

Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2013 - 2014

PROYECTO NÚMERO 13-58

TIPO DE BUQUE: REMOLCADOR DE PUERTO Y APOYO A BUQUES DE ALTURA.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS, SOLAS, MARPOL Y REGLAMENTACIÓN ESTÁNDAR PARA ESTE TIPO DE BUQUES.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: BUQUE DE APOYO A MANIOBRA EN PUERTO Y APOYO A BUQUES DE ALTURA. 55 TN DE TRACCIÓN A PUNTO FIJO.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 13 NUDOS EN CONDICIONES DE SERVICIO (85% MCR+15% DE MARGEN DE MAR). 5000 MILLAS A LA VELOCIDAD DE SERVICIO.

SISTEMAS DE CARGA Y DESCARGA: LOS ESPECÍFICOS Y NORMALES PARA ESTE TIPO DE BUQUE.

PROPULSIÓN: DIESEL ELÉCTRICA CON 2 PROPULSORES AZIMUTALES DE PASO FIJO MONTADOS EN TOBERA A POPA.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 12 PERSONAS.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: LOS HABITUALES EN ESTE TIPO DE BUQUES.

Ferrol, Febrero de 2.014

ALUMNO: MARCOS LOUREIRO BELLÓN.

INDICE

1. Introducción	2
2. Cálculo preliminar de pesos del rosca	4
3. Justificación al peso muerto	17
4. Plano con los principales centros de gravedad	22

1. Introducción.

En este cuaderno vamos a calcular el peso en rosca y el centro de gravedad de nuestro buque proyecto, contabilizando los pesos y centros de gravedad de todos los elementos formantes del buque que en esta temprana etapa de desarrollo sean conocidos.

Las dimensiones y coeficientes de éste según las formas finales son:

Eslora máxima del casco (L)	26 m
Eslora en la flotación (Lwl)	24.42 m
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	22.5 m
Manga de trazado (B)	10 m
Puntal a la cubierta principal (D)	5.5 m
Calado de diseño (T)	3.7 m
Desplazamiento	491.17 t
Peso en Rosca	320.89 t
Peso Muerto	170,28 t
Coefficiente de bloque (Cb)	0.573
Coefficiente de la maestra (Cm)	0.926
Coefficiente prismático (Cp)	0.62

Para el cálculo de los pesos formantes del peso en rosca, utilizaremos formulación, información de buques similares y cálculo directo. Las distintas partidas en que dividimos la descomposición de pesos serán estructura, maquinaria y habilitación. Se descompondrán de la siguiente forma:

- Estructura
 - Peso de aceros
- Maquinaria
 - Maquinaria propulsora
 - Maquinaria restante
- Peso tanques en cámara de máquinas
- Equipo y habilitación
 - Habilitación

- Instalación eléctrica
- Tuberías y bombas
- Propulsores azimutales
- Equipo de remolque
- Tecles cámara máquinas
- Chimenea
- Contraincendios cámara máquinas
- Equipos de navegación
- Pintura
- Protección catódica
- Equipos de amarre y fondeo
- Equipos de salvamento
- Equipo contra incendios
- Grúa de cubierta
- Pescante
- Bote de rescate
- Puertas y escotillas
- Aire acondicionado

Aunque aún habría que considerar más equipos que no hemos tenido en cuenta por dos razones: sus pesos no son elevados y aún no está muy definida su situación.

2. Cálculo preliminar de pesos del rosca.

Estructura.

Para el cálculo del peso de la estructura usamos las fórmulas que nos da J. L. García Garcés:

$$WST = 0.0304 \times L^{1.5} \times B \times D^{0.5} = 0.044 \times 22.5^{1.5} \times 10 \times 5.5^{0.5} = \mathbf{110.13 t}$$

Según J.L.García Garcés el centro de gravedad de este peso será:

$$Xg = 0.943 \times L^{0.83} = 0.943 \times 26^{0.83} = \mathbf{14.1m}$$

$$Kg = 0.918 \times D^{0.86} = 0.918 \times 5.5^{0.86} = \mathbf{3.976m}$$

Maquinaria.

En buques a motor se suele descomponer el peso de la maquinaria en dos: peso de la maquinaria propulsora (PQP) y el peso de la maquinaria restante (PQR).

$$PQ = PQP + PQR$$

Peso de la maquinaria propulsora.

Tras revisar diversos catálogos, optamos por dos motores Wärtsilä 6L26, de 2040 kW (2735 BHP) de potencia a 1000 rpm. Con estos motores alcanzaríamos la potencia requerida de 3448 kW y cumpliríamos con todos los requerimientos, como veremos en el capítulo 6. Estos motores tienen un peso de 18 toneladas cada uno, como se ve en la siguiente imagen, con lo que el peso de la maquinaria propulsora **PQP= 36 toneladas**.

Dimensions (mm) and weights (tonnes)				
Engine type	F dry sump	F wet sump	Weight dry sump	Weight wet sump
6L26	818	950	18.1	18.4
8L26	818	950	22.0	22.5
9L26	818	950	23.9	24.8
12V26	800	1 110	29.2	31.9
16V26	800	1 110	33.0	36.5

Peso de la maquinaria restante.

Considerando la expresión propuesta por el Lloyd's Register:

$$PQR = (k \times VE^l) + (h \times Ej \times ((j \times L) + 5))$$

Donde:

- k, l, h , y j : coeficientes tabulados.
- VE: volumen de cámara de máquinas.
- EJ: longitud de las líneas de ejes fuera de cámara de máquinas.
- L: eslora entre perpendiculares.

