

REMOLCADOR DE PUERTO Y DE ALTURA. PROPULSIÓN DUAL.  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
UNIVERSIDAD DE A CORUÑA



PROYECTO FIN DE GRADO 2015/2016. NÚMERO 16-11 P  
GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL  
BUQUE



CUADERNO 7: DISPOSICIÓN GENERAL

ALUMNO: DAVID DOPICO SAAVEDRA  
TUTOR: RAÚL VILLA CARO



**DEPARTAMENTO DE ENXEÑERÍA NAVAL E OCEÁNICA**

**GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE**

*CURSO 2.015-2016*

**PROYECTO NÚMERO 16-11 P**

**TIPO DE BUQUE:** BUQUE REMOLCADOR DE PUERTO Y DE ALTURA. PROPULSION DUAL

**CLASIFICACION, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACION:** LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING, Solas, Marpol y reglamentación estándar.

**CARACTERISTICAS DEL BUQUE:** Buque remolcador de altura y salvamento. 85 t. de tracción a punto fijo.

**VELOCIDAD Y AUTONOMIA:** 12,5 nudos a máxima velocidad alcanzable y autonomía de 3.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Maquinillas de remolque y los específicos y normales en este tipo de buque.

**PROPULSION:** Diesel Dual MDO/LNG.

**TRIPULACION Y PASAJE:** 8 Personas.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Equipos para extinción de incendios, salvamento y lucha contra la contaminación.

**ALUMNO:** David Dopico Saavedra

13 de Marzo de 2016

## **Índice**

1. Introducción.....	3
2. Normativa a tener en cuenta en la habilitación.....	4
3. Descripción de los accesos.....	8
4. Descripción de las cubiertas.....	10
4.1 Cubierta principal .....	10
4.2 Cubierta superior y de botes .....	12
4.3 Cubierta del Puente de Gobierno. ....	14
4.4 Cubierta del techo del puente de gobierno. ....	15
4.5 Cubierta de doble fondo .....	15
ANEXO I: Planos de la disposición general.....	23

## **1. Introducción.**

En este cuaderno se presentará la disposición general del buque. Para su realización, debido a las características especiales que requiere la propulsión dual, se ha utilizado como referencia básica el buque remolcador “Borgoy” y se ha tenido en cuenta las reglas de la sociedad de clasificación Lloyd’s Register.

En esta disposición general se definen las distintas cubiertas del buque y el uso para el que están diseñadas.

Las características finales del buque proyectado son:

TPF	Eslora total	Lpp	Manga	Puntal	Calado
85 t	35,6 m	31,5 m	12,75 m	5,62 m	4,7 m

Las correspondientes modificaciones y adaptaciones sobre la disposición general del buque base, están condicionadas principalmente por:

- Sistema de propulsión azimutal y propulsión Dual LNG-MDO
- Alojamiento para 8 personas
- Autonomía para 3000 millas a la velocidad de servicio
- Tanques de combustible LNG
- Acceso y maniobrabilidad en las distintas zonas

## **2. Normativa a tener en cuenta en la habilitación.**

Antes de proceder a la descripción de la disposición de las cubiertas, se enumeran las principales normas y requisitos que hemos debido tener en cuenta al disponer los espacios de habilitación y cumplir el Convenio ILO del 2006:

- Los espacios de habilitación, no se deben encontrar en el primer 5% de la eslora total del buque.
- Los espacios dedicados a la habilitación estarán separados perfectamente de los espacios de carga y máquinas. No deberá haber ninguna abertura directa que comunique los dormitorios con los espacios de carga y de máquinas, cocinas, pañoles, tendederos o instalaciones sanitarias comunes; las partes de los mamparos que separen estos lugares de los dormitorios y los mamparos exteriores estarán debidamente construidas con acero con cualquier otro material aprobado, estanco al agua y al gas.
- Se emplearán materiales ignífugos, en especial en las escalas y accesos.
- Las zonas de habilitación estarán perfectamente aisladas del ruido, calor, olor y condensaciones.
- La altura mínima de los espacios de habilitación debe ser de 2,03 m. Es otra de las partes importantes del Convenio.

En el caso del buque proyecto, las alturas entre cubiertas del tronco habilitación es de 2,500 metros, excepto en el puente, que es de 2,850 metros, dejando un margen para las instalaciones necesarias 0,400 m, por lo quedan en realidad una altura de 2,1 y 2,45 metros respectivamente.

- Los camarotes de la tripulación deberán estar situados por encima de la línea de máxima carga.

Aunque en disposiciones generales de remolcadores antiguos era normal ver los camarotes bajo la cubierta principal, ahora ya nos es posible, por lo que en

nuestro buque hemos situado los camarotes en la superestructura para así cumplir totalmente el Convenio

- Las dimensiones interiores mínimas de toda litera deberán ser como mínimo de 198 por 80 centímetros, y en caso de las literas superpuestas, la litera inferior no debería estar colocada a menos de 30 centímetros del suelo; la litera superior debería estar colocada aproximadamente a media distancia del fondo de la litera inferior y la cara inferior de las vigas del techo.

En nuestro caso las literas serán de 200x100 cm, se dispondrán las literas inferiores a una distancia respecto del suelo de 50 cm, y la litera superior estará dispuesta a una altura de 1,25 metros.

