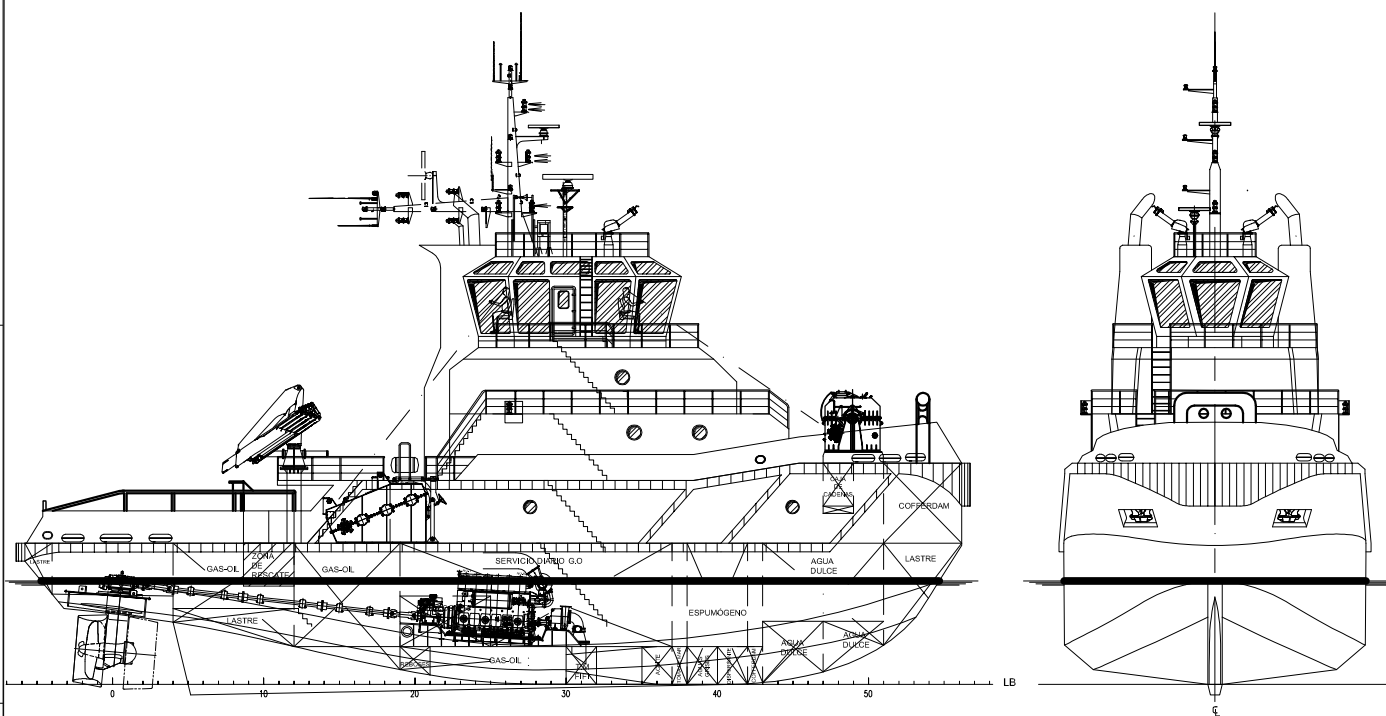


PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARITIMO



Alumno: Gonzalo Abal

Tutor: Norberto Fiorentino

NOMBRE Gonzalo Abal		VERIFICADO	APROBADO
FECHA 22/11/17			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-001-001	0	1	1
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
	001-001	A4	



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

0	Inicial	22/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.

MODIFICACIONES



Dimensiones Principales			
Eslera Total:	LOA	37.18	m
Eslera entre perpendiculares:	LPP	32.80	m
Eslera en flotación:	LWL	35.64	m
Manga moldeada:	B	12.00	m
Calado de diseño:	T	4.10	m
Puntal:	D	5.60	m
Desplazamiento máximo:	Δ	1024	MT
Velocidad de servicio:	V	12	kts
Tripulación:		12	-
Coefficiente de bloque:		0.571	-
Coefficiente de sección máxima:		0.898	-
Tiro a la bita:	BP	60	MT
Potencia Propulsora:		3308	kW

NOMBRE Gonzalo Abal		VERIFICADO		APROBADO	
FECHA 20/11/2017					
NÚMERO PLANO		REV		HOJA N°	
GAB - PB-011-001		0		N° HOJAS	
ESCALA: 1:75		ARCHIVO: 011-001		FORMATO: A0	
				 	
0	INICIAL	20/11/2017	GAB	JKO	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DBLU	VERIF.	
MODIFICACIONES					

Índice

A	Introducción.....	2
	Base de datos.....	2
	Regresiones de relaciones de aspecto de la carena a partir de la base de datos.....	4
	Cálculo tentativo de las dimensiones principales.....	5
	Proceso iterativo de las dimensiones principales para llegar al resultado final.....	9
B	Bibliografía.....	14

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE Gonzalo Abal				
FECHA 17/11/17				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
GAB-010-003	0	1	14	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:		
	010-003	A4	 	
0	Inicial	17/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

DIMENSIONES PRINCIPALES

Dimensiones Principales

Introducción

El proceso y método para dimensionar el remolcador consiste de varias etapas:

- Base de datos a partir de una serie de buques base, los cuales deben tener semejanza con los requerimientos y características del tipo de buque considerado para el proyecto.
- Cálculo tentativo de dimensiones principales a partir de regresiones basadas en remolcadores ya construidos.
- Proceso iterativo de las dimensiones principales para llegar a un resultado concreto, el cual cumpla con los requerimientos de proyecto.
- Verificación de los requerimientos según la Sociedad de Clasificación.

La obtención final de las dimensiones principales es el resultado luego de una serie de iteraciones en los procesos de cálculo mediante el uso del soft FORAN, en el cual se transforman las dimensiones de la carena hasta obtener los valores calculados mediante el uso de la base de datos, las regresiones y capacidad de tanques necesaria.

Base de datos

El criterio de búsqueda de la base de datos se basa en buques que posean las siguientes características:

- Funciones de salvamento y lucha contra incendio (FIFI). Si son remolcadores de altura con navegación ilimitada se ajustan mejor al proyecto.
- Tiro a la bita similar al requerido para el proyecto.

La cantidad de remolcadores que se encontraron con estas características fueron 12, pero los que más se ajustan por ser remolcadores de altura fueron solo cinco, siendo estos:

1. Remolcador María Pita – Clase María de Maeztu – Diseño de Sener
2. Remolcador Doña Clary – Clase Rampart 3700 – Diseño de Robert Allan
3. Remolcador Vanguard – Clase Shoalbuster 3209 – Diseño de Damen
4. Remolcador Statum – Clase Shoalbuster 3009 – Diseño de Damen
5. Remolcador Ranquel – Clase Azistern 3360 – Diseño de Offshore Designers

Estos diseños poseen características que se ajustan a lo que se quiere lograr en el proyecto, al ser buques que están preparados para cumplir las mismas funciones en altamar, el cual es un factor muy importante a tener en cuenta para el dimensionamiento, ya que influye en otros criterios de diseño como pueden ser la estabilidad, capacidad de tanques y todo el equipamiento que debe llevar a bordo.

Tabla Base de Datos

Empresa Armadora	Nombre	Año	Tipo de buque	LOA (m)	LPP (m)	B (m)	T (m)	D (m)	BKW	Val MCR (kt)	TPF (Tons)
Ag. Salv Marítimo Español	María Pita (Clase María de Maeztu)	2008	Rem Salvamento y Altura FIFI	39,7	34,52	12,5	4,2	5,5	3744	13	60
Serviport S.A	Doña Clary	2012	Rem Salvamento y Altura FIFI	37,47		13,5	5,5	6,8	4490	13,8	73
Antares Naviera	Ranquel	2014	Rem puerto - Océánico - FIFI	32,72	31,85	12	4,3	5,2	3308	12	60
Marine Towing Services	Vanguard (DAMEN)	2008	Rem Salvamento y Altura	32,27	-	9,35	3,3	4,4	2610	11,5	50,5
Marine Towing Services	Statum (DAMEN)	2008	Rem Salvamento y Altura	30,08	-	9,1	3,2	4,4	2450	11,6	48
Megatugs	Megalochari VII	2001	Rem Salvamento y Altura FIFI	34,9	33,2	10,6	4	5	2684	12	48
Intertug S.A	Egir	2006	Rem Salvamento FIFI	28,16	-	9,5	3,5	-	2983	12	51
Intertug S.A	Valkyria	2009	Rem Salvamento FIFI	28,67	-	10,43	4,8	-	3676	13,5	60
Bourbon Offshore	Nemed	2003	Rem Salvamento y Altura FIFI	32,5	-	12	4,9	5	4060	13	69
PSA Marine of Singapore	Rubicon (Rampart 3200 class)	2014	Rem costero	32	-	12,4	4,19	5,4	3308	12,5	60
Alfons Hakans	Castor	2008	Rem costero	34,2	-	12,1	4,5	5	3730	12,5	65
Alfons Hakans	Orion	2013	Rem FIFI y escolta	33	-	12,1	4,92	5,63	3728	13	65

Regresiones de relaciones de aspecto de la carena a partir de la base de datos

Las regresiones basadas en la base de datos de los cinco remolcadores mencionados anteriormente se realizan para verificar que las dimensiones estimadas a partir de los cálculos tentativos se encuentren próximos a las líneas de tendencia, ya que al ser un remolcador no muy común en el mercado puede variar respecto de algún otro diseño.

Relación eslora – manga

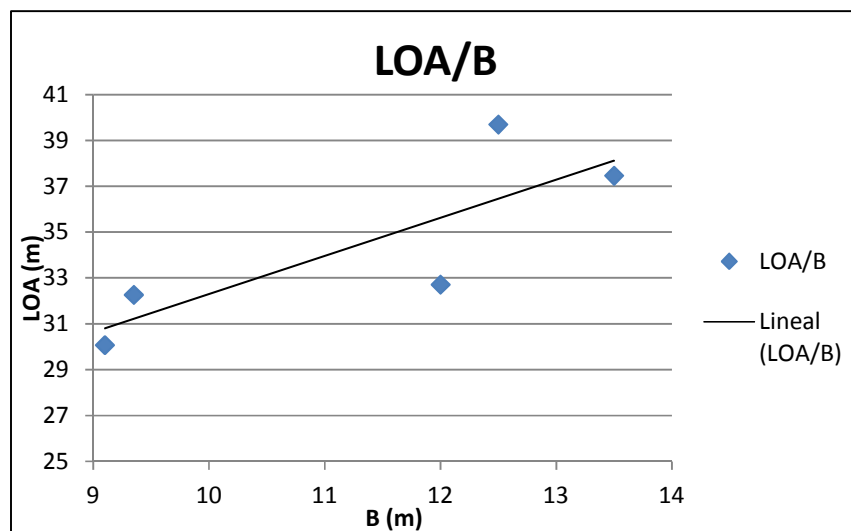


Gráfico 1

Relación manga – puntal

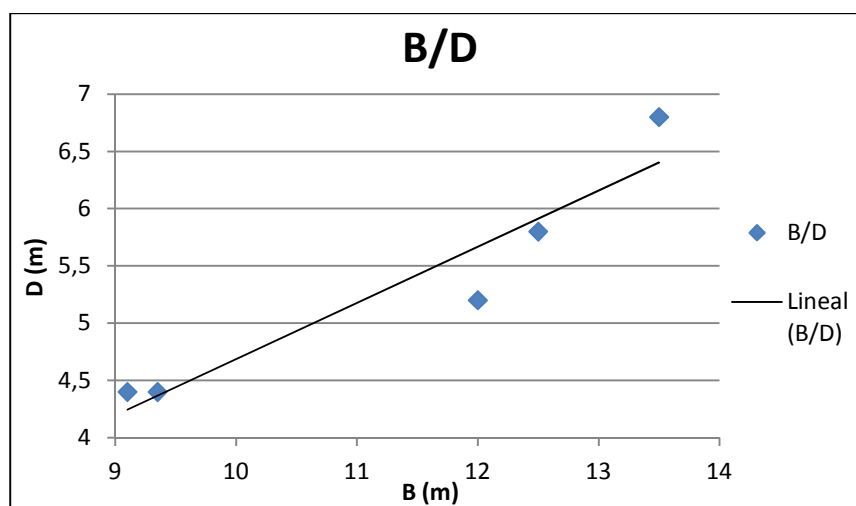


Gráfico 2

Relación calado – puntal

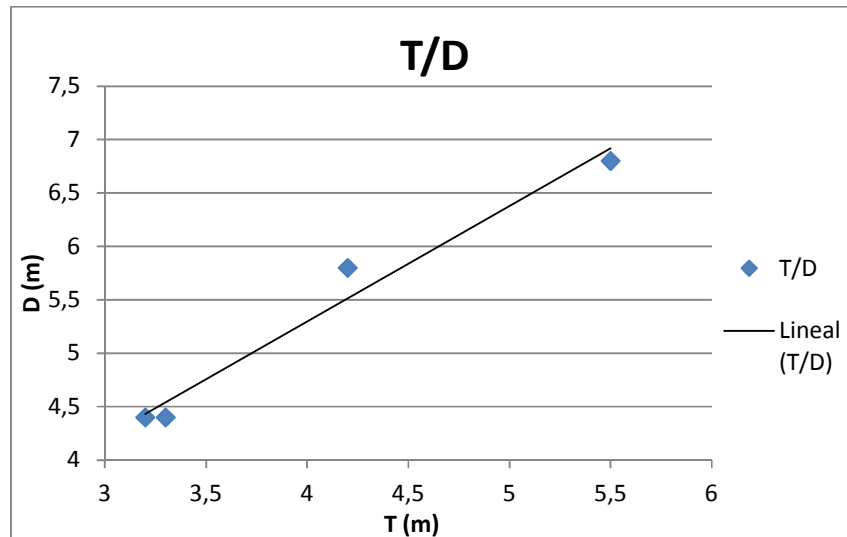


Gráfico 3

Cálculo tentativo de las dimensiones principales

Tentativa de Potencia Propulsora

$$PB = K1 \times TPF$$

- Donde el valor de K1 se extrae de la Figura 1.1 extraída de Capítulo 2.11 - Proyecto Básico del Buque Mercante - Manuel Meizoso Fernández (1997)

K1, RELACIÓN POTENCIA (kW) / TPF (t)

Una hélice sin tobera	65-70
Dos hélices sin tobera	63-68
Una hélice con timón-tobera (Kort)	60-65
Dos hélices con timón-tobera (Kort)	55-60
Dos hélices con tobera, azimutal (*)	55-60
Dos hélices cicloidaes azimutales (**)	63-68

(*) Aquamaster o Schottel.

(**) Voith-Schneider.

Figura 1.1

Se toma un valor de $K1 = 60$ debido a que se considera una propulsión compuesta por dos azimutales con tobera, los cuales se emplean en condiciones severas al tratarse de un remolcador de altura.

Tentativa de Desplazamiento

$$DISW = K2 \cdot PB^{1,5} / V^2$$

Donde el valor de K2 se extrae de la Figura 1.2 , extraída de Capítulo 2.11 - Proyecto Básico del Buque Mercante - Manuel Meizoso Fernández (1997).

VALORES DE K2, según fórmula (2.11.2)

PB (kW)	K2 (±5%)
1000	0,95
2000	1,03
4000	1,11
8000	1,23

Figura 1.2

El valor estimado de potencia propulsora es de PB = 3000 kW por ende se interpola y se toma un margen del 5% de K2, ya que los valores más bajos son considerados únicamente para los tractores, y se trata de un remolcador que requiere mayores capacidades que los remolcadores de puerto. . La velocidad de servicio es de 12 nudos.

$$DISW = 1,1235 \cdot (3000 \text{ kW})^{1,5} / (6,17 \frac{m}{s})^2 = 494 \text{ Tm}$$

Tentativa de eslora entre perpendiculares (LPP)

$$LPP = \sqrt[3]{K3 \cdot DISW}$$

Donde el valor de K3 se extrae de la Figura 1.3 extraída de Capítulo 2.11 - Proyecto Básico del Buque Mercante - Manuel Meizoso Fernández (1997).

VALORES DE K3, según fórmula (2.11.3)

DISW (t)	K3 (±5%)
200	48
600	60
1000	64
1800	68
2600	71

Figura 1.3

El valor de K3 se interpola de la figura 1.3 y se considera un margen de un 5%, ya que los valores más bajos son para tractores, y se trata de un remolcador que requiere mayores capacidades que los remolcadores de puerto.

$$LPP = \sqrt[3]{56,7 \cdot 494 \text{ Tm}} = 30,37 \text{ m}$$

Tentativa de manga (B)

$$B = LPP / K_4$$

Donde el valor de K_4 se extrae de la Figura 1.4

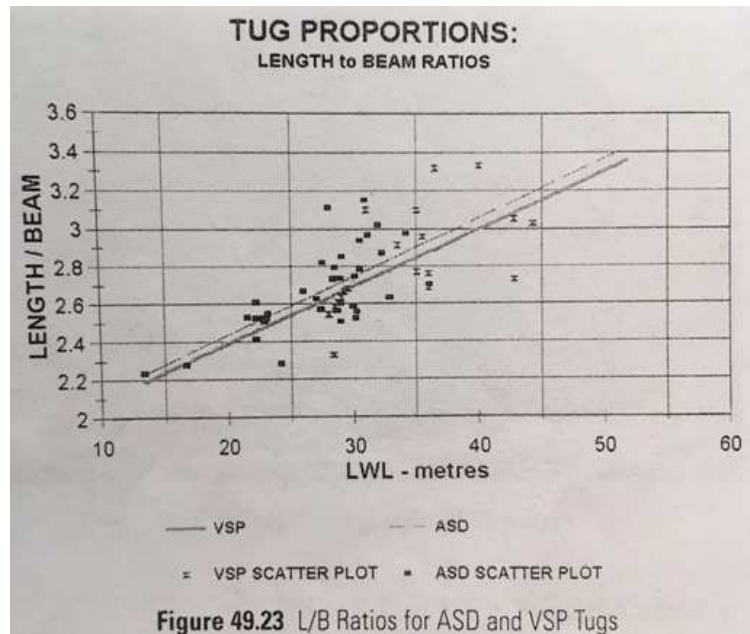


Figura 1.4

$$B = 30,37 \text{ m} / 2,95 = 10,3 \text{ m}$$

Tentativa de puntal (D)

$$D = B / K_5$$

Donde $2 < K_5 < 2,2$. Se estima un $K_5 = 2,15$ teniendo en cuenta

$$D = 10,3 \text{ m} / 2,15 = 4,8 \text{ m}$$

Tentativa de calado (T)

$$T = D - FB$$

El francobordo en remolcadores de altura se encuentra entre los siguientes valores según el libro “Proyecto básico del Buque Mercante”:

Se considera un valor alto de 1,4 m.

$$T = 4,8 - 1,4 = 3,4\text{ m}$$

Coeficiente de bloque (CB)

$$CB = 1,2 - 0,5 \cdot \frac{V}{\sqrt{LPP}}$$

Donde V es la velocidad de servicio de 12 nudos.

$$CB = 1,2 - 0,5 \cdot \frac{6,17\text{ m/s}}{\sqrt{30,37}} = 0,64$$

Coeficiente de sección media (CM)

El valor de CM se extrapola de la figura 1.5.

COEFICIENTE DE LA MAESTRA, CM	
CB	CM
0,450	0,805
0,500	0,845
0,550	0,870
0,600	0,895

Figura 1.5

$$CM = 0,915$$

Coeficiente prismático (CP)

$$CP = \frac{CB}{CM} = \frac{0,64}{0,915} = 0,7$$

Proceso iterativo de las dimensiones principales para llegar al resultado final

De las fórmulas basadas en regresiones de remolcadores ya construidos extraídas de las bibliografías (Proyecto Básico del Buque Mercante – Meizoso y Dimensionamiento de Remolcadores – Arnaldos) se concluye que ninguna proporciona información muy exacta, ya que no están relacionadas especialmente para el tipo de remolcador que se considera para el proyecto. Normalmente la mayoría de los remolcadores de altura u oceánicos ya construidos no cuentan con azimutales en la popa y poseen dos hélices con tobera y línea de ejes convencional, por ende la información en estas bibliografías se encuentra desactualizada y se utiliza únicamente como punto de partida para estimar las dimensiones principales tentativas. Además, debe tenerse en cuenta que el buque debe poder contener todos los tanques necesarios para abastecer su autonomía.

Partiendo de los valores de las dimensiones principales tentativas se verificó que el buque no desplazaba lo suficiente para poder contener la gran capacidad de consumibles que permiten al mismo cumplir con la autonomía y los servicios que debe brindar. Entre los grandes consumibles se consideran los tanques de combustible, agua potable, espuma y dispersante.

El peso del buque en rosca se encuentra en función de las dimensiones principales del buque, por ende se itera hasta llegar al resultado correcto.

El proceso de iteración fue el siguiente:

1. Se parte de los valores tentativos de las dimensiones principales calculados anteriormente.
2. Cálculo del desplazamiento
 - i. Peso de la Estructura
 - ii. Peso del Equipamiento
 - iii. Peso de la maquinaria propulsora y auxiliar
 - iv. Peso muerto
3. Se calculan nuevamente las dimensiones principales a partir del desplazamiento calculado en el punto 2.
4. A partir de las dimensiones calculadas en el punto 3 se transforma la carena en el soft FORAN y se calculan las hidrostáticas.
5. Si verifica que el desplazamiento para el calado máximo obtenido en la hidrostáticas, coincide con el calculado en el en el punto 2, se procede al punto 6, sino se debe retornar al punto 3 para modificar nuevamente las dimensiones principales.
6. Se verifica que los valores de las nuevas dimensiones calculadas se encuentren dentro del rango que indican las regresiones de la base de datos.
7. Comprobar criterios de estabilidad
8. Fin del proceso iterativo (Dimensiones Principales finales)

Descripción del último ciclo iterativo:

- **Desplazamiento**

	Valor	Unidad
<i>Peso de la estructura</i>	323	Tm
<i>Peso de equipamiento</i>	132	Tm
<i>Peso de maquinaria propulsora y auxiliares</i>	130	Tm
<i>Peso en rosca</i>	585	Tm
<i>Peso muerto</i>	437	Tm
<i>Desplazamiento</i>	1022	Tm

Valores de tabla extraídos de tabla en archivo adjunto *Distribución de Pesos Remolcador*.

Nuevas dimensiones principales

<i>Dimensiones</i>	<i>Valor</i>	<i>unidades</i>
<i>LOA</i>	<i>37.175</i>	<i>m</i>
<i>LPP</i>	<i>32.8</i>	<i>m</i>
<i>LWL</i>	<i>35.6</i>	<i>m</i>
<i>B</i>	<i>12</i>	<i>m</i>
<i>D</i>	<i>5.6</i>	<i>m</i>
<i>T</i>	<i>4.1</i>	<i>m</i>

<i>Coefficientes de Forma</i>	
<i>CM</i>	<i>0.882</i>
<i>CP</i>	<i>0.652</i>
<i>CB</i>	<i>0.619</i>

Nota: El coeficiente de bloque se calcula con la eslora en flotación.

- Desplazamiento para el calado máximo**

CARACTERISTICAS HIDROSTATICAS PARA EL CALADO DE PROYECTO

ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	$LPP = 32.80 \text{ M}$
CALADO DE PROYECTO	$T = 4.100 \text{ M}$
MANGA DE TRAZADO	$B = 12.000 \text{ M}$
DESPLAZAMIENTO CON APENDICES	$DISFA = 1024 \text{ TM}$
VOLUMEN DE TRAZADO (sin apéndices)	$DISV = 999 \text{ M}^3$
COEFICIENTE DE BLOQUE PARA EL CALADO T	$CB = 0.571$
ABSCISA DEL CENTRO DE CARENA PARA EL CALADO T	$XCBA = 15.445 \text{ M}$
COEFICIENTE DE AREA DE LA SECCION MAXIMA	$AX = 0.898$
ABSCISA DE LA SECCION MAXIMA	$XAX = 16.400 \text{ M}$
ALTURA DEL C. DE G. DE LA CURVA DE AREAS	$HAC = 38.43 \%$

Notas: Abscisas se encuentran referidas a la perpendicular de popa (clara de cuadernas N°0)

Los resultados se obtienen con el módulo HYDROS de FORAN a través de la carena transformada.

El coeficiente de bloque se calcula con la eslora en flotación. La altura del CG de la curva de áreas indica el % respecto del la sección de área máxima.

- Valores de dimensiones en rectas de regresión**

Relación eslora – manga

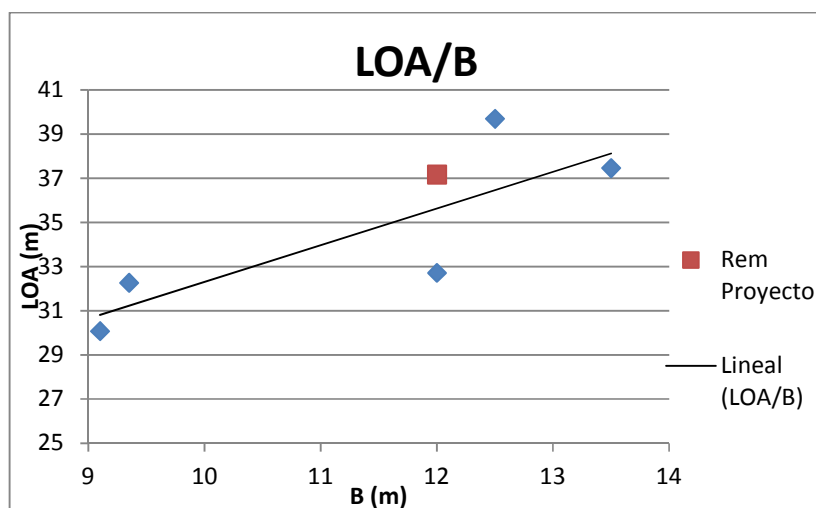


Gráfico 5

Relación manga – puntal

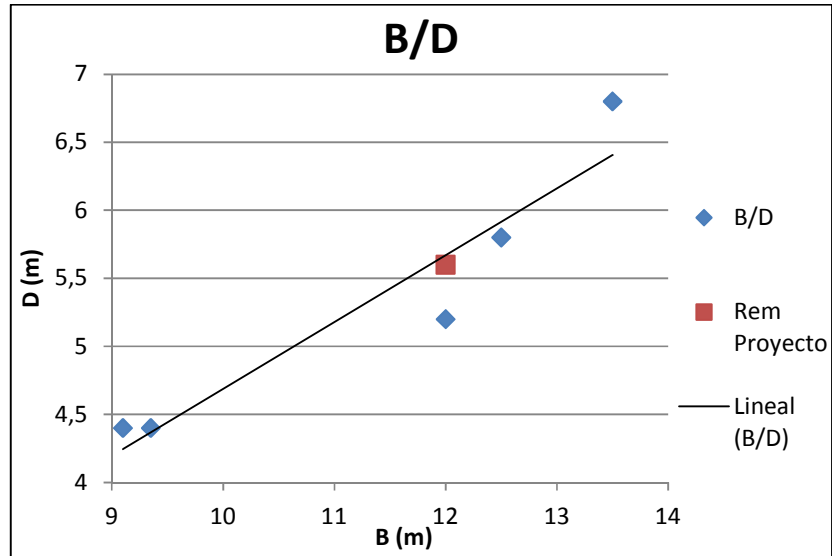


Gráfico 6

Relación calado – puntal

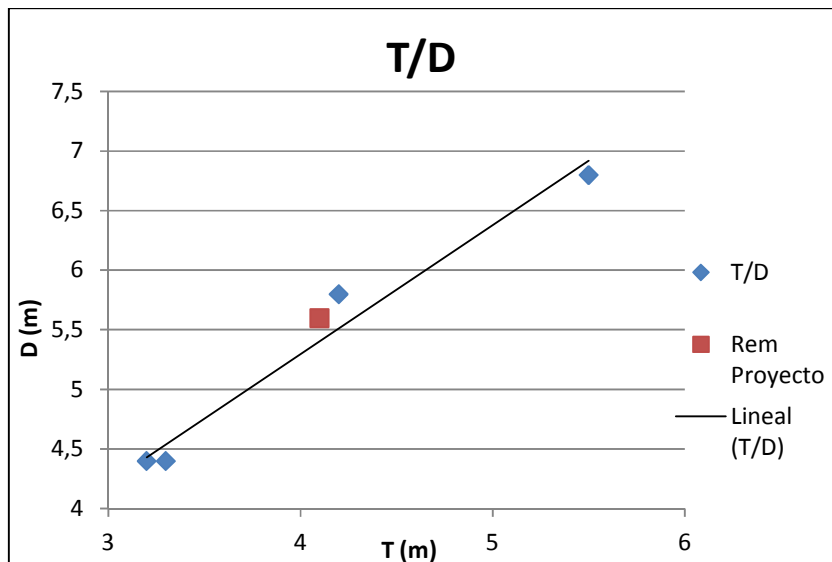


Gráfico 7

- Verificación criterios de estabilidad**

La verificación del criterio general según la OM 02/92 se realiza mediante el módulo LOAD del

<i>Item</i>	<i>Valor Real</i>	<i>Valor Límite</i>	
-----	-----	-----	
MAXIMO BRAZO ADRIZANTE = 0.743 M. A =	25.4 GR.	≥ 25.0 GR.	OK
MAXIMO GZ ENTRE 30.0 GR. - 80.0 GR. =	0.724 M.	≥ 0.200 M.	OK
ESTAB. DINAMICA ENTRE 0.0 GR. - 30.0 GR. =	248.5 MM* RAD	≥ 55.0 MM* RAD	OK
ESTAB. DINAMICA ENTRE 0.0 GR. - 40.0 GR. =	363.7 MM* RAD	≥ 90.0 MM* RAD	OK
ESTAB. DINAMICA ENTRE 30.0 GR. - 40.0 GR. =	115.1 MM* RAD	≥ 30.0 MM* RAD	OK
GM - ALTURA METACENTRICA CORREGIDA =	2.5 M.	≥ 0.150 M.	OK

- Dimensiones Principales finales**

Dimensiones Principales definitivas		
<i>Dimensiones</i>	<i>Valor</i>	<i>unidades</i>
LOA	37,175	m
LPP	32,8	m
LWL	35,6	m
B	12	m
D	5,6	m
T	4,1	m

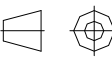
Coefficientes de Forma definitivos	
CM	0,898
CP	0,635
CB	0,571

Bibliografía

- Dimensionamiento de remolcadores – Manuel Arnaldos
- Ship Design & Construction – Chapter 49 – Tugs and Towboats – Robert G. Allan
- Proyecto Básico del Buque Mercante - Manuel Meizoso Fernández (1997)
- Artículo del Círculo Naval Español – Francisco Javier Álvarez Laita
- Tugs Design Guide – Robert Allan
- ITS – International Tug & Salvage Conference
- <http://www.alfonshakans.fi/fleetbase/info/fleet/58/more>
- <http://www.alfonshakans.fi/fleetbase/info/fleet/59/more>
- <http://www.serviport.com.co/flotas.php#donhaClary>
- <http://www.intertug.com/Current/Eng/pdfs/itg-rmvalkyria.pdf>
- <http://www.intertug.com/Current/Eng/pdfs/itg-rmegir.pdf>
- <http://www.mtsgroup Ltd.com/vessels/tugs-towage/mts-vanguard-specification>
- <http://www.hellenictugs.gr/uploads/tugs/tug-7/MEGALOCHARIXII.pdf>
- <https://vadebarcos.wordpress.com/2014/06/09/buques-salvamento-maritimo-clase-maria-maeztu-sar-gavia/>
- <http://products.damen.com/en/ranges/asd-tug>
- <http://ral.ca/designs/offshore-rescuesalvage/>

Índice

A	Introducción.....	2
	Definición de compartimientos principales.....	2
	• <i>Mamparo de colisión</i>	2
	• <i>Espacios de maquinaria principal</i>	2
B	Distribución y capacidad de tanques.....	3
	• <i>Tanques de combustible</i>	3
	• <i>Tanques de agua potable</i>	5
	• <i>Tanques de aceite lubricante</i>	6
	• <i>Tanque de aceite hidráulico de gobierno</i>	9
	• <i>Tanques de espuma</i>	10
	• <i>Tanques de lastre</i>	13
	• <i>Tanques restantes</i>	14
C	Anexo.....	15
	Bibliografía.....	16

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE Gonzalo Abal				
FECHA 17/11/17				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
GAB-010-005	0	1	16	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:		
	010-005	A4		
0	Inicial	17/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

CÁLCULO DE CAPACIDADES

Cálculo de Capacidades

Introducción

En este cuaderno se definen los mamparos que subdividen al buque, de manera tal que verifiquen con las reglamentaciones de las Sociedades de Clasificación. A partir de los mamparos se disponen los tanques de tal forma que tengan la capacidad requerida para abastecer a los servicios para la autonomía definida.

Definición preliminar de compartimientos principales

Mamparo de Colisión

El mamparo de colisión se posiciona según la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas con el siguiente criterio:

$$0,05.LPP \leq \text{Distancia del M. Colisión desde Ppr} \leq 0,08.LPP$$

$$1,43 \text{ m} \leq \text{Distancia del M. Colisión desde Ppr} \leq 2,29 \text{ m}$$

$$\text{Distancia adoptada} = 2,2 \text{ m}$$

$$1,43 \text{ m} \leq 2,2 \text{ m} \leq 2,29 \text{ m}$$

La distancia adoptada se termina definiendo a partir de la capacidad necesaria de lastre en el pique de proa para lograr el asiento correcto del buque en las condiciones de carga intermedias.

Se tiene en cuenta que la Sociedad de Clasificación requiere un calado mínimo en condición de lastre en proa de $0,04.LPP$, por lo cual se tiene en cuenta la capacidad de lastre.

Espacios de Maquinaria Principal

La sala de máquinas requiere un volumen que debe ser determinado a partir de la potencia propulsora, potencia de generación eléctrica y los equipos instalados. El libro "Proyecto Básico del Buque Mercante - Meizoso" propone la siguiente ecuación para estimar la eslora de la sala de máquinas:

$$Lcm = cw1 \times PB + cw2$$

Donde

$$1,4 \leq cw1 \leq 2 \quad 6 \leq cw2 \leq 10 \quad PB \rightarrow \text{Potencia propulsora (kW} \times 10^3\text{)}$$

$$Lcm = 2 \times 3,308 \text{ kW} \times 10^3 + 10 = 16,16 \text{ m}$$

$$Lcm = 1,4 \times 3,308 \text{ kW} \times 10^3 + 6 = 10,63 \text{ m}$$

$$10,63 \text{ m} \leq Lcm \leq 16,16 \text{ m}$$

La longitud definitiva adoptada para la sala de máquinas es:

$$Lcm = 14,4 m$$

Distribución y capacidad de tanques

El punto de partida fue definir la autonomía que va a tener el remolcador, la cual **no** es un requerimiento de proyecto. Al estar proyectando un remolcador de salvamento de altura, se requiere de gran autonomía. Para definir la misma, se tiene en cuenta que el remolcador se va a encontrar operando en el puerto de Buenos Aires para salir a brindar asistencia. El corredor marítimo argentino desde el puerto de Ushuaia hasta el puerto de Buenos Aires abarca aproximadamente 2000 millas náuticas equivalente a 7 días de navegación libre a 12 nudos. Para el proyecto se decidió darle prioridad a obtener la mayor capacidad de combustible posible al remolcador, teniendo en cuenta que no solo debe tener autonomía para abarcar todo el corredor marítimo, sino también que en caso de siniestro pueda operar durante varios días sin necesidad de tener que volver para recargar. Se define que la autonomía debe ser de 20 días de navegación libre, considerando que para llegar al lugar más lejano del corredor marítimo argentino se requieren 14 días de navegación, dejando un margen de 6 días para estar asistiendo. De todas formas en el puerto de Ushuaia el remolcador podrá repostar combustible en el caso que lo requiera.

