The glass bulb contains a fluid that expands when exposed to heat. When the rated temperature is reached, the fluid expands sufficiently to shatter the glass bulb, allowing the sprinkler to activate and flow water.

## Design Criteria

The Series EC-8 Extended Coverage Pendent Sprinklers must only be installed in accordance with the applicable UL and C-UL Listing or FM Approval requirements as indicated below. Only the Style 30 or 40 Recessed Escutcheon is to be used for

recessed installation, as applicable (Ref. Table A, B, and C).

### UL and C-UL Listing Requirements

1. The Series EC-8 Sprinklers may be used for the coverage areas shown in Table D, based on maintaining the minimum specified flow rate as a function of coverage area and hazard group for all of the sprinklers in the design area.
2. With respect to heat sensitivity, the Series EC-8 Sprinklers can be used with unobstructed construction consisting of flat, smooth ceilings (including bar joists) with a maximum pitch of one in six as defined and permitted by NFPA 13.
3. The minimum allowable spacing be-

		135°F	155°F
AREA	STYLE		
16 x 16	Pendent	QR	QR
16 x 16	Style 30 Recessed	QR	QR
16 x 16	Style 40 Recessed	QR	QR
18 x 18	Pendent	QR	QR
18 x 18	Style 30 Recessed	QR	SR
18 x 18	Style 40 Recessed	QR	SR
20 x 20	Pendent	QR	SR
20 x 20	Style 30 Recessed	QR	SR
20 x 20	Style 40 Recessed	SR	SR

QR: Quick Response  
 SR: Standard Response  
 N/A: Not Applicable

**TABLE B**  
**SENSITIVITY RATING FOR UL AND C-UL LISTING**  
**OF SERIES EC-8 SPRINKLERS**

		135°F	155°F
AREA	STYLE		
16 x 16	Pendent	QR	QR
16 x 16	Style 30 Recessed	QR	N/A
16 x 16	Style 40 Recessed	N/A	N/A
18 x 18	Pendent	QR	QR
18 x 18	Style 30 Recessed	QR	N/A
18 x 18	Style 30 Recessed	N/A	N/A
20 x 20	Pendent	QR	QR
20 x 20	Style 30 Recessed	QR	N/A
20 x 20	Style 40 Recessed	N/A	N/A

QR: Quick Response  
 SR: Standard Response  
 N/A: Not Applicable

**TABLE C**  
**SENSITIVITY RATING FOR FM APPROVAL**  
**OF SERIES EC-8 SPRINKLERS**

## Installation

The Series EC-8 Sprinklers must be installed in accordance with the following instructions:

### NOTES

*Do not install any bulb type sprinkler if the bulb is cracked or there is a loss of liquid from the bulb. With the sprinkler held horizontally, a small air bubble should be present. The diameter of the air bubble is approximately 1/16 inch (1,6 mm).*

*A leak tight 3/4 inch NPT sprinkler joint should be obtained with a torque of 10 to 20 ft.lbs. (13,4 to 26,8 Nm). A maximum of 30 ft.lbs. (40,7 Nm) of torque is to be used to install sprinklers. Higher levels of torque may distort the sprinkler inlet with consequent leakage or impairment of the sprinkler.*

*Do not attempt to compensate for insufficient adjustment of an Escutcheon Plate by under- or over-tightening the Sprinkler. Readjust the position of the sprinkler fitting to suit.*

**Step 1.** The sprinkler must be installed with the deflector parallel to the mounting surface. Pendent sprinklers must be installed in the pendent position.

**Step 2.** After installing the Style 30 or 40 mounting plate (or other escutcheon, as applicable) over the sprinkler pipe threads, and with pipe thread sealant applied to the pipe threads, hand tighten the sprinkler into the sprinkler fitting.

**Step 3.** Wrench tighten pendent sprinklers using only the W-Type 3 (End A) Sprinkler Wrench. Wrench tighten the recessed pendent sprinklers using only the W-Type 4 Sprinkler Wrench. The wrench recess of the applicable sprinkler wrench (Ref. Figure 4 and 5) is to be applied to the sprinkler wrench flats (Ref. Figure 1).

tween the Series EC-8 Sprinklers, to prevent cold soldering, is 8 feet (2,4 m).

- The Series EC-8 Sprinklers are to be installed in accordance with all other requirements of NFPA 13 for extended coverage pendent sprinklers.