- Los camarotes dobles deben tener una superficie mínima de 7 metros cuadrados y los dormitorios individuales tendrán una superficie mínima de 7,5 metros cuadrados.

Pues bien, en este sentido, los dos camarotes que serán individuales y simétricos, y que están destinados al capitán del buque y al jefe de máquinas, tendrán una superficie total de 16,4 m<sup>2</sup>. Por su parte, los camarotes dobles, que estarán destinados para los dos oficiales y para los cuatro marineros que completan la tripulación tendrán una superficie de 15,05 m<sup>2</sup> dos de ellos y de 10,57 m<sup>2</sup> el tercero.

- Todos los camarotes deben contar con un asiento, un escritorio y un armario amplio de 500 litros.

En este sentido, cada camarote tendrá una cama o dos camas según el caso, una mesa de escritorio, sillón y sillón de escritorio, un armario de 1000 litros de capacidad, estanterías y cuarto de baño propio, el cual cuenta con ducha, lavabo con encimera y váter. Los camarotes individuales contarán además con televisión.

- Los camarotes y el comedor deberán estar iluminados con luz natural y provistos de luz artificial apropiada.

- En lo que atañe a los requisitos sobre enfermería, los buques que lleven 15 o más marinos a bordo y que efectúen viajes de más de tres días deberán disponer de una enfermería independiente que se utilice exclusivamente con fines médicos.

Aunque no es necesario debido a las características de este remolcador, se dispondrá de una enfermería en el buque, pero en este caso con la intención de ofrecer un mejor apoyo a aquellas personas que deban ser atendidas en las tareas de salvamento que pueda efectuar el buque. Dicha enfermería se encuentra integrada en la estructura del tronco de habilitación y se trata del local de babor más cercano a la cubierta de trabajo.

- El comedor debe estar ubicado próximo a la cocina. Estará equipado con el número de asientos necesarios para que coman a la vez toda la tripulación.
- Para su ventilación, todos los espacios de aseo deberán tener una abertura directa al exterior.
- Se proporcionará un sistema de calefacción adecuado.
- La temperatura mínima de los espacios de habilitación será de 21°C.
- Se deberán poner a disposición servicios de lavandería convenientemente situados y amueblados.

En nuestro buque, el local destinado a lavandería se dispondrá en la parte del tronco de habilitación situado en la cubierta superior y de botes, y contará con lavadoras, secadoras, y tendederos.

- Debe haber al menos un lavabo, un wc y una ducha por cada 6 tripulantes.  
En este aspecto, cada camarote contará con su propio cuarto de baño de uso exclusivo para los que estén alojados en dichos camarotes. Además, en la parte del tronco de habilitación situado en la cubierta superior y de botes, tal y como

se puede observar en el plano de disposición general, se dispondrá un aseo común. De este modo la habitación diseñada para este buque cumple satisfactoriamente los criterios de la ILO.

Tanto los pasillos de alojamientos, como los de comedor, cumplen las siguientes condiciones mínimas:

- Anchura de los pasillos principales para servicios de alojamiento: 1 m.
- Altura de los techos, sin obstrucciones en las zonas de paso: 2,1 m.



### **3. Descripción de los accesos**

Los elementos que se incluyen en el servicio de accesos son:

- Escalas:

Están instaladas en las escotillas, y serán fácilmente desmontables para optimizar las descargas de material y equipos. Se colocarán pasamanos en cada una de ellas, sobre las cubiertas de intemperie y las que conduzcan a ellas, y en todas las escalas inclinadas interiores. El material de estas escalas será ignífugo, y los peldaños estarán revestidos de material antideslizante.

- Puertas, escotillas y tapas de registro:

Se construirán y proyectarán todas las puertas, escotillas y tapas así como sus respectivas marcas y brazolas en función de la normativa N.A.E., que es la que regula los tamaños, tipos, herrajes, accesorios, etc, de las puertas estructurales, escotillas y tapas de registro, con objeto de facilitar reparaciones, cambios de frisas y necesidades de respeto. Se proveerá cada cierre con los medios necesarios para evitar que se golpeen, de forma que sean lo más ligeras posible y compatibles con las necesidades de estanqueidad y rigidez.

Las puertas de acceso entre los espacios de acomodación, tendrán un ancho superior a 600 mm. De igual modo sucederá con las zonas de aseo.

En este aspecto, todas las puertas dentro de los espacios de habilitación tendrán una anchura de 700 mm. Las puertas de acceso a los espacios situados en la cubierta principal deberán ser estancos al agua y también serán estancos las puertas situadas en los mamparos estancos de subdivisión, todas ellas con un ancho superior a 600 mm. Estas serán de accionamiento hidráulico con control local y control remoto en el puente.

Por encima de la cubierta principal, las puertas serán estancas a la intemperie. Las bisagras de las puertas estarán situadas en la parte de proa de las mismas, de forma que el viento y los golpes de mar tiendan a cerrarlas.

Las tapas de escotillas de acceso serán de acero, con trincas y frisas flexibles.

Las brazolas deberán cumplir con los requerimientos de las reglas del Lloyd's, fijándose su altura en 600 mm.

Finalmente, el acceso a los tanques y espacios secos, se hará a través de pasos de hombre que tendrán una abertura con un diámetro de 600 mm, siendo el mínimo aceptado por la norma de 500 mm.