Tanques de Combustible

A partir de la autonomía del buque se comienzan a definir los tanques de combustible. Esto se realiza con los motores principales y auxiliares ya definidos, de los cuales se conocen de las Project Guide los valores del consumo específico.

Consumo de los Motores Principales:

2. MAIN ENGINE SPECIFICATIONS

2.1 PRINCIPAL PARTICULARS

01) Type	Vertical, single acting, 4-valves, 4-cycle, trunk piston type with turbo charger and charged air cooler.
02) Model	NIIGATA 6L28HX
03) Maximum continuous rating	1654 kW at flywheel crank shaft end (Hereinafter called as MCR.)
04) Rated speed	750 min ⁻¹
05) Idling speed	400 450 min ⁻¹
06) Over load rating	110% MCR for 1 hour every 12 hours period.
07) Number of cylinder	6 (In-line)

2.2 SPECIFIC FUEL OIL CONSUMPTION

When fuel oil corresponding to 42.7 MJ/kg, net calorific value is used, the specific consumption is less than 191g/kW-hr.

- 01) Subject to a tolerance of 5 % on the test operation.
- 02) Subject to be burned with marine diesel oil.
- 03) Engine load to be MCR and measured at crankshaft end (flywheel).
- 04) Subject to driving one (1) lube. oil pump, two (2) water pumps and (1) fuel feed pump.

Nota: Ver cálculo propulsivo en archivo GAB-PB-012-001/002 donde se seleccionan los Motores Principales. Extractos de "Drawings & Documents – Niigata Power Systems Co., Ltd".

$$\text{Consumo MMPP} = \frac{191 \frac{g}{kW \cdot h} \cdot 20 \text{ días} \cdot 24 \text{ h/día} \cdot 3308 \text{ kW}}{10^6 \frac{g}{Tm}} \cdot 0.89 \frac{m^3}{Tm} = 270 \text{ m}^3$$

Consumo de Motores Auxiliares:

El consumo específico de los motores auxiliares se estima en 220 g/kW.h, teniendo en cuenta la siguiente tabla extraída del libro “Máquinas para la propulsión de buques – Enrique Casanova Rivas”:

TABLA II

CONSUMOS ESPECÍFICOS DE COMBUSTIBLE en g/kW-h(g/bhp-h)

n (rpm)	CUATRO TIEMPOS			DOS TIEMPOS		
	Atmósferics	Sobrealimentados		Atmósferics	Sobrealimentados	
		Sin postrefr.	Con postrefr.		Sin postrefr.	Con postrefr.
≤200	—	—	—	—	—	166 a 181 (122 a 133)
400 a 1000	218 a 228 (160 a 168)	211 a 224 (155 a 165)	204m a 224 (150 a 165)	—	—	—
1000 a 1800	231 a 245 (170 a 180)	224 a 231 (165 a 170)	204 a 224 (150 a 165)	—	—	—
> 1800	238 a 252 (175 a 185)	231 a 245 (170 a 180)	215 a 231 (158 a 170)	235 a 242 (173 a 178)	231 a 245 (170 a 180)	228 a 238 (168 a 175)

La potencia de la planta de generación eléctrica se estima preliminarmente a partir de buques similares. Para el cálculo se considera una potencia de generación un poco mayor a lo utilizado normalmente para cubrir un cierto margen de error.

$$\text{Consumo MMGG} = \frac{220 \frac{g}{kW \cdot h} \cdot 20 \text{ días} \cdot 24 \frac{h}{día} \cdot 5000 \text{ kW}}{10^6 \frac{g}{Tm}} \cdot 0.89 \frac{m^3}{Tm} = 47 \text{ m}^3$$

La capacidad total de combustible que debe tener el remolcador para obtener la autonomía requerida es:

$$\text{Capacidad total de tanques de combustible requerida} = 297 \text{ m}^3 + 47 \text{ m}^3 = 317 \text{ m}^3$$

Capacidad total de tanques de combustible dispuesta a bordo (calculado mediante el módulo VOLUME del soft FORAN):

$$\text{Capacidad total de tanques de combustible} = 375 \text{ m}^3$$

Resumen de todos los tanques de combustible

Identificación del Tanque	Peso (T)	Volumen Neto (m3)	A.C.G desde LB (m)	T.C.G (+) hacia Bbr (m)	L.C.G desde Ppp (m)	Área (m2)	Momento Inercia Neto (m4)
FO1P	8.9	9.9	2.37	1.59	5.12	16.3	15.7
FO1S	8.9	9.9	2.37	-1.59	5.12	16.3	15.7
FO2P	32.8	36.8	4.01	4.63	4.64	12.5	7
FO2S	32.8	36.8	4.01	-4.63	4.64	12.5	7
FO3P	10.3	11.6	1.48	1.87	9.54	16.8	23.4
FO3S	10.3	11.6	1.48	-1.87	9.54	16.8	23.4
FO4P	25.8	29	3.76	4.95	8.84	8.4	3.3
FO4S	25.8	29	3.76	-4.95	8.84	8.4	3.3
FO5P	45.6	51.2	0.93	2.4	16.09	54.2	155.3
FO5S	45.6	51.2	0.93	-2.4	16.09	54.2	155.3
FO6P	44.1	49.5	3.71	5.28	17.01	15	2.4
FO6S	44.1	49.5	3.71	-5.28	17.01	15	2.4
Total Gas-Oil (DMA-DMX)	334.6	375.9	2.81	0	11.9	246.4	414.2

Tanques de agua potable

La capacidad de los tanques de agua potable se definen mediante los días de navegación y la cantidad de tripulantes requerida a bordo. Para el cálculo se tomaron las siguientes consideraciones:

- 150 litros/día por persona
- 12 tripulantes
- 20 días de navegación libre

El valor del consumo se extrae de las recomendaciones del libro “Proyecto Básico del Buque Mercante - Meizoso”. El libro recomienda un consumo entre 125 – 200 litros/día. persona, del cual se estima un valor medio, ya que se diseña para el caso en que el remolcador se encuentra con la cantidad de tripulantes requerida a bordo consumiendo con austeridad para incrementar su autonomía.

Capacidad total de tanques de agua potable:

$$\text{Consumo Agua} = 0,150 \frac{m^3}{\text{día} \cdot \text{persona}} \cdot 20 \text{ días} \cdot 12 \text{ personas} = 36 m^3$$

Los tanques de agua dulce se disponen en la proa, entre el pique de proa y el cofferdam que los protege de posibles pérdidas de los tanques de dispersante y concentrado de espuma.

Capacidad de tanques de agua potable dispuesta a bordo (calculado mediante el módulo VOLUME del soft FORAN):

Capacidad total de tanques de agua potable = 61.5 m³

Resumen de todos los tanques de agua dulce

Identificación del Tanque	Peso (T)	Volumen Neto (m3)	A.C.G desde LB (m)	T.C.G (+) hacia Bbr (m)	L.C.G desde Ppp (m)	Área (m2)	Momento Inercia Neto (m4)
FW1P	8.2	8.2	4.58	4.27	27.59	6	1.6
FW1S	8.2	8.2	4.58	-4.27	27.59	6	1.6
FW2P	15.4	15.4	1.75	1.63	26.63	9.8	13.7
FW2S	15.4	15.4	1.75	-1.63	26.63	9.8	13.7
FW3P	7.2	7.2	2.01	1.1	28.88	6.9	5.7
FW3S	7.2	7.2	2.01	-1.1	28.88	6.9	5.7
Total FW	61.60	61.60	2.56	0.00	27.41	45.40	42.00

De todas formas para brindar mayor autonomía y seguridad del buque en casos que se deban alojar náufragos durante un rescate, se cuenta con un generador de agua dulce de osmosis inversa pequeño marca GEFICO modelo AQE-6D de 4800 litros por día, que posee una capacidad de producción para abastecer a toda la tripulación y hasta 24 náufragos.

Marca: Gefico

Modelo: AQE-6D

$$Producción = 4800 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

Nota: El generador AQE-6D tiene la mejor relación entre dimensiones del equipo y capacidad de producción. Además por razones gremiales en la actualidad es conveniente contar con un generador de agua dulce.

MODEL	AQE-2D	AQE-4D	AQE-6D
PRODUCTION (m3/day)	1,6	3,2	4,8
WEIGHT (Kg)	120	130	140
DIMENSIONS			
Length (mm)	1300	1300	1300
Width (mm)	740	740	740
Height (mm)	660	660	660

Considerando una tripulación de 12 tripulantes y 24 náufragos con un consumo mínimo de 125 litros por día por persona, bastaría con una producción de agua de 4500 lts/día.

$$Producción \text{ mín del generador} = 125 \frac{\text{litros}}{\text{día} \cdot \text{persona}} \cdot 36 \text{ personas} = 4500 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

En caso que la cantidad de náufragos sea mayor y la producción no dé a basto, se compensará con el sobrante en los tanques de agua potable.

Tanques de aceite lubricante

El dimensionamiento de los tanques de aceite lubricante del remolcador se estima a partir de los tanques del Remolcador Ranquel de la empresa Armadora Antares Naviera, ya que este posee el mismo sistema de propulsión y la misma planta propulsora.

La capacidad de los tanques se extrae del Plano de Capacidades del buque de referencia, según las siguientes tablas:

DIRTYOIL (SpGr 0.920)							
Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Volume (m³)	Max FSM (MT-m)
DIRTYOIL14.S	100.00%	3.23	16.781f	1.573s	0.636	3.5	0.32
Subtotals:	100.00%	3.23	16.781f	1.573s	0.636	3.5	0.32
LUBOIL (SpGr 0.920)							
Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Volume (m³)	Max FSM (MT-m)
LUBOIL18.C	100.00%	2.25	14.853f	0	0.632	2.4	0.66
Subtotals:	100.00%	2.25	14.853f	0	0.632	2.4	0.66

Por otro lado también se tienen en cuenta las especificaciones de los motores principales para verificar que las reservas de aceite lubricante que debe contener el tanque, sean las necesarias para que como mínimo se pueda hacer un cambio de aceite completo.

A continuación se adjuntan las especificaciones del motor:

Nilgata Power Systems Co., Ltd.

Z11019-10B 4/26

2. MAIN ENGINE SPECIFICATIONS

2.1 PRINCIPAL PARTICULARS

01) Type	Vertical, single acting, 4-valves, 4-cycle, trunk piston type with turbo charger and charged air cooler.	
02) Model	NIIGATA 6L28HX	
03) Maximum continuous rating	1654 kW at flywheel crank shaft end (Hereinafter called as MCR)	AB
04) Rated speed	750 min ⁻¹	
05) Idling speed	400 450 min ⁻¹	B
06) Over load rating	110% MCR for 1 hour every 12 hours period.	
07) Number of cylinder	6 (In-line)	
08) Cylinder bore	280 mm	
09) Piston stroke	370 mm	
10) Max. combustion pressure	14.7 MPa or below	
11) Brake mean effective pressure	1.936 MPa at MCR	
12) Mean piston speed	9.25 m / s at MCR	

13) Fuel supply system	Feed pump driven by engine	
14) Fuel injection system	Solid direct injection	
15) Lubricating system	Forced lubrication (Wet sump operation)	
L.O.sump tank volume	Approx. 600 810 L / Unit	B
16) Starting system	Excluding oil in cooler, filter and piping	
17) Cooling system	Compressed air starting 2.94 MPa (30 kgf/cm ²)	
Piston	With lube. oil (system oil)	
Turbo charger	Non cooling type	
Charged air cooler	With sea water	
Lube. oil cooler	With sea water	
Fresh water cooler	With sea water	
Fuel injection valve	Non cooling type	
Cylinder jacket & head	With fresh water	
18) Fuel oil	Marine diesel oil or Gas oil	
	Corresponding to the following standards.	
	ISO 8217, F-DMX and F-DMA	
	ASTM D975, Grade No.1-D and Grade No.2-D	
	Chinese marine diesel oil #0 and #10 (GB252-2000)	
19) Lubricating oil	Corresponding to SAE # 40	
20) Flywheel turning device	Ratchet gear with turning bar	
	(with interlock switch for remote stating)	
21) Direction of rotation	(View from flywheel / output side of engine)	
	Port engine Clockwise	
	Starboard engine Clockwise	
22) Dry mass	Approx. 16.0 19.5 tons / unit	B
23) Installation method	Rigid installation with "Chockfast" (supplied by shipyard)	B
	Resiliently mounted with rubber dampers (Rubber design)	B
24) Inclination of installation	Max. 5 3.0 degrees (Down to bow side)	B

Finalmente se concluye a partir de las especificaciones del fabricante que la capacidad del tanque de aceite lubricante de reserva debe ser:

$$\text{Capacidad de tanques de aceite lubricante} \geq 1.62 \text{ m}^3$$

La capacidad resultante de tanques de aceite lubricante dispuesta a bordo (calculado mediante el módulo VOLUME del soft FORAN):

$$\text{Capacidad de tanques de aceite lubricante} = 3.6 \text{ m}^3$$

$$\text{Capacidad total de tanques de aceite sucio} = 4.5 \text{ m}^3$$

Para el cálculo de los mismos se tuvieron en cuenta tanto las especificaciones del fabricante, como la capacidad de los tanques del Remolcador Ranquel, dejando un margen del doble de lo necesario para MMPP, ya que el aceite para los MMGG no fue tomado en cuenta.

Aceite Lubricante de Z-Peller

La capacidad de aceite lubricante que llevan los Z-Peller se extrae de las especificaciones del sistema de propulsión.

5. Z-PELLER

5.1 PRINCIPAL PARTICULARS

01) Type	360 degrees steerable, Z drive propeller	
02) Model	NIIGATA ZP – 31	
03) Construction	2-pairs of spiral bevel gears for 2-step reduction, Kort nozzle and mounting module with flat and parallel hull shape bottom plate.	B
	Under water section of Z-peller can be lifted up from hull for maintenance and repair works without dry-docking.	
04) Input power rating	1654kW x 750 min ⁻¹	
05) Propeller shaft speed	274min ⁻¹	
06) Reduction gear ratio	2.741	
07) Propeller		
Type	Mono-block, 4-bladed, fixed pitch, skewed Kaplan type with P.B.C.F. (Propeller Boss Cap Fins)	B
Diameter	2300 mm	
Material	Nickel-Aluminum Bronze (JIS-CAC703)	
Direction of rotation	Inboard (view from stern side.)	
Port unit	Clockwise	
Starboard unit	Counter clockwise	
08) Kort nozzle		
Type	No30 , welded steel construction	A
Material	Mild steel	
	Stainless steel (JIS Code SUS316) for inside of Kort nozzle	
09) Propeller shaft seal		
Type	Lip seal	
Material of seal liner	Stainless steel	
No. of seal ring	Oil side : 1 pc	
	Sea water side : 2 pcs	
10) Lubricating oil system		
Upper gear case and clutch	Forced lubrication with self driven gear pump	
Lower gear case	Oil bath	
Oil specification	Against wear hydraulic oil ISO VG 100	
Oil volume	Approx. 1300 liter/unit	
11) Stem length	2740 mm (Distance between input and propeller shaft)	
12) Dry mass	Approx. 19.0 t / unit	

La capacidad requerida para las reservas de aceite lubricante de los Z-Peller para realizar como mínimo un cambio completo según las especificaciones del fabricante es:

$$\text{Capacidad requerida total de aceite lubricante en Z – Peller} = 2.6 \text{ m}^3$$

La capacidad total de los tanques de reserva de los tanques de aceite lubricante para los Z-Peller instalados en el cuarto de timón es:

$$\text{Capacidad total de aceite lubricante para Z – Peller} = 3 \text{ m}^3$$

Resumen de todos los tanques de aceite lubricante

Identificación del Tanque	Descripción	Peso (T)	Volumen Neto (m3)	A.C.G desde LB (m)	T.C.G (+) hacia Bbr (m)	L.C.G desde Ppp (m)	Área (m2)	Momento Inercia Neto (m4)
DOT	Aceite sucio	4	4.5	0.84	-1.42	21.32	3.7	2.9
LOT	Aceite Lubricante	3.2	3.6	0.81	1.1	21.32	2.8	1.2
LZPB	Aceite Lubricante Z-Peller Bbr	1.4	1.5	3.47	4.95	-0.16	3.1	0.4
LZPE	Aceite Lubricante Z-Peller Ebr	1.4	1.5	3.47	-4.95	-0.16	3.1	0.4
Total Aceite Lubricante		10.00	11.10	1.57	-0.22	15.31	12.70	4.90

Tanque Aceite Hidráulico

La capacidad que debe considerarse para el tanque de reserva de aceite hidráulico del tanque que alimenta la unidad hidráulica del servo en los Z-Peller se obtiene a partir de las especificaciones del fabricante, como para realizar más de 3 cambios completos.

Niigata Power Systems Co., Ltd.

Z11019-10B 15/26

5.4 ACCESSORIES FOR STEERING HYDRAULIC SYSTEM

FOR ONE SHIP

01) Main hydraulic pump unit for steering control	2 pcs
Type	Main engine driven variable displacement pump.
Location	on clutch unit.
Accessory	Changeover switch
	(Remote – ZP room)
02) Hydraulic tank unit	2 pcs
Location	Tank capacity : Approx. 100 liters
	Hull side (Loose supply)

La capacidad requerida para las reservas de aceite hidráulico del sistema hidráulico de gobierno de los Z-Peller considerando como mínimo tres cambios completos es:

$$\text{Capacidad requerida total de aceite lubricante en Z – Peller} = 0.6 \text{ m}^3$$

La capacidad total del tanque de reserva del tanque de aceite hidráulico instalado en el cuarto de timón para el sistema de gobierno es:

$$\text{Capacidad total de aceite hidráulico par gobierno Z – Peller} = 1.3 \text{ m}^3$$

Resumen del tanque de aceite hidráulico

Identificación del Tanque	Descripción	Peso (T)	Volumen Neto (m3)	A.C.G desde LB (m)	T.C.G (+) hacia Bbr (m)	L.C.G desde Ppp (m)	Área (m2)	Momento Inercia Neto (m4)
LZP	Aceite Hidráulico de ambos Z-Peller	1.2	1.3	3.99	0	-2.04	1.4	0.2
Total Aceite Hidráulico		1.20	1.30	3.99	0.00	-2.04	1.40	0.20

Tanques de espuma

El tanque de espuma se dimensiona de forma tal que cumpla con la capacidad requerida que exige la sociedad de clasificación para que el remolcador obtenga la clasificación de FIFI clase 1.(Cita textual de las reglamentaciones de Bureau Veritas).

Table 2 : Number of pumps and monitors and their characteristics

Required characteristics	Service notations			
	fire-fighting ship 1	fire-fighting ship 2		fire-fighting ship 3
minimum number of water monitors	2	3	4	4
minimum discharge rate per monitor (m³/h)	1200	2400	1800	2400
minimum number of fire-fighting pumps	1	2		2
minimum total pump capacity (m³/h) (1)	2400	7200		9600
length of throw of each monitor (m) (2) (4)	120	150		150
height of throw of each monitor (m) (3) (4)	45	70		70
(1) Where the water monitor pumps are also used for the self-protection water-spraying system, their capacity is to be sufficient to ensure the simultaneous operation of both systems at the required performances.				
(2) Measured horizontally from the monitor outlet to the mean impact area.				
(3) Measured vertically from the sea level, the mean impact area being at a distance of at least 70 m from the nearest part of the ship.				
(4) The length and height of throw are to be capable of being achieved with the required number of monitors operating simultaneously in the same direction.				

5.2 Characteristics

5.2.1 Foam expansion ratio

The foam expansion ratio is not to exceed 12.

5.2.2 Foam monitors

- The ship is to be fitted with two foam monitors, each having a foam solution capacity not less than 300 m³/h.
- The height of throw is to be at least 50 m above the sea level, when both monitors are in operation at the maximum foam production rate.

5.2.3 Foam concentrate capacity

Sufficient foam concentrate is to be available for at least 30 min of simultaneous operation of both monitors at maximum capacity.

Note 1: When determining the necessary quantity of foam concentrate, the concentration rate is assumed to be 5%.

El buque va a ser clasificado como FiFi clase 1, por ende la capacidad de concentrado de espuma se calcula a partir de la siguiente expresión:

Capacidad mínima requerida de espuma

= *ratio de concentración (cantidad monitores. caudal de solución . tiempo mín)*

$$\text{Capacidad mínima requerida de espuma} = 0,05 (2 \text{ monitores. } 300 \frac{m^3}{h} . 0,5 h) = 15 m^3$$

La capacidad de concentrado de espuma dispuesta a bordo (calculado mediante el módulo VOLUME del soft FORAN):

$$\text{Capacidad total de concentrado de espuma} = 17,6 m^3$$

Resumen de todos los tanques de Espuma

Identificación del Tanque	Peso (T)	Volumen Neto (m3)	A.C.G desde LB (m)	T.C.G (+) hacia Bbr (m)	L.C.G desde Ppp (m)	Área (m2)	Momento Inercia Neto (m4)
FE1P	8.8	8.8	3.86	5.02	23.65	3.1	0.4
FE1S	8.8	8.8	3.86	-5.02	23.65	3.1	0.4
Total Concentrado de Espuma	17.60	17.60	3.86	0.00	23.65	6.20	0.80

Tanques de lastre

La capacidad de los tanques de lastre fue determinada principalmente según la necesidad para asentar el buque en las distintas condiciones de carga y mejorar la condición de estabilidad.

Pique de Proa

Para lograr asentar el buque en condición de llegada a puerto con 10% de consumibles se requieren 25.8 Tm de lastre en el pique de proa. En este caso el pique de proa se encuentra a un 80% de llenado, dejando un pequeño margen para casos excepcionales.

$$\text{Capacidad total del Pique de Proa} = 31,4 m^3$$

Pique de Popa

El pique de popa es un tanque que se instala principalmente con el fin de servir como tanque para recuperación de hidrocarburos en el caso de que haya que asistir un derrame.

El mismo también se puede utilizar para lastre en casos excepcionales en los que el buque los requiera, aunque en cualquier condición de carga normal no es necesario.

$$\text{Capacidad total del Pique de Popa} = 16,4 \text{ m}^3$$

Capacidad total de lastre que posee el remolcador:

$$\text{Capacidad total de tanques de lastre} = 47,9 \text{ m}^3$$

Resumen de todos los tanques de Lastre

Identificación del Tanque	Peso (T)	Volumen Neto (m3)	A.C.G desde LB (m)	T.C.G (+) hacia Bbr (m)	L.C.G desde Ppp (m)	Área (m2)	Momento Inercia Neto (m4)
BW1P	8.3	8.1	4.83	2.61	-3.07	5.9	13.8
BW1S	8.3	8.1	4.83	-2.61	-3.07	5.9	13.8
BW2	31.5	30.8	4.43	0	31.32	19.5	83.8
Total agua de lastre	48.10	47.00	4.57	0.00	19.45	31.30	111.40

Tanques restantes

La capacidad de los tanques restantes se definen por similitud de capacidades en los mismos tanques de los buques base, considerando primordialmente los remolcadores de la clase María de Maeztu de la serie UNV 660, ya que son los que más se ajustan a los requerimientos de proyecto.

A continuación se muestra una tabla con la capacidad de tanques que posee la clase de remolcadores María de Maeztu. La misma fue extraída del “Artículo del Círculo Naval Español – Francisco Javier Álvarez Laita”

CAPACIDAD DE TANQUES			
Tanques de combustible	359,1 m ³	Tanques de espuma	29,5 m ³
Tanques de agua dulce	112,0 m ³	Tanques de aguas negras	6,0 m ³
Tanques de aceite	17,0 m ³	Tanques de aguas aceitosas	1,5 m ³
Tanques de lastre	93,7 m ³	Tanques lodos	1,5 m ³
Tanques de dispersante	12,0 m ³	Tanques de derrames	3,0 m ³

La capacidad de los tanques restantes que faltan definir de los cuales se estimó la capacidad a partir de la tabla mencionada arriba son:

Resumen de todos los tanques restantes

Identificación del Tanque	Descripción	Peso (T)	Volumen Neto (m3)	A.C.G desde LB (m)	T.C.G (+) hacia Bbr (m)	L.C.G desde Ppp (m)	Área (m2)	Momento Inercia Neto (m4)
DE	Derrames	1,1	1,2	1,13	4,25	21,29	2,1	0,5
DIP	Dispersante Bbr	4,6	4,6	0,95	1,61	24,31	5,2	8
DIS	Dispersante Ebr	4,6	4,6	0,95	-1,61	24,31	5,2	8
OW	Aguas Oleosas	1,7	1,8	1,09	-3,94	21,3	2,7	1,2
SLG	Lodos	1,4	1,5	0,98	2,93	21,32	1,5	0,2
BWT	Aguas Negras	5,3	5,3	0,93	-1,84	23,11	5,7	10,9
GWT	Aguas Grises	5,3	5,3	0,93	1,84	23,11	5,7	10,9
Subtotal		24,00	24,30	0,96	3,24	23,25	28,10	39,70

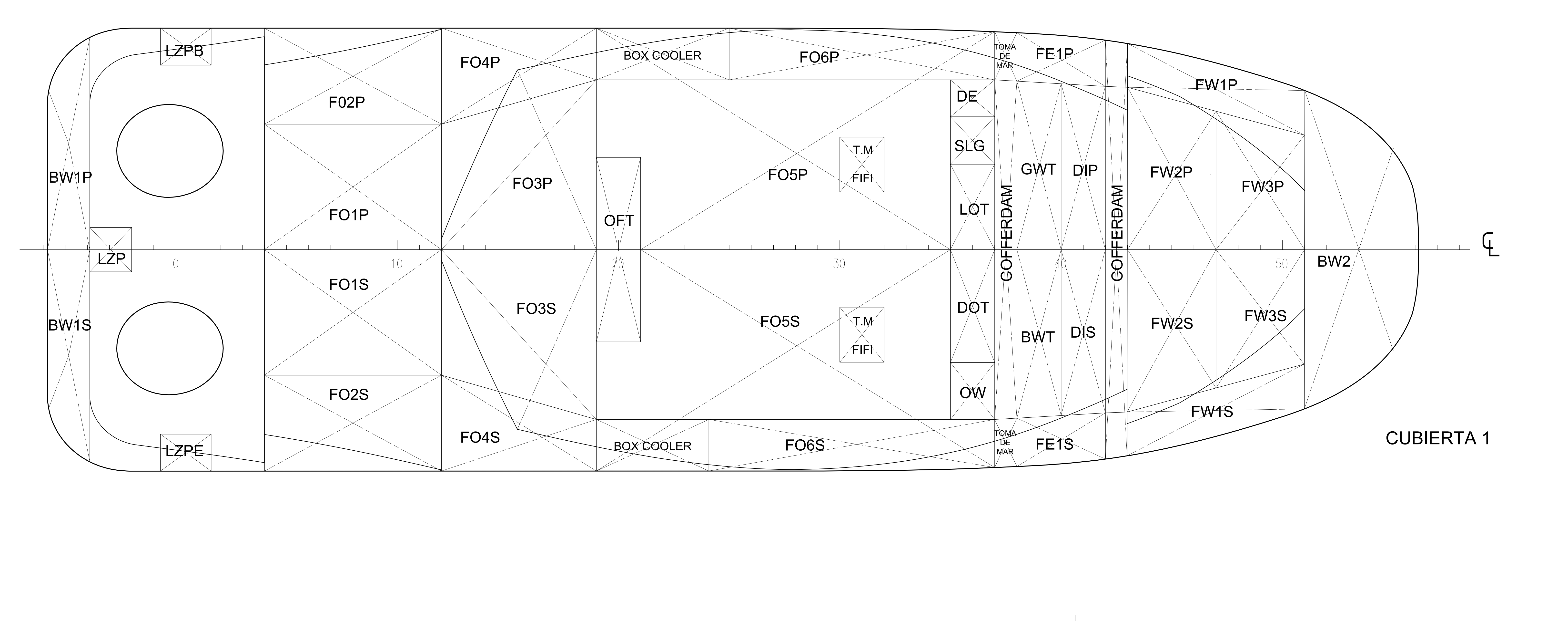
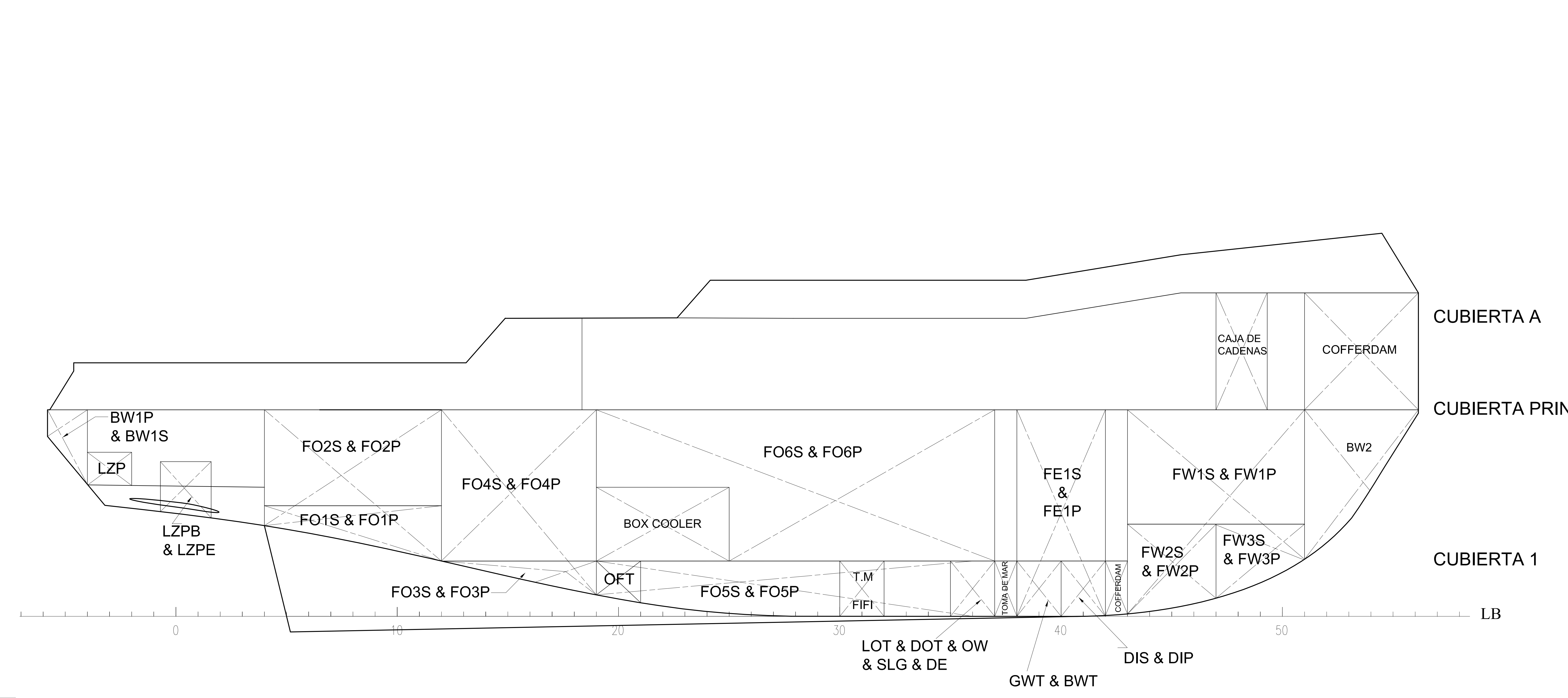
Anexo (Tabla de Capacidad de Tanques)

Identificación del Tanque	Peso (T)	Volumen Neto 98% Llenado (m3)	A.C.G desde LB (m)	T.C.G (+) hacia Bbr (m)	L.C.G desde Ppp (m)	Área (m2)	Momento Inercia Neto (m4)
FO1P	8,9	9,9	2,37	1,59	5,12	16,3	15,7
FO1S	8,9	9,9	2,37	-1,59	5,12	16,3	15,7
FO2P	32,8	36,8	4,01	4,63	4,64	12,5	7
FO2S	32,8	36,8	4,01	-4,63	4,64	12,5	7
FO3P	10,3	11,6	1,48	1,87	9,54	16,8	23,4
FO3S	10,3	11,6	1,48	-1,87	9,54	16,8	23,4
FO4P	25,8	29	3,76	4,95	8,84	8,4	3,3
FO4S	25,8	29	3,76	-4,95	8,84	8,4	3,3
FO5P	45,6	51,2	0,93	2,4	16,09	54,2	155,3
FO5S	45,6	51,2	0,93	-2,4	16,09	54,2	155,3
FO6P	44,1	49,5	3,71	5,28	17,01	15	2,4
FO6S	44,1	49,5	3,71	-5,28	17,01	15	2,4
Total Gas-Oil (DMA-DMX)	334,6	375,9	2,81	0	11,9	246,4	414,2
FW1P	8,2	8,2	4,58	4,27	27,59	6	1,6
FW1S	8,2	8,2	4,58	-4,27	27,59	6	1,6
FW2P	15,4	15,4	1,75	1,63	26,63	9,8	13,7
FW2S	15,4	15,4	1,75	-1,63	26,63	9,8	13,7
FW3P	7,2	7,2	2,01	1,1	28,88	6,9	5,7
FW3S	7,2	7,2	2,01	-1,1	28,88	6,9	5,7
Total Agua Potable	61,6	61,6	2,6	0	27,4	45,4	42
BW1P	8,3	8,1	4,83	2,61	-3,07	5,9	13,8
BW1S	8,3	8,1	4,83	-2,61	-3,07	5,9	13,8
BW2	31,5	30,8	4,43	0	31,32	19,5	83,8
Total agua de lastre	48,10	47,00	4,57	0,00	19,45	31,30	111,40
DOT	4	4,5	0,84	-1,42	21,32	3,7	2,9
LOT	3,2	3,6	0,81	1,1	21,32	2,8	1,2
LZPB	1,4	1,5	3,47	4,95	-0,16	3,1	0,4
LZPE	1,4	1,5	3,47	-4,95	-0,16	3,1	0,4
Total Aceite Lubricante	10,00	11,10	1,57	-0,22	15,31	12,70	4,90

Identificación del Tanque	Peso (T)	Volumen Neto 98% Llenado (m3)	A.C.G desde LB (m)	T.C.G (+) hacia Bbr (m)	L.C.G desde Ppp (m)	Área (m2)	Momento Inercia Neto (m4)
FE1P	8,8	8,8	3,86	5,02	23,65	3,1	0,4
FE1S	8,8	8,8	3,86	-5,02	23,65	3,1	0,4
Total Concentrado de Espuma	17,60	17,60	3,86	0,00	23,65	6,20	0,80
LZP	1,2	1,3	3,99	0	-2,04	1,4	0,2
Total Aceite Hidráulico	1,20	1,30	3,99	0,00	-2,04	1,40	0,20
DE	1,1	1,2	1,13	4,25	21,29	2,1	0,5
DIP	4,6	4,6	0,95	1,61	24,31	5,2	8
DIS	4,6	4,6	0,95	-1,61	24,31	5,2	8
OW	1,7	1,8	1,09	-3,94	21,3	2,7	1,2
SLG	1,4	1,5	0,98	2,93	21,32	1,5	0,2
BWT	5,3	5,3	0,93	-1,84	23,11	5,7	10,9
GWT	5,3	5,3	0,93	1,84	23,11	5,7	10,9
Subtotal Tks restantes	24,00	24,30	0,96	3,24	23,25	28,10	39,70