Para nuestro buque:

- VE: 132 m³
- EJ: consideramos unos 2 metros, ya que llevamos propulsión azimutal.
- L: 22.5 m
- k: 0.0217
- l: 1
- h: 1.5
- j: 0.0115

Por tanto:

$$PQR = (0.0217 \times 132) + (1.5 \times 2 \times (0.0115 \times 22.5) + 5) = \mathbf{8.6 t}$$

El peso total estimado de la maquinaria será:

$$PQ = \mathbf{44.6 t}$$

Para el cálculo del centro de gravedad vertical de la maquinaria utilizamos la fórmula propuesta en los apuntes del profesor F.Junco:

$$Kg = 0.17T + 0.36D = (0.17 \times 3.7) + (0.36 \times 5.5) = \mathbf{2.61 m}$$

Aproximaremos la posición longitudinal del centro de gravedad situándolo en el centro de la cámara de máquinas, es decir:

$$Xg = \mathbf{9.8 m}$$

Todos estos cálculos son preliminares y se irán concretando con mayor exactitud en futuras fases del proyecto.

Tanques en cámara de máquinas.

Para BHP (kW) > 736 kW

$$\begin{aligned} \text{Peso tanques} &= 1.2 + 0.00073 \times BHP(kW) \times 1.3587 = 1.2 + 0.00073 \times 3448 \times 1.3587 \\ &= \mathbf{4.62 t} \end{aligned}$$

Los situamos en el mismo lugar que la cámara de máquinas.

$$P= 4.62 \text{ t} \quad X_G = 12.36 \text{ m} \quad K_G = 2.61 \text{ m}$$

Equipo y habilitación.

Habilitación.

Para el cálculo del peso de la habilitación, utilizamos la fórmula propuesta en los apuntes del profesor F.Junco:

$$\text{Peso habilitación} = 0.16 \times AA = 0.16 \times 56.13 = \mathbf{8.98 \text{ ton}}$$

Donde AA= área de habilitación

Situaremos la habilitación aproximadamente en la cubierta principal:

$$P= 8.98 \text{ t} \quad X_g=16 \text{ m} \quad K_g= 5.5 \text{ m}$$

Instalación eléctrica.

Para el cálculo de la instalación eléctrica utilizaremos también formulación de los apuntes. Para una eslora menor de 60 m:

$$\text{Peso instalación} = \left(\sqrt{\frac{L}{60}} \times Lc + \frac{BHP (kW)}{1000} \right)$$

Donde:

$$- \quad lc = \text{longitud de cables} = 1.82 + 0.268L + 0.000597L^2 = 8.15 \text{ km}$$

$$\text{Peso instalación} = \left(\sqrt{\frac{22.5}{60}} \times 8.15 + \frac{3448}{1000} \right) = \mathbf{8.4 \text{ t}}$$

La posición de esta partida la tomamos de unas tablas proporcionadas por el profesor F. Junco. Los valores que tenemos serán:

$$K_g = 147 \% \text{ puntal} = 8.1 \text{ m}$$

$$X_g = 4.7 \% L_{pp} \text{ a proa centro gravedad habilitación} = 1.866 + 13 = 14.866 \text{ m}$$

$$P = 8.4 \text{ t} \quad X_g = 14.866 \text{ m} \quad K_g = 8.1 \text{ m}$$

Tuberías y bombas.

Del libro del profesor F. Junco obtenemos:

$$Peso \text{ tuberías} = 0.0047 \times L \times \sqrt{L} \times B = 0.047 \times 22.5 \times \sqrt{22.5} \times 10 = 5.02 \text{ t}$$

$$K_g = 79\% \text{ puntal} = 4.35 \text{ m}$$

$$X_g = 7.8\% L_{pp} \text{ a proa de la sección media} = 14.75 \text{ m}$$

$$P = 5.02 \text{ t} \quad X_g = 14.75 \text{ m} \quad K_g = 4.35 \text{ m}$$

Propulsores azimutales.

Los propulsores que instalaremos serán marca Schottel y modelo SRP 3000, con un peso por unidad de 20 toneladas aproximadamente y situados en la popa. Su elección está justificada en el cuaderno 6 (Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones).