## **4. Descripción de las cubiertas**

### **4.1 Cubierta principal**

Cuenta con la zona de trabajo donde están colocados los equipos necesarios para las operaciones de remolque, atraque y fondeo tales como el chigre, molinetes, anclas, estachas, bitas... Sobre esta cubierta tenemos también la caseta de habilitación.

- Equipos de remolque y fondeo.

A popa de la superestructura, se encuentra la cubierta de trabajo, que cuenta con todo el equipo relacionado con las operaciones del buque:

- Guía para el cabo de remolque
- Chigre de remolque
- Poste de reenvío
- Guía de retorno
- Gancho

A proa de la superestructura, podemos encontrar:

- Maquinilla de remolque
- Molinete de anclas
- Cabirón

Distribuido a lo largo de la eslora del buque están dispuestas las distintas bitas y estachas para el fondeo y amarre del buque.

Se dispondrá también de una amurada en todo el contorno del buque de un metro de alto, la altura suficiente para evitar contactos con el casco de otros buques durante operaciones de remolque, y para aprobar la normativa impuesta del Lloyd's de tener una

altura no inferior a un metro y contar con sistemas de desagüe.

Para cumplir también la normativa del Lloyd's Register of Shipping, se dispondrá de defensas en los costados del buque a nivel de cubierta y alrededor de todo el contorno de proa y popa, compuestas de caucho y adosadas al casco mediante pletinas de acero soldadas a este, en las que se atornillará mediante pernos galvanizados. Utilizaremos dos tipos de defensas:

- De 400x400 mm y tipo Keyhole serán las de costado.
- Las de proa y popa que serán de 550x550mm de tipo D o cuadrada.

- **Habilitación:**

En la cubierta principal se encuentra el tronco de la habitación, que contará con los siguientes espacios:

- **Camarotes:** Al contar con 8 tripulantes, se han dispuesto en un capitán, un jefe de máquinas, dos oficiales y cuatro marineros. En esta cubierta habrá 4 camarotes, 2 individuales para el capitán y el jefe de máquinas, y dobles para los dos oficiales y dos de los marineros. Todos los camarotes cuentan con baño propio, mesa de escritorio, sillón y un armario de por lo menos 100 litros de capacidad, y en el caso de los individuales también televisión.

- **Salón-comedor:** Al ser un buque relativamente pequeño y con poca tripulación, contará con un único comedor para toda la tripulación, con una mesa amplia con espacio para todos los tripulantes como recoge la normativa. También se incluirán 3 sofás con espacio para los 8 tripulantes, así como una televisión y una estantería.

- **Gambuza:** se dispondrá de una pequeña gambuza para almacenamiento.

- Cocina: Se ha colocado la cocina justo próxima al comedor, para facilitar los movimientos y cumplir la normativa, equipada con todo lo necesario.

- Guardacalor:

Se dispondrán dos guardacalores situados a ambas bandas del buque e integradas en el tronco de habilitación, que permitirán dar salida a los gases de escape de los motores de la cámara de máquinas a través de unas chimeneas lo suficientemente altas para evitar la pérdida de visibilidad desde el puente de mando.

- Locales para los elementos contraincendios y de lucha contra la contaminación:

Para cumplir la normativa SOLAS y obtener el rango de clase FiFi I de la Sociedad de Clasificación, se incluirán un local para los equipos de bombero y un local para los sistemas de agua nebulizada. También se dispondrá de una zona a popa de la cubierta de trabajo, con todos los equipos de lucha contra la contaminación como skimmers y barreras anicontaminación.

- Local para el generador de emergencia:

Simétrico y en paralelo al local del agua nebulizada, se contará con un local específico para el generador de emergencia, de forma que se encuentre separado de la cámara de máquinas, y por tanto se cumpla la normativa.

- Escotillas:

Se colocan tres escotillas estancas de 1000x1000x1000 mm alineadas en la zona de popa del buque, que dan acceso a los dos paños de babor y estribor y el tanque de recogida de vertidos oleaginosos.

#### 4.2 Cubierta superior y de botes

Se accede ya sea desde el exterior a través de las escalas situadas en la cubierta principal y en la cubierta del puente de gobierno, o bien desde el interior a través de los accesos en el tronco de la habitación. Dentro de esta cubierta podemos encontrar:

- Grúas:

Como equipo de carga y descarga de los diversos elementos en la cubierta de trabajo: el bote de rescate, los equipos de lucha contra la contaminación, pequeñas cargas que se deban introducir a bordo...

Serán dos grúas plegables de la marca Sealand Marine-Amco Veba, modelo VR 36 M – 2S que nos permite una elevación máxima de 10290 kg a una distancia de 2,5 m, y operar a una distancia máxima de 10,5 m.

- Bote de rescate:

La cubierta de botes se halla delimitada por una barandilla abierta por un lado para permitir el acceso por el exterior desde la cubierta principal por medio de una escalera. La cubierta de botes cuenta con un mecanismo de zafa hidrostática a ambos costados donde se dispondrá el bote salvavidas.

Escogemos un bote de rescate modelo 470 GRP1 de la marca Viking con capacidad de 5+1 personas para el cumplimiento de las instrucciones del SOLAS.

- Habitación:

La parte de habitación en esta cubierta consta de:

- Camarotes: Hemos dispuesto el camarote individual del capitán en esta cubierta, equipado de la misma forma que el del jefe de máquinas indicado en la cubierta principal.