Bibliografía

- Proyecto Básico del Buque Mercante - Manuel Meizoso Fernández (1997)
- Artículo del Círculo Naval Español – Francisco Javier Álvarez Laita
- Máquinas para la propulsión de buques – Enrique Casanova Rivas
- Cuadernillo de Estabilidad & Plano de Capacidades – Remolcador Ranquel
- Complementos de TP Construcción Naval 2014 – Norberto Fiorentino
- Parte B, Capítulo 2 – Rules of Classification of Steel Ships - Bureau Veritas
- Drawings & Documents for Main Engine – Niigata Power Systems Co., Ltd



Identificación del Tanque	Peso (T)	Volumen Neto (m3)	A.C.G desde LB (m)	T.C.G (+) hacia Bbr (m)	L.C.G desde Ppp (m)	Área (m2)	Momento Inercia Neto (m4)
FO1P	8,9	9,9	2,37	1,59	5,12	16,3	15,7
FO1S	8,9	9,9	2,37	-1,59	5,12	16,3	15,7
FO2P	32,8	36,8	4,01	4,63	4,64	12,5	7
FO2S	32,8	36,8	4,01	-4,63	4,64	12,5	7
FO3P	10,3	11,6	1,48	1,87	9,54	16,8	23,4
FO3S	10,3	11,6	1,48	-1,87	9,54	16,8	23,4
FO4P	25,8	29	3,76	4,95	8,84	8,4	3,3
FO4S	25,8	29	3,76	-4,95	8,84	8,4	3,3
FO5P	42,9	48,1	0,924	2,47	16,33	54,2	155,3
FO5S	42,9	48,1	0,924	-2,47	16,33	54,2	155,3
FO6P	44,1	49,5	3,71	5,28	17,01	15	2,4
FO6S	44,1	49,5	3,71	-5,28	17,01	15	2,4
OFT	5,5	6,2	0,993	0	12,00	6	0
Total Gas-Oil (DMA-DMX)	335,1	376	3,5	0,40	2180,9	252,4	414,2
FW1P	8,2	8,2	4,58	4,27	27,59	6	1,6
FW1S	8,2	8,2	4,58	-4,27	27,59	6	1,6
FW2P	15,4	15,4	1,75	1,63	26,63	9,8	13,7
FW2S	15,4	15,4	1,75	-1,63	26,63	9,8	13,7
FW3P	7,2	7,2	2,01	1,1	28,88	6,9	5,7
FW3S	7,2	7,2	2,01	-1,1	28,88	6,9	5,7
Total Agua Potable	61,6	61,6	2,6	0	27,4	45,4	42
BW1P	8,3	8,1	4,83	2,61	-3,07	5,9	13,8
BW1S	8,3	8,1	4,83	-2,61	-3,07	5,9	13,8
BW2	31,5	30,8	4,43	0	31,32	19,5	83,8
Total agua de lastre	48,10	47,00	4,57	0,00	19,45	31,30	111,40
DOT	4	4,5	0,84	-1,42	21,32	3,7	2,9
LOT	3,2	3,6	0,81	1,1	21,32	2,8	1,2
LZPB	1,4	1,5	3,47	4,95	-0,16	3,1	0,4
LZPE	1,4	1,5	3,47	-4,95	-0,16	3,1	0,4
Total Aceite Lubricante	10,00	11,10	1,57	-0,22	15,31	12,70	4,90
BW1P	8,8	8,8	3,86	5,02	23,65	3,1	0,4
BW1S	8,8	8,8	3,86	-5,02	23,65	3,1	0,4
Total Concentrado de Espuma	17,60	17,60	3,86	0,00	23,65	6,20	0,80
LZP	1,2	1,3	3,99	0	-2,04	1,4	0,2
Total Aceite Hidráulico	1,20	1,30	3,99	0,00	-2,04	1,40	0,20
DE	1,1	1,2	1,13	4,25	21,29	2,1	0,5
DIP	4,6	4,6	0,95	1,61	24,31	5,2	8
DIS	4,6	4,6	0,95	-1,61	24,31	5,2	8
OW	1,7	1,8	1,09	-3,94	21,3	2,7	1,2
SLG	1,4	1,5	0,98	2,93	21,32	1,5	0,2
BWT	5,3	5,3	0,93	-1,84	23,11	5,7	10,9
GWT	5,3	5,3	0,93	1,84	23,11	5,7	10,9
Subtotal Tks restantes	24,00	19,00	0,96	1,40	23,25	28,10	39,70

CARACTERISTICAS GENERALES
Remolcador de Salavamento Marítimo de Altura
RAM EPUYEN

Dimensiones Principales	
Eslora Total:	37.18 m
Eslora entre perpendiculares:	35.60 m
Manga moldeada:	12.00 m
Calado de diseño:	4.10 m
Puntal:	5.60 m
Bollard Pull:	60 MT
Potencia Propulsora:	3308 kW

NOMBRE:Gonzalo Abal

FECHA:20/11/2017

NÚMERO PLANO:GAB-PB-011-002

ESCALA:1:50

REV:0

ARCHIVO:011/002

FORMATO:A0

VERIFICADO:

APROBADO:

HOJA:14

Nº HOJAS:15

0

INICIAL

20/11/2017

GAB

NPI

REV:

DESCRIPCION

FECHA

OBJETIVO

VERIFICADO

MODIFICACIONES

ITBA

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES

UNIVERSIDAD PRIVADA

PROYECTO DE BUQUES

- RAM EPUYEN -

PLANO DE CAPACIDADES

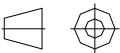
Índice

A	Introducción.....	2
	Requerimientos de estabilidad de la Prefectura Naval Argentina	2
	• <i>Criterio General</i>	2
	• <i>Criterio adicional para buques remolcadores</i>	3
	• <i>Criterio meteorológico</i>	5
	Criterio adicional para buques fire fighting – Bureau Veritas.....	6
B	Anexo.....	8
	Bibliografía.....	25

C

D

E

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE Gonzalo Abal			
FECHA 17/11/17			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-010-009	0	1	25
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
	010-009	A4	



PROYECTO DE BUQUES

F

0	Inicial	17/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

CÁLCULOS PRELIMINARES DE ESTABILIDAD

Cálculo de Estabilidad

Introducción

El cálculo de estabilidad se realiza según la OM 02-1992 PNA, ya que el remolcador por requerimiento de proyecto debe ser de bandera argentina.

Al tratarse de un remolcador de altura, se va a analizar el criterio adicional para remolcadores, teniendo en cuenta la estabilidad durante las operaciones de remolque, la cuál es crítica.

Además de los criterios que debe cumplir para la Prefectura Naval argentina, se deberá realizar un cálculo de estabilidad del momento escorante causado por los monitores de espuma para que el remolcador pueda obtener la clasificación FIFI clase I por parte de la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas.

Requerimientos de estabilidad de la Prefectura Naval Argentina (Citado Textualmente)

Criterio general

1. El área situada bajo la curva de brazos adrizantes no será inferior a 0,055 metros-radianes hasta un ángulo de escora de 30 grados, ni inferior a 0,09 metros-radianes hasta 40 grados o hasta el ángulo de inundación (θ_f), si éste es de menos de 40 grados.
2. El área situada bajo la curva entre los ángulos de escora de 30 grados y 40 grados, o entre 30 grados y el ángulo de inundación (θ_f) si éste es menor de 40 grados, no será inferior a 0,03 metros radianes.
3. El brazo adrizante (GZ), será de 200 milímetros, como mínimo, para un ángulo de escora igual o superior a 30 grados.
4. El brazo adrizante máximo (GZ máx.) corresponderá a un ángulo de escora preferiblemente superior a 30 grados, pero nunca inferior a 25 grados.
5. La altura metacéntrica transversal inicial (GM) no será inferior a 150 milímetros, excepto para los buques pesqueros de una cubierta, o de superestructura incompleta, o de eslora no mayor a 70 metros, donde este valor será de 350 milímetros como mínimo.

La verificación del criterio general se encuentra adjunta en el **anexo A.1**. El cálculo se realiza mediante el módulo LOAD del soft FORAN, en donde se cargan todas las distintas situaciones de carga y luego calcula las curvas de brazos adrizantes con los datos de las curvas cruzadas de estabilidad.

Las curvas de brazos adrizantes se muestran en el **anexo A.2**.

Criterio adicional para buques remolcadores

Para cada condición de carga, se trazarán las curvas de momentos escorantes producidos por el movimiento del buque remolcado y por el tiro propio del remolcador, las que se obtienen a partir de las siguientes fórmulas:

$M1$ = Momento escorante producido por el movimiento del buque remolcado, en kN.m

$$M1 = 0,50 . \gamma . C1 . C2 . A . V^2 . (h . \cos \theta + C3 . H)$$

$M2$ = Momento escorante producido por el tiro propio del remolcador, kN.m

$$M2 = C4 . C5 . T . (h . \cos \theta + C6 . H)$$

Donde:

$C1$ = coeficiente de tracción lateral (Fig. 4.1)

$C2$ = coeficiente de corrección a $C1$ (Fig. 4.2)

$C3$ = coeficiente de posición vertical del centro de la fuera lateral como fracción del calado (Fig. 4.3)

A = área del plano de deriva del remolcador (m^2)

V = velocidad lateral del remolcador. Este valor no será mayor a 2,57 m/s (m/s)

h = altura de bita de remolque sobre la flotación (m)

H = calado medio (m)

$C4$ = coeficiente de fracción efectiva del empuje en la bita, que actúa en la línea de remolque transversalmente al remolcador. Este valor puede asumirse como de 0,70

$C5$ = factor de corrección por la posición longitudinal de la bita de remolque (Fig. 4.4)

T = Tiro máximo en la bita (kN)

$C6$ = distancia vertical del centro de resistencia bajo flotación, como fracción del calado. A los fines del cálculo puede asumirse como de 0,52

θ = ángulo de escora ($^\circ$)

γ = densidad del agua en que flota el buque, en (Tm/ m^3)

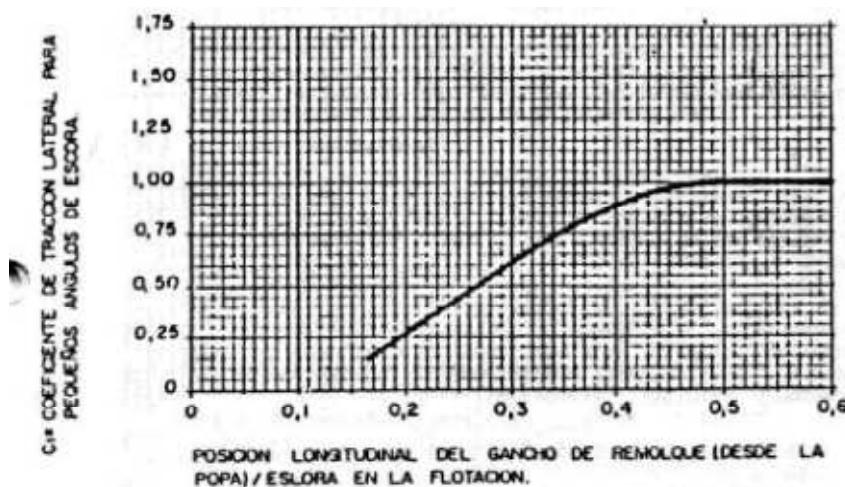


Figura 4.1

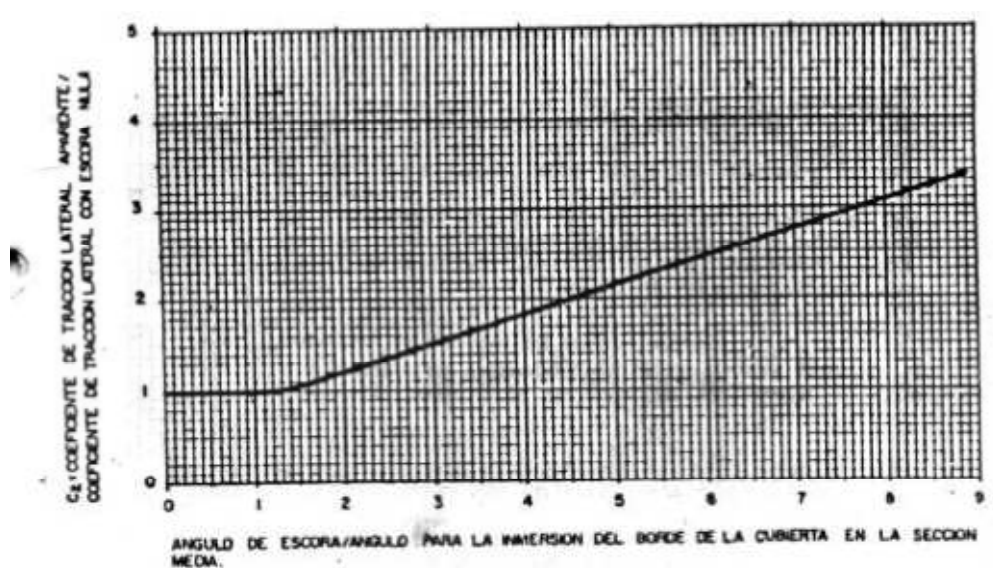
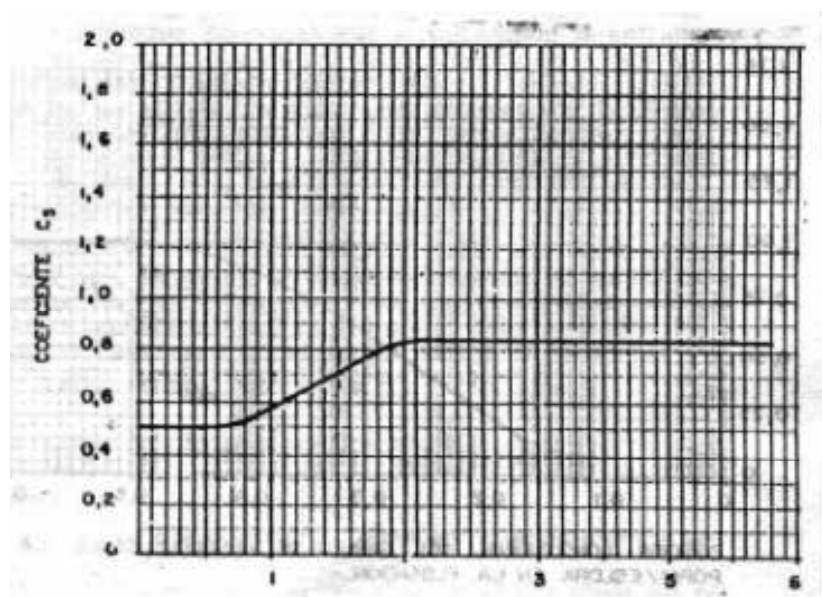
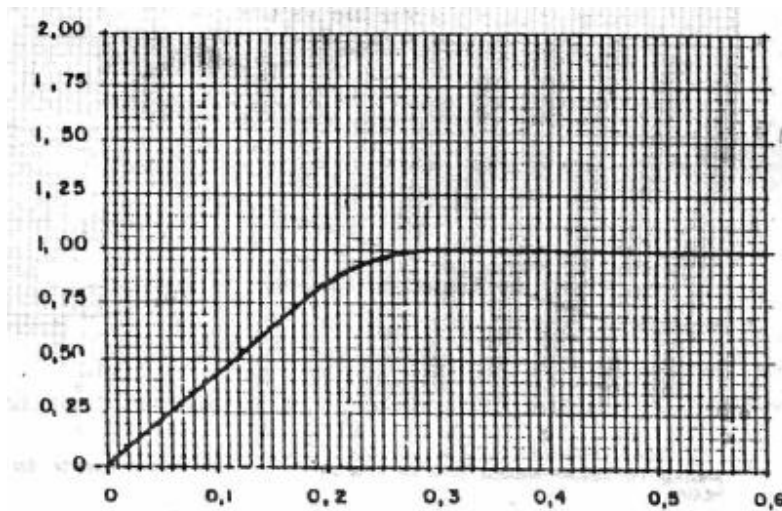


Figura 4.2



ÁNGULO DE ESCORA / ÁNGULO PARA LA INMERSIÓN DEL BORDE DE LA CUBIERTA EN LA SECCIÓN MEDIA

Figura 4.3



POSICION LONGITUDINAL DEL GANCHO REMOLQUE / ESLORA EN LA FLOTACIÓN (A PROA DE LA POPA)

Figura 4.4

*Todos los cálculos y gráficos de curvas de brazos escorantes considerados en el criterio adicional se adjuntan en el **anexo A.3.***

Criterio meteorológico

- Se someterá al buque a la acción de un viento constante que actúe perpendicularmente al eje longitudinal, lo que dará como resultado un momento escorante, cuyo brazo (Low), en metros, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Low = Ps . A . H . \Delta - 1$$

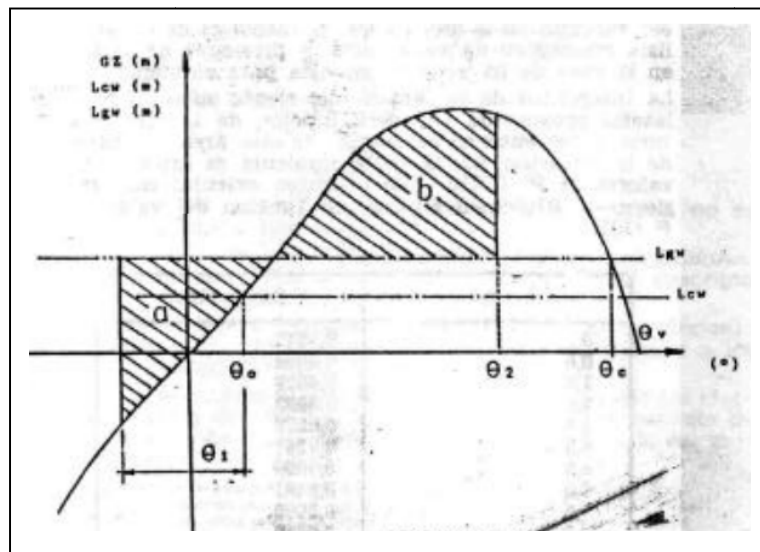
Donde:

- o Ps= presión del viento que actúa sobre la obra muerta, y cubertada se existiere, del buque (kN /m2).
 - o A = área lateral de la obra muerta y cubertada si existiere, del buque proyectada sobre el plano diametral (m2)
 - o H = distancia vertical (m) entre el baricentro del área lateral proyectada (A) y el centro de gravedad del plano de derivado centro de resistencia lateral del buque, supuesto a la mitad del calado medio.
 - o Δ = desplazamiento del buque (kN)
- Se someterá a la acción de una racha de viento que origina un momento escorante, cuyo brazo (Lgw), en metros, viene dado por la siguiente expresión:

$$L_{gw} = 1,5 \cdot L_{cw}$$

- Los brazos escorantes L_{cw} y L_{gw} se supondrán constantes para todos los ángulos de inclinación. En estas circunstancias, y con referencia a la figura 5 el valor del área “b” deberá ser igual o superior al área “a”, es decir:

$$CWR = \text{área "b"} / \text{área "a"} \geq 1$$



Donde el ángulo de balance a barlovento, en grados, se calculará del modo siguiente:

$$\theta_1 = 109.0 * k * X_1 * X_2 * (r * s)^{\frac{1}{2}}$$

Todos los cálculos y gráficos de curvas de brazos escorantes considerados en el criterio meteorológico se adjuntan en el anexo A.4.

Criterio adicional para buques fire-fighting – Bureau Veritas

El buque se va a clasificar como FiFi clase 1, lo que requiere un cálculo del brazo escorante ocasionado por la acción de los monitores. El cálculo de este criterio se realiza a partir de la Sociedad de Clasificación “Bureau Veritas”, ya que la Ordenanza Marítima 02-92 no menciona ningún criterio para esta clasificación adicional.

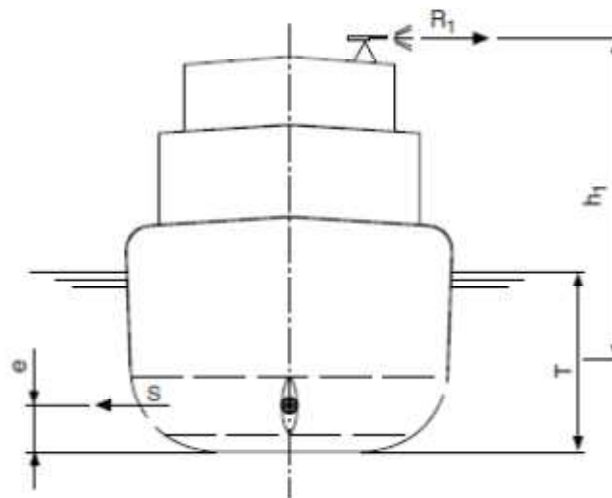
El brazo escorante ocasionado por la fuerza de reacción de los monitores se calcula mediante la fórmula extraída de la reglamentación de la SC “Part D, Chapter 16, Sec 2 – Rules of Classification of Steel Ships - Bureau Veritas”:

$$bh = \frac{\sum Ri \cdot hi + S \cdot \left(\frac{T}{2} - e \right)}{9,81 \cdot \Delta} \cdot \cos \theta$$

Donde:

- o bh = brazo escorante debido a la fuerza de reacción del chorro de agua que liberan los monitores colocados a bordo (m).
- o Ri = Fuerza reactiva del chorro que libera cada monitor colocado a bordo (kN).
- o hi = distancia vertical entre el punto desde donde se libera el chorro de agua y la mitad del calado medio (m).
- o S = Empuje realizado por bow thruster/s si aplica (kN).
- o T = calado correspondiente al desplazamiento Δ (m).
- o e = distancia vertical entre bow thruster/s y la quilla (m).
- o Δ = desplazamiento del buque (kN).

Figure 2 : Reaction force of water jet in the beam direction due to monitors



En el **anexo A.5** se muestran los cálculos de los brazos escorantes con sus respectivas curvas para cada condición de carga.

Anexo:

A.1: Verificación del criterio general

Partida 100% consumibles

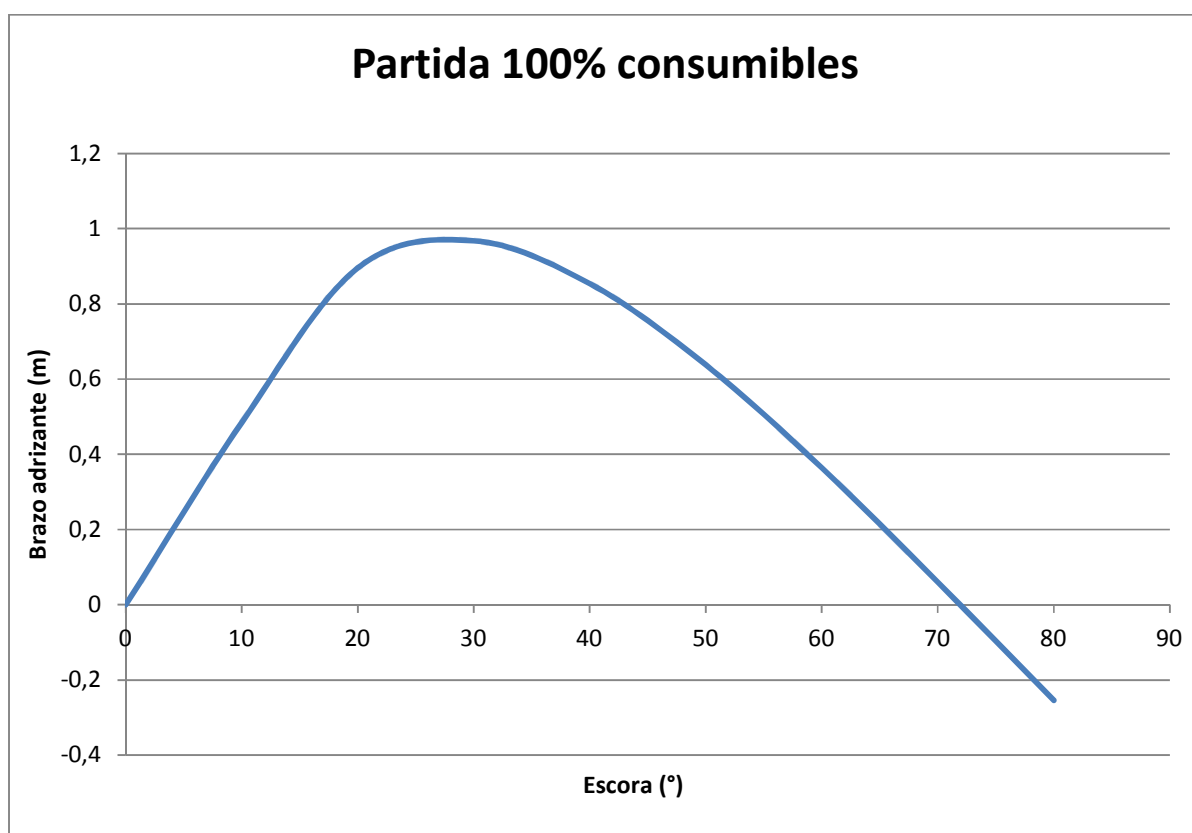
Ítem	Valor Real	Valor Límite	
-----	-----	-----	
MAXIMO BRAZO ADRIZANTE = 0.971 M. A = 27.6 GR.		25.0 GR.	OK
MAXIMO GZ ENTRE 30.0 GR. - 80.0 GR. = 0.968 M.		0.200 M.	OK
ESTAB. DINAMICA ENTRE 0.0 GR. - 30.0 GR. = 333.5 MM*RAD		55.0 MM*RAD	OK
ESTAB. DINAMICA ENTRE 0.0 GR. - 40.0 GR. = 494.6 MM*RAD		90.0 MM*RAD	OK
ESTAB. DINAMICA ENTRE 30.0 GR. - 40.0 GR. = 161.1 MM*RAD		30.0 MM*RAD	OK
GM - ALTURA METACENTRICA CORREGIDA = 2.9 M.		0.150 M.	OK

Llegada 10% consumibles

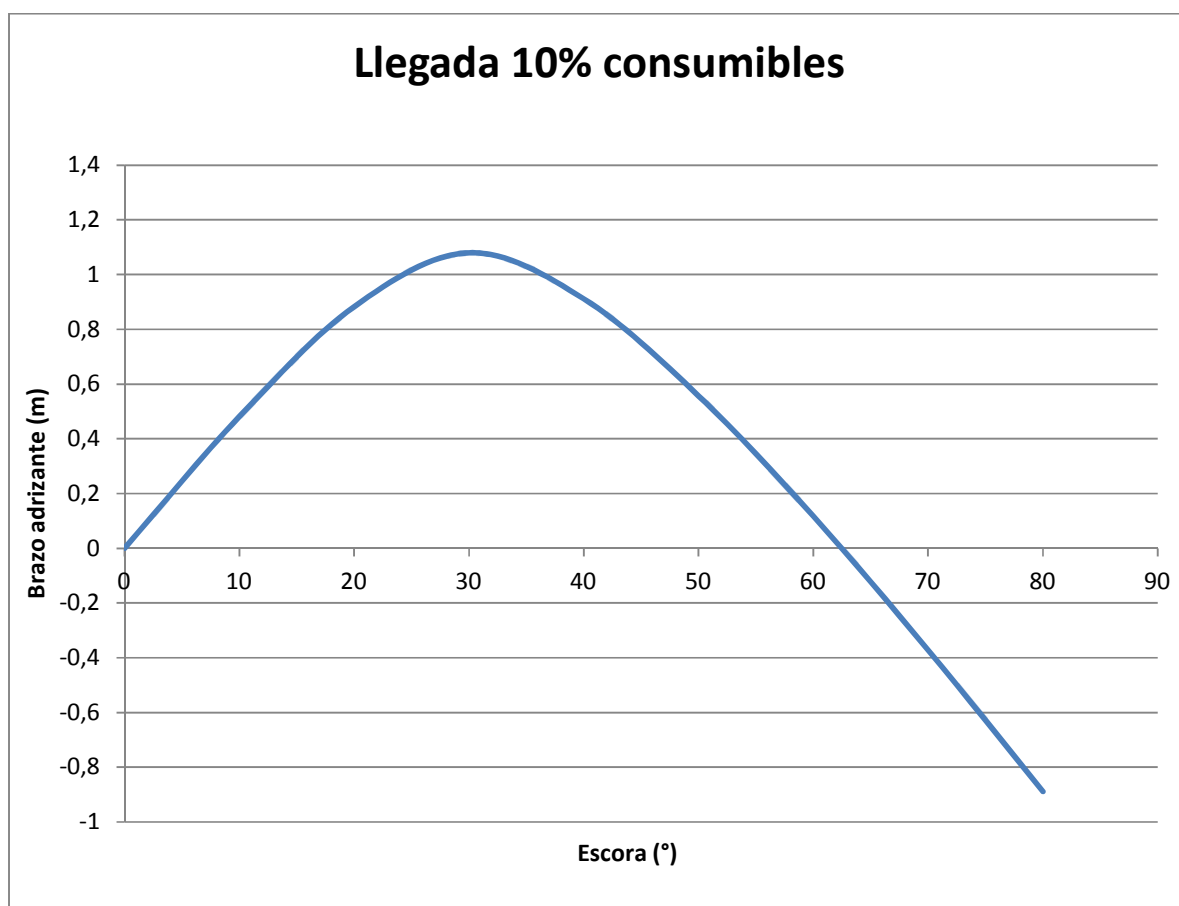
Ítem	Valor Real	Valor Límite	
-----	-----	-----	
MAXIMO BRAZO ADRIZANTE = 1.080 M. A = 30.0 GR.		25.0 GR.	OK
MAXIMO GZ ENTRE 30.0 GR. - 80.0 GR. = 1.080 M.		0.200 M.	OK
ESTAB. DINAMICA ENTRE 0.0 GR. - 30.0 GR. = 339.5 MM*RAD		55.0 MM*RAD	OK
ESTAB. DINAMICA ENTRE 0.0 GR. - 40.0 GR. = 516.0 MM*RAD		90.0 MM*RAD	OK
ESTAB. DINAMICA ENTRE 30.0 GR. - 40.0 GR. = 176.5 MM*RAD		30.0 MM*RAD	OK
GM - ALTURA METACENTRICA CORREGIDA = 2.9 M.		0.150 M.	OK

A.2: *Curvas de brazos adrizantes*

Partida 100% consumibles			
Escora °	KN (m)	KG (m)	GZ (m)
0	0	3,958	0
10	1,185	3,958	0,485
20	2,262	3,958	0,896
30	2,959	3,958	0,968
40	3,408	3,958	0,854
50	3,678	3,958	0,638
60	3,801	3,958	0,364
70	3,795	3,958	0,06
80	3,715	3,958	-0,254



Llegada 10% consumibles			
Escora °	KN (m)	KG (m)	GZ (m)
0	0	4,487	0
10	1,305	4,487	0,481
20	2,502	4,487	0,883
30	3,445	4,487	1,08
40	3,954	4,487	0,912
50	4,191	4,487	0,557
60	4,254	4,487	0,117
70	4,211	4,487	-0,372
80	4,418	4,487	-0,889



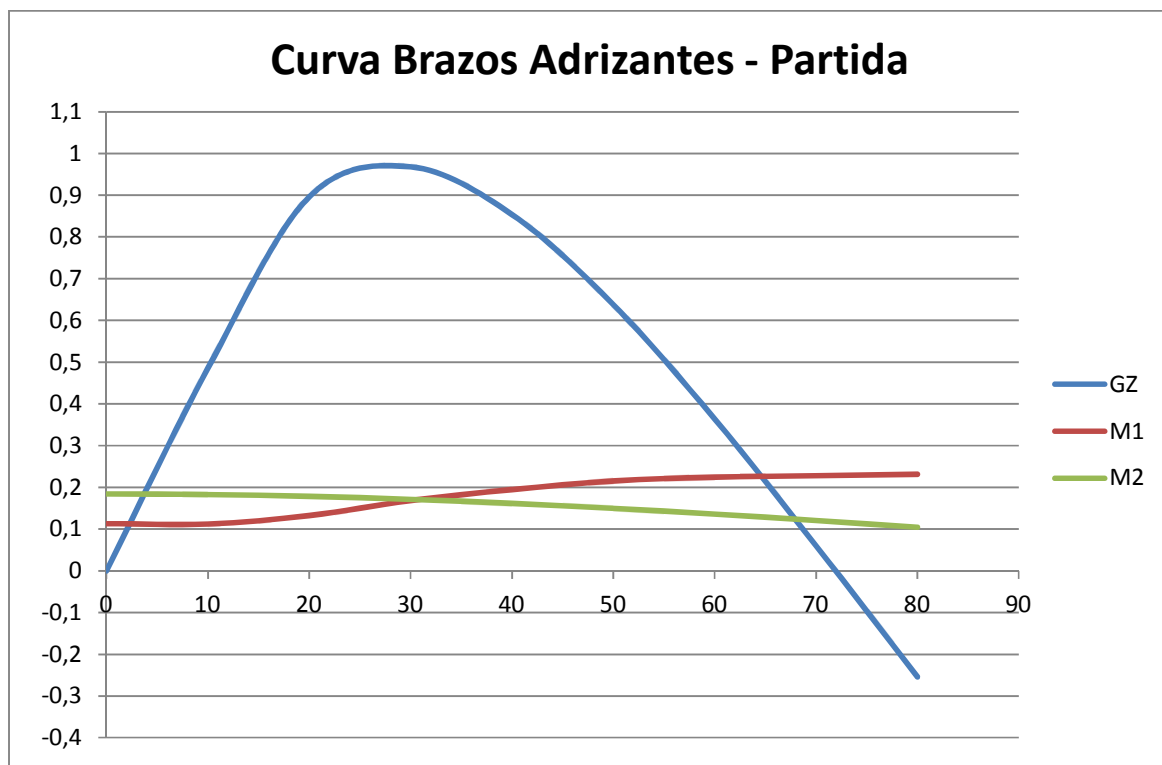
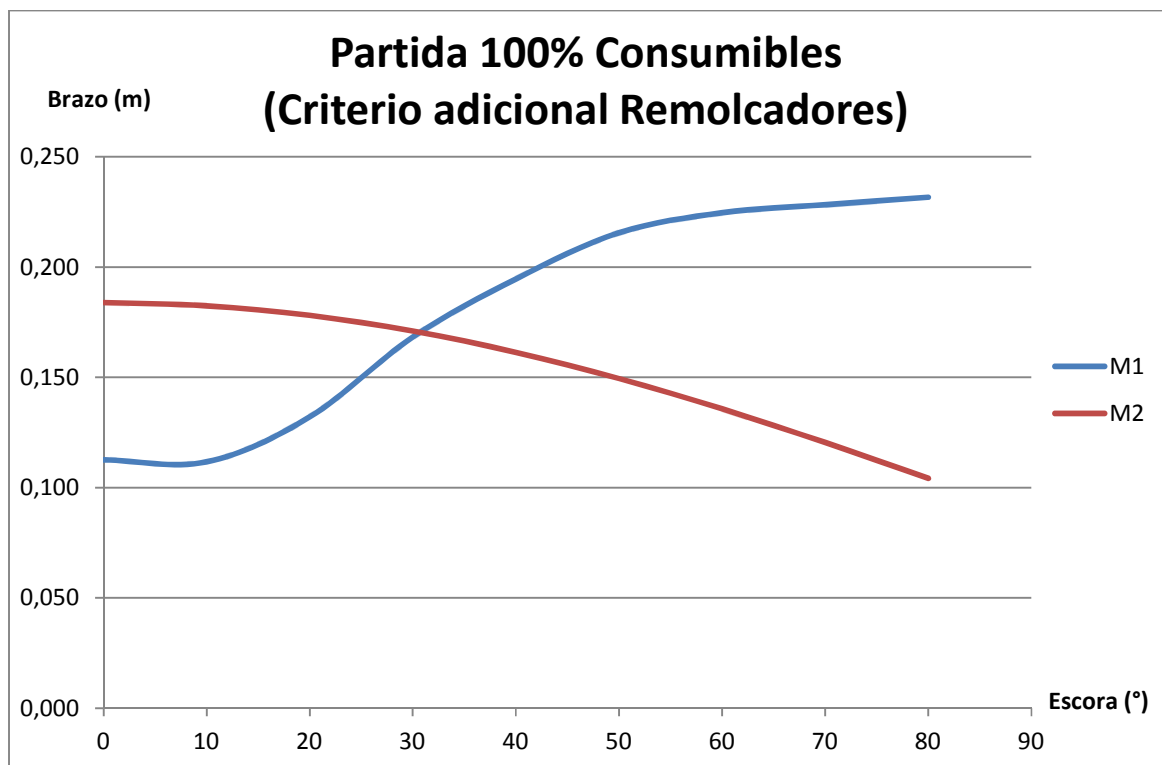
A.3: Tablas de cálculo y curvas para el Criterio Adicional