### FM Approval Requirements

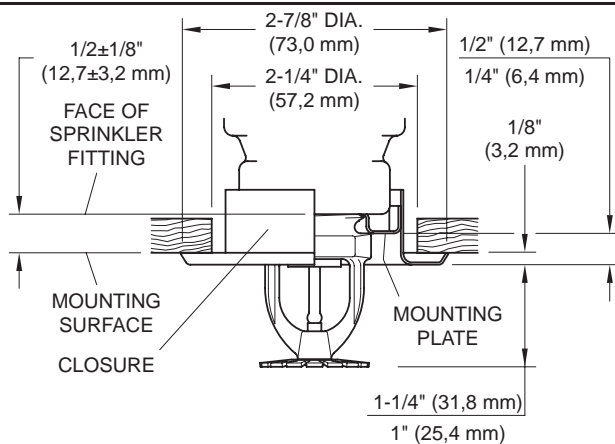
The Series EC-8 Extended Coverage Sprinklers are to be installed in accordance with the applicable Factory Mutual Loss Prevention Data Sheet. Information provided in the FM Loss Prevention Data Sheets relate to, but are not limited to, hydraulic design, ceiling slope and obstructions, minimum and maximum allowable spacing, and deflector-to ceiling distance.



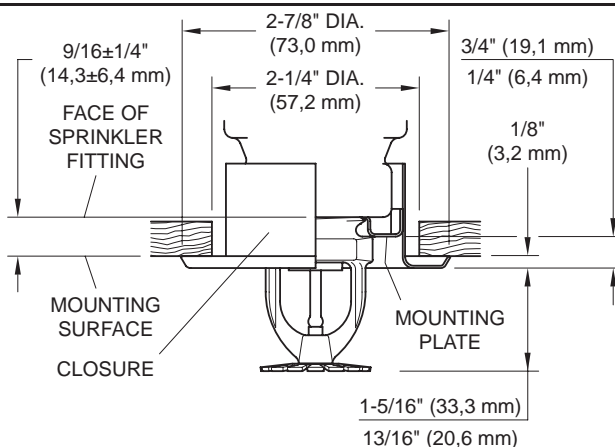
DESCRIPTION	AREA	GPM	PSI
TY4232 (K=8.0) PENDENT	16 x 16	26	10.6
	18 x 18	33	17.0
	20 x 20	40	25.0

1 ft. = 0.3048 m  
 1 ft<sup>2</sup> = 0.093 m<sup>2</sup>  
 1 gpm = 3.785 lpm  
 1 psi = 0.06895 bar  
 1 gpm/ft<sup>2</sup> = 40.74 mm/min

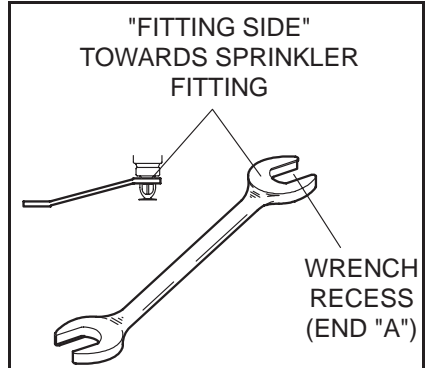
**TABLE D**  
**FLOW CRITERIA FOR UL AND C-UL LISTING**  
**OF SERIES EC-8 SPRINKLERS**



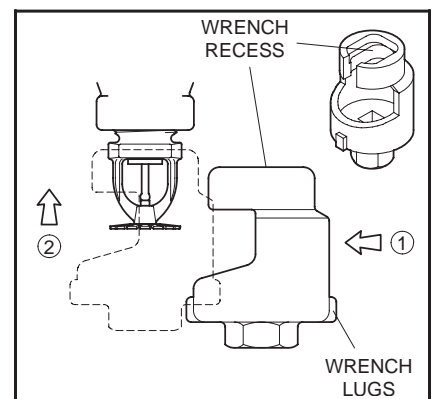
**FIGURE 2**  
**SERIES EC-8 RECESSED PENDENT SPRINKLER ASSEMBLY**  
**WITH TWO-PIECE 1/2 INCH TOTAL ADJUSTMENT**  
**STYLE 30 RECESSED ESCUTCHEON**



**FIGURE 3**  
**SERIES EC-8 RECESSED PENDENT SPRINKLER ASSEMBLY**  
**WITH TWO-PIECE 3/4 INCH TOTAL ADJUSTMENT**  
**STYLE 40 RECESSED ESCUTCHEON**



**FIGURE 4**  
**W-TYPE 3 SPRINKLER**  
**WRENCH**



**FIGURE 5**  
**W-TYPE 4 RECESSED**  
**SPRINKLER WRENCH**

## Care and Maintenance

The Series EC-8 Sprinklers must be maintained and serviced in accordance with the following instructions:

**NOTE**

*Before closing a fire protection system main control valve for maintenance work on the fire protection system that it controls, permission to shut down the affected fire protection systems must be obtained from the proper authorities and all personnel who may be affected by this action must be notified.*

Sprinklers that are found to be leaking or exhibiting visible signs of corrosion must be replaced.