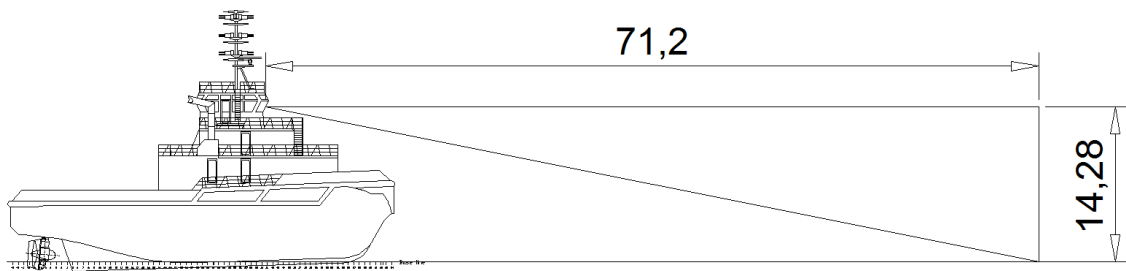
- Sala de reuniones: local destinado a las diversas reuniones de trabajo que deba hacer la tripulación.
- Lavandería: local destinado a contener los equipos necesarios para el lavado y secado de las prensa de la tripulación.
- Aseo común: cuenta con tres váteres y dos lavabos destinados al uso común de la tripulación.

### 4.3 Cubierta del Puente de Gobierno.

Se accede solamente desde el exterior mediante las tres escalas situadas dos a popa y una a proa. El puente de gobierno se caracteriza por:

- Tener una visibilidad de 360° mediante unos grandes ventanales inclinados y con portillos acristalados en el techo, para evitar el deslumbramiento y permitir la visión con gran elevación respectivamente.
- Un control altamente automatizado, que minimiza el número de tareas necesarias para llevar a cabo las operaciones.

La visión de la superficie del mar desde el puesto de mando no podrá permanecer oculta más de 500 metros o 2 esloras (la distancia menor), delante de proa y a 10° a cada lado y para cualquier condición de calado, trimado y carga en cubierta. En el caso de nuestro buque, con una distancia de 2 esloras de 71,2 metros, podemos observar en el siguiente esquema que lo cumple perfectamente.



#### 4.4 Cubierta del techo del puente de gobierno.

Se accede mediante dos escalas situadas en el exterior de la cubierta de puente de gobierno, una a cada banda.

En ella se encuentran, los equipos auxiliares de ayuda a la navegación y comunicaciones, los monitores del sistema FiFi I contraincendios y el palo de luces, y fijada a este, una plataforma de soporte para las antenas de radar.

#### 4.5 Cubierta de doble fondo

En este apartado incluiremos no solo los tanques situados dentro del doble fondo, sino que también aprovecharemos para describir todos los locales, compartimentos y tanques situados por debajo de la cubierta principal.

En cuanto a locales y compartimentos, se tienen seis mamparos estancos, por lo que dispondremos de siete compartimentos estancos que hemos dispuesto de la siguiente manera de popa a proa:

- Pique de popa:

Situado justo antes del local de los propulsores y con una eslora de 1,23 metros.



- Local de los propulsores:

Acoge todos los equipos para el funcionamiento de los propulsores acimutales.

- Pañoles a estribor y babor de popa:

Situados uno a cada banda, están destinados al almacenamiento de distintos tipos de pertrechos, además de permitir la entrada y salida de elementos de la cámara de máquinas y local de los propulsores, al estar en contacto con ambos locales.

- Cámara de máquinas:

Abarcará toda la zona central del buque y en ella se situarán tanto todos los equipos de la maquinaria propulsora, auxiliar, y la demás restante, como la mayor parte de los tanques que llevará el buque, situados en el doble fondo y en los costados.

Para de determinar su altura cumpliendo con la normativa de la Sociedad de Clasificación Lloyd's Register of Shipping, fijamos la altura del doble fondo escogiendo la altura mínima de vagra central como la mayor de estas tres opciones:

5.  $dDB = 28 \cdot B + 205 \text{ mm} = 562 \text{ mm}$

6.  $dDB = 50 \cdot B \text{ mm} = 637,5 \text{ mm}$

7. 760 mm

Vemos que la tercera opción es la más restrictiva, por lo que la altura de la vagra central no podrá ser inferior nunca a 760 mm. Teniendo en cuenta esto, y la curvatura longitudinal a lo largo de la cámara de máquinas, que nos hará variar el doble fondo según la eslora, emplearemos dos alturas diferenciadas para el doble fondo, una primera en la zona más a popa de 2,35 metros desde la línea de base, y una de 1,65 metros para el resto de la cámara de máquinas.

La eslora total de la cámara de máquinas serán 14 metros.

- Local de los tanques de LNG.

Dispondrá de los tanques LNG y de todos los sistemas y equipos para su utilización y suministro a los motores. Tal como indica la normativa, se encuentra aislado de los demás locales por dos cofferdam de 600 mm.

El doble fondo se situará a una altura de 2 metros, variando con la eslora debido a la curvatura longitudinal, para cumplir también la normativa de almacenamiento de LNG.

- Pañol de proa.

Servirá tanto como para almacenar pertrechos como de pequeño taller, contando con todos los aparatos eléctricos necesarios para el mantenimiento del buque.

Las planchas de doble fondo se encuentran a una altura de 3 metros, quedando debajo el local de la hélice de proa.