Partida 100% consumibles

Datos de entrada:

Posición longitudinal del gancho de remolque	XCG ga (m)	10,737
Eslora en flotación	Lf (m)	35,63
Ángulo inmersión del borde cubierta en SM	α (°)	14,1
Área del plano de deriva	A (m ²)	121,5
Velocidad lateral del Remolcador	V (m/s)	2,57
Altura bita remolque sobre flotación	h (m)	2,35
Calado medio	H (m)	4,095
Tiro máximo en bita	T (kN)	588,6
Densidad del agua	δ (Tm/m ³)	1,025
Desplazamiento en condición de carga	Δ (kN)	10036

Ángulo Escora θ (°)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
XCG Gancho de Remolque/Eslora en Flotación	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
C1	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625
Ángulo escora/ Ángulo inmersión cub en sección media	0,00	0,71	1,42	2,13	2,84	3,55	4,26	4,96	5,67
C2	1	1	1,05	1,2	1,45	1,7	1,9	2,1	2,35
C3	0,5	0,5	0,66	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
M1 (kN.m)	1130	1121	1325	1689	1953	2163	2254	2291	2324
Brazo M1 (m)	0,113	0,112	0,132	0,168	0,195	0,216	0,225	0,228	0,232
C4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
C5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C6	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
M2 (kN.m)	1846	1831	1787	1716	1619	1500	1361	1209	1045
Brazo M2 (m)	0,184	0,182	0,178	0,171	0,161	0,149	0,136	0,120	0,104

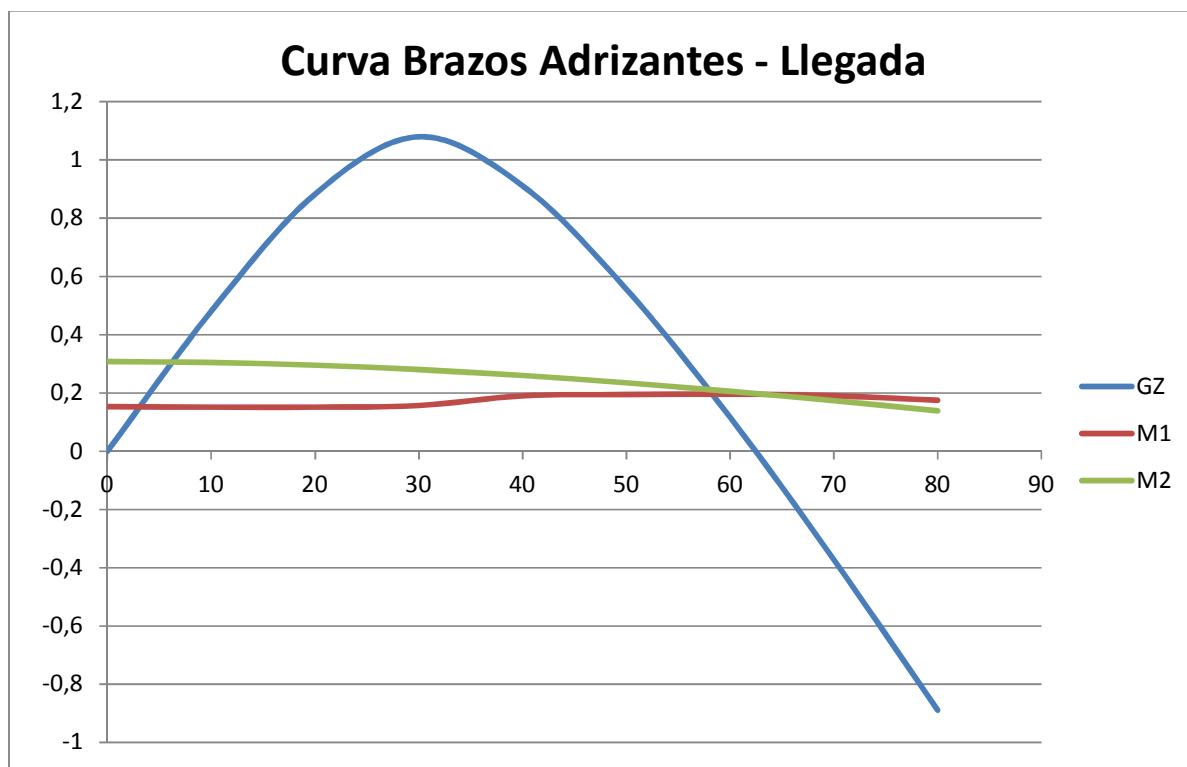
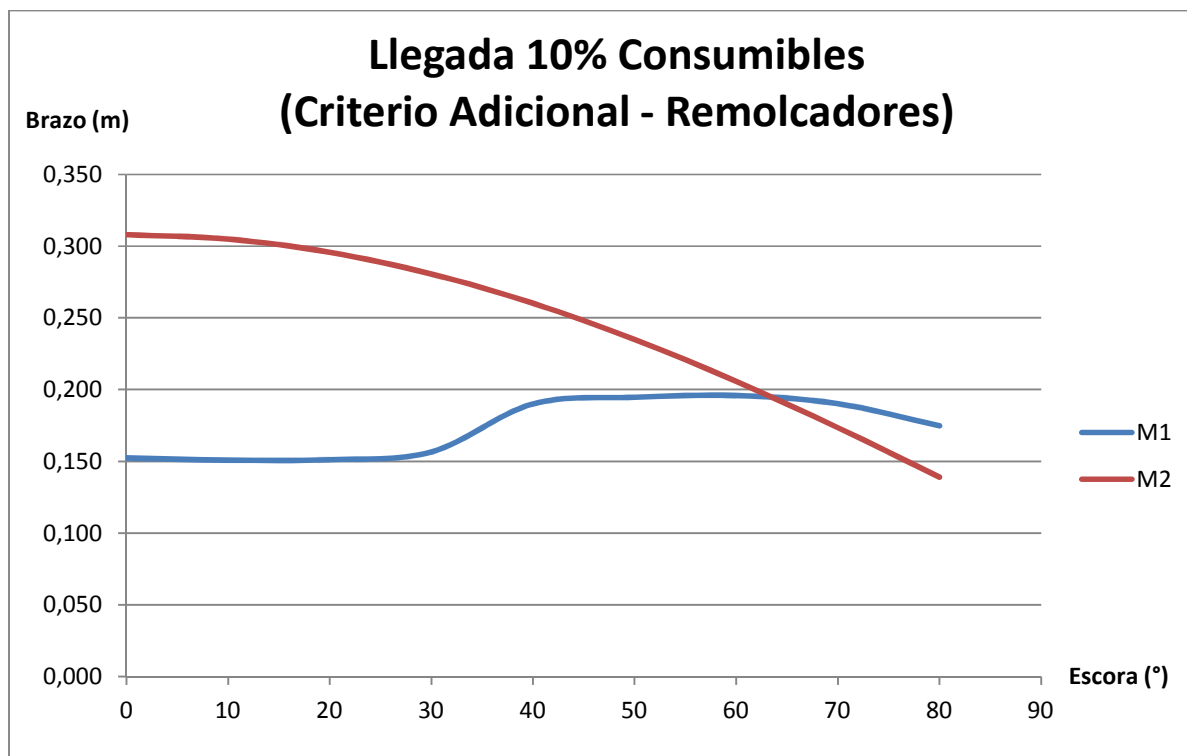


Llegada 10% consumibles

Datos de entrada:

Posición longitudinal del gancho de remolque	XCG ga (m)	10,737
Eslora en flotación	Lf (m)	34,3
Ángulo inmersión del borde cubierta en SM	α (°)	21,91
Área del plano de deriva	A (m2)	89,77
velocidad lateral de Remolcador	V (m2)	2,57
Altura bita remolque sobre flotación	h (m)	3,27
Calado medio	H (m)	3,18
Tiro máximo en bita	T (kN)	588,6
Densidad del agua	δ (Tm/m3)	1,025
Desplazamiento en condición de carga	Δ (kN)	6586

Ángulo Escora θ (°)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
XCG Gancho de Remolque/Eslora en Flotación	0,315	0,315	0,315	0,315	0,315	0,315	0,315	0,315	0,315
C1	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Ángulo escora/ Ángulo inmersión cub en sección media	0,00	0,46	0,91	1,37	1,83	2,28	2,74	3,19	3,65
C2	1	1	1	1	1,2	1,3	1,45	1,6	1,72
C3	0,5	0,5	0,55	0,68	0,8	0,84	0,84	0,84	0,84
M1 (kN.m)	1004	994	996	1032	1252	1282	1290	1253	1151
Brazo M1 (m)	0,152	0,151	0,151	0,157	0,190	0,195	0,196	0,190	0,175
C4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
C5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C6	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
M2 (kN.m)	2029	2008	1947	1848	1713	1547	1355	1142	915
Brazo M2 (m)	0,308	0,305	0,296	0,281	0,260	0,235	0,206	0,173	0,139



A.4: Tablas de cálculo y curvas para el Criterio Meteorológico

Partida 100% consumibles

Datos de entrada:

Presión del viento (Marítima de altura)	P(10)	0,9942
Presión del viento	Ps (kN/m2)	0,691
Área de obra muerta	A (m2)	234,88
Distancia entre baricentros	H (m)	6,076
Desplazamiento del buque	Δ (kN)	10036
Manga en flotación	B (m)	12
Calado medio	d (m)	4,095
Coefficiente de bloque	Cb	0,57
Área del dormido	Ak (m2)	14,34
Eslora en flotación	Lf (m)	35,63
Altura del metacentro a línea base	KM (m)	6,828
Altura metacéntrica	GM (m)	2,87

Datos de salida:

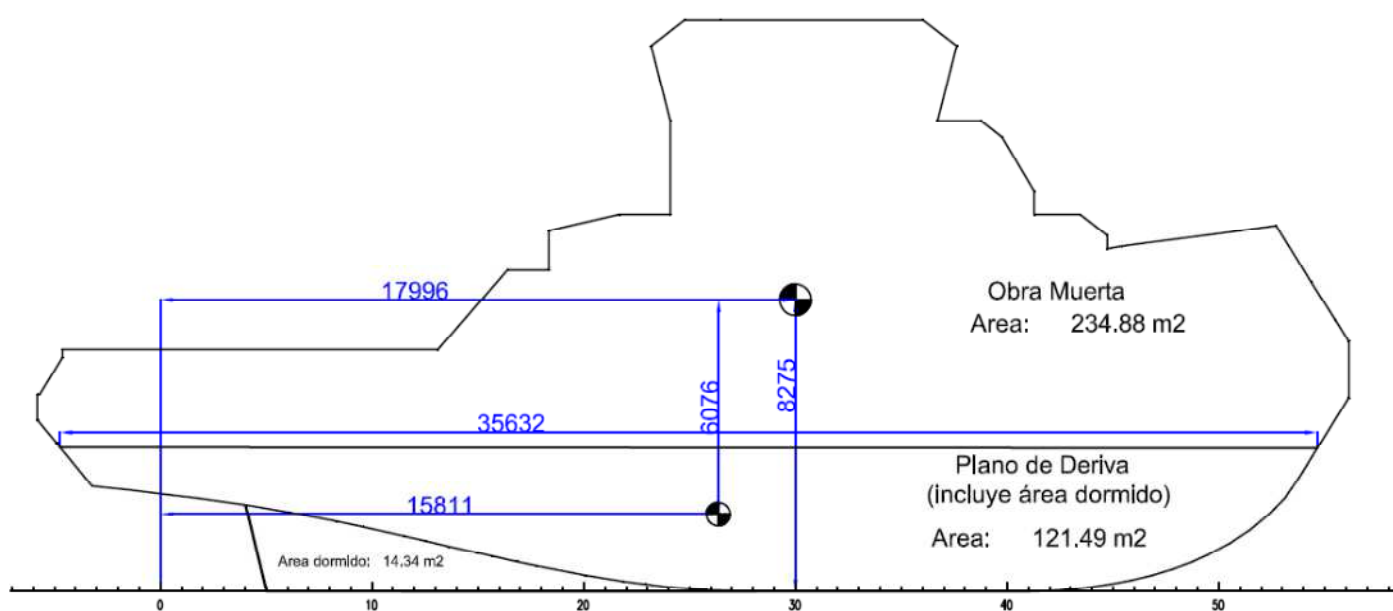
Escora °	KN (m)	KG (m)	GZ (m)	Low (m)	Lgw (m)	θ_1 (°)
-20	-2,262	3,958	-0,896	0,0983	0,1474	18,69
-10	-1,185	3,958	-0,485	0,0983	0,1474	18,69
0	0	3,958	0	0,0983	0,1474	18,69
10	1,185	3,958	0,485	0,0983	0,1474	18,69
20	2,262	3,958	0,896	0,0983	0,1474	18,69
30	2,959	3,958	0,968	0,0983	0,1474	18,69
40	3,408	3,958	0,854	0,0983	0,1474	18,69
50	3,678	3,958	0,638	0,0983	0,1474	18,69
60	3,801	3,958	0,364	0,0983	0,1474	18,69
70	3,795	3,958	0,06	0,0983	0,1474	18,69
80	3,715	3,958	-0,254	0,0983	0,1474	18,69

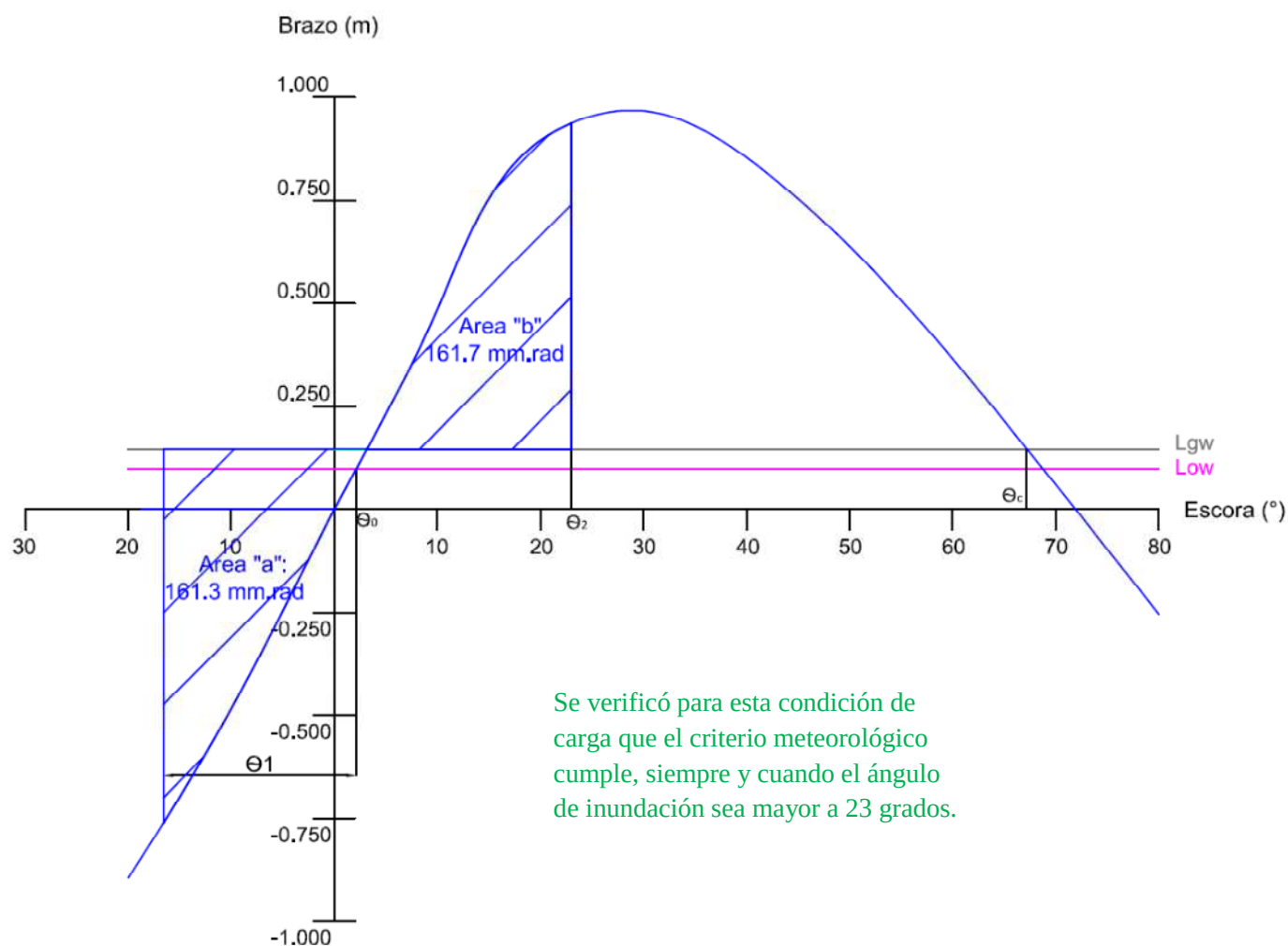
X1	0,97
X2	0,914
K	0,726
r	0,71
s	0,1
$\theta 1 (^{\circ})$	18,69

$\theta 1 (^{\circ})$	18,69
$\theta 2 (^{\circ})$	23
$\theta f (^{\circ})$	23
$\theta 0 (^{\circ})$	2,1
$\theta c (^{\circ})$	67,2

	Unidad CAD	mm.rad	
Área "a"	92392562	161,3	Verifica que Área "b" $\geq$ Área "a"
Área "b"	92644145	161,7	

Con los cálculos realizados se verificó que el criterio meteorológico cumple, siempre y cuando el ángulo de inundación sea mayor a 23 grados.





Llegada 10% consumibles

Datos de entrada:

Presión del viento (Marítima de altura)	P(10)	0,9942
Presión del viento	Ps (kN/m ²)	0,72477
Área de obra muerta	A (m ²)	266,6
Distancia entre baricentros	H (m)	6,015
Desplazamiento del buque	Δ (kN)	6586
Manga en flotación	B (m)	12
Calado medio	d (m)	3,18
Coefficiente de bloque	Cb	0,482
Área del dormido	Ak (m ²)	14,34
Eslora en flotación	Lf (m)	34,3
Altura del metacentro a línea base	KM (m)	7,645
Altura metacéntrica	GM (m)	2,938

Datos de salida:

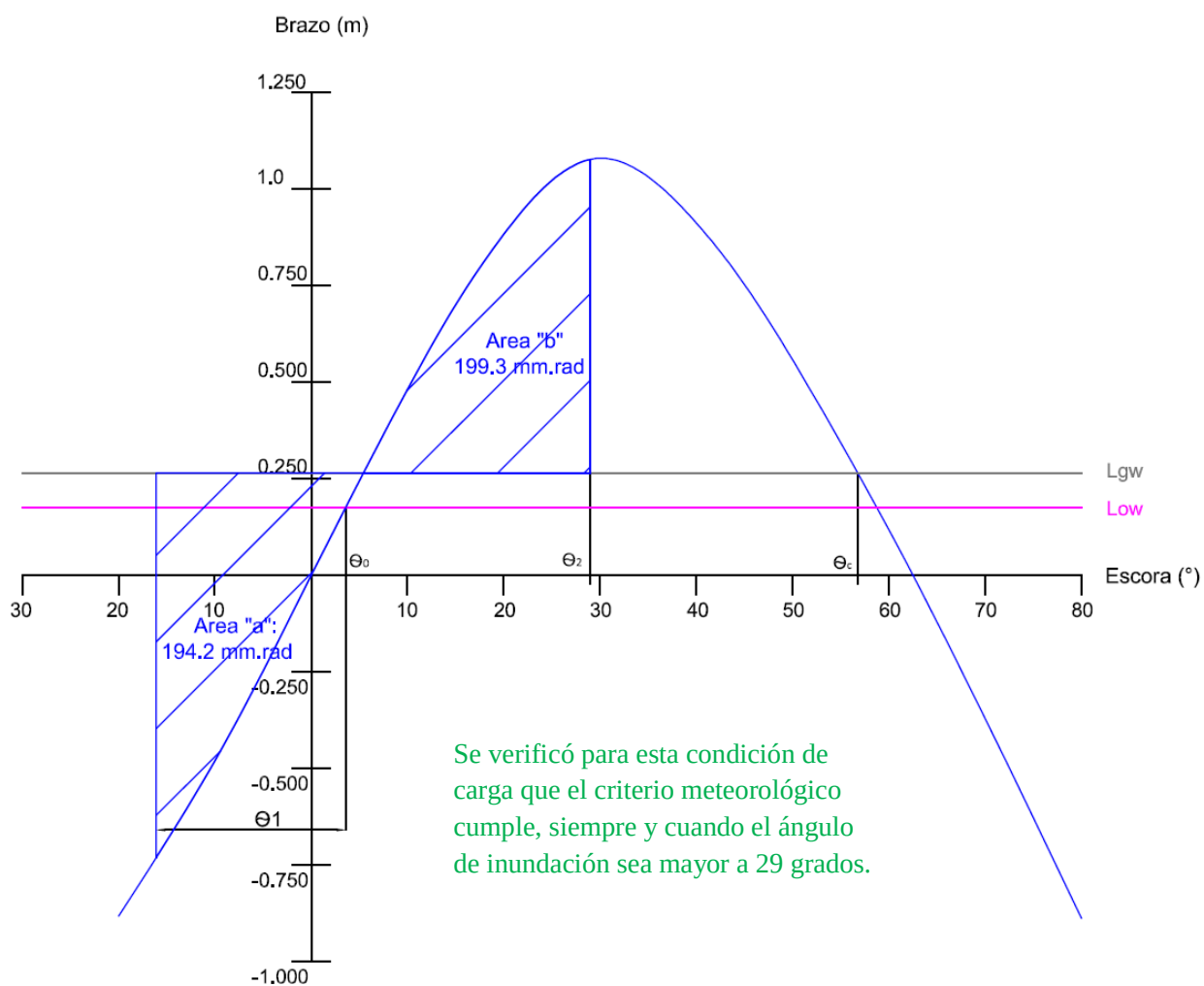
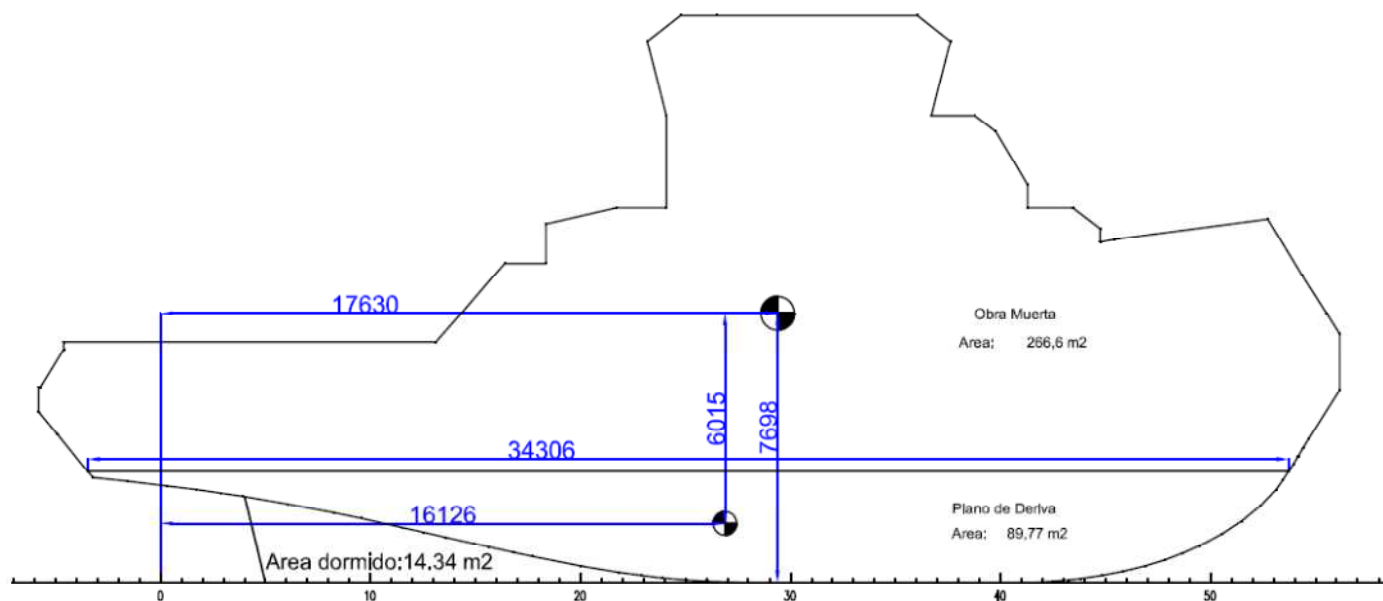
Escora °	KN (m)	KG (m)	GZ (m)	Low	Lgw	θ_1 (°)
-20	-2,502	4,487	-0,883	0,1765	0,2647	19,86
-10	-1,305	4,487	-0,481	0,1765	0,2647	19,86
0	0	4,487	0	0,1765	0,2647	19,86
10	1,305	4,487	0,481	0,1765	0,2647	19,86
20	2,502	4,487	0,883	0,1765	0,2647	19,86
30	3,445	4,487	1,08	0,1765	0,2647	19,86
40	3,954	4,487	0,912	0,1765	0,2647	19,86
50	4,191	4,487	0,557	0,1765	0,2647	19,86
60	4,254	4,487	0,117	0,1765	0,2647	19,86
70	4,211	4,487	-0,372	0,1765	0,2647	19,86
80	4,418	4,487	-0,889	0,1765	0,2647	19,86

X1	0,8
X2	0,798
K	0,7208
r	1,575
s	0,0995
θ_1 (°)	19,86

θ_1 (°)	19,86
θ_2 (°)	29
θ_f (°)	29
θ_0 (°)	3,59
θ_c (°)	56,76

	Unidad CAD	mm.rad	
Área "a"	111293813	194,2	Verifica que Área "b" $\geq$ Área "a"
Área "b"	114188499	199,3	

Con los cálculos realizados se verificó que el criterio meteorológico cumple, siempre y cuando el ángulo de inundación sea mayor a 29 grados.



Se verificó para esta condición de carga que el criterio meteorológico cumple, siempre y cuando el ángulo de inundación sea mayor a 29 grados.

NOTA IMPORTANTE - Criterio Meteorológico:

En ambas condiciones de carga se verificó el menor ángulo de inundación posible para que se cumpla el criterio meteorológico.

Ángulo de inundación (partida 100% consumibles) = 23°

Ángulo de inundación (llegada 10% consumibles) = 29°

Del Plano de Arreglo General se calculó el ángulo de inundación que posee el buque, el cual es de 30°, donde comienza el posible ingreso de agua por las portas estancas en los mamparos de popa del casillaje o en la tapa de escotilla de la Cubierta Principal.

Cabe aclarar que el ángulo de inmersión de la Cubierta Principal es de 14°. Este ángulo es menor al de inundación, ya que es el ángulo de escora para el cual la Cubierta Principal se comienza a sumergir en el agua. Las brazola de las portas estancas y las tapas de escotillas se encuentran por encima del nivel de la Cubierta Principal, y además desplazadas lo más a crujía posible para aumentar el ángulo de inundación lo mayor posible.

Finalmente con un ángulo de inundación de diseño de 30° o mayor que posee el remolcador se verifica el criterio meteorológico, de forma tal que se supera los 29° mínimos de ángulo de inundación para cumplir con el criterio meteorológico en la condición de llegada con 10% de consumibles.

A.5: Tablas de cálculo y curvas para el Criterio Adicional de buques FiFi

Se considera que ambos monitores instalados se encuentran apuntando hacia un mismo punto que se encuentra en dirección transversal a línea de crujía, por ende ocasionaría el máximo par escorante. A fines prácticos se calcula como si fuera un solo chorro, ya que ambos monitores se encuentran a la misma altura apuntando hacia el mismo lugar.

Partida 100% consumibles

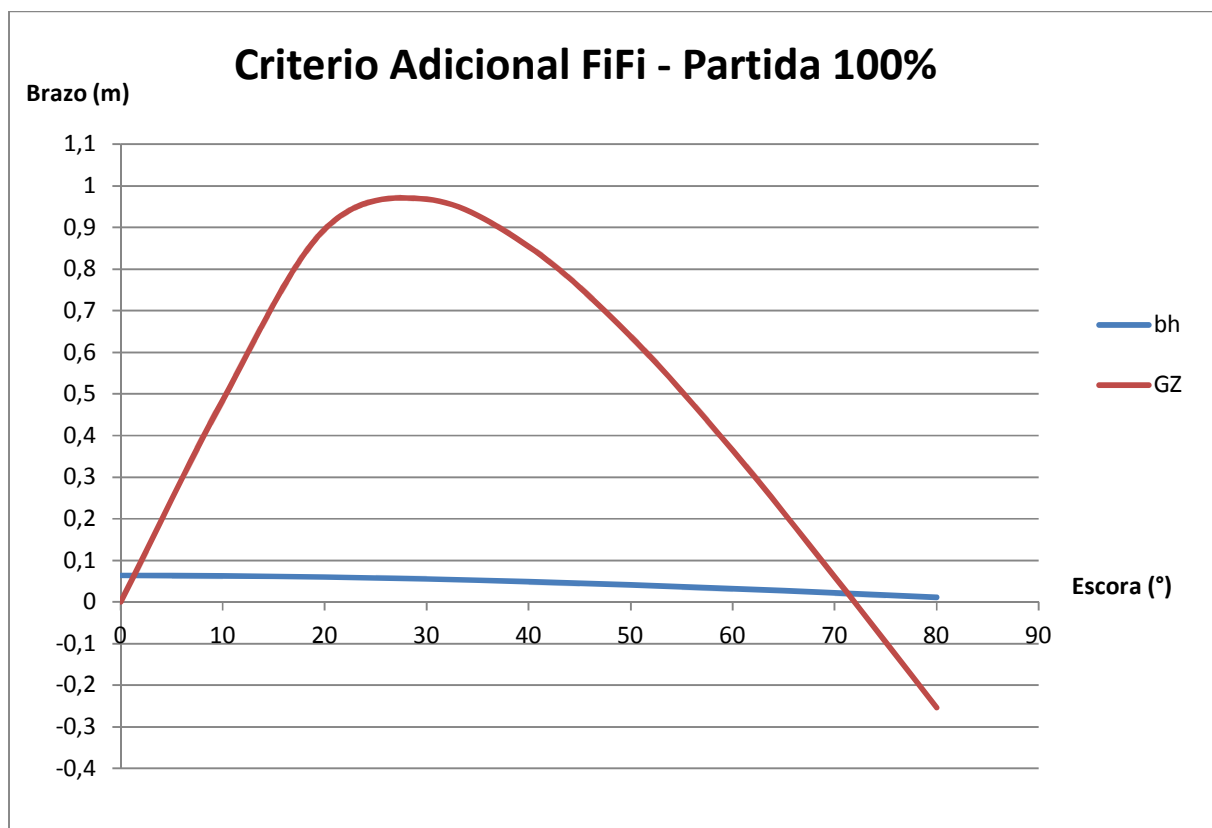
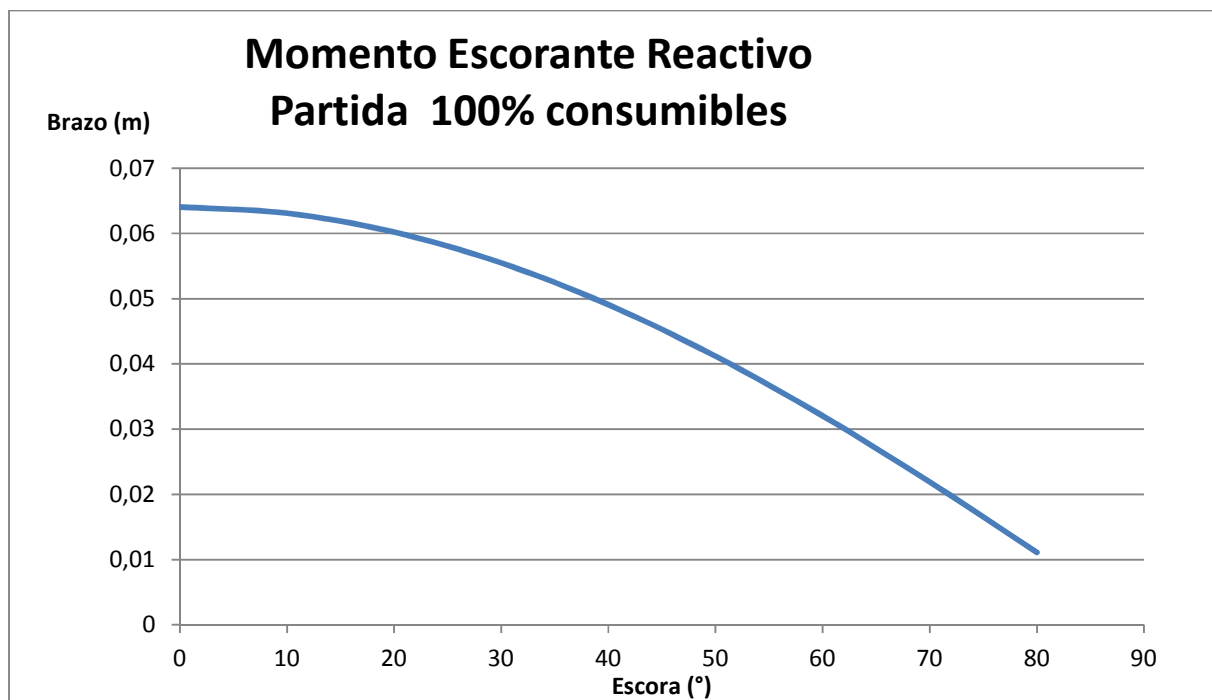
Datos de entrada:

Desplazamiento	Δ (kN)	10036
Calado	d (m)	4,10
Velocidad del chorro	V (m/s)	4
Caudal volumétrico	Q (m ³ /h)	2400
Caudal másico	$\dot{m}$ (T/h)	2460

Datos de salida:

Fuerza a la salida del monitor	R (kN)	41,6
Distancia vertical entre ubicación del monitor y la mitad del calado	h (m)	15,4525