Automatic sprinklers must never be painted, plated, coated, or otherwise altered after leaving the factory. Modified sprinklers must be replaced. Sprinklers that have been exposed to

corrosive products of combustion, but have not operated, should be replaced if they cannot be completely cleaned by wiping the sprinkler with a cloth or by brushing it with a soft bristle brush.

Care must be exercised to avoid damage to the sprinklers - before, during, and after installation. Sprinklers damaged by dropping, striking, wrench twist/slippage, or the like, must be replaced. Also, replace any sprinkler that has a cracked bulb or that has lost liquid from its bulb. (Ref. Installation Section).

Frequent visual inspections are recommended to be initially performed for corrosion resistant coated sprinklers, after the installation has been completed, to verify the integrity of the corrosion resistant coating. Thereafter, annual inspections per NFPA 25 should suffice; however, instead of inspecting from the floor level, a random sampling of close-up visual inspections should be made, so as to better determine the exact sprinkler condition and the long term integrity of the corrosion resistant coating, as it may be affected by the corrosive conditions present.

The owner is responsible for the inspection, testing, and maintenance of their fire protection system and devices in compliance with this document, as well as with the applicable standards of the National Fire Protection Association (e.g., NFPA 25), in addition to the standards of any other authorities having jurisdiction. The installing contractor or sprinkler manufacturer should be contacted relative to any questions.

It is recommended that automatic sprinkler systems be inspected, tested, and maintained by a qualified Inspection Service in accordance with local requirements and/or national codes.

## Limited Warranty

Products manufactured by Tyco Fire Products are warranted solely to the original Buyer for ten (10) years against defects in material and workmanship when paid for and properly installed and maintained under normal use and service. This warranty will expire ten (10) years from date of shipment by Tyco Fire Products. No warranty is given for products or components manufactured by companies not affiliated by ownership with Tyco Fire Products or for products and components which have been subject to misuse, improper installation, corrosion, or which have not been installed, maintained, modified or repaired in accordance with applicable Standards of the National Fire Protection Association, and/or the standards of any other Authorities Having Jurisdiction. Materials found by Tyco Fire Products to be defective shall be either repaired or replaced, at Tyco Fire Products' sole option. Tyco Fire Products neither assumes, nor authorizes any person to assume for it, any other obligation in connection with the sale of products or parts of products. Tyco Fire Products shall not be responsible for sprinkler system design errors or inaccurate or incomplete information supplied by Buyer or Buyer's representatives.

IN NO EVENT SHALL TYCO FIRE PRODUCTS BE LIABLE, IN CONTRACT, TORT, STRICT LIABILITY OR UNDER ANY OTHER LEGAL THEORY, FOR INCIDENTAL, INDIRECT, SPECIAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LABOR CHARGES, REGARDLESS OF WHETHER TYCO FIRE PRODUCTS WAS INFORMED ABOUT THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES, AND IN NO EVENT SHALL TYCO FIRE PRODUCTS' LIABILITY EXCEED AN AMOUNT EQUAL TO THE SALES PRICE.

**THE FOREGOING WARRANTY IS MADE IN LIEU OF ANY AND ALL OTHER WARRANTIES EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.**

## Ordering Procedure

When placing an order, indicate the full product name. Please specify the Sprinkler Identification Number (SIN), quantity, and temperature rating. Refer to the Price List for complete listing of Part Numbers.

Contact your local distributor for availability.

### Sprinkler Assemblies with NPT Thread Connections:

Specify: TY4232, (specify temperature rating), Extended Coverage Pendent Sprinkler with (specify finish), P/N (specify).

#### 135°F/57°C

Natural Brass	PSN 50-801-1-135
White Coated	PSN 50-801-4-135
White (RAL9010)*	PSN 50-801-3-135
Chrome Plated	PSN 50-801-9-135

#### 155°F/68°C

Natural Brass	PSN 50-801-1-155
White Coated	PSN 50-801-4-155
White (RAL9010)*	PSN 50-801-3-155
Chrome Plated	PSN 50-801-9-155

\*Eastern Hemisphere sales only.

### Recessed Escutcheon:

Specify: Style (30 or 40) Recessed Escutcheon with (specify finish), P/N (specify).

#### Style 30 Recessed Escutcheon

Chrome Plated	PSN 56-705-9-011
White Color Coated	PSN 56-705-4-011
White (RAL9010)*	PSN 56-705-3-011
Brass Plated	PSN 56-705-2-011

#### Style 40 Recessed Escutcheon

Chrome Plated	PSN 56-700-9-010
White Color Coated	PSN 56-700-4-010
White (RAL9010)*	PSN 56-700-3-010
Brass Plated	PSN 56-700-2-010

\*Eastern Hemisphere sales only.