- Pique de proa.

Situado a proa del pañol de proa, con una eslora de 3 metros, en este local va colocada también la caja de cadenas.

En cuanto a los tanques a bordo de nuestro buque, los hemos dispuesto de forma simétrica a cada banda, buscando una compartimentación máxima para minimizar el efecto de las superficies libres, e incluyendo registros estancos para facilitar el acceso a ellos. Podemos encontrar los siguientes tanques:

- Tanques de LNG.

Para alojar los 70 m<sup>3</sup> de LNG que hemos calculado para suministrar un alrededor del 25% de la autonomía total, hemos optado por utilizar dos tanques cilíndricos en vertical, aprovechando al máximo el puntal, debido a que la norma nos restringe el espacio en cuanto a la manga del buque, debiendo de disponer de un espacio de un quinto de la

manga, medido perpendicularmente desde el costado del buque al tanque de LNG.

Para cumplir con el Lloyd's Register, debemos de utilizar tanques de tipo independiente o de tipo membrana. De acuerdo a esta normativa también, estos tanques podrán ir llenos a un 98% de su capacidad como máximo, de modo que la capacidad de los tanques será de al menos 71,43 m<sup>3</sup>. Los tanques tendrán por tanto una altura de 4,3 metros, y un radio de 1,63 metros, dándonos una capacidad de 71,78 m<sup>3</sup> y estarán situados en un local delimitado para ellos especialmente, separado del resto de locales por dos mamparos Cofferdam de 600 mm.

- Tanques de MDO:

Hemos dispuesto tres tipos de tanques de MDO, dependiendo de su función:

- Tanques de servicio diario: para el consumo directo de los motores, hemos situado dos tanques de uso diario de 10,125 m<sup>3</sup> cada uno, de 1,5 x 1,5 x 4,5 m, colocados en el doble casco a proa de la cámara de máquinas, uno a cada banda y a una altura suficiente para que el combustible entre en los motores por gravedad.
- Tanques de sedimentación: situados justo debajo de los tanques de uso diario, dispondremos igualmente dos tanques, uno a cada banda, y con una capacidad de 16,875 m<sup>3</sup> cada uno, y de dimensiones 1,5 x 2,5 x 4,5 m.
- Tanques de almacenamiento: Son los que mayor cantidad de MDO van a almacenar, por lo que optamos por dividirlos en seis tanques, colocando 3 en cada banda del doble casco de la cámara de máquinas, a popa de los tanques de servicio diario y de sedimentación. En cada banda denominaremos a cada tanque de popa a proa como tanque de almacenamiento 1, 2 y 3, teniendo unas capacidades de 21, 18 y 18 m<sup>3</sup> respectivamente, con unas de dimensiones de 1,5 x 4 x 3,5 m y 1,5 x 4 x 3 m.

La cantidad total de MDO almacenada será de 168 m<sup>3</sup>, de los cuales 125 m<sup>3</sup> estarán destinados al consumo de los motores propulsores y los otros 43 m<sup>3</sup> estarán destinados al consumo de los generadores principales.

- Tanques de aceite, de aceite sucio y de reboses:

Serán tres tanques únicos independientes para cada uno, y estarán situados en el doble fondo de la cámara de máquinas, en crujía, y situados de proa a popa en este orden.

Anteriormente se precisó que el consumo de aceite destinado a distintos servicios será de 6,88 toneladas, que considerando una densidad de 0,88 Ton/m<sup>3</sup>, equivalen a 7,8 m<sup>3</sup>. Teniendo en cuenta esto, y considerando una permeabilidad de volumen de 0,98, se necesitará un volumen mínimo de tanques equivalente a: 7,98 m<sup>3</sup>

El tanque de aceite sucio se comunica con el cárter a través de la bomba de trasiego. El project guide de los motores propulsores recomienda que se disponga de un volumen de tanques con una capacidad igual a la mitad de la capacidad de los tanques de almacenamiento de aceite. Quedando una capacidad mínima de 3,99 m<sup>3</sup>.

Para obtener la capacidad del tanque de reboses se usará la siguiente expresión:

$$Pt\ derrames = Cep \times BHPs \times 5 \text{ horas}/10^6$$

Donde Cep es el consumo específico por BHP y hora. En el caso que nos ocupa, y según las especificaciones del motor, será 183 g/BHP.h. De este modo, considerando una potencia conjunta de los dos motores de BHP, se obtiene que el peso de los derrames que será 4,67 toneladas. Si además consideramos una densidad media de 0,88 T/m<sup>3</sup>, el volumen de estos derrames será 5,3 m<sup>3</sup>. Así pues, considerando una permeabilidad volumétrica de 0,98, se precisa el siguiente volumen mínimo para el tanque de reboses: 5,41 m<sup>3</sup>.

Por tanto, optaremos por contar con un tanque de almacenamiento de aceite de 8,58 m<sup>3</sup>, un tanque de aceite sucio de 4,29 m<sup>3</sup> y un tanque de reboses de 6,435 m<sup>3</sup>.