Escora (°)	bh (m)
0	0,06405181
10	0,06307872
20	0,06018902
30	0,0554705
40	0,04906654
50	0,04117171
60	0,03202591
70	0,02190701
80	0,01112248



Llegada 10% consumibles

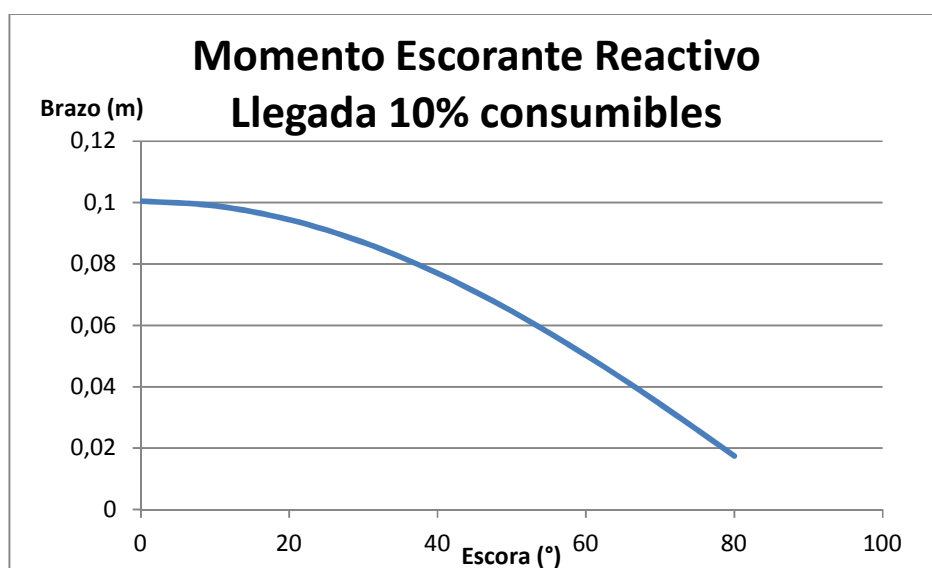
Datos de entrada:

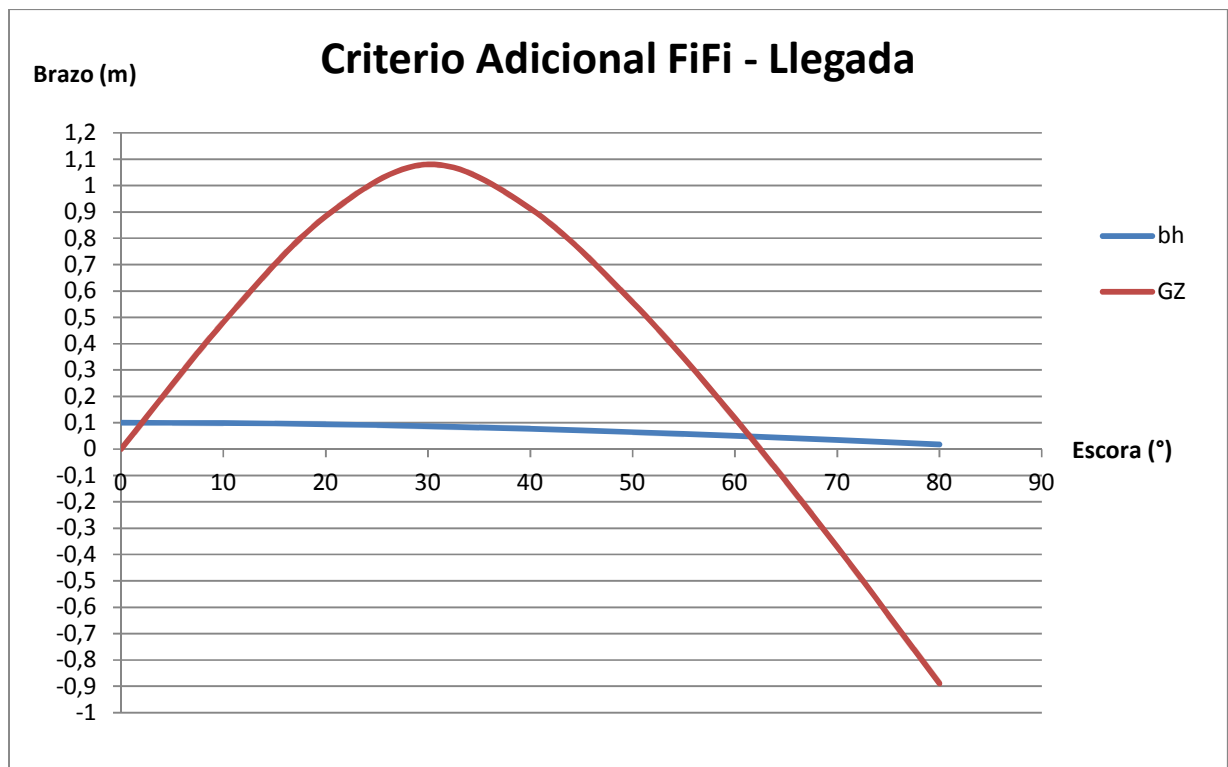
Desplazamiento	Δ (kN)	6586
Calado	d (m)	3,184
Velocidad del chorro	V (m/s)	4
Caudal volumétrico	Q (m ³ /h)	2400
Caudal másico	$\dot{m}$ (T/h)	2460

Datos de salida:

Fuerza a la salida del monitor	R (kN)	41,6
Distancia vertical entre ubicación del monitor y la mitad del calado	h (m)	15,908

Escora (°)	bh (m)
0	0,10048175
10	0,09895521
20	0,09442196
30	0,08701975
40	0,07697349
50	0,06458842
60	0,05024087
70	0,03436678
80	0,01744847





ACLARACION – Condiciones de Carga:

Solo se analizan dos condiciones de carga debido a que es lo suficiente para cumplir con la cantidad que pide la Sociedad Clasificadora en “Part B, Chapter 3, Appendix 2 - Rules of Classification of Steel Ships - Bureau Veritas”.

1.2.11 Tugs and fire-fighting ships

In addition to the standard loading conditions defined in [1.2.1], for ships with one of the service notations **tug** and **fire fighting ship** the following loading cases are to be included in the trim and stability booklet:

- ship in the departure condition at the waterline corresponding to the maximum assigned immersion, with full stores, provisions and consumables
- same conditions as above, but with 10% stores and consumables.

Bibliografía

- Ordenanza Marítima N°2-92 – Prefectura Naval Argentina
- Cuadernillo de Estabilidad – Remolcador Ranquel
- Part B, Chapter 3, Appendix 2 - Rules of Classification of Steel Ships - Bureau Veritas
- Part D, Chapter 16, Sec 2 – Rules of Classification of Steel Ships - Bureau Veritas

Índice

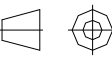
A	Introducción.....	2
	Datos del Buque.....	2
	Cálculo de Francobordo.....	3
	Resumen.....	7
	Plano Geométrico.....	8
B	Bibliografía.....	9

C

D

E

F

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE Gonzalo Abal				
FECHA 17/11/17				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
GAB-010-010	0	1	9	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:		
	010-010	A4		
0	Inicial	17/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

CÁLCULO DE FRANCOBORDO

Francobordo

Introducción

El cálculo de francobordo se realiza a partir de los lineamientos que indica la Prefectura Naval Argentina mediante la Ordenanza Marítima 05-2003.

El remolcador se certifica con navegación marítima internacional, por ende la Prefectura Naval Argentina dispone que el mismo debe cumplir con las prescripciones del Convenio Internacional sobre Líneas de Carga 1966 (LL '66).

Datos del Buque

Casco

- $T (0,85.D) = 4,76 \text{ m}$
- $Lwl (0,85.D) = 36,6 \text{ m}$
- $Lwl (96\% (0,85.D)) = 35,136$
- $L = 35,136 \text{ m}$
- $B = 12 \text{ m}$
- $D = 5,6 \text{ m}$
- $tcubierta = X \text{ mm}$
- $Dt = D + tcubierta$
- $\Delta (0,85.D) = 1293 \text{ Tm}$
- $\nabla (0,85.D) = 1261 \text{ m}^3$
- $Cb (0,85.D) = \frac{\nabla}{L.B.D} = \frac{1261 \text{ m}^3}{35,136 \text{ m} . 12 \text{ m} . 4,76 \text{ m}} = 0,6283$
- $Awf = 149 \text{ m}^2$
- $Cwf = \frac{Awf}{\left(\frac{L}{2}\right).B} = \frac{149 \text{ m}^2}{17,57 \text{ m} . 12 \text{ m}} = 0,707$

Superestructura

Los valores mencionados a continuación corresponden al casillaje de habilitación y el castillo de proa, que conforman la superestructura del remolcador.

- $E = 22,206 \text{ m}$ Longitud de superestructura (Ver Plano Geométrico en anexo)
- $Bs = 12 \text{ m}$ Ancho de superestructura (Ver Plano Geométrico en anexo)
- $Hs = 2,482 \text{ m}$ Altura de superestructura (Ver Plano Geométrico en anexo)

Cálculo de Francobordo

Francobordo Tabular

El buque se clasifica Tipo B, y su francobordo tabular se extrae de la tabla 5.1.

Tabla de francobordo para buques de tipo 'B'

Eslera del buque (m)	Francobordo (mm)	Eslera del buque (m)	Francobordo (mm)	Eslera del buque (m)	Francobordo (mm)
24	200	70	721	116	1609
25	208	71	738	117	1630
26	217	72	754	118	1651
27	225	73	769	119	1671
28	233	74	784	120	1690
29	242	75	800	121	1709
30	250	76	816	122	1729
31	258	77	833	123	1750
32	267	78	850	124	1771
33	275	79	868	125	1793
34	283	80	887	126	1815
35	292	81	905	127	1837
36	300	82	923	128	1859
37	308	83	942	129	1880
38	316	84	960	130	1901
39	325	85	978	131	1921
40	334	86	996	132	1940
41	344	87	1015	133	1959
42	354	88	1034	134	1979
43	364	89	1054	135	2000
44	374	90	1075	136	2021
45	385	91	1096	137	2043
46	396	92	1116	138	2065
47	408	93	1135	139	2087
48	420	94	1154	140	2109

Tabla 5.1

Mediante interpolación se define el francobordo tabular del remolcador.

$$FBT = 293 \text{ mm}$$

Correcciones

1. Corrección por $L < 100 \text{ m}$ (Regla 29)

Aplica para buques tipo B, que posean una longitud de superestructura (E) sea $< 35\% L$.

$$E = 22,2 \text{ m}$$

$$35\% L = 12,3 \text{ m}$$

Como $E > 35\% L \longrightarrow$ No aplica

2. Corrección por coeficiente de bloque (Regla 30)

Aplica para $Cb > 0,68$

$Cb = 0,63 < 0,68 \longrightarrow$ No aplica

3. Corrección por puntal (Regla 31)

$D = 5,6 \text{ m}$

$L/15 = 2,34 \text{ m}$

$D > L/15 \longrightarrow$ Aplica

$$C1 = (D - (L/15)) \cdot \frac{L}{0,48} = (5,6 \text{ m} - (35,126 \text{ m}/15)) \cdot \frac{35,136 \text{ m}}{0,48} = 239 \text{ mm}$$

4. Corrección por posición de líneas de cubierta (Regla 32)

No se realiza modificación en esta etapa del proyecto.

5. Corrección por Superestructuras (Reglas 33,34,35,36 y 37)

Por ser buque tipo B con $24 \text{ m} \leq L \leq 100 \text{ m}$ se requiere un francobordo adicional.

Se extrae el valor De de la tabla 5.2

Eslora del buque (m)	Corrección De (mm)
24	350
85	860
122 y más	1070

Tabla 5.2

Interpolando se obtiene $De = 442 \text{ mm}$

Como $E < L$ se afecta a De con un porcentaje que proviene de la tabla

Porcentaje Por											
E/L	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Tipo A	0	7	14	21	31	41	52	63	75,3	87,7	100
Tipo B	0	5	10	15	23,5	32	46	63	75,3	87,7	100

Tabla 5.3

$$E/L = 0,645$$

Interpolando de tabla 5.3 $Por = 54$.

$$f = 6,85 \text{ m} \quad y \quad 7\%Lpp = 0,07 \cdot 32,8 = 2,3 \text{ m} \longrightarrow f > 7\% Lpp$$

La longitud del castillo de proa (f) $> 7\% Lpp$, por ende no hay más deducciones.

$$C2 = De \cdot \frac{Por}{100} = 442 \text{ mm} \cdot \frac{54}{100} = 237 \text{ mm}$$

6. Corrección por arrufo (Regla 38)

No hay arrufo $\longrightarrow$ No aplica debido a que el buque no posee arrufo. Se definió que no posea arrufo al igual que otros buques similares, los cuales son parte de la base de datos.

Francobordo de verano

$$FB = FBT + C1 + C2$$

$$FB = 293 \text{ mm} + 239 \text{ mm} + 237 \text{ mm} = 769 \text{ mm}$$

Altura mínima en proa (Regla 39)

$$Hmín = \left(6075 \cdot \left(\frac{L}{100} \right) - 1875 \cdot \left(\frac{L}{100} \right)^2 + 200 \cdot \left(\frac{L}{100} \right)^3 \right) \times \left(2,08 + 0,609 \cdot Cb \right. \\ \left. - 1,603 \cdot Cwf - 0,0129 \cdot \left(\frac{L}{T(0,85 \cdot D)} \right) \right)$$

$$T(0,85 \cdot D) = 4,76 \text{ m} \quad L = 35,136 \text{ m} \quad Cwf = 0,707 \quad Cb = 0,6283$$

$$Hmín = 2359,2 \text{ mm}$$

$Hmín$ es la distancia vertical entre la marca de francobordo de verano y la cubierta expuesta en la perpendicular de proa.

Del Plano de Arreglo General se obtiene que la distancia vertical desde la línea de flotación de calado de verano hasta la cubierta castillo es $Hppr = 3941 \text{ mm}$.

$$Hppr > Hmí$$

Francobordos mínimos

Tropical

Se le resta al francobordo de verano $1/48$ del calado de verano, midiendo el mismo desde el canto alto de la quilla hasta la marca de francobordo de verano.

$$T = FB - \frac{1}{48} S = 769 \text{ mm} - \frac{1}{48} \cdot 4831 \text{ mm} = 668 \text{ mm}$$

Invierno

Se le suma al francobordo de verano $1/48$ del calado de verano, midiendo el mismo desde el canto alto de la quilla hasta la marca de francobordo de verano.

$$I = FB + \frac{1}{48} S = 769 \text{ mm} + \frac{1}{48} \cdot 4831 \text{ mm} = 870 \text{ mm}$$

Invierno Atlántico Norte

Se le suma al francobordo de invierno 50 mm.

$$IAN = I + 50 \text{ mm} = 870 \text{ mm} + 50 \text{ mm} = 920 \text{ mm}$$

Agua dulce

Para francobordo mínimo para agua dulce con densidad igual a la unidad se obtendrá restando del francobordo de verano para agua salada el valor de la siguiente ecuación.

$$AD = FB - \frac{\Delta}{40.T}$$

Donde, T son las toneladas por centímetro de inmersión

Δ es el desplazamiento en agua salada para la flotación de verano.

$$T = 4,155 \text{ Tm/cm} \quad \Delta = 1322 \text{ Tm}$$

$$AD = 769 - \frac{1322 \text{ Tm}}{40 \cdot 4,155 \text{ Tm/cm}} \cdot 10 \text{ mm/cm} = 689 \text{ mm}$$

Tropical Agua dulce

Para francobordo mínimo para tropical en agua dulce se define como la misma distancia desde la tropical pero con el permiso de agua dulce.

$$TD = T - \frac{\Delta}{40.T} = 668 - \frac{1322 \text{ Tm}}{40 \cdot 4,155 \text{ Tm/cm}} \cdot 10 \text{ mm/cm} = 588 \text{ mm}$$

Resumen

<i>Francobordo Tabular (Tipo B)</i>	<i>293 mm</i>
<i>Regla 29</i>	<i>0 mm</i>
<i>Regla 30</i>	<i>0 mm</i>
<i>Regla 31</i>	<i>239 mm</i>
<i>Regla 32</i>	<i>0 mm</i>
<i>Regla 37</i>	<i>237 mm</i>
<i>Regla 28</i>	<i>0 mm</i>

Francobordos medidos desde la línea de Cubierta

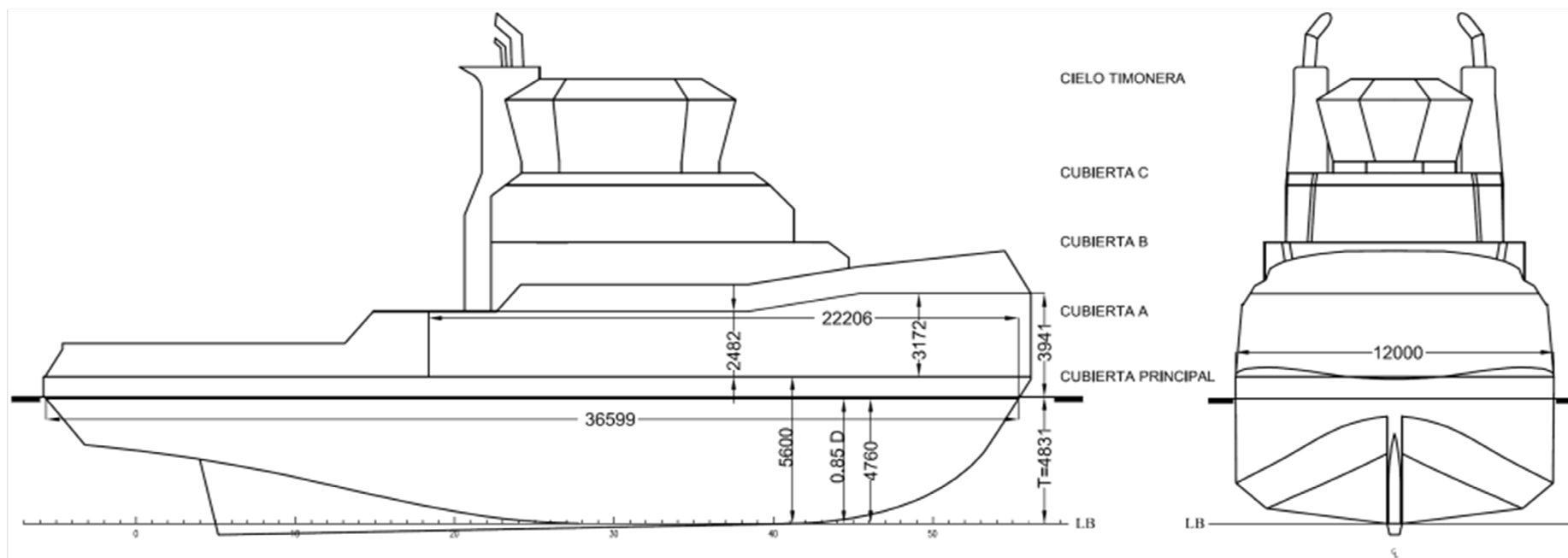
<i>Tropical</i>	<i>668 mm</i>
<i>Verano</i>	<i>769 mm</i>
<i>Invierno</i>	<i>870 mm</i>
<i>Invierno Atlántico Norte</i>	<i>920 mm</i>
<i>Agua dulce</i>	<i>689 mm</i>
<i>Tropical Agua dulce</i>	<i>588 mm</i>

(Ver plano de Marca de Francobordo adjunto)

<i>Calado máximo para flotación de verano</i>	<i>4831 mm</i>
---	----------------

Anexo

Plano Geométrico



Bibliografía

- Convenio Internacional sobre Líneas de Carga 1966 (Modificado por protocolo 1988)
- Ordenanza Marítima N° 5/03 – Prefectura Naval Argentina

A

B

C

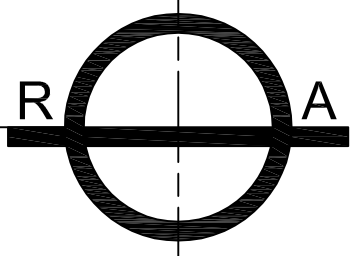
D

E

F

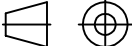
Línea de Cubierta

769



TD
D

T
V
I
IAN

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE Gonzalo Abal				
FECHA 17/11/17				
NÚMERO PLANO		REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-PB-010-010				
ESCALA: 1:10	ARCHIVO: 010-010	FORMATO: A4		



PROYECTO DE BUQUES

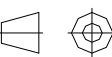
MARCA DE FRANCOBORDO

0	Inicial	17/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.

MODIFICACIONES

Índice

A	Introducción.....	2
	Datos generales del remolcador.....	2
	Cálculo de resistencia al avance	2
B	Selección preliminar de la planta propulsora.....	3
	Verificación del sistema propulsivo.....	6
	a) <i>Coeficientes propulsivos</i>	3
	b) <i>Situaciones operativas de diseño para análisis de cálculo propulsivo</i>	7
	c) <i>Análisis de tiro en la bita</i>	7
	d) <i>Análisis para buque en navegación libre</i>	9
	e) <i>Análisis para buque en maniobra de remolque</i>	14
C	Anexo.....	20
	Bibliografía.....	35

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE	Gonzalo Abal		
FECHA	17/11/17		
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-012-001/002	0	1	35
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
	012-001/002	A4	



PROYECTO DE BUQUES

0	Inicial	17/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

CÁLCULO DE RESISTENCIA AL AVANCE,
SELECCIÓN DE PLANTA PROPULSORA Y
VERIFICACIÓN DE CÁLCULO PROPULSIVO

Introducción

En este cuadernillo se realizan los cálculos necesarios para determinar la planta propulsora del remolcador. El mismo consiste en un cálculo de resistencia al avance y luego de un cálculo propulsivo en el cual se analizan tres condiciones de operación para los cuales se diseñan los propulsores y la planta propulsora.

Datos Generales del Remolcador

<i>Características Generales del Remolcador de Salvamento Marítimo</i>		
Dimensiones	Valor	unidades
<i>Eslora total (LOA)</i>	37.175	m
<i>Eslora entre perpendiculares (LPP)</i>	32.8	m
<i>Eslora en flotación (LWL)</i>	35.6	m
<i>Manga (B)</i>	12	m
<i>Puntal (D)</i>	5.6	m
<i>Calado de diseño (T)</i>	4.1	m
<i>Coeficiente de sección media (CM)</i>	0.898	-
<i>Coeficiente prismático (CP)</i>	0.635	-
<i>Coeficiente de bloque (CB)</i>	0.571	-

Cálculo de resistencia al avance

Velocidad de servicio

La velocidad de servicio se define mediante el requerimiento de proyecto, en el cual la velocidad en pruebas de mar debe ser de 13 nudos al 100% MCR.

Método de Holtrop – Mennen

Para el cálculo de la resistencia al avance se utiliza el método de Holtrop-Mennen. En el **anexo A.5.1** se muestra el procedimiento de cálculo para el método y además figuran en tablas los valores de los resultados obtenidos.

La Potencia efectiva de remolque se calculó según la siguiente expresión para la velocidad de servicio requerida de 13 nudos:

$$P_e = \frac{R \cdot V}{735,5} = \frac{174260,4 \text{ N} \cdot 6,69 \text{ m/s}}{735,5} = 1563,1 \text{ HP}$$

Para la Potencia efectiva de remolque en condiciones de servicio se consideró un incremento del 25%, teniendo en cuenta el margen de mar y el derrateo del motor.

Potencia efectiva de remolque en condiciones de servicio:

$$Pe_{servicio} = 1,25 . Pe = 1,25 . 1563,1 \text{ HP} = 1953,9 \text{ HP}$$

La tabla resumen del método se muestran en la tabla **A.5.1 del anexo**. La curva potencia-velocidad se muestra para ver el resultado (ver Gráfico 5.1).

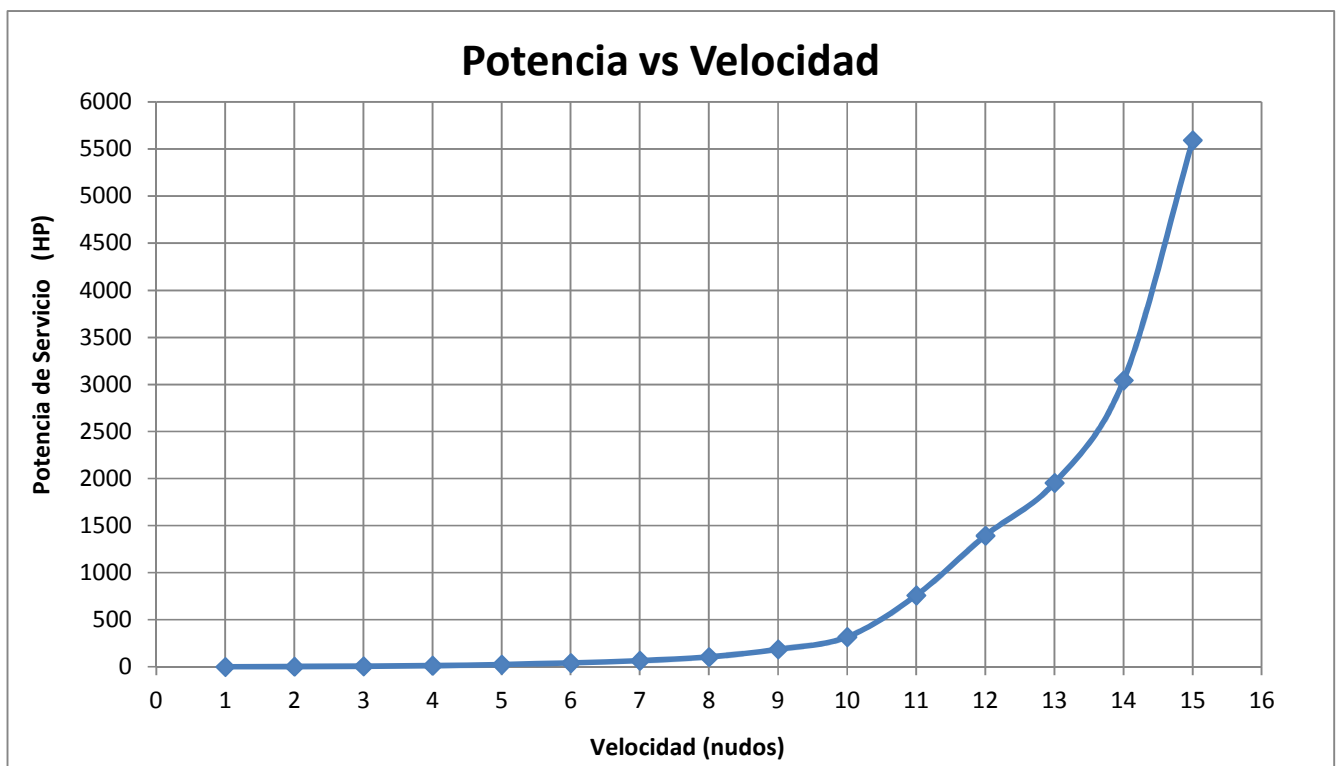


Gráfico 5.1

Selección preliminar de la planta propulsora

En base al desarrollo de la resistencia al avance y al tiro a la bita requerido para el proyecto se selecciona preliminarmente la planta propulsora y el sistema propulsivo.

Los criterios que se tienen en cuenta para la selección del sistema de propulsión completo son:

- Capacidad de tiro a la bita de 50 TBP al 100% MCR (Requerimiento de proyecto)
- Velocidad en pruebas de mar a 13 nudos al 100% MCR (Requerimiento de proyecto)

Los Z-Peller seleccionados que cumplen con los requerimientos de proyecto son:

2 Z-Peller Niigata ZP-31 con hélice Kaplan de 4 palas y tobera Kort

Model	Max. cont. input		Inpt Speed min-1	Prop. Dia. mm	Bollrad pull		Dry weight tons
	KW	PS			100%	110%	
ZP-09(*1)	735	1000	1000-1650	1600	26	28	9.5
ZP-10	956	1300	1000	1750	32	34	12.5
ZP-11A	956-1176	1300-1600	750-1000	1900	34-40	36-43	15.0
ZP-21	1176-1323	1600-1800	750	2000	40-45	45-48	15.5
ZP-31	1323-1618	1800-2200	750	2200-2300	47-56	50-60	20.0
ZP-41A	1838	2500	750	2500-2600	64-65	68-69	25.0
ZP-41	1838-2206	2500-3000	750-800	2500-2700	64-76	68-81	29.0-30.5
ZP-41(H)	2206	3000	750-800	2700	80	85	31.0

Para dichos propulsores Z-Peller se preseleccionan de la siguiente tabla los motores propulsores de forma tal de cumplir con los requerimientos de proyecto mencionados anteriormente. Los motores preseleccionados son:

- 2 motores Niigata 6L28HX 1618 kW en la hélice y 1654 kW de BHP a 750 rpm

Model	Max. cont. rating		Eng. Speed min-1	Suitable model for Z-pellers							
	KW	PS		ZP-09	ZP-10	ZP-11A	ZP-21	ZP-31	ZP-41A	ZP-41	ZP-41(H)
6L17HX	735	1000	1650								
6L19HX	735	1000	1000								
6L22HX	956	1300	1000								
	1030	1400	1000								
6L25HX	1176	1600	750								
	1323	1800	750								
6L26HLX	1323	1800	750								
	1471	2000	750								
6L28HX	1618	2200	750								
	1838	2500	750								
6L28HLX	2206	3000	750								
8L28HX	2206	3000	750								
6L28AHX	2206	3000	800								

Este sistema de propulsión ofrecido por Niigata asegura como mínimo 56 TBP al 100%MCR con el motor seleccionado. Este mismo sistema se encuentra instalado en buques similares (Remolcador Ranquel-Antares Naviera S.A), el cual obtuvo en las pruebas 60,2 TBP al 100%MCR y una velocidad de navegación libre promedio de 13,21 nudos en pruebas de mar. Los datos fueron corroborados mediante el reporte de pruebas de astillero del remolcador (ver documentación en **anexo A.5.10**).

Se selecciona preliminarmente este paquete del sistema propulsivo completo ofrecido por NIIGATA. De todas formas, se debe verificar mediante un cálculo propulsivo que el sistema seleccionado cumpla con los requerimientos de proyecto. En **anexo A.5.11** se adjuntan las características principales del sistema propulsivo y motor.

Verificación del sistema propulsivo

Coefficientes propulsivos

Para estimar la potencia al freno que debe tener la planta propulsora, se definen los coeficientes propulsivos. Con la potencia efectiva de remolque calculada mediante el cálculo de resistencia al avance y los coeficientes propulsivos se obtiene la potencia al freno.

Rendimiento de casco

$$\eta_h = \frac{1 - t}{1 - w}$$

Donde:

$w \rightarrow$ coeficiente de estela

$$w = 0,3095.Cb + 10.Cv.Cb - 0,23.\frac{D}{\sqrt{B.Ta}}$$

Donde:

$Cb \rightarrow$ Coeficiente de bloque

$Cv \rightarrow$ Coeficiente de resistencia viscosa

$B \rightarrow$ Manga moldeada

$D \rightarrow$ Diámetro de la hélice

$Ta \rightarrow$ Calado en la perpendicular de popa

$t \rightarrow$ coeficiente de deducción de empuje

$$t = 0,325.Cb - 0,1885.\frac{D}{\sqrt{B.Ta}}$$

Donde:

$Cb \rightarrow$ Coeficiente de bloque

$B \rightarrow$ Manga moldeada

$D \rightarrow$ Diámetro de la hélice

$Ta \rightarrow$ Calado en la perpendicular de popa

Las fórmulas son extraídas del extracto “An approximate power prediction method-J.Holtrop and GGJ.Mennen” considerando que es un remolcador que posee dos hélices.

Las tablas de cálculo para el rendimiento del casco se muestran en el **anexo A.5.6**.

Rendimiento mecánico

El rendimiento mecánico es de 0,978 y es determinado mediante los datos del fabricante del sistema propulsivo mediante la siguiente expresión:

$$\eta_m = \frac{DHP}{BHP} = \frac{1618 \text{ kW}}{1654 \text{ kW}} = 0,978$$

Donde:

DHP → *Potencia entregada a la hélice*

BHP → *Potencia al freno*

Los valores de DHP y BHP fueron extraídos de los datos del manual del fabricante.

Relación de áreas de pala de la hélice

La relación se define mediante la fórmula extraída del extracto “An approximate power prediction method-J.Holtrop and GGJ.Mennen”.

$$A_E/A_O = K + (1.3 + 0.3 Z) T / (D^2 (p_o + \rho gh - p_v))$$

Donde:

K → Constante $0 \leq K \leq 0,1$ para buques de dos hélices

Z → Nro de palas

T → Empuje realizado por la hélice

D → Diámetro de la hélice

$p_o + \rho gh$ → Presión hidroestática en el centro de la hélice

p_v → Presión de vapor (Definda por la tabla de la figura 5.1)

Las tablas de cálculo para obtener la relación de áreas de pala de la hélice se muestran en el **anexo A.5.6** con los demás rendimientos.

Vapor (saturation) pressure, kPa

Temp, °C	Salinity, g/kg												
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
0	0.611	0.608	0.604	0.601	0.597	0.593	0.590	0.586	0.582	0.578	0.575	0.571	0.567
10	1.228	1.221	1.214	1.207	1.199	1.192	1.185	1.177	1.170	1.162	1.154	1.147	1.139
20	2.339	2.325	2.312	2.298	2.284	2.270	2.256	2.242	2.228	2.213	2.199	2.184	2.169
30	4.247	4.222	4.197	4.172	4.147	4.122	4.096	4.070	4.044	4.018	3.992	3.965	3.938
40	7.384	7.341	7.298	7.255	7.211	7.167	7.123	7.078	7.033	6.987	6.941	6.895	6.848
50	12.351	12.279	12.207	12.135	12.062	11.988	11.914	11.839	11.763	11.687	11.610	11.532	11.454
60	19.946	19.829	19.713	19.596	19.478	19.359	19.239	19.118	18.996	18.873	18.749	18.624	18.497
70	31.201	31.018	30.837	30.654	30.470	30.284	30.096	29.907	29.716	29.523	29.329	29.133	28.935
80	47.415	47.139	46.863	46.585	46.305	46.022	45.737	45.449	45.159	44.866	44.571	44.273	43.972
90	70.182	69.776	69.368	68.957	68.542	68.124	67.701	67.276	66.848	66.413	65.975	65.534	65.089
100	101.418	100.835	100.245	99.651	99.052	98.447	97.837	97.221	96.601	95.974	95.343	94.705	94.062
110	143.376	142.558	141.725	140.884	140.037	139.182	138.320	137.450	136.572	135.687	134.793	133.892	132.982
120	198.665	197.541	196.388	195.222	194.048	192.863	191.668	190.463	189.248	188.019	186.782	185.533	184.272

Figura 5.1

Rendimiento rotativo relativo

El rendimiento rotativo relativo se define mediante la fórmula extraída del extracto “An approximate power prediction method-J.Holtrop and GGJ.Mennen”

$$\eta_R = 0.9922 - 0.05908 A_E/A_O + \\ + 0.07424(C_P - 0.0225 lcb)$$

Donde:

$\frac{AE}{AO} \rightarrow$ Relación de áreas de pala de hélice

$C_p \rightarrow$ Coeficiente prismático

$lcb \rightarrow$ Posición longitudinal del centro de carena (en % de LPP desde sección media)

Situaciones operativas de diseño para análisis del cálculo propulsivo

Se analizan 3 situaciones distintas en las que el remolcador debe ser capaz de operar y que son requeridas por requerimientos de proyecto.