$$P = 40 \text{ t} \quad X_g = 2.85 \text{ m} \quad K_g = 3 \text{ m}$$

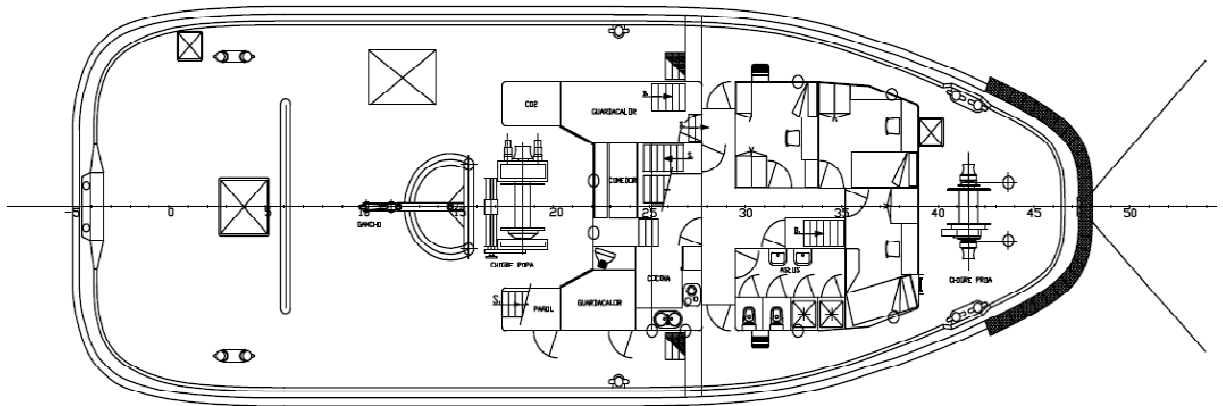
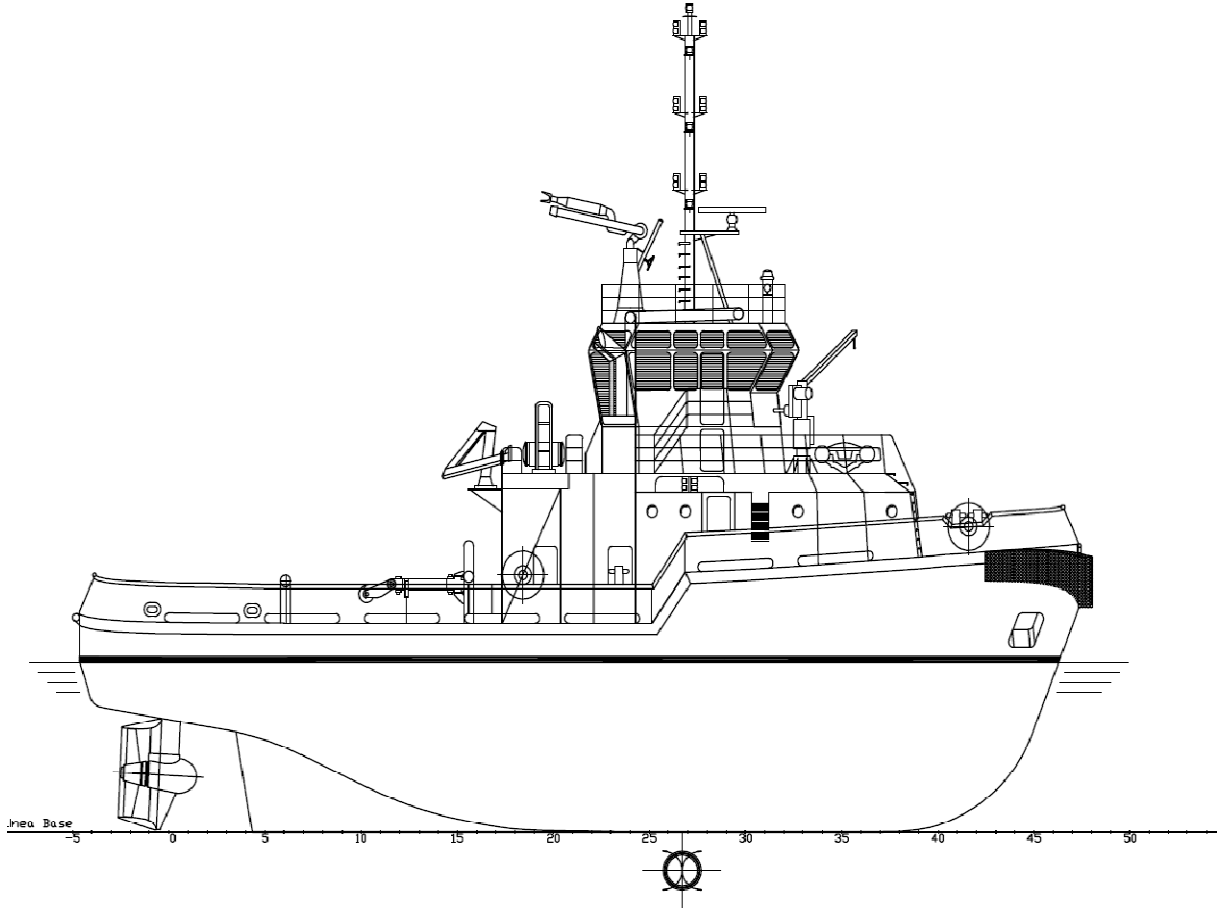
Equipo de remolque.

El equipo de remolque lo hemos dividido en distintas partes. Las referencias de este equipo se han tomado de la web del fabricante, Ibercisa.

Equipo de remolque	Peso (t)	Xg (m)	Kg (m)	Peso*Xg	Peso*Kg
Maquinilla de remolque combinada proa	15	23,3	7,94	349,5	119,1
Maquinilla remolque popa	12	11,7	6,7	140,4	80,4
Gancho de remolque	2	8,7	6,25	17,4	12,5
Guía	2	26	7,5	52	15
Cable proa	4	26	7,5	104	30
Cable Popa	4	8,7	6,25	34,8	25
	39	17,01	7,23	698,1	282

A continuación se muestra la planta y perfil del buque con su equipo de remolque.

Además se adjunta como Anexo 1 el plano planta y perfil con los equipos de remolque señalados.



Tecles cámara de máquinas

$$\text{Peso tecles} = 0.047 \times lm \times B \times 0.6 = 0.047 \times 8.2 \times 10 \times 0.6 = \mathbf{2.31 t}$$

Donde:

Lm = longitud cámara de máquinas = 8.2 m

Los situamos en el mismo lugar que la maquinaria.

$$\mathbf{P= 2.31 t \quad X_G = 9.8 m \quad K_G = 2.61 m}$$

Chimenea.

$$\text{Peso chimenea} = 0.0034 \times L \times B = 0.0034 \times 22.5 \times 10 = \mathbf{0.765 t}$$

$$\mathbf{P= 0.765 t \quad X_G = 13.83 m \quad K_G = 14.6 m}$$

Contraincendios cámara de máquinas.

$$\begin{aligned} \text{Peso CI} &= 0.125 \times (0.0046 \times BHP(kW) + 0.0088 \times L \times B) \\ &= 0.125 \times ((0.0046 \times 3448) + (0.0088 \times 22.5 \times 10)) = \mathbf{2.23 t} \end{aligned}$$

Los situamos en el mismo lugar que la maquinaria.

$$\mathbf{P= 2.23 t \quad X_G = 9.8 m \quad K_G = 2.61 m}$$

Equipos de navegación.

Se suele tomar un valor de 2 toneladas para este tipo de buques, y el centro de gravedad será en el del puente de gobierno.

$$\mathbf{P= 2 t \quad X_G = 17.9 m \quad K_G = 12.55 m}$$

Pintura

$$\text{Peso pintura} = 0.008 \times \text{Peso aceros} = 0.008 \times 110.13 = \mathbf{0.88 t}$$

El centro de gravedad será el mismo que el centro de gravedad de la estructura.

$$\mathbf{P= 0.88 t \quad X_G = 14.1 m \quad K_G = 3.976 m}$$

Protección catódica.

$$\text{Peso ánodos} = 0.0004 \times S_m \times a \times y = 0.0004 \times 154.4 \times 1 \times 2 = \mathbf{0.123 t}$$

Donde:

- S_m = superficie mojada del casco
- $S_m = L * T * (1.7 + CB/T) = 22.5 \times 3.7 \times (1.7 + 0.5728/3.7) = 154.4 m^2$
- $y = 2$ años de protección
- $a = 1$ ánodos de zinc

El centro de gravedad será el de la pintura.

$$\mathbf{P = 0.123 t \quad X_G = 14.1 m \quad K_G = 3.976 m}$$

Equipo de amarre y fondeo.