- Tanque de lodos:

MARPOL ha indicado de forma orientativa la manera de calcular la capacidad de los tanques de residuos. Así, para los buques sin tanques mixtos, es decir, que no llevan agua de lastre en los tanques de combustible líquido, la capacidad mínima será calculada conforme a la siguiente expresión:

$$VL = K1 \cdot C \cdot D$$

Donde:

- K1: 0,01 si se utiliza fuel - oil pesado que ha de purificarse. 0,005 si se utiliza diesel - oil o fuel - oil que no ha de purificarse. Siendo este segundo nuestro caso.
- C: Consumo diario total de combustible. Contando con el combustible utilizado por los motores principales y por los generadores, el consumo diario total de combustible será 23,256 toneladas.
- D: Periodo máximo de travesía entre puertos en que se pueden descargar los fangos a tierra. Se toma un mínimo de 20 días.

Así pues, teniendo en cuenta esto, la capacidad mínima para lodos y aguas residuales será de 2,33 m<sup>3</sup>. Teniendo en cuenta una permeabilidad volumétrica de 0,98, la capacidad mínima sería de 2,37 m<sup>3</sup>.

En nuestro buque proyecto hemos optado por un único tanque de 4,29 m<sup>3</sup> situado en el doble fondo de la cámara de máquinas y en crujía, a popa del tanque de reboses pero no colindante.

- Tanques de aguas de deshechos:

De acuerdo la norma UNE-EN-ISO-15749-2, el volumen mínimo de aguas de desecho se debe establecer en función de la tabla 2 de la norma UNE-EN-ISO-15749-1. En ella se establece que el volumen mínimo de las de aguas de desecho debe ser en función del número de días y del número de personas. Para buques que no sean de pasaje, se establece que debe ser 180 litros/persona·día. Sin embargo, como especificamos en el cuaderno 12, contaremos con una planta de tratamiento de aguas de deshechos, y

optamos por considerar un tercio de la autonomía para realizar el cálculo, de manera que resulta un volumen mínimo de aguas de deshechos de  $4,8 \text{ m}^3$ . Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando una permeabilidad de volumen de 0,98, se necesitará un volumen de tanques mínimo equivalente a  $4,897 \text{ m}^3$ .

Se dispondrán dos tanques simétricos en el doble fondo de la cámara de máquinas a los costados del tanque de agua dulce, pero separados para evitar el riesgo de contaminación, contarán con una capacidad de  $2,5 \text{ m}^3$  cada uno.

- Tanque de agua dulce:

Teniendo un volumen de  $13,63 \text{ m}^3$  calculado en el cuaderno 1, y considerando una permeabilidad de volumen de 0,98, dispondremos un único tanque en crujía, en el doble fondo de la cámara de máquinas, y aislado del resto de tanques de forma que no haya riesgo de contaminación con otros fluidos, con una capacidad de  $16,25 \text{ m}^3$ .

- Tanques para agua técnica:

Teniendo un volumen de  $12,56 \text{ m}^3$  calculado en el cuaderno 1, y considerando una permeabilidad de volumen de 0,98, dispondremos dos tanques de  $6,5 \text{ m}^3$ , situados uno a cada banda para ser utilizados por los equipos situados a esa banda, en el doble fondo de la cámara de máquinas y en la zona de proa de esta.

- Tanques de espumógeno y dispersante:

Dispondremos dos tanques simétricos para cada tipo, situados en el doble fondo de la cámara de máquinas y paralelos a los tanques de aceites y lodos, pero sin colindar con ninguno para evitar la posible contaminación del fluido. Destinados a proporcionar un alto nivel de protección contraincendios, y habiendo especificado ya unos consumos de  $15$  y  $10 \text{ m}^3$  en el cuaderno 1, los tanques contarán con una capacidad de  $7,65$  y  $5,1 \text{ m}^3$  respectivamente.