Por otro lado se debe realizar este estudio para verificar si se requiere de hélice de paso controlable o no, ya que en las distintas situaciones se pueden requerir distintos P/D .

Las situaciones a estudiar son:

- Tiro a la bita
- Navegación libre
- Remolcando

Análisis de tiro a la bita

De las curvas de la hélice Kaplan con tobera Kort 4-70 (4 palas y $\frac{A_e}{A_o} = 0,70$) se extraen los valores de KT y KQ para $J = 0$.

Tiro que ejerce la hélice:

$$T = KT \cdot \rho \cdot n^2 \cdot D^4$$

Donde:

$\rho \rightarrow$ Densidad del agua salada ($\frac{Kg}{m^3}$)

$D \rightarrow$ Diámetro de la hélice (m)

$n \rightarrow$ Velocidad de giro de la hélice (m)

$KT \rightarrow$ Coeficiente de empuje extraído de las curvas de la hélice

Tiro a la bita:

$$BP = 2.T.(1 - t)/9810$$

Donde:

$BP \rightarrow$ Tiro a la bita total (con ambas hélices) (m)

$T \rightarrow$ Tiro de la hélice (N)

$t \rightarrow$ Factor de deducción de empuje

Cupla que requiere la hélice:

$$Q = KQ.\rho.n^2.D^5$$

Donde:

$\rho \rightarrow$ Densidad del agua salada ($\frac{Kg}{m^3}$)

$D \rightarrow$ Diámetro de la hélice (m)

$n \rightarrow$ Velocidad de giro de la hélice (m)

$KT \rightarrow$ Coeficiente de empuje extraído de las curvas de la hélice

Se muestra la **tabla A.5.7a** correspondiente con los cálculos realizados.

A.5.7a

D (m)	P/D	KT	KQ	J	Nmáx (rpm)	DHP por hélice (KW)	T (N)	BP (Ton)	Q (N.m)	Qmotor (N.m)
2,3	0,6	0,238	0,0160	0	274	1618	142367	25,4	22013	56376
2,3	0,8	0,376	0,0271	0	274	1618	224917	40,2	37285	56376
2,3	1	0,530	0,0442	0	274	1618	317037	56,7	60811	56376
2,3	1,2	0,696	0,0667	0	274	1618	416335	74,4	91767	56376
2,3	1,4	0,865	0,084	0	274	1618	517428	92,5	115569	56376

Esta tabla muestra que para un $P/D = 1$ a 274 rpm se supera el torque máximo del motor y el tiro al punto fijo es de 56,7 TBP. Como la cupla requerida por la hélice debe ser menor que la que le proporciona el motor se calcula el punto de funcionamiento en el que la cupla requerida por la hélice es menor que la que puede entregar el motor.

Para el caso se modifica el valor de KQ de modo tal que la cupla que requiere la hélice se encuentre por debajo de lo que entrega el motor. A partir del valor de KQ se calcula KT para calcular en cuanto se reduce el tiro de la hélice.

$$KTf = KTo. (1 - \frac{KQf - KQo}{KQo})$$

Donde:

$KTf \rightarrow$ Coeficiente de tiro de la hélice para $J = 0$ y $\frac{P}{D} = 1$ (Final)

$KQf \rightarrow$ Coeficiente de torque de la hélice para $J = 0$ y $\frac{P}{D} = 1$ (Final)

$KQo \rightarrow$ Coeficiente de torque de la hélice para $J = 0$, de tabla A.5.7a para $P/D = 1$

$KTo \rightarrow$ Coeficiente de tiro de la hélice para $J = 0$, de tabla A.5.7a para $P/D = 1$

La tabla **A.5.7b** enseña el cálculo del punto en el que el torque requerido por la hélice y el motor se equiparan, obteniendo la velocidad de giro en la que va a trabajar la hélice y las toneladas de tiro que ejecuta.

A.5.7b

Ajuste del valor de KT de la hélice para coincidan las cupla requerida por la hélice con la entregada por el motor para $P/D = 1$

D (m)	P/D	KTf	KQf	J	Nmáx (rpm)	DHP por hélice (KW)	T (N)	BP (Ton)	Q (N.m)	Qmotor (N.m)
2,3	1	0,491	0,0409	0	274	1618	293708	52,5	56271	56390

Como consecuencia lleva aparejado una baja en las TBP que puede ejercer el remolcador, aunque de todas formas se encuentra por encima de lo requerido en el proyecto.

Al obtener 52,5 TBP mediante este análisis se cumple el requerimiento de proyecto del armador en el cual se deben superar las 50 TBP. De todas formas el fabricante asegura 56 Ton para este sistema propulsivo, lo cual es probable ya que el criterio que se utilizó para la verificación es considerando siempre las peores condiciones y coeficientes concluyendo en una disminución del valor del tiro a la bita.

Análisis para buque en navegación libre

Por requerimiento de proyecto el buque debe ser capaz de obtener en las pruebas de mar 13 nudos al 100% MCR del motor, por ende la velocidad de servicio considerada para los cálculos es de 13 nudos.

Se utiliza el procedimiento de cálculo según “Apuntes de TP – Arquitectura Naval II, Norberto Fiorentino”.

Cálculo de curva KT/J^2

$$KT/J^2 = \frac{EHP}{\rho \cdot (1-t) \cdot (1-w)^2 \cdot D^2 \cdot V^3}$$

Donde:

$EHP \rightarrow$ Potencia efectiva de remolque en servicio (kW)

$t \rightarrow$ Coeficiente de deducción de empuje

$w \rightarrow$ Coeficiente de estela

$D \rightarrow$ Diámetro de la hélice (m)

$\rho \rightarrow$ Densidad del agua salada ($\frac{Kg}{m^3}$)

$V \rightarrow$ Velocidad de servicio ($\frac{m}{s}$)

De las curvas de la hélice Kaplan con tobera Kort 4-70 (4 palas y $\frac{Ae}{Ao} = 0,70$) se leen los valores de KT , KQ y η_o para los distintos valores de J que se obtienen de la intersección entre la curva KT/J^2 y las curvas KT para cada P/D . Las curvas de la hélice se muestran en el **anexo A.5.8a**.

Tiro que ejerce la hélice:

$$T = KT \cdot \rho \cdot n^2 \cdot D^4$$

Donde:

$\rho \rightarrow$ Densidad del agua salada ($\frac{Kg}{m^3}$)

$D \rightarrow$ Diámetro de la hélice (m)

$n \rightarrow$ Velocidad de giro de la hélice (vueltas/s)

$KT \rightarrow$ Coeficiente de empuje extraído de las curvas de la hélice

Cupla que requiere la hélice:

$$Q = KQ \cdot \rho \cdot n^2 \cdot D^5$$

Donde:

$\rho \rightarrow$ Densidad del agua salada ($\frac{Kg}{m^3}$)

$D \rightarrow$ Diámetro de la hélice (m)

$n \rightarrow$ Velocidad de giro de la hélice (vueltas/s)

$KQ \rightarrow$ Coeficiente de cupla extraído de las curvas de la hélice

Velocidad de giro de la hélice:

$$n = 60 \cdot \frac{Va}{J \cdot D}$$

Donde:

$Va \rightarrow$ Velocidad de avance (m/s)

$D \rightarrow$ Diámetro de la hélice (m)

$n \rightarrow$ Velocidad de giro de la hélice (rpm)

En la **tabla A.5.8c** se muestran los cálculos realizados.

A.5.8c

Vs (nudos)	Vs (m/s)	Va (m/s)	D (m)	KT	KTd nl	J
13	6,69	5,881	2,3	0,100	0,6627	0,388
13	6,69	5,881	2,3	0,200	0,6627	0,549
13	6,69	5,881	2,3	0,300	0,6627	0,673
13	6,69	5,881	2,3	0,400	0,6627	0,777
13	6,69	5,881	2,3	0,500	0,6627	0,869
13	6,69	5,881	2,3	0,600	0,6627	0,952
13	6,69	5,881	2,3	0,700	0,6627	1,028
13	6,69	5,881	2,3	0,800	0,6627	1,099
13	6,69	5,881	2,3	0,900	0,6627	1,165
13	6,69	5,881	2,3	1,000	0,6627	1,228

P/D	J	KT	KQ	η_o	n (rpm)	Q por hélice (N.m)	T por hélice (N)
0,6	0,355	0,088	0,0122	0,396	432	41754	130947
0,8	0,464	0,143	0,02	0,516	331	40067	124557
1	0,565	0,212	0,0325	0,58	272	43912	124540
1,2	0,658	0,288	0,0494	0,607	233	49212	124741
1,4	0,737	0,362	0,071	0,595	208	56379	124980

Las rpm resultantes para cada P/D que requiere la hélice para poder obtener la velocidad de servicio se comparan con las rpm de salida en la hélice al 100% MCR que figura en los datos del Z-Peller ZP-31 de Niigata. Para navegación libre resulta un $P/D = 1$, ya que el obtenido mediante el cálculo es de 272 rpm, mientras el que figura en el manual de Niigata es de 274 rpm. Cabe aclarar que como se observa en la tabla, la hélice va a estar trabajando con un menor rendimiento en esta condición, pero al tratarse de un equipo estándar de un fabricante y que el P/D debe verificar en las tres condiciones de diseño es aceptable dicha pérdida.

Verificación de la performance casco-hélice-motor (navegación libre)

Aquí se determina el punto de funcionamiento del sistema completo mediante la intersección de la curva de potencia-velocidad del buque en condición de servicio con la curva potencia-velocidad de la hélice.

Acorde al $P/D = 1$ adoptado se determinan las curvas mediante las siguientes expresiones:

Curva de potencia-velocidad del buque:

$$DHPs = EHPs / \eta_o . \eta_h$$

Donde:

DHPs → Potencia entregada a la hélice (HP)

EHPs → Potencia efectiva de remolque en condición de servicio (HP) → Tabla A.5.1

η_o → Rendimiento propulsivo en agua abiertas

(Se lee en las curvas de la hélice para el P/D adoptado) → **anexo A.5.8b**

η_h → Rendimiento de casco

$$BHPs = DHPs / \eta_m$$

Donde:

DHPs → Potencia entregada a la hélice (HP)

BHPs → Potencia al freno (HP)

η_m → Rendimiento mecánico

Curva potencia-velocidad de la hélice.

$$DHPs = 2. (KQ . \rho . 2 . \pi . n^3 D^5 / 745,7)$$

Donde:

DHPs → Potencia entregada a la hélice (HP)

ρ → Densidad del agua salada ($\frac{Kg}{m^3}$)

D → Diámetro de la hélice (m)

n → Velocidad de giro de la hélice (vueltas/s)

KQ → Coeficiente de cupla extraído de las curvas de la hélice

(Se lee en las curvas de la hélice para el P/D adoptado) → **anexo A.5.8b**

$$BHPs = DHPs / \eta_m$$

Donde:

DHPs → Potencia entregada a la hélice (HP)

$BHPs \rightarrow$ Potencia al freno (HP)
 $\eta m \rightarrow$ Rendimiento mecánico

La tabla **A.5.8d** muestra los cálculos correspondientes al análisis para buque en navegación libre. Se puede concluir que para un $P/D = 1$ se verifica una velocidad en pruebas de mar de 13 nudos. Además de las tablas de cálculo se adjunta el gráfico de intersección de las curvas de potencia-velocidad.

A.5.8d

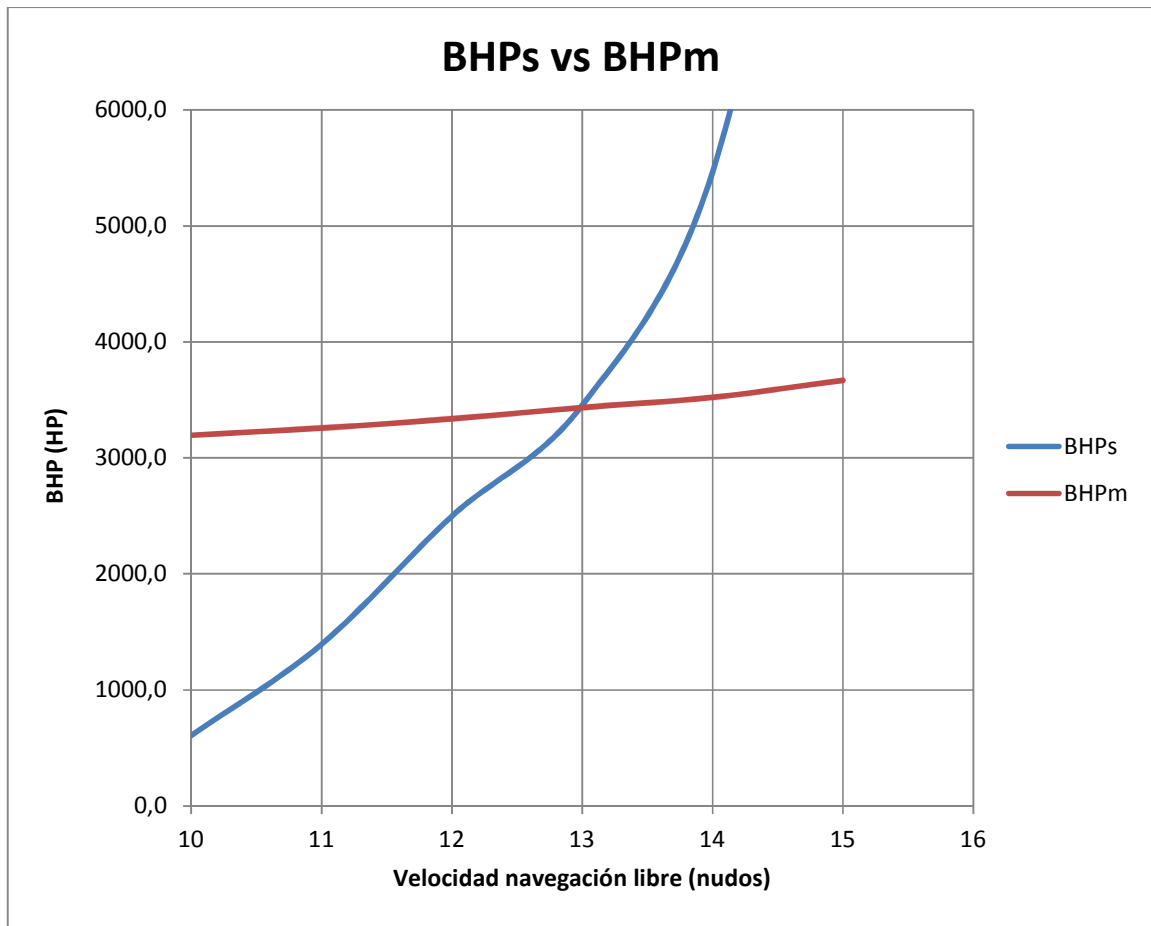
Curva de potencia buque en condición de servicio

Vs (nudos)	Vs (m/s)	Va (m/s)	EHP (HP)	EHPs (HP)	J	η_0	P/D	DHPs (HP)	BHPs (HP)
10	5,14	4,524	253,6	317,0	0,435	0,536	1	593,3	606,6
11	5,66	4,976	607,4	759,2	0,478	0,559	1	1362,5	1393,2
12	6,17	5,429	1114,6	1393,2	0,522	0,572	1	2443,5	2498,4
13	6,69	5,881	1563,1	1953,9	0,565	0,580	1	3379,6	3455,6
14	7,20	6,333	2434,7	3043,3	0,608	0,571	1	5346,8	5467,1
15	7,72	6,786	4475,1	5593,8	0,652	0,545	1	10296,6	10528,2

Curva de Potencia de la hélice

Vs (nudos)	Vs (m/s)	Va (m/s)	P/D	J	KQ	DHPm (HP)	BHPm (HP)	Q (N.m)	n (rpm)
10	5,14	4,524	1	0,435	0,0373	3126,0	3196,3	43912	253
11	5,66	4,976	1	0,478	0,0359	3186,3	3258,0	43912	258
12	6,17	5,429	1	0,522	0,0342	3264,6	3338,0	43912	265
13	6,69	5,881	1	0,565	0,0323	3359,2	3434,8	43912	272
14	7,20	6,333	1	0,608	0,0307	3445,6	3523,1	43912	279
15	7,72	6,786	1	0,652	0,0283	3588,8	3669,5	43912	291

Curvas de potencia-velocidad



Análisis para buque en maniobra de remolque

La velocidad de remolque se define en 5 nudos, considerando esta una velocidad común a la hora de realizar un r

Se utiliza el procedimiento de cálculo según “Cálculo propulsivo para condiciones de tiro a la bita y arrastre (apuntes preliminares) - Norberto Fiorentino”.

Cálculo de curva KQ/J^3

$$KQ/J^3 = \frac{BHP \cdot \eta_m}{\rho \cdot V_s \cdot (1 - w)^3 \cdot D^2 \cdot 2 \cdot \pi}$$

Donde:

$EHP \rightarrow$ Potencia efectiva de remolque en servicio (kW)

$t \rightarrow$ Coeficiente de deducción de empuje

$w \rightarrow$ Coeficiente de estela

$D \rightarrow$ Diámetro de la hélice (m)

$\rho \rightarrow$ Densidad del agua salada ($\frac{Kg}{m^3}$)

$V \rightarrow$ Velocidad de servicio ($\frac{m}{s}$)

De las curvas de la hélice Kaplan con tobera Kort 4-70 (4 palas y $\frac{A_e}{A_o} = 0,70$) se leen los valores de KT , KQ y η_o para los distintos valores de J que se obtienen de la intersección entre la curva $\frac{KQ}{J^3}$ y las curvas KQ para cada $\frac{P}{D}$. Las curvas de la hélice se muestran en el **anexo A.5.9a**.

Tiro que ejerce la hélice:

$$T = KT \cdot \rho \cdot n^2 \cdot D^4$$

Donde:

$\rho \rightarrow$ Densidad del agua salada ($\frac{Kg}{m^3}$)

$D \rightarrow$ Diámetro de la hélice (m)

$n \rightarrow$ Velocidad de giro de la hélice (vueltas/s)

$KT \rightarrow$ Coeficiente de empuje extraído de las curvas de la hélice

Cupla de la hélice:

$$Q = KQ \cdot \rho \cdot n^2 \cdot D^5$$

Donde:

$\rho \rightarrow$ Densidad del agua salada ($\frac{Kg}{m^3}$)

$D \rightarrow$ Diámetro de la hélice (m)

$n \rightarrow$ Velocidad de giro de la hélice (vueltas/s)

$KQ \rightarrow$ Coeficiente de cupla extraído de las curvas de la hélice

Velocidad de giro de la hélice:

$$n = 60 \cdot \frac{Va}{J \cdot D}$$

Donde:

$Va \rightarrow$ Velocidad de avance (m/s)

$D \rightarrow$ Diámetro de la hélice (m)

$n \rightarrow$ Velocidad de giro de la hélice (rpm)

Las rpm resultantes para cada P/D que requiere la hélice para poder obtener la velocidad de remolque (estipulada en 5 nudos) se comparan con las rpm de salida en la hélice que figura en los datos del Z-Peller ZP-31 de Niigata. Para remolque resulta un $P/D = 1$, ya que el obtenido mediante el cálculo es de 271 rpm, mientras el que figura en el manual de Niigata es de 274 rpm.

En tabla A.5.9c se muestran los cálculos realizados.

A.5.9c

Vs (nudos)	Vs (m/s)	Va (m/s)	D (m)	KQ	KQd	J
5	2,57	2,262	2,3	0,010	4,1030	0,135
5	2,57	2,262	2,3	0,020	4,1030	0,170
5	2,57	2,262	2,3	0,030	4,1030	0,194
5	2,57	2,262	2,3	0,040	4,1030	0,214
5	2,57	2,262	2,3	0,050	4,1030	0,230
5	2,57	2,262	2,3	0,060	4,1030	0,245
5	2,57	2,262	2,3	0,070	4,1030	0,257
5	2,57	2,262	2,3	0,080	4,1030	0,269
5	2,57	2,262	2,3	0,090	4,1030	0,280
5	2,57	2,262	2,3	0,100	4,1030	0,290

P/D	J	KT	KQ	η_o	n (rpm)	Q por hélice (N.m)	T por hélice (N)	BP por hélice (Ton)	BP total (Ton)
0,6	0,157	0,17	0,0152	0,344	376	39345	191325	17,1	34,2
0,8	0,185	0,282	0,0262	0,344	319	48844	228574	20,4	40,8
1	0,218	0,405	0,0425	0,302	271	57059	236409	21,1	42,2
1,2	0,251	0,541	0,0643	0,259	235	65120	238216	21,3	42,6
1,4	0,28	0,669	0,0898	0,222	211	73082	236718	21,2	42,3

Verificación de la performance casco-hélice-motor (remolque)

Aquí se determina el punto de funcionamiento del sistema completo mediante la intersección de la curva de potencia-velocidad del remolcador con el buque remolcado en condición de servicio con la curva potencia-velocidad de la hélice.

Acorde al $P/D = 1$ adoptado se determinan las curvas mediante las siguientes expresiones:

Curva de potencia-velocidad del remolcador con el buque remolcado:

$$DHPs = EHPs / \eta_o . \eta_h$$

Donde:

DHPs → Potencia entregada a la hélice (HP)

EHPs → Potencia efectiva total de remolcador y buque remolcado en servicio(HP)

Se debe realizar un cálculo para cada buque remolcado

η_o → Rendimiento propulsivo en agua abiertas

(Se lee en las curvas de la hélice para el P/D adoptado) → **anexo A.5.9b**

η_h → Rendimiento de casco

$$BHPs = DHPs / \eta_m$$

Donde:

DHPs → Potencia entregada a la hélice (HP)

BHPs → Potencia al freno (HP)

η_m → Rendimiento mecánico

Curva potencia-velocidad de la hélice.

$$DHPs = 2. (KQ . \rho . 2 . \pi . n^3 D^5 / 745,7)$$

Donde:

DHPs → Potencia entregada a la hélice (HP)

ρ → Densidad del agua salada ($\frac{Kg}{m^3}$)

D → Diámetro de la hélice (m)

n → Velocidad de giro de la hélice (vueltas/s)

KQ → Coeficiente de cupla extraído de las curvas de la hélice

(Se lee en las curvas de la hélice para el P/D adoptado) → **anexo A.5.9b**

$$BHPs = DHPs / \eta_m$$

Donde:

DHPs → Potencia entregada a la hélice (HP)

BHPs → Potencia al freno (HP)

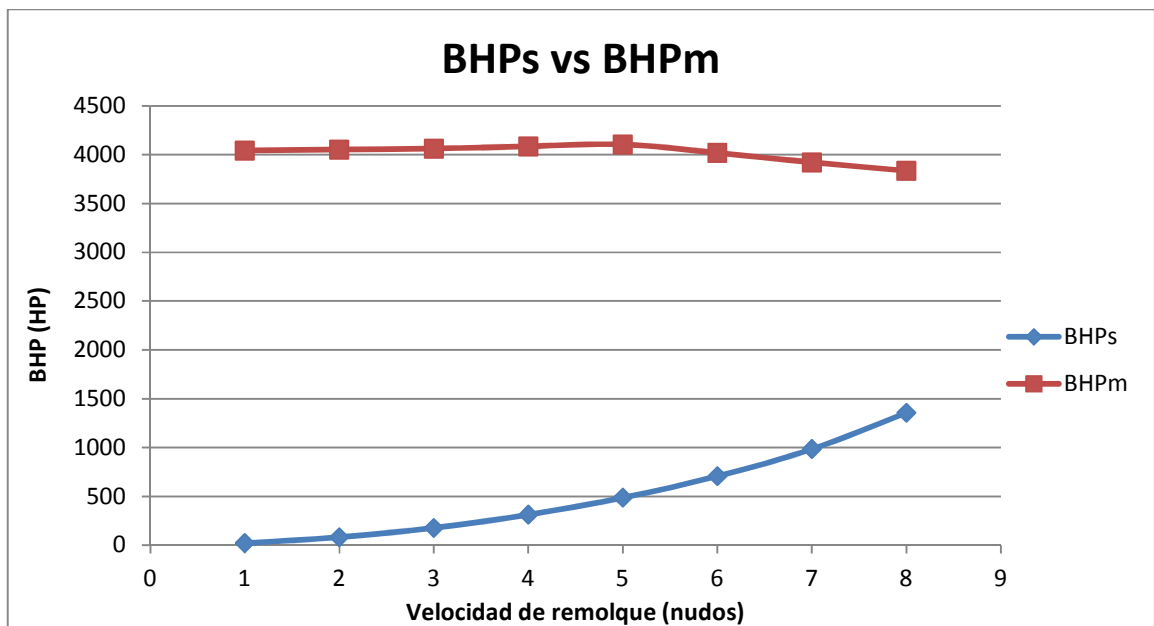
η_m → Rendimiento mecánico

La tabla **A.5.9d** muestra los cálculos correspondientes al análisis para buque en condición de remolque.

A.5.9d

Vs (nudos)	Vs (m/s)	Va (m/s)	EHP (HP)	EHPs (HP)	J	η_o	P/D	DHPs (HP)	BHPs (HP)
1	0,51	0,452	1,0	1,3	0,044	0,078	1	16,5	16,9
2	1,03	0,905	7,5	9,3	0,087	0,150	1	62,1	63,5
3	1,54	1,357	23,8	29,8	0,131	0,217	1	136,8	139,9
4	2,06	1,810	54,3	67,9	0,174	0,277	1	244,2	249,7
5	2,57	2,262	102,8	128,5	0,218	0,333	1	384,5	393,1
6	3,09	2,714	173,3	216,6	0,262	0,382	1	565,2	577,9
7	3,60	3,167	272,0	340,1	0,305	0,428	1	791,8	809,6
8	4,12	3,619	414,0	517,5	0,349	0,471	1	1094,9	1119,6

Vs (nudos)	Vs (m/s)	Va (m/s)	P/D	J	KQ	DHPm (HP)	BHPm (HP)	Q (N.m)	n (rpm)
1	0,51	0,452	1	0,044	0,0441	4258,3	4354,1	57059	266
2	1,03	0,905	1	0,087	0,0439	4268,0	4364,0	57059	266
3	1,54	1,357	1	0,131	0,0437	4277,7	4373,9	57059	267
4	2,06	1,810	1	0,174	0,0431	4307,4	4404,3	57059	269
5	2,57	2,262	1	0,218	0,0425	4337,7	4435,3	57059	271
6	3,09	2,714	1	0,262	0,0418	4266,2	4362,2	56119	271
7	3,60	3,167	1	0,305	0,0409	4174,4	4268,3	54911	271
8	4,12	3,619	1	0,349	0,0398	4062,1	4153,5	53434	271



Para cada buque remolcado se deben calcular los BHPs, ya que dependiendo de la resistencia al avance resultante que posea cada uno acorde a su tamaño y formas, va a ser la velocidad a la que se pueda efectuar el remolque. La velocidad de remolque va a quedar definida mediante la intersección de la curva BHPs (curva de potencia-velocidad del remolcador con el buque remolcado) con la curva BHPm (curva de potencia-velocidad de la hélice).

Los cálculos de remolque para un $P/D = 1$ verifican una velocidad de remolque de 5 nudos, siempre y cuando la curva de potencia-velocidad del remolcador con el buque remolcado (BHPs) interseque con la curva de potencia-velocidad de la hélice (BHPm) en puntos donde la velocidad sea igual o mayor a 5 nudos.

NOTA: Cabe aclarar que en las tres situaciones de diseño los cálculos verifican los requerimientos de proyecto instalando un propulsor con $P/D=1$. Teniendo en cuenta este último se selecciona una hélice de paso fijo con $P/D=1$.

Anexo

Procedimiento de cálculo para Método de Holtrop-Mennen

- La Resistencia Total se define como:

$$R_{\text{total}} = R_F(1+k_1) + R_{APP} + R_W + R_B + R_{TR} + R_A$$

- La Resistencia friccional (RF) se calcula mediante la siguiente fórmula, y los valores se muestran en la **tabla general A.5.1**:

$$R_{\text{friccional}} = 0.5 \times C_F \times \rho \times V^2 \times \Omega$$

- Coeficiente de resistencia friccional se calcula en concordancia con la línea empleada por la ITTC-57.

$$C_F = \frac{0.075}{(\log_{10} Rn - 2)^2}$$

- El cálculo del Factor de forma ($1+k_1$) se calcula con la fórmula que se muestra a continuación, en el cual se utiliza la figura 5.2 para extraer un coeficiente que influye en su cálculo.

$$1+k_1 = c_{13} \{0.93 + c_{12}(B/L_R)^{0.92497} (0.95 - C_p)^{-0.521448} (1 - C_p + 0.0225 lcb)^{0.6906}\}$$

Afterbody form	C_{stern}
V-shaped sections	- 10
Normal section shape	0
U-shaped sections with Hogner stern	+ 10

Figura 5.2

$C_{\text{stern}} = 0$ ya que el buque no tiene formas en U ni en V.

En la siguiente **tabla A.5.2** se muestra el cálculo del factor de forma.

Tabla A.5.2

LR	15.636
T/L	0.1152

C13	C12	B/L _R	C _p	LCB	(1+k ₁)
1	0.6178	0.7674	0.635	3	1.425

- La Resistencia por apéndices se determina con la siguiente fórmula:

$$R_{APP} = 0.5 \rho V^2 S_{APP} (1 + k_2)_{eq} C_F$$

Para encontrar el valor aproximado de $(1+k_2)$ se utilizó la figura 5.3. Los cálculos se muestran en la **tabla A.5.3**. Como el buque no tiene bow thruster no presenta ninguna resistencia adicional, además del valor de $(1+k_2)$.

Approximate $1 + k_2$ values	
rudder behind skeg	1.5 – 2.0
rudder behind stern	1.3 – 1.5
twin-screw balance rudders	2.8
shaft brackets	3.0
skeg	1.5 – 2.0
strut bossings	3.0
hull bossings	2.0
shafts	2.0 – 4.0
stabilizer fins	2.8
dome	2.7
bilge keels	1.4

Figura 5.3

El valor utilizado para $(1+k_2)=1,85$ debido a que se considera el quillote o dormido.

- La Resistencia por olas se determina como:

$$R_W = c_1 c_2 c_5 \nabla \rho g \exp \{ m_1 F_n^d + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2}) \}$$

Los cálculos para la misma se muestran en la **tabla A.5.4**.

El ángulo de entrada se extrajo del plano de líneas, ya se consideró un ángulo mayor al calculado mediante el método de HOLTROP.

- La Resistencia adicional por espejo sumergido viene dada por la siguiente expresión:

$$R_{TR} = 0.5 \rho V^2 A_T c_6$$

El valor de esta resistencia adicional es nulo para todas las velocidades, ya que no posee espejo sumergido.

- La Resistencia adicional por bulbo de proa se expresa como:

$$R_B = 0.11 \exp(-3 P_B^{-2}) F_{ni}^3 A_{BT}^{1.5} \rho g / (1 + F_{ni}^2)$$

El valor de esta resistencia adicional es nulo para todas las velocidades, ya que no posee bulbo de proa.