Para obtener el peso de este equipo hacemos el cálculo del numeral de equipo, con el que obtendremos los pesos correspondientes.

$$NE = \Delta^{2/3} + 2Bh + \frac{Ap}{10} = 491.17^{2/3} + 2 \times 10 \times 5.8 + \frac{117.37}{10} = 190$$

Donde:

- h = altura total desde el calado a la cubierta más alta = 5.8 m
- Ap = área lateral del buque por encima de la línea de francobordo de verano = 117.37 m².

Con este numeral de equipo obtenemos, entrando en la tabla 9.5.5 de los apuntes del profesor F.Junco, los siguientes valores:

- Peso cadenas y anclas = 5 t
- Peso elementos de fondeo = 8 t
- Peso amarre y fondeo = 10 t
- Peso total = 23 t

Su centro de gravedad se situará en cubierta principal:

$$P = 23 \text{ t} \quad X_G = 23.3 \text{ m} \quad K_G = 7.2 \text{ m}$$

Equipo de salvamento.

$$Peso \text{ equipo salvamento} = 9.5 + (n - 35) \times 0.1 = 9.5 \text{ t}$$

Donde:

n= personas a bordo ó 35, el mayor. En nuestro caso 35.

$$P = 9.5 \text{ t} \quad X_G = 12 \text{ m} \quad K_G = 9 \text{ m}$$

Equipo contraincendios.

- Peso aproximado de bombas FIFI= 0.7 t cada unidad.
- Peso aproximado de los monitores= 0.15 t cada unidad.
- Peso estimado tubería, bridas e instalación= 1.1 t.

$$Peso = 2 \times 0.7 + 2 \times 0.15 + 1.1 = 2.8 \text{ t}$$

Las bombas FIFI se situarán en cámara de máquinas, a proa de los motores, mientras que los monitores se situarán a proa del puente.

$$P = 2.8 \text{ t} \quad X_G = 15.76 \text{ m} \quad K_G = 3.3 \text{ m}$$

Grúa de cubierta.

Se ha instalado una grúa en cubierta de la marca Guerra M 95.20A4 con un alcance de 11,6 m y un peso de 1,55 toneladas. Su posición será aproximadamente la misma que en el buque base.

$$P = 2.7 \text{ t} \quad X_G = 10.5 \text{ m} \quad K_G = 9 \text{ m}$$

Pescante.

$$P = 1.95 \text{ t} \quad X_G = 18,8 \text{ m} \quad K_G = 10,8 \text{ m}$$

Bote de rescate.

$$P = 0.55 \text{ t} \quad X_G = 19.88 \text{ m} \quad K_G = 9.7 \text{ m}$$

Puertas y escotillas.

El peso de las puertas y escotillas está dividido en: puertas, portillos, barandillado, y planchada.

$$P_{\text{Puertas}} = 0.56 * (\text{Número de cubiertas} + 1) + 0.28 = 3.08 \text{ t}$$

Siendo el número de cubiertas 4.

$$P_{\text{Portillos}} = 0.12 * \text{Número de tripulantes} = 1.44 \text{ t}$$

Siendo el número de tripulantes 12.

Al igual que las puertas, se sitúa este peso en el mismo lugar que la habilitación.

$$P_{\text{Barandillado}} = 0.245 * (\text{Cubiertas de habilitación} + 2) = 0.98 \text{ t}$$

Siendo el número de cubiertas de habilitación 2.

$$P_{\text{Planchada de entrada}} = 0.3 * (D - 0.6 * T) = 0.84 \text{ t}$$

El centro de gravedad de estas dos últimas partidas se sitúa en el plano de disposición general.

$$P = 6.59 \text{ t} \quad X_G = 13 \text{ m} \quad K_G = 7 \text{ m}$$

Aire acondicionado.

La expresión para calcular el peso de este apartado los obtenemos de los apuntes del profesor F.Junco.

$$Peso \frac{a}{c} = 0.02 * Sup \text{habilitación} = \mathbf{0.746 t}$$

La superficie de habilitación será de 37,3 m².

El centro de gravedad se sitúa en la parte superior de la habilitación.

$$\mathbf{P = 0.746 t \quad X_G = 17.1 m \quad K_G = 8.5 m}$$

Valores finales.

A continuación se muestra el resultado final del peso en rosca.

Concepto	Peso (t)	Xg (m)	Kg (m)	Peso x Xg	Peso x Kg
Estructura	110,13	14,1	3,976	1552,83	437,87
Maquinaria PQP+PQR	44,60	9,8	2,61	437,08	116,46
Tanques cámara de máquinas	4,62	9,8	2,61	45,27	12,058
Habilitación	8,98	16	5,5	116,74	49,39
Instalación eléctrica	8,40	14,866	8,1	124,874	68,04
Tuberías y bombas	5,02	14,75	4,35	74,04	21,84
Azimutales	40,00	2,85	3	114	120
Equipo de remolque	39,00	17,01	7,23	663,39	281,97
Tecles cámara de máquinas	2,31	9,8	2,61	22,64	6,029
Chimenea	0,77	13,83	14,6	10,58	11,17
C,I, cámara de máquinas	2,23	9,8	2,61	21,85	5,82
Equipos de navegación	2,00	17,9	12,55	35,8	25,1
Pintura	0,88	14,1	3,976	12,41	3,5
Protección catódica	0,12	14,1	3,976	1,7343	0,49
Amarre y fondeo	23,00	23,3	7,2	535,9	165,6
Salvamento	9,50	12	9	114	85,5
C.I.	2,80	15,76	3,3	44,13	9,24
Grúa cubierta	2,70	10,5	9	28,35	24,3
Pescante	1,95	18,8	10,8	36,66	21,06
Bote	0,55	19,88	9,7	10,93	5,33
Puertas y escotillas	3,08	13	7	40,04	21,56
Portillos	1,44	13	7	18,72	10,08
Barandillas	0,98	13	7	12,74	6,86
Planchada de entrada	0,84	13	7	10,92	5,88
Aire acondicionado	0,75	17,1	8,5	12,75	6,34
TOTAL	316,644	12,94	4,81	4098,4	1521,44
TOTAL CON 5% DE MARGEN	332,47	12,94	4,81		

Considerando un margen del 5%, tenemos un valor del peso en rosca de 332.5 toneladas. En el primer cuaderno se obtuvo una estimación del peso en rosca de 320.89 toneladas, el cual es un valor similar, a pesar de que el primer cálculo estaba hecho de una forma mucho menos detallada.