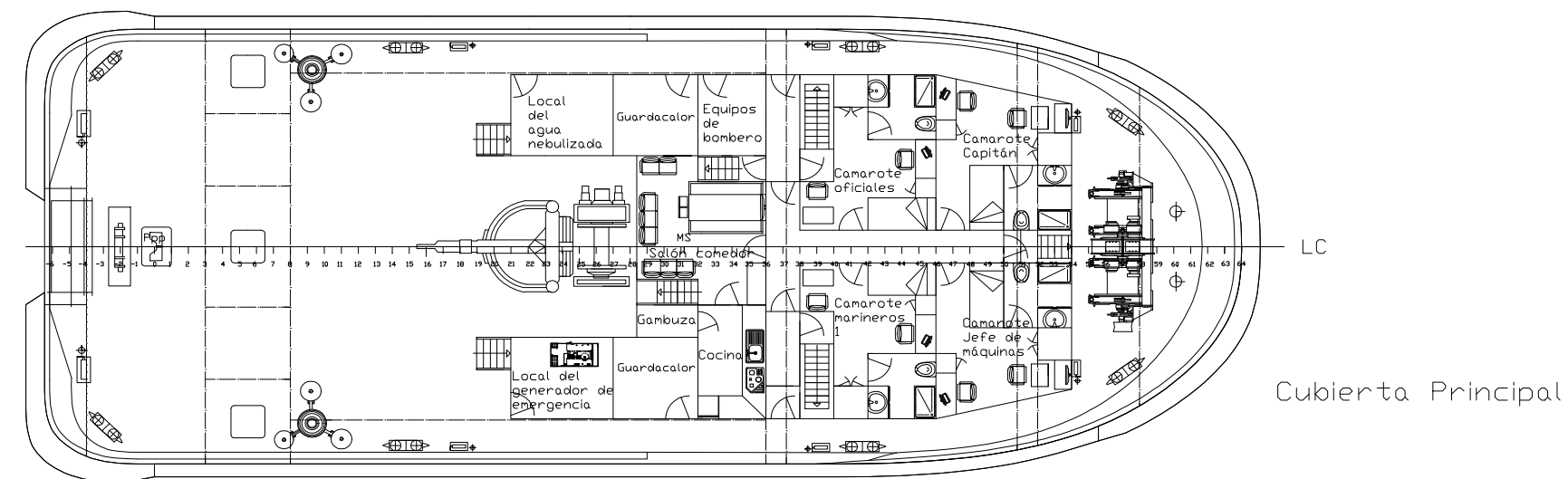
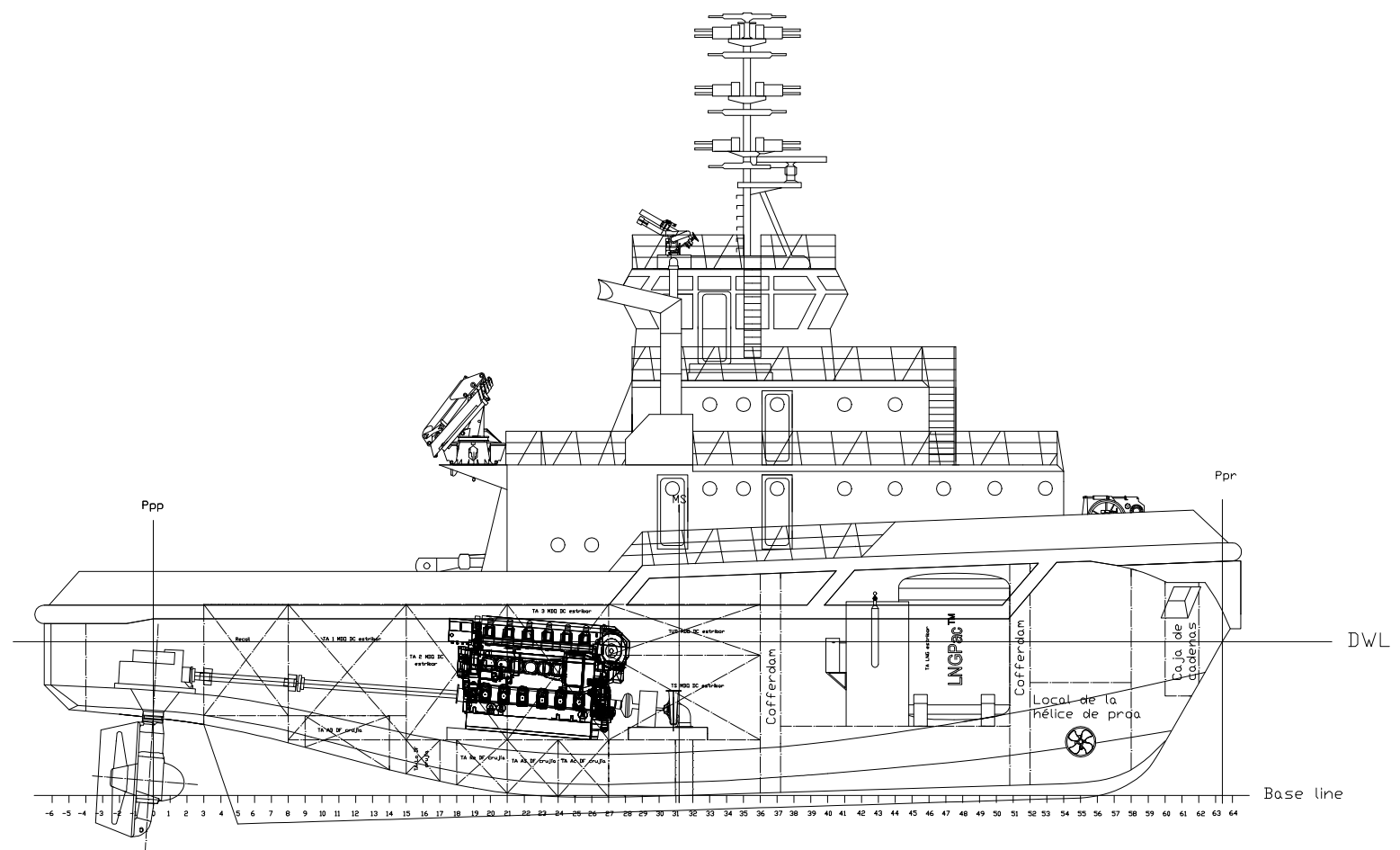
- Tanque de Almacenamientos de Vertidos Oleaginosos (RECOIL):

Forma parte del equipo para la lucha contra la contaminación, y para cumplir la

normativa, estará situado fuera de la cámara de máquinas, a popa en nuestro caso, ya que también se encuentra la zona de trabajo del remolcador, siendo idóneo así el espacio. Y estará totalmente aislado de los demás tanques y con salidas a cubierta suficientemente grandes para el paso de una persona. La capacidad la definimos en función del espacio disponible, al no existir requisito alguno del armador, en 21,125 m<sup>3</sup>.