- La Resistencia por correlación modelo-buque se calcula de la siguiente manera y su cálculo se muestra en la **tabla A.5.5**:

$$R_A = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_A$$

Tabla A.5.1

Tabla A.5.1		Método Holtrop - Mennen														
V (Kts)	V (m/s)	V^2 (m ² /s ²)	$1/2\rho SV^2$ (N)	F_n	$10^{-6} Re$	$10^3 C_F$	R_F (N)	$(1+k_1)$	R_{APP} (N)	R_W (N)	R_{TR} (N)	R_B (N)	R_A (N)	R_{total} (N)	P_E (HP)	$P_{E\text{servicio}}$ (HP)
1	0.51	0.26	71297.63	0.028	15.38	2.788	198.76	1.425	6.99	2.37E-28	0.00	0.00	0.05	290.3	0.2	0.3
2	1.03	1.06	285190.51	0.055	30.75	2.490	710.21	1.425	24.99	2.06E-11	0.00	0.00	0.19	1037.3	1.4	1.8
3	1.54	2.38	641678.64	0.083	46.13	2.338	1500.16	1.425	52.79	1.97E-05	0.00	0.00	0.43	2191.1	4.5	5.7
4	2.06	4.23	1140762.02	0.110	61.50	2.238	2553.08	1.425	89.84	2.46E-02	0.00	0.00	0.76	3729.1	10.3	12.9
5	2.57	6.62	1782440.66	0.138	76.88	2.165	3858.90	1.425	135.79	2.00E+00	0.00	0.00	1.19	5638.4	19.5	24.3
6	3.09	9.53	2566714.55	0.165	92.26	2.108	5410.27	1.425	190.38	3.96E+01	0.00	0.00	1.72	7942.0	32.9	41.1
7	3.60	12.97	3493583.69	0.193	107.63	2.061	7201.43	1.425	253.40	3.34E+02	0.00	0.00	2.34	10853.0	52.4	65.5
8	4.12	16.93	4563048.08	0.220	123.01	2.022	9227.67	1.425	324.70	1656.44	0.00	0.00	3.05	15134.8	83.5	104.4
9	4.63	21.43	5775107.73	0.248	138.38	1.989	11485.02	1.425	404.13	7165.25	0.00	0.00	3.86	23940.8	148.7	185.8
10	5.14	26.46	7129762.63	0.275	153.76	1.959	13970.07	1.425	491.58	16346.37	0.00	0.00	4.77	36751.8	253.6	317.0
11	5.66	32.02	8627012.78	0.303	169.13	1.933	16679.85	1.425	586.93	55659.57	0.00	0.00	5.77	80023.1	607.4	759.2
12	6.17	38.10	10266858.18	0.330	184.51	1.910	19611.70	1.425	690.09	105963.18	0.00	0.00	6.86	134609.2	1114.6	1393.2
13	6.69	44.72	12049298.84	0.358	199.89	1.889	22763.24	1.425	800.99	141010.98	0.00	0.00	8.05	174260.4	1563.1	1953.9
14	7.20	51.86	13974334.75	0.385	215.26	1.870	26132.32	1.425	919.54	213863.24	0.00	0.00	9.34	252033.9	2434.7	3043.3
15	7.72	59.54	16041965.91	0.413	230.64	1.852	29716.97	1.425	1045.68	388961.96	0.00	0.00	10.72	432368.7	4475.1	5593.8
16	8.23	67.74	18252192.32	0.440	246.01	1.836	33515.38	1.425	1179.33	742547.33	0.00	0.00	12.20	791502.4	8738.3	10922.8
17	8.74	76.47	20605013.99	0.468	261.39	1.821	37525.90	1.425	1320.45	1334541.85	0.00	0.00	13.77	1389355.1	16297.3	20371.6
18	9.26	85.73	23100430.91	0.495	276.77	1.807	41746.96	1.425	1468.98	2159865.81	0.00	0.00	15.44	2220844.8	27583.2	34479.0
19	9.77	95.52	25738443.08	0.523	292.14	1.794	46177.12	1.425	1624.87	3143379.36	0.00	0.00	17.21	3210829.5	42094.4	52618.0
20	10.29	105.84	28519050.50	0.551	307.52	1.782	50815.03	1.425	1788.07	4184995.18	0.00	0.00	19.06	4259220.0	58777.8	73472.3

Tabla A.5.3 – Resistencia por apéndices

R_{APP} (N)	$(1+k_2)_{eq}$	S_{APP} (m ²)	$10^3 C_F$	V (m/s)
6.99	1.85	10.0	2.788	0.51
24.99	1.85	10.0	2.490	1.03
52.79	1.85	10.0	2.338	1.54
89.84	1.85	10.0	2.238	2.06
135.79	1.85	10.0	2.165	2.57
190.38	1.85	10.0	2.108	3.09
253.40	1.85	10.0	2.061	3.60
324.70	1.85	10.0	2.022	4.12
404.13	1.85	10.0	1.989	4.63
491.58	1.85	10.0	1.959	5.14
586.93	1.85	10.0	1.933	5.66
690.09	1.85	10.0	1.910	6.17
800.99	1.85	10.0	1.889	6.69
919.54	1.85	10.0	1.870	7.20
1045.68	1.85	10.0	1.852	7.72
1179.33	1.85	10.0	1.836	8.23
1320.45	1.85	10.0	1.821	8.74
1468.98	1.85	10.0	1.807	9.26
1624.87	1.85	10.0	1.794	9.77
1788.07	1.85	10.0	1.782	10.29

Tabla A.5.4

Tabla A.5.4 Resistencia por formación de olas																	
C_1	C_7	i_e°	C_2	C_3	A_{BT}	h_3	C_5	A_T	m_1	C_{16}	m_2	C_{15}	λ	L/B	Fn	d	$R_w(N)$
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-3.3E-58	-1.694	0.906	2.967	0.028	-0.9	0.0
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-3.2E-15	-1.694	0.906	2.967	0.055	-0.9	0.0
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-2.9E-07	-1.694	0.906	2.967	0.083	-0.9	0.0
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-1.8E-04	-1.694	0.906	2.967	0.110	-0.9	0.0
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-3.5E-03	-1.694	0.906	2.967	0.138	-0.9	2.0
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-1.7E-02	-1.694	0.906	2.967	0.165	-0.9	39.6
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-4.6E-02	-1.694	0.906	2.967	0.193	-0.9	334.3
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-8.7E-02	-1.694	0.906	2.967	0.220	-0.9	1656.4
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-1.3E-01	-1.694	0.906	2.967	0.248	-0.9	7165.3
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-1.8E-01	-1.694	0.906	2.967	0.275	-0.9	16346.4
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-2.3E-01	-1.694	0.906	2.967	0.303	-0.9	55659.6
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-2.7E-01	-1.694	0.906	2.967	0.330	-0.9	105963.2
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-3.1E-01	-1.694	0.906	2.967	0.358	-0.9	141011.0
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-3.5E-01	-1.694	0.906	2.967	0.385	-0.9	213863.2
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-3.8E-01	-1.694	0.906	2.967	0.413	-0.9	388962.0
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-4.1E-01	-1.694	0.906	2.967	0.440	-0.9	742547.3
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-4.3E-01	-1.694	0.906	2.967	0.468	-0.9	1334541.8
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-4.5E-01	-1.694	0.906	2.967	0.495	-0.9	2159865.8
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-4.7E-01	-1.694	0.906	2.967	0.523	-0.9	3143379.4
74.342	0.315	58	1.000	0.000	0	0.0	1.000	0	-3.313	1.327	-4.9E-01	-1.694	0.906	2.967	0.551	-0.9	4184995.2

Tabla A.5.5 – Correlación modelo – buque

V (m/s)	T_F/L	C_4	C_A	R_A (N)
0.51	0.115	0.04	0.00069	0.05
1.03	0.115	0.04	0.00069	0.19
1.54	0.115	0.04	0.00069	0.43
2.06	0.115	0.04	0.00069	0.76
2.57	0.115	0.04	0.00069	1.19
3.09	0.115	0.04	0.00069	1.72
3.60	0.115	0.04	0.00069	2.34
4.12	0.115	0.04	0.00069	3.05
4.63	0.115	0.04	0.00069	3.86
5.14	0.115	0.04	0.00069	4.77
5.66	0.115	0.04	0.00069	5.77
6.17	0.115	0.04	0.00069	6.86
6.69	0.115	0.04	0.00069	8.05
7.20	0.115	0.04	0.00069	9.34
7.72	0.115	0.04	0.00069	10.72
8.23	0.115	0.04	0.00069	12.20
8.74	0.115	0.04	0.00069	13.77
9.26	0.115	0.04	0.00069	15.44
9.77	0.115	0.04	0.00069	17.21
10.29	0.115	0.04	0.00069	19.06

Tabla A.5.6 – Coeficientes propulsivos

Datos de entrada:

D (m)	2,3
S (m ²)	527
L (m)	35,6
C _f	0,0019
C _a	0,00070
1+k ₁	1,425
C _p	0,635
l _{cb}	3
B (m)	12
C _b	0,57
C _{stern}	0
R total (N)	174260
EHPservicio (HP)	1954
V (m/s)	6,69

Datos calculados:

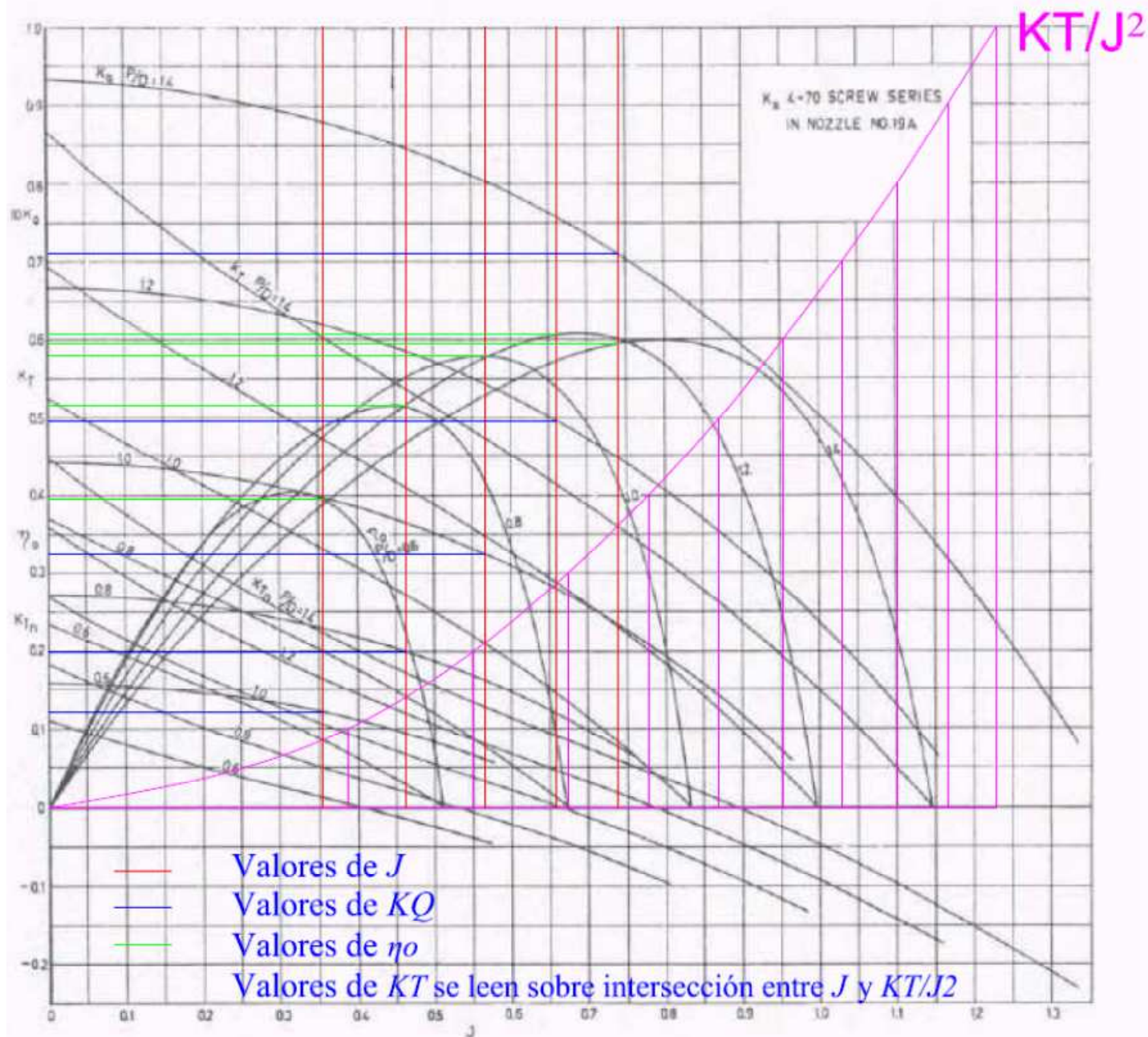
c ₈	c ₉	T _a	c ₁₁	C _v	C _{p1}	w
18,838	18,838	4,1	1,7826	0,0034	0,5383	0,1206

c ₁₀	t
0,2336	0,1234

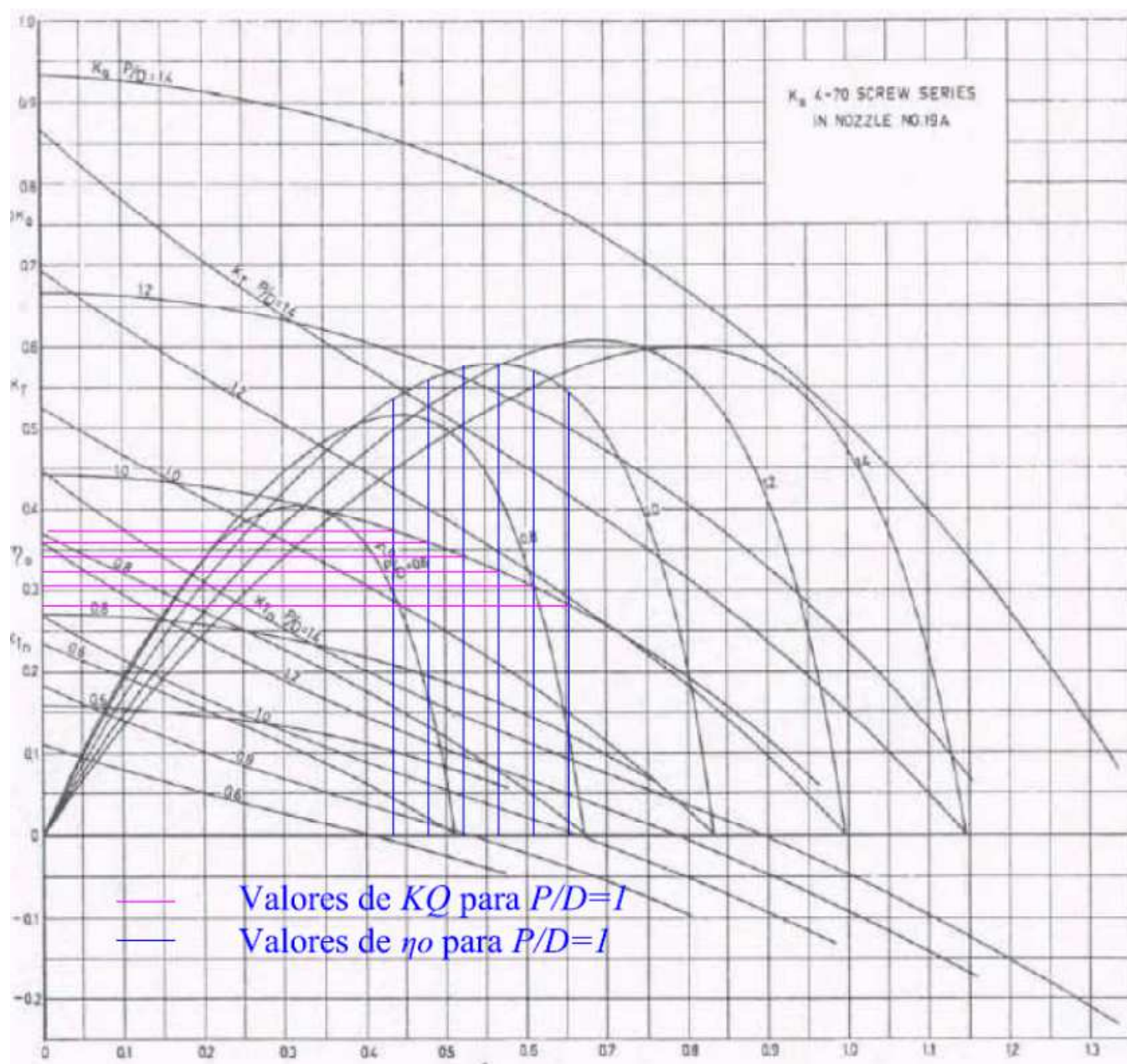
T (N)	V _a (m/s)
198800	5,883

K	z	p _o -p _v (Pa)	ρ*g*h (Pa)	AE/AO	η _{rr}	η _s	η _h
0,09	4	99047	25138,125	0,468	1,007	0,978	0,997

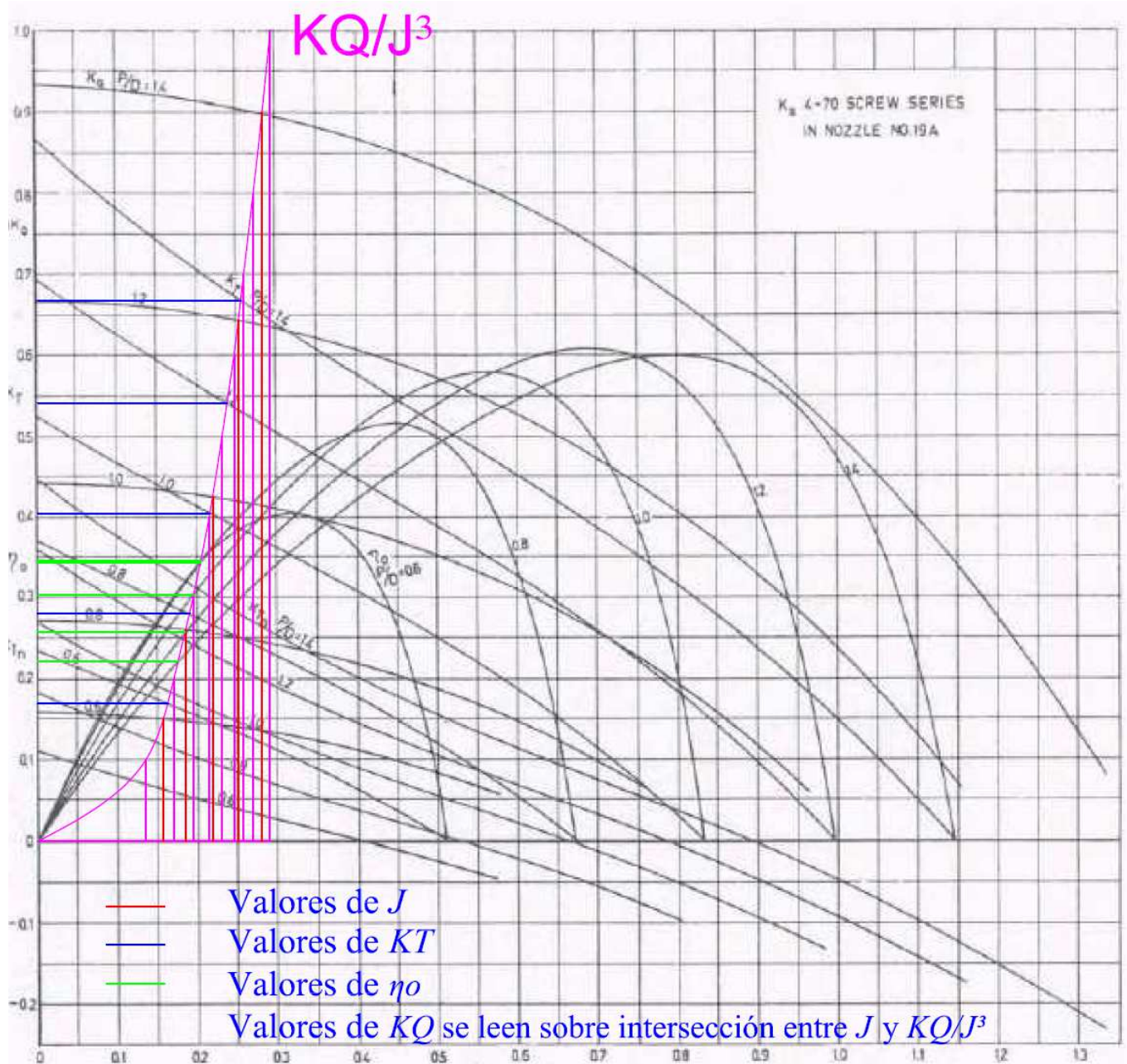
A.5.8a – Curva KT/J^2 – Navegación Libre



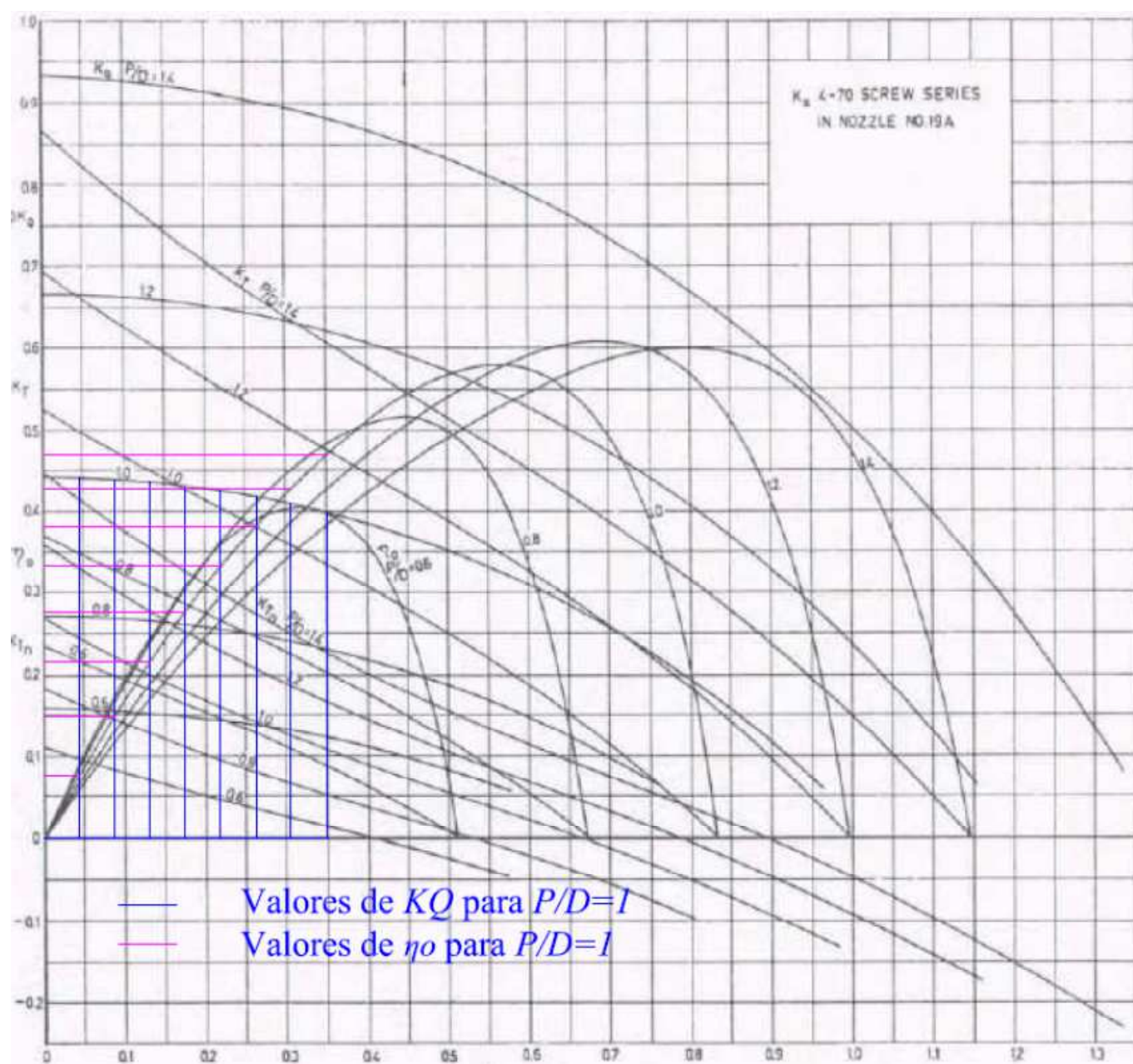
A.5.8b – Estudio con $P/D=1$ – Navegación Libre



A.5.9a – Curva KQ/J^3 – Remolcando



A.5.9b – Estudio con $P/D=1$ – Remolcando



A.5.10 – Registros de las pruebas de astillero del remolcador RANQUEL

Jiangsu Suyang Marine Co., Ltd	32.7M AZISTERN 33/60 TUG	REF. NO: 32.7AT-01
	TEST RECORD OF SPEED TRIALS 航 速 试 验	PAGE : 1 / 1
		DATE OF TEST : 试验日期:08/01/2014

Vessel Name : RANQUEL
船 名 : _____

Hull No. : POET1502
施工号 : _____

Trial Location : Yangze River (Jiang Yin Port)

Width of Waterways 水域宽度: _____ 2000 _____ M(米)

Depth of Waterways 水深 : _____ 20 _____ M(米)

Weather 天气情况 : _____ Rain _____

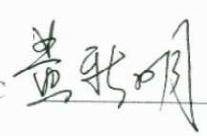
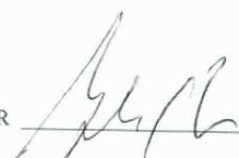
Wind Direction 风向 : _____ North Wind _____

Wind Velocity 风速 : _____ 3 _____ M/Sec 米/秒

Vessel's Draft 船舶吃水 : Fwd(P) _____ 3.52 _____ M Aft(P) _____ 3.63 _____ M
艏(左) 艏(左)
Fwd(S) _____ 3.52 _____ M Aft(S) _____ 3.58 _____ M
艏(右) 艏(右)

Test Time 试验时间 : From 从 _____ 10:17 _____ To 到 _____ 10:46 _____

Run NO. 航次	Current 顺水、逆水	Main Engine Speed/Load	Trial Distance (M)米 航行 距离	Trial Time (Sec.)秒 航行时间	Trial Speed (Knots)节 航速	Mean Trial Speed (Knots)节 平均航速
1	DOWNSTREAM	750RPM/ 100%	2280	354	12.52	13.21
2	AGAINST THE CURRENT		2280	322	13.77	
3	DOWNSTREAM		2280	347	12.77	

船厂检验员 Inspector of S/Y QC  船东 OWNER 

Bollard Pull Record									
Principal Particulars : RANQUEL									
Vessel	: Loa	32.72	Lbp	27	30.3	Bm	12.0	Dm	5.2
Design Draft Fwd - Aft - Mean 4.3 Type TUG									
Engine	: Model	6L28HX	Ser.No.	25937.8	1654	kW	750	min-1	
Clutch	: Model	HLP80Y	Ser.No.	CL03037.8	T.C. : Model TPS57F33		Ser.No. X1302986.7		
Propeller	: Dia	2300	mm	Pitch	2210	mm	No. of Blade	4	Dev. Area 0.78
Trial Condition	: Draft Fwd	3.47	Aft 3.51		Displacement 498		ton.		
Weather		Fain	Wind non		Appearance of Sea		Calm		
Order			AHEAD S	AHEAD P	ASTER N S	ASTER N P			
Load		%	100	100	100	100			
Bollard Pull		ton	60.2	60.2	55.5	55.5			
Engine Speed		min ⁻¹	750	750	750	750			
Propeller Speed		min ⁻¹	274	274	274	274			
Fuel Handle Pointer		—	6.5	6.4	6.4	6.3			
GV Control Air		MPa	0.31	0.31	0.31	0.31			
Press.	Eng. Lube. Oil	MPa	0.56	0.56	0.56	0.56			
	F.W. Cooling		0.31	0.32	0.31	0.32			
	S.W. Cooling		0.13	0.13	0.13	0.13			
	Charge Air		0.221	0.219	0.211	0.209			
	Turbo Charger Lube. Oil		0.30	0.30	0.30	0.30			
Lube. Oil Temp.	Fuel Oil	°C	0.12	0.12	0.12	0.12			
	Cooler Inlet		53	54	54	54			
Cooling Water Temp.	Eng. Inlet	°C	50	50	50	50			
	F.W. Eng. Inlet		65	65	65	65			
	F.W. Eng. Outlet	°C	67	67	67	67			
	S.W. Cooler Inlet		12	12	12	12			
Turbo Charger	Shaft speed	min-1	36030	35850	35470	35320			
	Boost Air Temp.	°C	29	28	28	28			
	Out Exh. Gas Temp.		310	300	310	300			
Max. Press.	No. 1 Cylinder	MPa	-	-	-	-			
	No. 2 Cylinder		-	-	-	-			
	No. 3 Cylinder		-	-	-	-			
	No. 4 Cylinder		-	-	-	-			
	No. 5 Cylinder		-	-	-	-			
	No. 6 Cylinder		-	-	-	-			
Exh. Gas Temp.	Mean	°C	-	-	-	-			
	No. 1 Cylinder		310	320	305	320			
	No. 2 Cylinder		310	310	310	305			
	No. 3 Cylinder		315	310	310	320			
	No. 4 Cylinder		315	310	305	320			
	No. 5 Cylinder		310	320	305	320			
F.L.P. Rack Index	Mean	mm	313	313	308	316			
	No. 1 Cylinder		21.0	20.5	20.5	20.0			
	No. 2 Cylinder		20.5	21.0	20.0	20.5			
	No. 3 Cylinder		20.5	20.5	20.0	20.0			
	No. 4 Cylinder		21.0	20.5	20.5	20.0			
	No. 5 Cylinder		20.5	20.5	20.0	20.0			
Clutch & ZP	No. 6 Cylinder	MPa	20.5	21.0	20.0	20.5			
	Mean		20.7	20.7	20.2	20.2			
	Clutch Oil Press.		0.28	0.29	0.28	0.29			
	Lub. Oil Press.		1.80	1.80	1.80	1.80			
	Charge Pump Press		2.40	2.40	2.40	2.40			
	Lub. Oil Cooler Inlet Temp.	°C	42	42	42	42			
	Lub. Oil Cooler Outlet Temp.		41	41	41	41			
Room Temp.		°C	12.0	12.0	12.0	12.0			

A.5.11 - Especificaciones generales de Motor Principal y Pripulsores Z-Peller

Niigata Power Systems Co., Ltd.

Z11019-10B 4/26

2. MAIN ENGINE SPECIFICATIONS

2.1 PRINCIPAL PARTICULARS

01) Type	Vertical, single acting, 4-valves, 4-cycle, trunk piston type with turbo charger and charged air cooler.	
02) Model	NIIGATA 6L28HX	
03) Maximum continuous rating	1654 kW at flywheel crank shaft end (Hereinafter called as MCR)	AB
04) Rated speed	750 min ⁻¹	
05) Idling speed	400 450 min ⁻¹	B
06) Over load rating	110% MCR for 1 hour every 12 hours period.	
07) Number of cylinder	6 (In-line)	
08) Cylinder bore	280 mm	
09) Piston stroke	370 mm	
10) Max. combustion pressure	14.7 MPa or below	
11) Brake mean effective pressure	1.936 MPa at MCR	
12) Mean piston speed	9.25 m / s at MCR	
13) Fuel supply system	Feed pump driven by engine	
14) Fuel injection system	Solid direct injection	
15) Lubricating system	Forced lubrication (Wet sump operation)	
L.O.sump tank volume	Approx. 600 810 L / Unit	B
16) Starting system	Excluding oil in cooler, filter and piping Compressed air starting 2.94 MPa (30 kgf/cm ²)	
17) Cooling system		
Piston	With lube. oil (system oil)	
Turbo charger	Non cooling type	
Charged air cooler	With sea water	
Lube. oil cooler	With sea water	
Fresh water cooler	With sea water	
Fuel injection valve	Non cooling type	
Cylinder jacket & head	With fresh water	
18) Fuel oil	Marine diesel oil or Gas oil Corresponding to the following standards. ISO 8217, F-DMX and F-DMA ASTM D975, Grade No.1-D and Grade No.2-D Chinese marine diesel oil #0 and #10 (GB252-2000)	
19) Lubricating oil	Corresponding to SAE # 40	
20) Flywheel turning device	Ratchet gear with turning bar (with interlock switch for remote stating)	
21) Direction of rotation	(View from flywheel / output side of engine) Port engine Clockwise Starboard engine Clockwise	
22) Dry mass	Approx. 46.0 19.5 tons / unit	B
23) Installation method	Rigid installation with "Chockfast" (supplied by shipyard) Resiliently mounted with rubber dampers (Rubber design)	B
24) Inclination of installation	Max. 5 3.0 degrees (Down to bow side)	B

Nilgata Power Systems Co., Ltd.

Z11019-10B 13/26

5. Z-PELLER

5.1 PRINCIPAL PARTICULARS

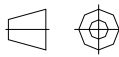
01) Type	360 degrees steerable, Z drive propeller	
02) Model	NIIGATA ZP – 31	
03) Construction	2-pairs of spiral bevel gears for 2-step reduction, Kort nozzle and mounting module with flat and parallel hull shape bottom plate. B Under water section of Z-peller can be lifted up from hull for maintenance and repair works without dry-docking.	
04) Input power rating	1654kW x 750 min ⁻¹	
05) Propeller shaft speed	274min ⁻¹	
06) Reduction gear ratio	2.741	
07) Propeller		
Type	Mono-block, 4-bladed, fixed pitch, skewed Kaplan type with P.B.C.F. (Propeller Boss Cap Fins) B	
Diameter	2300 mm	
Material	Nickel-Aluminum Bronze (JIS-CAC703)	
Direction of rotation	Inboard (view from stern side.)	
Port unit	Clockwise	
Starboard unit	Counter clockwise	
08) Kort nozzle		
Type	No30, welded steel construction A	
Material	Mild steel	
	Stainless steel (JIS Code SUS316) for inside of Kort nozzle	
09) Propeller shaft seal		
Type	Lip seal	
Material of seal liner	Stainless steel	
No. of seal ring	Oil side : 1 pc	
	Sea water side : 2 pcs	
10) Lubricating oil system		
Upper gear case and clutch	Forced lubrication with self driven gear pump	
Lower gear case	Oil bath	
Oil specification	Against wear hydraulic oil ISO VG 100	
Oil volume	Approx. 1300 liter/unit	
11) Stem length	2740 mm (Distance between input and propeller shaft)	
12) Dry mass	Approx. 19.0 t / unit	

Bibliografía

- An approximate power prediction method - J.Holtrop and GGJ.Mennen
- Sea Trial Document – Remolcador Ranquel
- Cálculo propulsivo para condiciones tiro en la bita y arrastre (apuntes) – Norberto Fiorentino
- Guía para el cálculo de la hélice – Norberto Fiorentino (2013)
- Drawings & Documents for 6L28HX/ZP-31 – Niigata
- Extracto de libro con curvas de la serie Ka 4-70 con tobera Kort 19a – Provisto por Cátedra
- <http://www.niigata-power.com/english/products/zpeller/index.html>
- <http://www.yanmarmarine.eu/Products/Medium-speed-engines/>
- <http://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/propulsors.pdf>
- http://www.cat.com/en_US/products/new/power-systems/marine-power-systems/high-performance-propulsion-engines/18408746.html
- <https://www.schottel.de/es/propulsion-marina/srp-helice-timon/dados-tecnicos/>

Índice

A	Introducción.....	3
	Datos Generales del Remolcador.....	3
	Cálculo de los esfuerzos y momentos actuantes en la viga buque	
B	Curva de empuje.....	3
	Curva de pesos del buque vacío.....	4
	Curva de cargas resultantes.....	5
	Distribución de solicitaciones de corte en aguas tranquilas	5
	Distribución del momento flector en aguas tranquilas	5
	Definición de coeficientes y dimensiones según el IACS y el BV.....	5
C	Solicitaciones de corte en la ola.....	6
	Momento flector en la ola.....	7
	Solicitaciones de corte totales.....	8
	Momentos flectores totales.....	9
	Dimensionamiento y normalizado de los elementos estructurales según perfiles y chapas comerciales acorde a los requerimientos de la Sociedad Clasificadora BV.....	9
D	Momento de inercia mínimo de la sección maestra.....	10
	Escantillones adicionales por corrosión.....	10
	Tracas de casco y cubierta.....	11
	Tracas de fondo.....	13
	Tracas de cielo de doble fondo.....	14

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE Gonzalo Abal				
FECHA 17/11/17				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
GAB-100-007	0	1	53	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:		
	010-010	A4		
0	Inicial	17/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

CÁLCULO DE SECCIÓN MAESTRA

Tracas de costado.....	15
Tracas de cinta.....	16
Tracas de cubierta principal.....	17
Tracas de trancanil.....	17
Tracas internas de costado.....	18
Miembros estructurales de fondo	
Quilla plana.....	19
Quilla vertical.....	20
Vagras-Carlingas.....	21
Placas de margen.....	23
Varengas.....	23
Cálculo de miembros estructurales primarios mediante verificación por fluencia y pandeo.....	26
Factores parciales de seguridad.....	26
Presiones en aguas tranquilas y en la ola.....	27
Dimensionamiento preliminar de las escuadras para conexión entre elementos estructurales.....	30
Tensión de fluencia mínima.....	30
Baos reforzados.....	30
Baos.....	31
Esloras de cubierta.....	33
Cuadernas.....	37
Bulárcamas.....	38
Obtención del módulo resistente de la sección media a partir de los elementos estructurales adoptados.....	42
Determinación de la posición del eje neutro de la sección media.....	44
Verificación del momento de inercia de la sección media obtenido con el requerido por el BV.....	44
Cálculo de tensiones máximas en fondo y cubierta.....	45
Anexo.....	46
Bibliografía.....	53

Introducción

El propósito de esta memoria técnica es realizar el cálculo de la sección maestra, el cual se compone por los siguientes puntos:

- Cálculo de la curva de pesos del buque vacío.
- Cálculo del momento flector en aguas tranquilas en la sección maestra del buque.
- Cálculo del momento flector en la ola en condiciones de arrufo y quebranto en la sección media del buque.
- Cálculo del módulo resistente de la sección maestra del buque según requerimientos de la Sociedad de Clasificación.
- Dimensionamiento de los elementos estructurales que aportan a la resistencia longitudinal, con chapas y perfiles normalizados.
- Cálculo del módulo resistente de los elementos estructurales que componen la sección maestra del buque.
- Verificación del valor obtenido con el requerido por la Sociedad de Clasificación.
- Determinación de la posición del eje neutro de la sección media.
- Determinación de las tensiones máximas de flexión en el fondo y en cubierta
- Confección del plano de sección maestra del buque.

Datos Generales del Remolcador

<i>Características Generales del Remolcador de Salvamento Marítimo</i>		
Dimensiones	Valor	unidades
<i>Eslora total (LOA)</i>	37.175	m
<i>Eslora entre perpendiculares (LPP)</i>	32.8	m
<i>Eslora en flotación (LWL)</i>	35.6	m
<i>Manga (B)</i>	12	m
<i>Puntal (D)</i>	5.6	m
<i>Calado de diseño (T)</i>	4.1	m
<i>Coeficiente de sección media (CM)</i>	0.898	-
<i>Coeficiente prismático (CP)</i>	0.635	-
<i>Coeficiente de bloque (CB)</i>	0.571	-

Cálculo de los esfuerzos y momentos actuantes en la viga buque

Cálculo de la curva de empuje

La misma se realiza con las curvas de Bonjean para el calado de escantillonado (máximo), definido en 4,1 m y una densidad del agua de 1,025 Kg/m³. A partir de los datos extraídos de las hidrostáticas se verifica que el resultado del desplazamiento para el calado de verano (1024 Tm) solo difiere en 1 Ton aproximadamente con el empuje calculado mediante la curva de empuje (1023 Tm), lo cual es aceptable teniendo en cuenta que el error es menor al 0,1 %.