Como nota, hay que señalar que los valores de los centros de gravedad longitudinal están referidos a la popa del buque, mientras que las alturas están referidas a la línea base. Además, suponemos simetría transversal de pesos, por lo que el centro de gravedad está en crujía.

3. Justificación al peso muerto.

La autonomía de este buque es un RPA de 5000 millas a velocidad de servicio, siendo ésta de 13 nudos. Entonces empezaremos por calcular el tiempo en horas y días de funcionamiento continuo:

$$\text{Hora} = \text{millas}/\text{velocidad} = 5000/13 = 384 \text{ horas}$$

$$\text{Días} = \text{millas}/(\text{velocidad} * 24) = 16 \text{ días}$$

- Consumo de combustible

Cada motor con el buque a la velocidad del servicio, como veremos en el cuaderno 6, desarrolla 983 kW. Esta potencia es la calculada para la velocidad de servicio. No debemos considerar toda la potencia instalada en los motores, ya que ésta sólo es necesaria para realizar los trabajos de remolque de tiro a punto fijo.

Wärtsilä 26		IMO Tier II	
Cylinder bore	260 mm	Fuel specification:	
Piston stroke	320 mm	Fuel oil	700 cSt/50oC
Cylinder output	340 kW/cyl		7200 sR1/100oC
Speed	1000 rpm	ISO 8217 , category ISO-F-RMK 700	
Mean effective pressure	25.5 bar	SFOC 184 g/kWh at ISO condition	
Piston speed	10.7 m/s		

Según la tabla anterior, datos del fabricante sacados de la web, el motor “Wärtsilä 6L26” consumirá 184 g/kWh de combustible.

Para el cálculo del consumo de los generadores, suponemos que sólo estará funcionando uno al 80% del régimen, estando el otro en Stand-by. Escogemos dos generadores de 142 kW, Caterpillar C6.6 de características y equipos similares a los del motor principal.

Con lo cual:

$$\text{Motores} = 184 \times 1966 \times 384 \times 10^{-6} = \mathbf{138.9 t}$$

$$\begin{aligned} \text{Generadores} &= \text{Potencia} \times 200 \left(\frac{g}{kWh} \right) \times 384 \times 10^{-6} = 142 \times 0.8 \times 200 \times 384 \times 10^{-6} \\ &= \mathbf{8.72 t} \end{aligned}$$

- Aceite

El aceite se consume, igual que el Diesel Oil, por los motores propulsores y por los generadores. Sin embargo, sólo se considera el de los propulsores, ya que el de generadores es despreciable frente a éste.

Tomamos como consumo de aceite 1g/ kWh:

$$\text{Consumo aceite lubricante} = 2 \times \frac{1g}{kWh} \times 1966 \times 384h \times 10^{-6} = 1.51 t$$

Dispondremos de un tanque de **2 t**.

Dispondremos además de un tanque de aceite hidráulico de **2 t**, según el buque base.

- Agua dulce

Los cálculos preliminares de las necesidades diarias de agua potable se deben basar en los valores guía que figuran en la tabla A.1 de la norma UNE-EN ISO15748-2 de 2003. Se calcula el agua dulce necesaria teniendo en cuenta que una persona consume 100 litros de agua al día, según dicha norma.

Este buque debe llevar 12 personas durante 16 días, luego:

$$\text{Agua dulce} = 100 \times 12 \times 16 \div 1000 = \mathbf{19.2 t}$$

En este tipo de buques se suele instalar una potabilizadora de agua (que servirá para cometidos como endulzar equipos, limpieza, etc) para que no sea necesario llevar demasiada agua potable en los depósitos. Teniendo en cuenta esto, suponemos un peso en agua dulce de 15 t.

- Aguas grises y negras

Se estiman según la norma UNE-EN-ISO 15749-1 de 2005.

Si consideramos una producción de 25+100 litros:

$$\text{Volumen A. grises y negras} = 125 \times 12 \times 16 = 24 \text{ m}^3$$

No será necesario disponer de un tanque tan grande dado que el remolcador es de puerto.

En caso de que el buque se encuentre en un remolque de altura, según el convenio MARPOL en su Anexo IV (Reglas para prevenir la contaminación por aguas sucias de los buques) y Regla 8, se prohíbe la descarga de aguas sucias en el mar a menos que se cumplan algunas condiciones. En nuestro caso podremos hacer la descarga a un régimen de velocidad dado por el convenio y siempre que esté alejado más de 4 millas de la costa, puesto que se dispondrá en el barco de un sistema de descarga para dichas aguas. Este sistema descompondrá y desinfectará las aguas antes de su descarga.

Por lo tanto se estima una capacidad de aproximadamente 4.8 m³ (20%).

- Víveres

Cada persona a bordo tendrá un consumo aproximado de 5 kg al día, por lo tanto:

$$\text{Viveres} = \frac{5 \times 12 \times 16}{1000} = 0.96 \text{ t}$$

- Efectos de la tripulación

Cada persona a bordo tendrá unos efectos de aproximadamente de 125 kg, por lo que:

$$\text{Efectos} = \frac{125 \times 12}{1000} = 1.5 \text{ t}$$

- Lodos (MARPOL)

Según MARPOL 73/78 (Anexo I), dispondremos un tanque de 4 m3.

- Equipos específicos de los remolcadores

Se debe incluir el peso de los equipos específicos de los remolcadores.