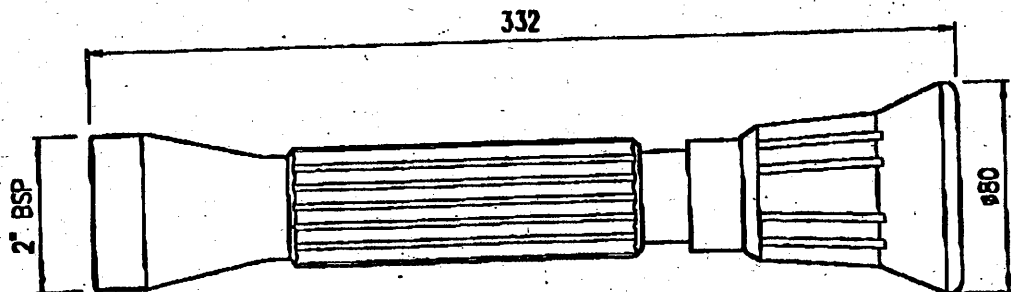
### Sprinkler Wrench:

Specify: W-Type 3 Sprinkler Wrench, P/N 56-895-1-001

Specify: W-Type 4 Recessed Sprinkler Wrench, P/N 56-875-4-001



The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



TYPE	EDP NO.
V12	565622
V16	565630
V20	565648

NOZZLE CAPACITY

	WORKING PRESSURE BAR	CAPACITY			THROWING DISTANCE M		
		L/MN					
		V12	V16	V20	V12	V16	V20
JET	2	134	205	252	22	26	27
	4	190	291	360	29	32	33
	6	233	356	442	32	34	37
	8	269	412	511	35	37	42
	10	302	462	576	37	40	43
FOG	30°	195	310	380	15	15	15
	60°	6	245	340	14	14	15
	90°		325	405	13	13	14
	30°		280	425	16	18	13
	60°	10	360	485	15	17	19
	90°		400	550	14	16	18

MATERIAL : CHROME PLATED BRASS,  
RUBBER COATING, LUBRICATED  
WITH SILICONE OIL

TEST PRESSURE : 25 BAR

WEIGHT : 1.6 KG

KYOCERA LASERSERIES

EDP NO. <b>SEE TABLE</b>	00	Drawn by/date <i>SL</i> 30.01.92	ORIGINAL	Drawn by/date I.L.S. 30.01.92	System <b>UNITOR PORTABLE FIRE FIGHTING SYSTEM</b>	Component <b>UNIFIRE JET/FOG NOZZLE</b>	DATA SHEET	
		Issued by/date <i>SL</i> 30.01.92		Issued by/date S.L. 30.01.92				Data sheet no. <b>29-11-001</b>
		Approved by/date <i>SL</i> 30.01.92		Approved by/date J.T.A. 30.01.92				

**UNITOR**

07/09 '94 11:09

55564622

UNITOR MADRID

002/002

## **8. BIBLIOGRAFIA**

## **8. BIBLIOGRAFIA**

- Det Norske Veritas, Rules for Ships 2005.
- NPD (Supplementary Requirements of Norwegian Petroleum Directorate) 2005.
- NMD (Norwegian Maritime Directorate) 2005.
- SOLAS (Convenio Internacional de la Seguridad de la Vida en el Mar) 2005.
- Archivos del Departamento de Ingeniería de IZAR, Factoría de Puerto Real.
- “Técnicas, sistemas y organización de prevención, protección y lucha contra incendios en los buques” Richard Mari Sagarra, Enrique González Pino.
- “Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas” José Agüera Soriano.
- “Marine Engineering Practice, Part 5, Fire Fighting Equipment and Its Use In Ships” The Institute Of Marine Engineers.
- “Equipos y Servicios” E.U.I.T. Naval, Prof. D. Rafael González Linares, Prof. D. José Jiménez Escribano, Prof. D. Ricardo Miguel De La Villa.
- Apuntes de la asignatura “Sistemas Auxiliares del Buque” Prof. D. Rafael González Tirado.
- Apuntes de la asignatura “Mecánica de fluidos” Prof. D. Francisco Javier Vicario Llerena.
- Documentación “Sprinkler System” de la TR39 “LB4000” de IZAR Carenas Cádiz.
- “Tanker Operations”. A handbook for the Ship’s Officer. 3º edición. G.S. Marton.
- “Transporte de fluidos por tuberías” Juan Ramón Estébanez. Editorial Labor.
- “Lavado con crudo y empleo del gas inerte en los petroleros”. Angel Moreno Isaac.
- “Manual del Buque Tanque”. Eduardo Puertolas Gorina. (Colegio de Oficiales de la Marina Mercante).
- “Tuberías Industriales. Diseño, selección, cálculo y accesorios.” D.N.W. Kentish.