**ANEXO I: Planos de la disposición general.**

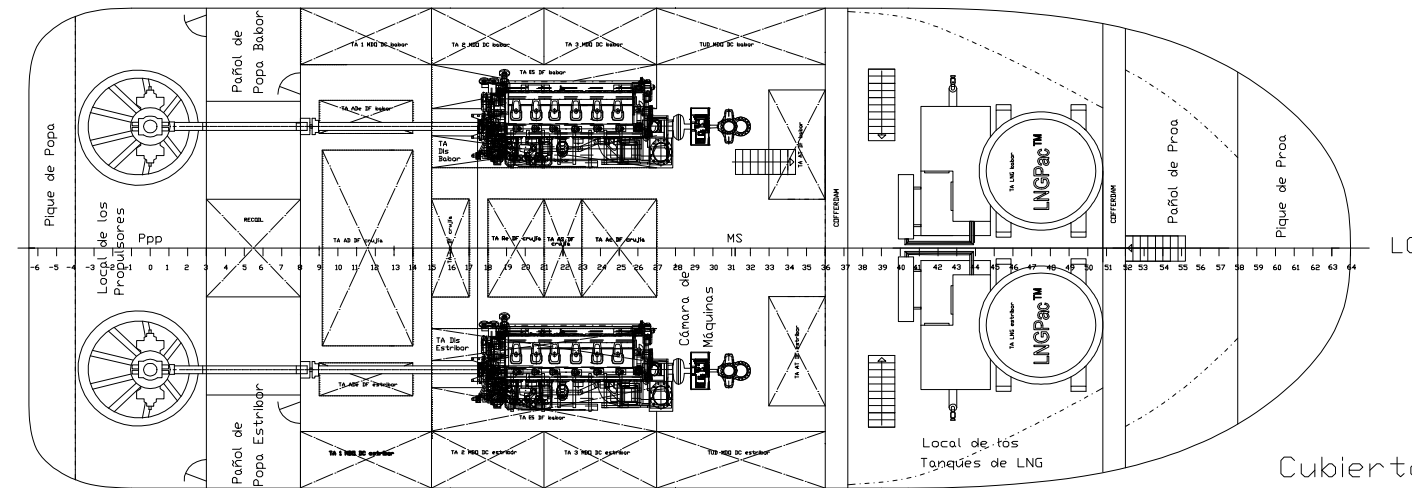




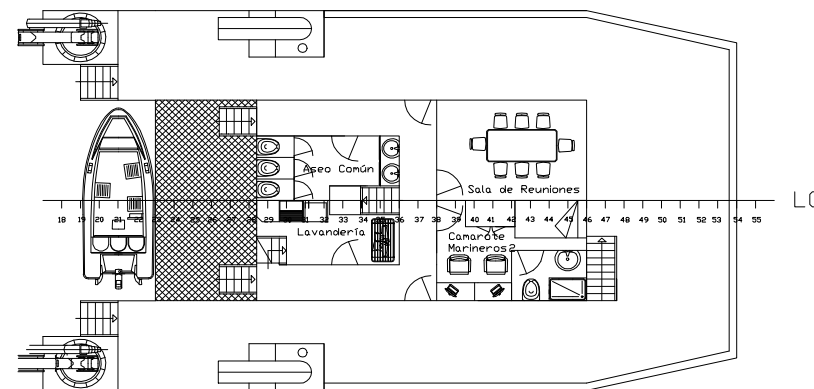
DIMENSIONES PRINCIPALES

Eslora total	35,6 m
Eslora entre PP	31,5 m
Manga	12,75 m
Puntal	5,62 m
Calado de diseño	4,7 m

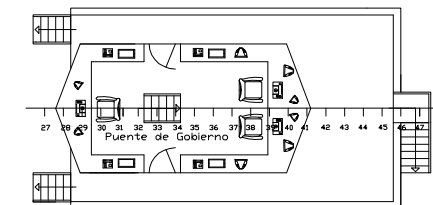
ESCALA <b>1 : 200</b>	SISTEMA 	FORMATO <b>UNE A-3</b>	UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE	
DIBUJADO	AUTOR David Dopico Saavedra	FECHA 2015/2016	FIRMA	PROYECTO
COMPROBADO				REMOLCADOR DE PUERTO Y DE ALTURA. PROPULSIÓN DUAL
VP BF NORMAS				
TUOR DEL PROYECTO	Raul Villa Caro			PLANO Cubierta principal y perfil
ARCHIVO	SUSTITUIDO POR	SUSTITUYE A	REV.	HOJA <b>1 DE 1</b>



Cubierta de Doble Fondo



Cubierta Superior



Cubierta del Puente de Gobierno

DIMENSIONES PRINCIPALES

Eslora total	35,6 m
Eslora entre PP	31,5 m
Manga	12,75 m
Puntal	5,62 m
Calado de diseño	4,7 m

ESCALA	SISTEMA	FORMATO		UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE	
<b>1 : 200</b>		<b>UNE A-3</b>			
	AUTOR	FECHA	FIRMA	PROYECTO <b>REMOLCADOR DE PUERTO Y DE ALTURA. PROPULSIÓN DUAL</b>	
DIBUJADO	David Dopico Saavedra	2015/2016			
COMPROBADO					
VP BF NORMAS				PLANO Cubiertas de doble fondo, superior y del puente de gobierno	
TUTOR DEL PROYECTO	Raul Villa Caro				
ARCHIVO	SUSTITUIDO POR		SUSTITUYE A		REV. HOJA <b>1 DE 1</b>