Barreras: 2 t

Skimmers: 0.5 t

Esto hace un total de 2.5 t

- Tanques varios para operar

Para estimar las cantidades de estos líquidos que eran necesarios, se han buscado las cantidades que eran habituales en buques similares de este tipo.

Tanques de dispersante: 4 t

Recogida vertidos: 10 t

Espumógeno: 10 t

Resumen

Concepto	Peso (t)
Motores	138,9
Generadores	8,72
Aceite Lubricante	2
Aceite hidráulico	2
Ag. Dulce	15
Ag. Grises y Negras	4,8
Viveres	0,96
Efectos tripulación	1,5
Lodos	4
Equipos específicos	2,5
Dispersante	4
Recoil	10
Espumógeno	10
TOTAL	204,42

El valor final para el peso muerto estimado será de **204.42 t**. Este valor se tomará como válido, ya que el calculado previamente se ajustaba simplemente estimaciones que no tenían en cuenta la autonomía del barco ni los requerimientos del mismo.

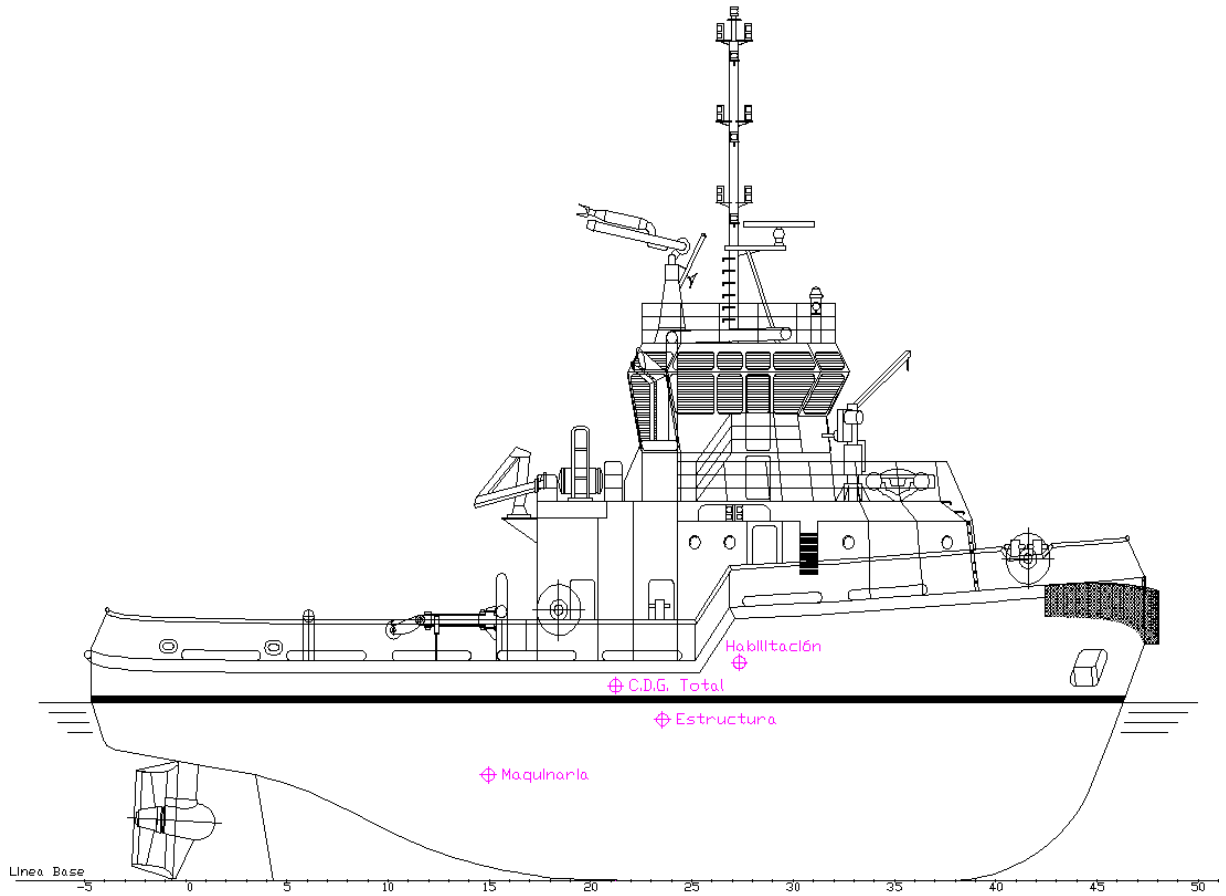
$$\Delta = P.R. + P.M. = 332.47 + 204.42 = \mathbf{536.89 t}$$

Conclusiones

El valor del desplazamiento calculado en este cuaderno es mayor al calculado en el cuaderno 1. Esto ocurre porque en el cuaderno 1 se había estimado el desplazamiento para el calado de diseño. Como tenemos bastante margen para cumplir con el francobordo mínimo, no tenemos problema y podemos disponer el peso muerto necesario.

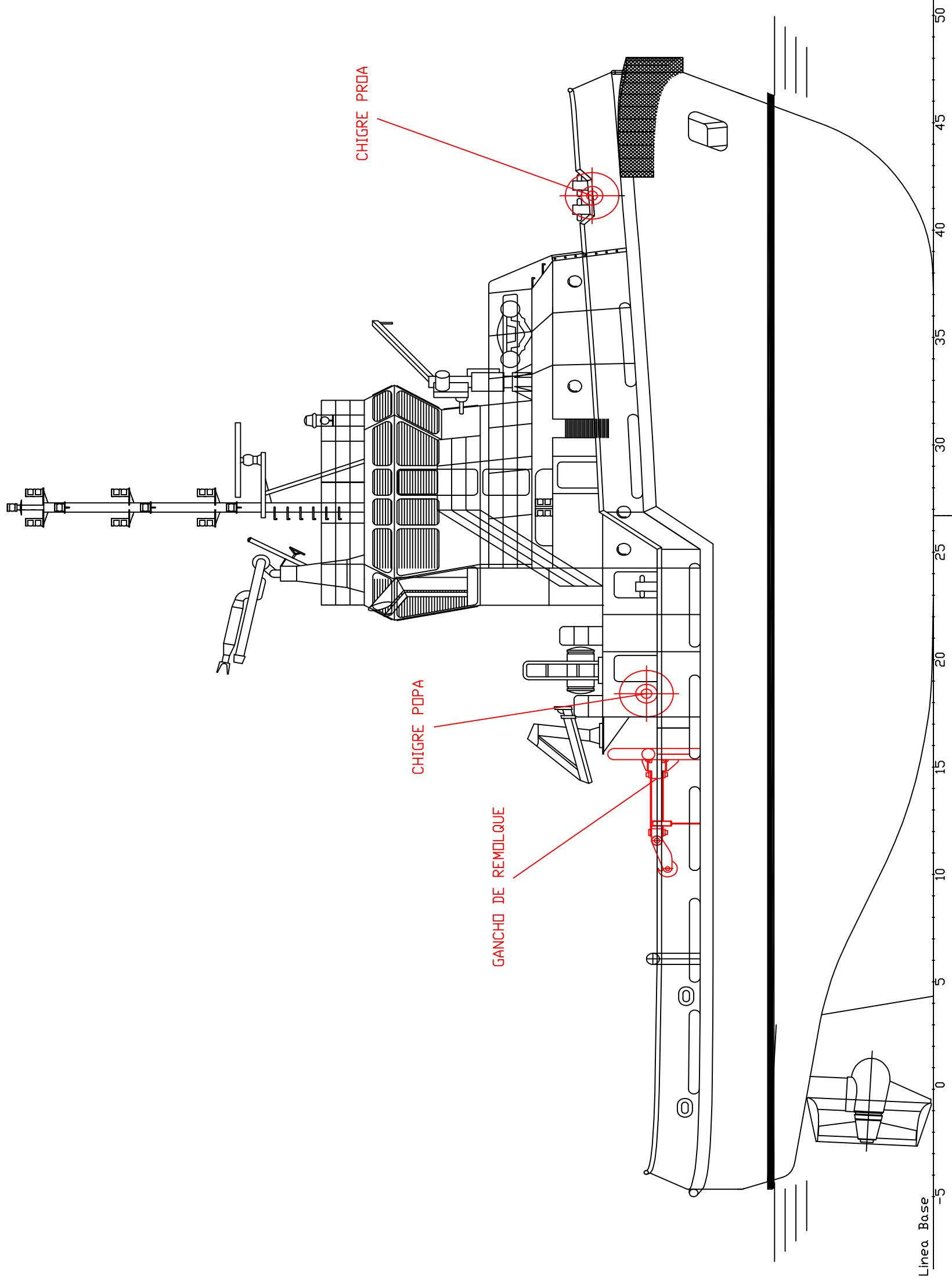
Como veremos en el cuaderno 4, el calado correspondiente para cumplir con este desplazamiento está entre 3.8 m y 3.9 m, lo que supone entre 10 cm y 20 cm de incremento con respecto al calado de diseño, lo que es muy poco y no hay riesgo de sobrepasar el francobordo mínimo.

4. Plano con los principales centros de gravedad.



Se adjunta el plano como Anexo 2 de este cuaderno.

ANEXO 1



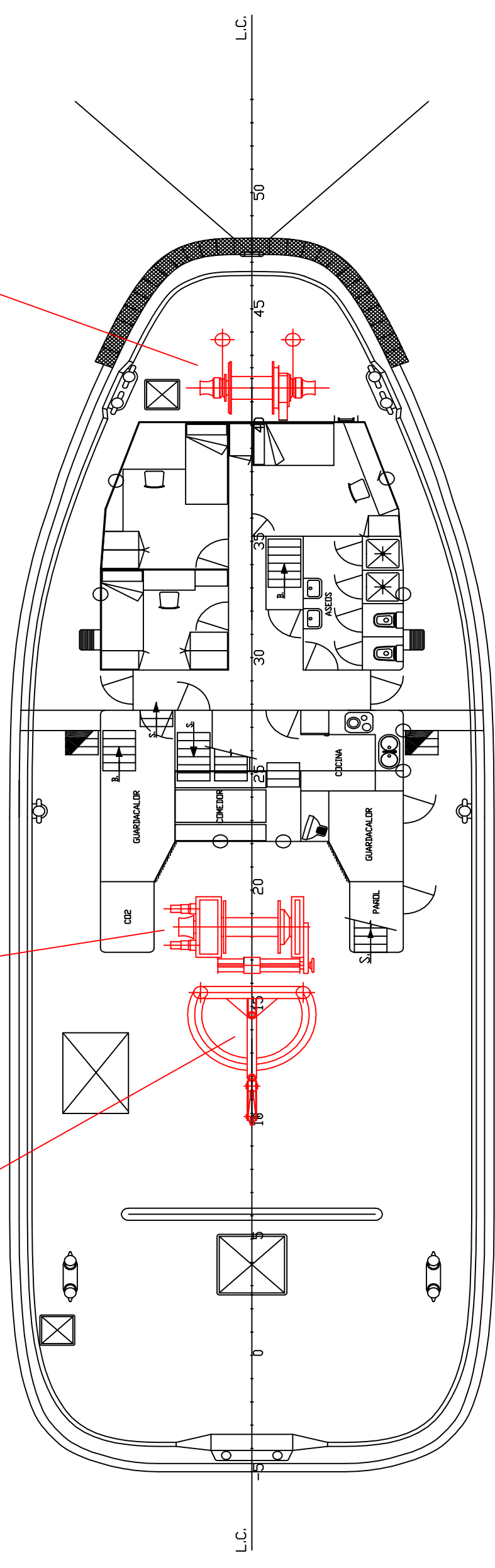
EQUIPOS DE REMOLQUE
MIRANDO A BABOR

ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR, UNIVERSIDADE DA CORUÑA	
ALUMNO : MARCOS LOUREIRO BELLÓN	
TFG Nº 13 - 58 REMOLCADOR DE PUERTO Y APOYO A BUQUES DE ALTURA	
PLANO DE PRINCIPALES EQUIPOS DE REMOLQUE	
e : 1/100	DIMENSIONES PRINCIPALES TFG:
HOJA 1 de 2	ESLORA ENTRE PERPENDICULARES --- 26,00 m
REV.0	MANGA MÁXIMA --- 10,00 m
COTAS EN mm	PUNTAL DE TRAZADO --- 5,50 m
	CALADO DE DISEÑO --- 3,70 m

GANCHO DE REMOLQUE

CHIGRE POPA

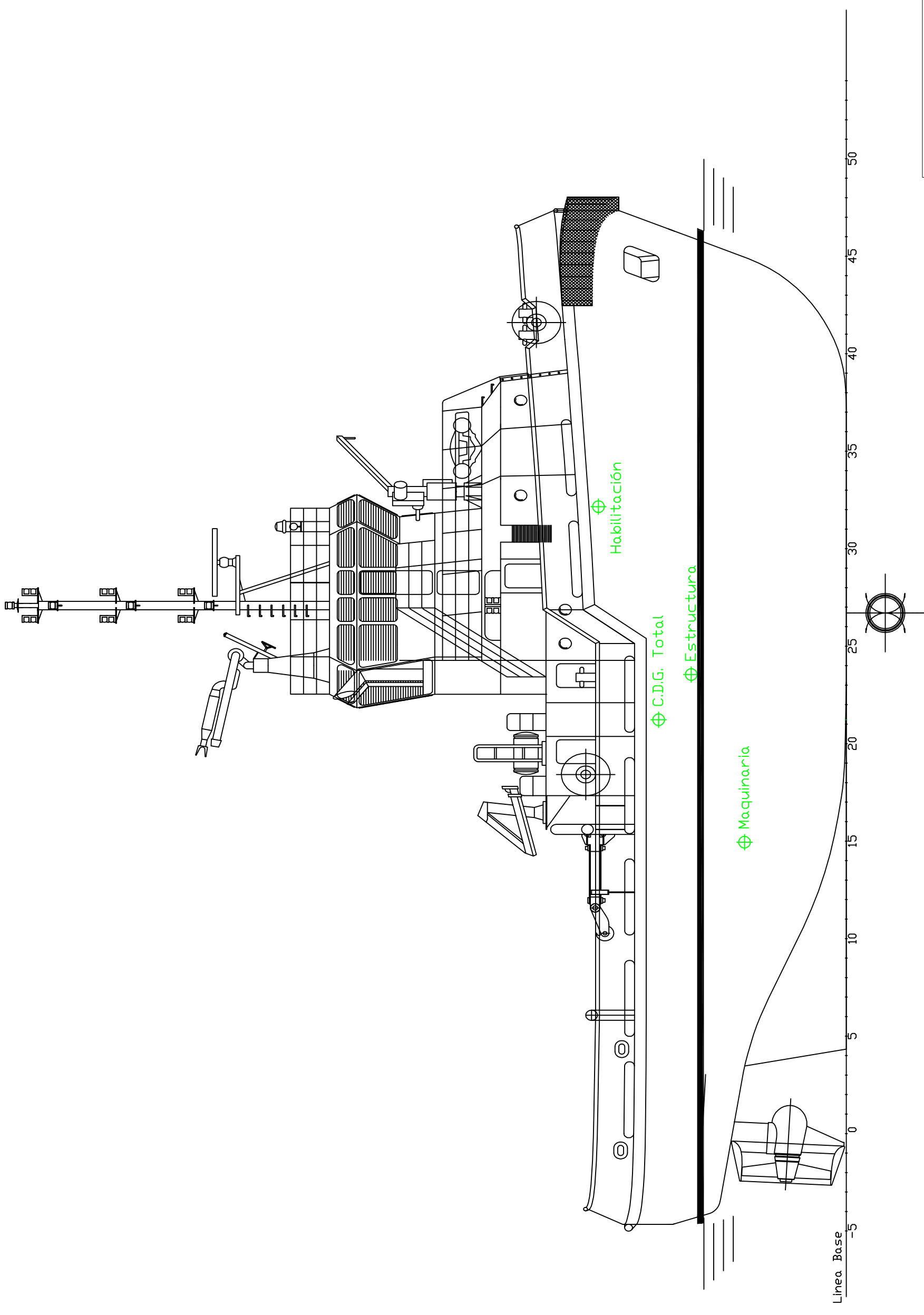
CHIGRE PROA



EQUIPOS DE REMOLQUE
VISTA EN PLANTA

ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR, UNIVERSIDADE DA CORUÑA	
ALUMNO : MARCOS LOUREIRO BELLÓN	
TFG Nº 13 - 58 REMOLCADOR DE PUERTO Y APOYO A BUCQUES DE ALTURA	
PLANO DE PRINCIPALES EQUIPOS DE REMOLQUE	
e : 1/100	DIMENSIONES PRINCIPALES TFG:
HOJA 2 de 2	ESLORA ENTRE PERPENDICULARES --- 26,00 m
REV.0	MANGA MÁXIMA --- 10,00 m
COTAS EN mm	PUNTAL DE TRAZADO --- 5,50 m
	CALADO DE DISEÑO --- 3,70 m

ANEXO 2



CENTROS DE GRAVEDAD
MIRANDO A BAVOR

ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR, UNIVERSIDADE DA CORUÑA	
ALUMNO : MARCOS LOUREIRO BELLÓN	
TFG Nº 13 - SB REMOLCADOR DE PUERTO Y APOYO A BUEQUES DE ALTURA	
PLANO DE PRINCIPALES CENTROS DE GRAVEDAD	
e : 1/100	DIMENSIONES PRINCIPALES TFG:
HOJA 1 de 1	ESLORA ENTRE PERPENDICULARES --- 26,00 m
REV.0	MANGA MÁXIMA --- 10,00 m
COTAS EN mm	PUNTALE DE TRAZADO --- 5,50 m
	CALADO DE DISEÑO --- 3,70 m