En el **anexo A.1** se muestra tabla para confección de la curva de empuje.

Curva de pesos del buque vacío

Los pesos del buque se dividen en:

- Peso del buque vacío (Lightweight)
- Peso muerto (Deadweight)

La primera distribución que se calcula es el peso del buque vacío (lightweight). Esta representa los siguientes pesos:

1. Peso del acero, casco y estructura
2. Peso del equipamiento necesario para que pueda operar
3. Peso de la maquinaria propulsora y generadores

El primer peso que se calcula es el peso de la estructura, donde se realiza una aproximación mediante varios métodos para ver que haya una convergencia y luego se opta por el más conveniente. En este caso se optó por el método de Watson y Gilfillan, ya que es en el cual se tuvo mayor cantidad de datos en cuenta y consideraba valores de coeficientes específicos para remolcadores. La tabla de cálculo del mismo se muestra en el **anexo A.2**.

Por otro lado la distribución del peso de acero de casco y estructura se realiza mediante el método de aproximación de Comstock del texto “Comstock, John P. Introduction to Naval Architecture”, teniendo en cuenta que el centro de gravedad coincida con el calculado, el cual se carga en el módulo LOAD de FORAN.

Para la estimación de los pesos de equipamiento y maquinaria se utilizaron expresiones extraídas del texto “Proyecto de Buques “(Meizoso), que se detallan a continuación.

Peso del equipamiento:

$$WOA = Ke \times Lpp \times B$$

Peso de la maquinaria propulsora y auxiliar se divide en:

- Motor propulsor

(valor extraído de las especificaciones técnicas del motor seleccionado Niigata 6L28HLX)

- Resto de la maquinaria propulsora

$$WRP = Km \times MCO^{0,7}$$

- Otros elementos de cámara de máquinas

$$WQR = 0,03 \times VMQ$$

- Línea de ejes fuera de sala de máquinas

$$WQE = Kne \times Leje (5 + 0,0164 Lpp)$$

La segunda distribución a realizar es el peso muerto (deadweight). El peso total del peso muerto se divide en:

1. Peso de los consumibles utilizados a bordo
2. Peso de la tripulación y efectos personales
3. Peso de la carga a transportar (Este buque no transporta ninguna carga)

El valor de estos pesos se extrae del módulo VOLUME de FORAN, ya que fueron cargados todos los espacios en el mismo acorde a los cálculos realizados en la memoria técnica del cuaderno N°3 de capacidad de tanques.

Una vez obtenida la curva de pesos del buque se verifica que el centro de gravedad (LCG) quede alineado con el centro de empuje (LCB). Para lograr alinearlos se fueron modificando mediante los módulos FSURF, VOLUME y LOAD las dimensiones y posiciones de los tanques de combustible, agua potable, lastre y algunos equipos hasta encontrar el punto en el cual el remolcador quede sin asiento en la condición de máxima carga sin tener que utilizar lastre.

Curva de cargas resultantes

La tabla y curva correspondientes se muestran en el **anexo A.3**.

Distribución de solicitudes de corte en aguas tranquilas

La tabla y curva se muestra en el **anexo A.4**.

De la tabla se extraen los valores máximos y mínimos de solicitudes de corte en aguas tranquilas.

Distribución de momento flector en aguas tranquilas

La tabla y curva se muestra en el **anexo A.5**.

En la curva se puede apreciar el valor del máximo momento flector en condición de aguas tranquilas.

Definición de coeficientes y dimensiones según el IACS y la Sociedad Clasificadora Bureau Veritas

- Definición de la eslora (L)

3.1.2 In ships without rudder stock (e.g. ships fitted with azimuth thrusters), the rule length L is to be taken equal to 97% of the extreme length on the summer load waterline.

$$L = 0,97 \cdot L_f$$

Donde:

$$L_f = 35,6 \text{ m} \rightarrow \text{Eslora en flotación para calado máximo}$$

$$L = 34,53 \text{ m}$$

- Coeficiente de bloque (C_b)

$$C_b = \frac{\nabla \text{ (m}^3\text{)}}{L \cdot B \cdot T} = \frac{999 \text{ m}^3}{(34,53) \cdot (12) \cdot (4,1) \text{ m}^3} = 0,59$$

- Parámetro de ola (C)

$$C = (118 - 0,36 \cdot L) \cdot \frac{L}{1000} = 3,645$$

- Coeficientes de navegación (n y n_1)

Se obtienen a partir de la siguiente tabla:

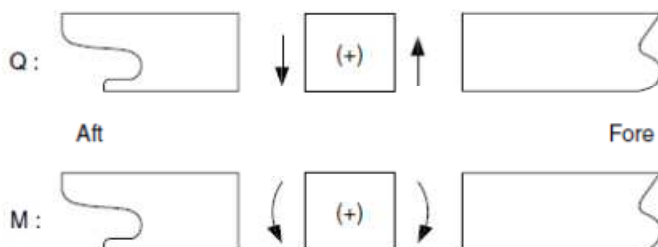
Navigation notation	Navigation coefficient n	Navigation coefficient n_1
Unrestricted navigation	1,00	1,00
Summer zone	0,90	0,95
Tropical zone	0,80	0,90
Coastal area	0,80	0,90
Sheltered area	0,65	0,80

El remolcador del proyecto es un remolcador de salvamento de altura, por ende va a tener navegación ilimitada.

$$n = 1$$

$$n_1 = 1$$

Convención de signos: La siguiente figura muestra como se deben tomar los signos para los esfuerzos de corte (Q) y los momentos flectores (M) actuando sobre la viga buque según la Sociedad de Clasificación BV y el IACS.



Solicitaciones de corte en la ola

Las solicitaciones de corte en la ola se calculan mediante fórmulas empíricas obtenidas del IACS y el BV. Estas solicitaciones representan los valores de corte positivo y negativo en la ola para una determinada sección del buque. El IACS y BV recomiendan las siguientes expresiones:

3.4 Vertical wave shear force

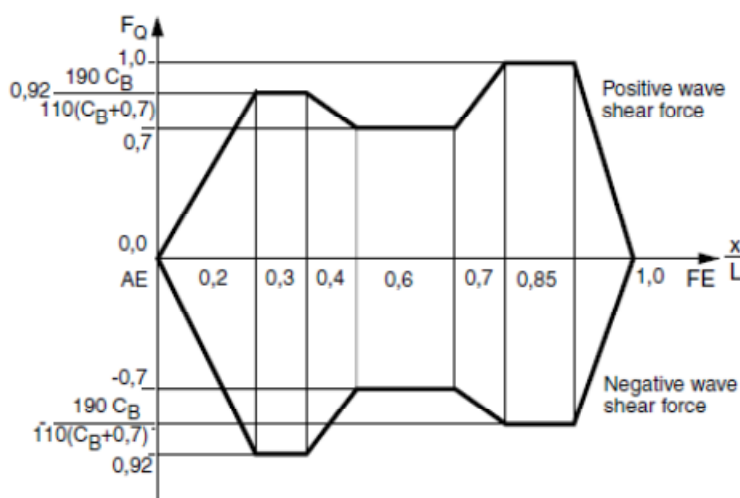
3.4.1 The vertical wave shear force at any hull transverse section is obtained, in kN, from the following formula:

$$Q_{WV} = 30 F_Q n C L B (C_B + 0,7) 10^{-2}$$

where:

F_Q : Distribution factor defined in Tab 3 for positive and negative shear forces (see also Fig 6).

Figure 6 : Distribution factor F_Q



- Esfuerzos de corte (-):

$$Q_{WV-} = 0,3 F_{Q-} n C L B (C_b + 0,7) = 0,3(-0,79)(1)(3,645)(34,5)(12)(0,59 + 0,7) = -461,4 \text{ KN}$$

El valor de F_{Q-} depende del lugar del buque en que se quiera calcular la sollicitación. En este caso se tomo a 0.8L, donde se encuentra el valor del máximo esfuerzo de corte (-) en aguas tranquilas.

- Esfuerzos de corte (+):

$$Q_{WV+} = 0,3 F_{Q+} n C L B (C_b + 0,7) = 0,3(0,92)(1)(3,645)(34,5)(12)(0,59 + 0,7) = 537,3 \text{ KN}$$

El valor de F_{Q+} en este caso se tomo a L/3, donde se encuentra el valor del máximo esfuerzo de corte (+) en aguas tranquilas.

Momento flector en la ola

Se calculan al igual que el corte mediante fórmulas obtenidas del IACS y BV que son idénticas. Los momentos se calculan en condición de arrufo y quebranto para una determinada sección. Habrá que tener en cuenta el valor del máximo momento en aguas tranquilas para saber en que sección buscar el valor del momento en la ola para cada condición y poder sumarlos.

3.1 Vertical wave bending moments

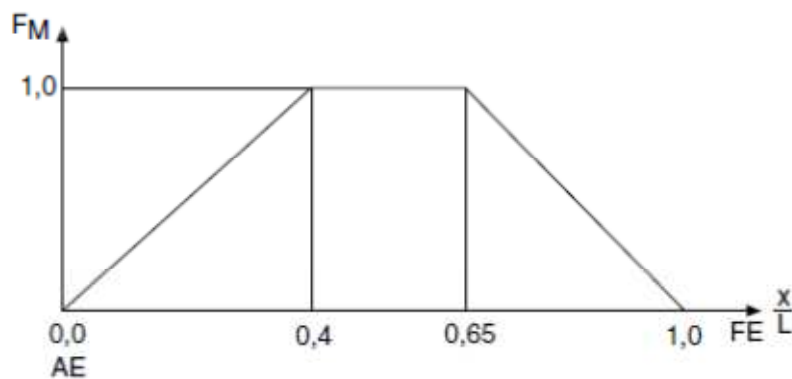
3.1.1 The vertical wave bending moments at any hull transverse section are obtained, in kN.m, from the following formulae:

- hogging conditions:
 $M_{WV,H} = 190 F_M n C L^2 B C_b 10^{-3}$
- sagging conditions:
 $M_{WV,S} = -110 F_M n C L^2 B (C_b + 0,7) 10^{-3}$

where:

F_M : Distribution factor defined in Tab 1 (see Fig 3).

Figure 3 : Distribution factor F_M



Momentos flectores en la ola:

Quebranto (hogging):

$$M_{WV,H} = 0,19 F_M n C L^2 B C_b = 0,19(1)(1)(3,645) \cdot (34,53^2)(12)(0,59) = 5846,3 \text{ KN.m}$$

Arrufo (sagging):

$$M_{WV,S} = -0,11 F_M n C L^2 B C_b = -0,11(1)(1)(3,645) \cdot (34,53^2)(12)(0,59) = -3384,7 \text{ KN.m}$$

En ambos casos se tomo un valor de $F_M = 1$ ya que el máximo valor de momento flector en aguas tranquilas se encuentra a 0,65.L.

Solicitaciones de corte totales

Esfuerzo de corte total (-):

$$Q_{T-} = Q_{SW-} + Q_{WV-} = -538,7 - 461,4 = -1000 \text{ KN}$$

Esfuerzo de corte total (+):

$$Q_{T+} = Q_{SW+} + Q_{WV+} = 273,5 + 537,3 = 810,8 \text{ KN}$$

Momentos flectores totales

Como se mencionó anteriormente para calcular el momento total se necesita sumar el momento en la ola con el momento en aguas tranquilas.

Momento flector total en quebranto (hogging):

$$M_{T,H} = M_{SW,H} + M_{WV,H} = 3248,7 + 5846,3 = 9095 \text{ KN.m}$$

Momento flector total en arrufo (sagging):

$$M_{T,S} = M_{SW,H} + M_{WV,S} = 3248,7 - 3384,7 = -136 \text{ KN.m}$$

Dimensionamiento y normalizado de los elementos estructurales según perfiles y chapas comerciales acorde a los requerimientos de la Sociedad Clasificadora BV

Se realiza un croquis preliminar (ver **anexo A.6**), donde se muestra la disposición de los elementos estructurales y donde se aprecia el tipo de construcción transversal que posee el remolcador para tener de base al realizar los cálculos.

Los elementos que conforman la sección maestra del buque y aportan a la resistencia longitudinal son:

- Tracas de cubierta (cubierta resistente y otras cubiertas efectivas).
- Tracas de forro de casco
- Tracas internas de costado o mamparos longitudinales
- Esloras en cubierta
- Vagras
- Placas de margen
- Quilla vertical y plana

Aparte de todos estos elementos se dimensionaran elementos que conforman la sección media pero que no aportan a la resistencia longitudinal como:

- Varengas
- Bulárcamas
- Cuadernas
- Baos
- Baos reforzados
- Escuadras
- Refuerzos de varengas, vagras y bulárcamas

Momento de Inercia mínimo de la sección maestra

El IACS indica que el momento de inercia de la sección media no puede ser menor al calculado mediante la siguiente fórmula:

S11.3.1.2 Moment of inertia

Moment of inertia of hull section at the midship point is not to be less than

$$I_{\min} = 3CL^3B(C_b + 0.7) \quad (\text{cm}^4)$$

where,

C, L, B, C_b = As specified in S11.2.2.1.

Momento de inercia de sección media mínimo:

$$I_{\min} = 3 \cdot (3,645) \cdot (34,53)^2 \cdot (12) \cdot (0,59 + 0,7) = 201828 \text{ cm}^4 = 0,202 \text{ m}^4$$

Por ende:

$$I_{SM} \geq 0,202 \text{ m}^4$$

Este valor es utilizado para los cálculos de los elementos estructurales, ya que hace falta calcular las tensiones en el fondo y la cubierta del buque a partir de los momentos flectores calculados.

Escantillones adicionales por corrosión

Se consideran espesores adicionales por corrosión a todos los elementos estructurales, cumpliendo con las reglamentaciones de la Sociedad Clasificadora Bureau Veritas "Rules for Steel Ships Part B, Ch 4, Sec 2 /2.2 y 3".

2.2 Designer's proposal based on net scantlings

2.2.1 Net strength characteristics and corrosion additions

If the Designer provides the net scantlings of each structural element, the structural checks are to be carried out on the basis of the proposed net strength characteristics.

The Designer is also to provide the corrosion additions or the gross scantlings of each structural element. The proposed corrosion additions are to be not less than the values specified in [3].

A partir de este apartado se define que los espesores que se van a tener en cuenta a la hora de realizar los aportes a la resistencia longitudinal son los espesores neto del elemento, descontando el espesor adicional considerado al espesor bruto de la chapa adoptado.

3 Corrosion additions

3.1 Values of corrosion additions

3.1.1 General

The values of the corrosion additions specified in this Article are to be applied in relation to the relevant protective coatings required by the Rules.

The Designer may define values of corrosion additions greater than those specified in [3.1.2].

3.1.2 Corrosion additions for steel other than stainless steel

In general, the corrosion addition to be considered for plating forming the boundary between two compartments of different types is equal to:

- for plating with a gross thickness greater than 10 mm, the sum of the values specified in Tab 2 for one side exposure to each compartment
- for plating with a gross thickness less than or equal to 10 mm, the smallest of the following values:
 - 20 % of the gross thickness of the plating
 - sum of the values specified in Tab 2 for one side exposure to each compartment.

En base y cumpliendo con la reglamentación, se define para facilitar los cálculos, adicionar 2 mm a todos los elementos estructurales. Se toman 2 mm ya que es el 20% de 10 mm y es la mayor adición que se muestra en “Rules for Steel Ships Part B, Ch 4, Sec 2 / Tabla 2” para el caso de que algún espesor neto requerido sea mayor a 10 mm.

$$t_c = 0,2 \cdot 10 \text{ mm} = 2 \text{ mm} \rightarrow \text{espesor adicional por corrosión}$$

Tracas de casco y cubiertas

Todas las tracas de casco, cubiertas y mamparos longitudinales se dimensionan a partir de la los espesores mínimos requeridos por la Sociedad Clasificadora Bureau Veritas “Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 1 / 2.2 y Tabla 2”:

2.2 Minimum net thicknesses

2.2.1 The net thickness of plating is to be not less than the values given in Tab 2, where L need not be taken greater than 300 m.

Table 2 : Minimum net thickness of plating (in mm)

Plating	Minimum net thickness
Keel	$3,8 + 0,040 L k^{1/2} + 4,5 s$
Bottom	
• longitudinal framing	$1,9 + 0,032 L k^{1/2} + 4,5 s$
• transverse framing	$2,8 + 0,032 L k^{1/2} + 4,5 s$
Inner bottom	
• outside the engine room (1)	$1,9 + 0,024 L k^{1/2} + 4,5 s$
• engine room	$3,0 + 0,024 L k^{1/2} + 4,5 s$
Side	
• below freeboard deck (1)	$2,1 + 0,031 L k^{1/2} + 4,5 s$
• between freeboard deck and strength deck	$2,1 + 0,013 L k^{1/2} + 4,5 s$
Inner side	
• $L < 120 m$	$1,7 + 0,013 L k^{1/2} + 4,5 s$
• $L \geq 120 m$	$3,6 + 2,20 k^{1/2} + s$
Weather strength deck and trunk deck, if any (2)	
• area within 0,4 L amidships	
- longitudinal framing	$1,6 + 0,032 L k^{1/2} + 4,5 s$
- transverse framing	$1,6 + 0,040 L k^{1/2} + 4,5 s$
• area outside 0,4 L amidships (3)	
• between hatchways	$2,1 + 0,013 L k^{1/2} + 4,5 s$
• at fore and aft part	$2,1 + 0,013 L k^{1/2} + 4,5 s$
Cargo deck	
• general	$8 s k^{1/2}$
• wheeled load only	4,5
Accommodation deck	
• $L < 120 m$	$1,3 + 0,004 L k^{1/2} + 4,5 s$
• $L \geq 120 m$	$2,1 + 2,20 k^{1/2} + s$
Platform in engine room	
• $L < 120 m$	$1,7 + 0,013 L k^{1/2} + 4,5 s$
• $L \geq 120 m$	$3,6 + 2,20 k^{1/2} + s$
Transv. watertight bulkhead (4)	
• $L < 120 m$	$1,3 + 0,004 L k^{1/2} + 4,5 s$
• $L \geq 120 m$	$2,1 + 2,20 k^{1/2} + s$
Longitud. watertight bulkhead (4)	
• $L < 120 m$	$1,7 + 0,013 L k^{1/2} + 4,5 s$
• $L \geq 120 m$	$3,6 + 2,20 k^{1/2} + s$
Tank and wash bulkheads (4)	
• $L < 120 m$	$1,7 + 0,013 L k^{1/2} + 4,5 s$
• $L \geq 120 m$	$3,6 + 2,20 k^{1/2} + s$

Las tracas que se van a calcular mediante las formulas de la tabla 2 son las siguientes:

- Tracas de fondo
- Tracas de costado
- Tracas de cielo de doble fondo
- Tracas de costado interno o Mamparo longitudinal
- Tracas de cubierta principal

En el **anexo A.6** se muestra un croquis preliminar con la disposición de las tracas y los miembros estructurales principales.

Tracas de fondo

El espesor neto de las tracas de fondo se obtienen mediante la siguiente fórmula extraída de las reglas del Bureau Veritas “Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 1 /Tabla 2”:

$$t = 2,8 + 0,032 \cdot L \cdot k^{1/2} + 4,5 \cdot s$$

Donde:

$L \rightarrow$ Eslora definida en Part B, Ch 1, Sec 2 /3

$k \rightarrow$ Material factor (Se considera acero grado A, por ende $k = 1$)

$s \rightarrow$ Lado más corto de la traca (m)

Las planchas de forro de costado se dividen en cinco. Para todos los casos los datos de entrada son iguales.

$$L = 34,53 \text{ m} \quad s = 0,6 \text{ m} \quad k = 1$$

Resultado del espesor neto requerido:

$$t = 6,6 \text{ mm}$$

Espesor adicional por corrosión

$$t_c = 2 \text{ mm}$$

Espesor bruto requerido

$$t_b = t + t_c = 6,6 + 2 = 8,6 \text{ mm}$$

Espesor bruto adoptado

$$t_f = 12 \text{ mm}$$

Espesor neto adoptado para el cálculo de Resistencia Longitudinal:

$$t_{RL} = 12 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$$

Las medidas de las tracas adoptadas para las planchas de forro del fondo son las siguientes:

T1	$t_f = 12 \text{ mm}$	$b = 583 \text{ mm}$
T2	$t_f = 12 \text{ mm}$	$b = 1087 \text{ mm}$
T3	$t_f = 12 \text{ mm}$	$b = 1034 \text{ mm}$
T4	$t_f = 12 \text{ mm}$	$b = 1660 \text{ mm}$
T5	$t_f = 12 \text{ mm}$	$b = 1498 \text{ mm}$

Tracas de cielo de doble fondo

El espesor neto de las tracas de cielo de doble fondo se obtienen mediante la siguiente fórmula extraída de las reglas del Bureau Veritas “Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 1 /Tabla 2”:

$$t = 3 + 0,024 \cdot L \cdot k^{1/2} + 4,5 \cdot s$$

Donde:

$L \rightarrow$ Eslora definida en Part B, Ch 1, Sec 2 /3

$k \rightarrow$ Material factor (Se considera acero grado A, por ende $k = 1$)

$s \rightarrow$ Lado más corto de la traca (m)

Datos de entrada:

$$L = 34,53 \text{ m} \quad s = 0,6 \text{ m} \quad k = 1$$

Resultado del espesor neto requerido:

$$t = 6,5 \text{ mm}$$

Espesor adicional por corrosión

$$t_c = 2 \text{ mm}$$

Espesor bruto requerido

$$t_b = t + t_c = 6,5 + 2 = 8,5 \text{ mm}$$

Espesor bruto adoptado

$$t_f = 10 \text{ mm}$$

Espesor neto adoptado para el cálculo de Resistencia Longitudinal:

$$t_{RL} = 10 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 8 \text{ mm}$$

Las medidas adoptadas para las tracas del cielo de doble fondo son las siguientes:

$$T11 \quad t_f = 10 \text{ mm} \quad b = 5908 \text{ mm}$$

Tracas de costado

El espesor neto de las tracas de costado se obtienen mediante la siguiente fórmula extraída de las reglas del Bureau Veritas “Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 1 / Tabla 2”:

$$t = 2,1 + 0,031 \cdot L \cdot k^{1/2} + 4,5 \cdot s$$

Donde:

$L \rightarrow$ Eslora definida en Part B, Ch 1, Sec 2 /3

$k \rightarrow$ Material factor (Se considera acero grado A, por ende $k = 1$)

$s \rightarrow$ Lado más corto de la traca (m)

Datos de entrada:

$$L = 34,53 \text{ m} \quad s = 0,6 \text{ m} \quad k = 1$$

Resultado del espesor neto requerido:

$$t = 5,9 \text{ mm}$$

Espesor adicional por corrosión

$$t_c = 2 \text{ mm}$$

Espesor bruto requerido

$$t_b = t + t_c = 5,9 + 2 = 7,9 \text{ mm}$$

Espesor bruto adoptado

$$t_f = 10 \text{ mm}$$

Espesor neto adoptado para el cálculo de Resistencia Longitudinal:

$$t_{RL} = 10 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 8 \text{ mm}$$

Las medidas adoptadas para las tracas de costado son las siguientes:

$$T6 \quad t_f = 10 \text{ mm} \quad b = 3161 \text{ mm}$$

Tracas de cinta

Las tracas de cinta deben cumplir con la reglamentación mencionada en Bureau Veritas “Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 1 /2.5”:

2.5 Sheerstrake

2.5.1 Welded sheerstrake

The net thickness of a welded sheerstrake is to be not less than that of the adjacent side plating, taking into account higher strength steel corrections if needed.

In general, the required net thickness of the adjacent side plating is to be taken as a reference. In specific case, depending on its actual net thickness, this latter may be required to be considered when deemed necessary by the Society.

Las tracas de cinta deben tener como mínimo el mismo espesor que las tracas de costado. Se opta por el mismo espesor que para las tracas de costado, ya que el espesor de las mismas había sido aumentado.

Resultado del espesor neto requerido:

$$t = 5,9 \text{ mm}$$

Espesor adicional por corrosión:

$$t_c = 2 \text{ mm}$$

Espesor bruto requerido:

$$t_b = t + t_c = 5,9 + 2 = 7,9 \text{ mm}$$

Espesor bruto adoptado:

$$t_f = 10 \text{ mm}$$

Espesor neto adoptado para el cálculo de Resistencia Longitudinal:

$$t_{RL} = 10 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 8 \text{ mm}$$

Medidas adoptadas de la traca de cinta:

$$T7 \quad t_f = 10 \text{ mm} \quad b = 888 \text{ mm}$$

Tracas de cubierta principal

El espesor neto de las tracas de cubierta se obtienen mediante la siguiente fórmula extraída de las reglas del Bureau Veritas “Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 1 / Tabla 2”:

$$t = 1,6 + 0,04 \cdot L \cdot k^{1/2} + 4,5 \cdot s$$

Donde:

$L \rightarrow$ Eslora definida en Part B, Ch 1, Sec 2 /3

$k \rightarrow$ Material factor (Se considera acero grado A, por ende $k = 1$)

$s \rightarrow$ Lado más corto de la traca (m)

Datos de entrada:

$$L = 34,53 \text{ m} \quad s = 0,6 \text{ m} \quad k = 1$$

Resultado del espesor neto requerido:

$$t = 5,7 \text{ mm}$$

Espesor adicional por corrosión

$$t_c = 2 \text{ mm}$$

Espesor bruto requerido

$$t_b = t + t_c = 5,9 + 2 = 7,7 \text{ mm}$$

Espesor bruto adoptado

$$t_f = 9 \text{ mm}$$

Espesor neto adoptado para el cálculo de Resistencia Longitudinal:

$$t_{RL} = 9 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 7 \text{ mm}$$

Las medidas adoptadas para las de las tracas de cubierta son las siguientes:

$$T9 \quad t_f = 9 \text{ mm} \quad b = 4594 \text{ mm}$$

Tracas de trancañil

Las tracas de trancañil deben cumplir con la reglamentación mencionada en Bureau Veritas “Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 1 /2.6”:

2.6 Stringer plate

2.6.1 General

The net thickness of the stringer plate is to be not less than the actual net thickness of the adjacent deck plating.

Las tracas de trancanil deben tener como mínimo el mismo espesor que las tracas de cubierta adyacentes. Se opta por el mismo espesor que para las tracas de cubierta.

Resultado del espesor neto requerido:

$$t = 5,7 \text{ mm}$$

Espesor adicional por corrosión

$$t_c = 2 \text{ mm}$$

Espesor bruto requerido

$$t_b = t + t_c = 5,7 + 2 = 7,7 \text{ mm}$$

Espesor bruto adoptado

$$t_f = 9 \text{ mm}$$

Espesor neto adoptado para el cálculo de Resistencia Longitudinal:

$$t_{RL} = 9 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 7 \text{ mm}$$

Medidas adoptadas de la traca de trancanil:

$$T8 \quad t_f = 9 \text{ mm} \quad b = 888 \text{ mm}$$

Tracas internas de costado o mamparo longitudinal

El espesor neto de las tracas internas de costado se obtienen mediante la siguiente fórmula extraída de las reglas del Bureau Veritas “Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 1 / Tabla 2”:

$$t = 1,3 + 0,013 \cdot L \cdot k^{1/2} + 4,5 \cdot s$$

Donde:

$L \rightarrow$ Eslora definida en Part B, Ch 1, Sec 2 /3

$k \rightarrow$ Material factor (Se considera acero grado A, por ende $k = 1$)

$s \rightarrow$ Lado más corto de la traca (m)

Datos de entrada:

$$L = 34,53 \text{ m} \quad s = 0,6 \text{ m} \quad k = 1$$

Resultado del espesor neto requerido:

$$t = 4,5 \text{ mm}$$

Espesor adicional por corrosión

$$t_c = 2 \text{ mm}$$

Espesor bruto requerido

$$t_b = t + t_c = 4,5 + 2 = 6,5 \text{ mm}$$

Espesor bruto adoptado

$$t_f = 9 \text{ mm}$$

Espesor neto adoptado para el cálculo de Resistencia Longitudinal:

$$t_{RL} = 9 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 7 \text{ mm}$$

Las medidas de las tracas adoptadas son las siguientes:

$$T10 \quad t_f = 9 \text{ mm} \quad b = 4178 \text{ mm}$$

Quilla plana

El espesor neto y ancho mínimo de la quilla plana se obtienen mediante los requerimientos mencionados en Bureau Veritas "Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 1 / Table 2 y Part B, Ch 4, Sec 4 /1.3":

$$t = 3,8 + 0,04 \cdot L \cdot k^{1/2} + 4,5 \cdot s$$

$$b = 0,8 + 0,5 \cdot \frac{L}{1000}$$

Donde:

$L \rightarrow$ Eslora definida en Part B, Ch 1, Sec 2 /3

$k \rightarrow$ Material factor (Se considera acero grado A, por ende $k = 1$)

$s \rightarrow$ Lado más corto de la traca (m)

Datos de entrada:

$$L = 34,53 \text{ m} \quad s = 0,6 \text{ m} \quad k = 1$$

Resultado del ancho mínimo requerido:

$$b = 0,972 \text{ m}$$

Resultado del espesor neto requerido:

$$t = 7,9 \text{ mm}$$

Espesor adicional por corrosión

$$t_c = 2 \text{ mm}$$

Espesor bruto requerido

$$t_b = t + t_c = 7,9 + 2 = 9,9 \text{ mm}$$

Espesor bruto y ancho adoptado:

$$t_f = 14 \text{ mm} \quad b = 1000 \text{ mm}$$

Espesor neto adoptado para el cálculo de Resistencia Longitudinal:

$$t_{RL} = 14 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 12 \text{ mm}$$

Las medidas de la quilla plana son las siguientes:

$$QP \quad t_f = 12 \text{ mm} \quad b = 1000 \text{ mm}$$

Quilla vertical

El espesor neto de la quilla vertical se obtienen mediante los requerimientos mencionados en Bureau Veritas "Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 3 / Table 6":

$$t = 2 \cdot L^{1/3} \cdot k^{1/6}$$

Donde:

$L \rightarrow$ Eslora definida en Part B, Ch 1, Sec 2 /3

$k \rightarrow$ Material factor (Se considera acero grado A, por ende $k = 1$)

Datos de entrada:

$$L = 34,53 \text{ m} \quad s = 0,6 \text{ m} \quad k = 1$$

Resultado del espesor neto requerido:

$$t = 6,5 \text{ mm}$$

Espesor adicional por corrosión

$$t_c = 2 \text{ mm}$$

Espesor bruto requerido

$$t_b = t + t_c = 6,5 + 2 = 8,5 \text{ mm}$$

Espesor bruto y ancho adoptado:

$$t_f = 12 \text{ mm}$$

Espesor neto adoptado para el cálculo de Resistencia Longitudinal:

$$t_{RL} = 12 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$$

Las medidas de la quilla vertical son las siguientes:

$$QV \quad t_f = 12 \text{ mm} \quad b = 1500 \text{ mm}$$

Vagras

La distancia entre vagras y/o la placa de margen no debe exceder los 4,5 m según los requerimientos de Bureau Veritas "Rules for Steel Ships Part B, Ch 4, Sec 4 /5.3".

5.3 Girders

5.3.1 Side girders are to be arranged in such a way that their distance to adjacent girders or margin plate does not generally exceed 4,5 m.

5.3.2 Where the double bottom height exceeds 0,9 m, longitudinal girders are to be fitted with vertical stiffeners spaced not more than 1,5 m apart.

These stiffeners may consist of flat bars with a width equal to one tenth of the girder height and a net thickness, in mm, not less than $0,8L^{0,5}$.

5.3.3 In way of open floors, side girders are to be provided with stiffeners having a web height which is generally to be not less than 150 mm.

Refuerzos de las vagras

Como la altura de doble fondo supera los 0,9 m se deben colocar refuerzos verticales espaciados a no más de 1,5 m entre sí.

La altura del alma de los refuerzos debe ser un décimo de la altura del doble fondo como mínimo.

$$b_r = \frac{h_{db}}{10} = \frac{1500 \text{ mm}}{10} = 150 \text{ mm}$$

El espesor de los refuerzos se define mediante la siguiente ecuación:

$$t_r = 0,8 \cdot L^{0,5} = 0,8 \cdot (34,53 \text{ m})^{0,5} = 4,7 \text{ mm}$$

Medidas del refuerzo adoptado que son planchuelas (flat bars):

$$FB \ 150 \times 6$$

El espesor neto de las vagras se obtiene mediante los requerimientos mencionados en Bureau Veritas "Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 3 / Table 6":

$$t = 1,4 \cdot L^{1/3} \cdot k^{1/6}$$

Donde:

$L \rightarrow$ Eslora definida en Part B, Ch 1, Sec 2 / 3

$k \rightarrow$ Material factor (Se considera acero grado A, por ende $k = 1$)

Datos de entrada:

$$L = 34,53 \text{ m} \quad s = 0,6 \text{ m} \quad k = 1$$

Resultado del espesor neto requerido:

$$t = 4,6 \text{ mm}$$

Espesor adicional por corrosión

$$t_c = 2 \text{ mm}$$

Espesor bruto requerido

$$t_b = t + t_c = 4,6 + 2 = 6,6 \text{ mm}$$

Espesor bruto y ancho adoptado:

$$t_f = 8 \text{ mm}$$

Espesor neto adoptado para el cálculo de Resistencia Longitudinal:

$$t_{RL} = 8 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 6 \text{ mm}$$

Las medidas de las vagras adoptadas son las siguientes:

$$C1 \quad t_f = 8 \text{ mm} \quad b = 1138 \text{ mm}$$

$$C2 \quad t_f = 8 \text{ mm} \quad b = 1276 \text{ mm}$$

$$C3 \quad t_f = 8 \text{ mm} \quad b = 1422 \text{ mm}$$

Placas de margen

El espesor neto de las placas de margen se obtienen mediante los requerimientos mencionados en Bureau Veritas “Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 3 / Table 6”:

$$t = L^{1/2} \cdot k^{1/4}$$

Donde:

$L \rightarrow$ Eslora definida en Part B, Ch 1, Sec 2 /3

$k \rightarrow$ Material factor (Se considera acero grado A, por ende $k = 1$)

Datos de entrada:

$$L = 34,53 \text{ m} \quad s = 0,6 \text{ m} \quad k = 1$$

Resultado del espesor neto requerido:

$$t = 5,9 \text{ mm}$$

Espesor adicional por corrosión

$$t_c = 2 \text{ mm}$$

Espesor bruto requerido

$$t_b = t + t_c = 5,9 + 2 = 7,9 \text{ mm}$$

Espesor bruto y ancho adoptado:

$$t_f = 10 \text{ mm}$$

Espesor neto adoptado para el cálculo de Resistencia Longitudinal:

$$t_{RL} = 10 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 8 \text{ mm}$$

Las medidas de las placas de margen son las siguientes:

$$PM \quad t_f = 10 \text{ mm} \quad b = 947 \text{ mm}$$

Varengas

La distancia entre varengas no debe exceder los 3 m según los requerimientos de Bureau Veritas “Rules for Steel Ships Part B, Ch 4, Sec 5 /5.2”.

Esto se cumple ya que la mayor distancia adoptada entre varengas cerradas es de 1,8 m, lo que equivale a 3 claras de cuadernas 3 x 600 mm.

5.2 Floors

5.2.1 Plate floors are to be fitted at every frame forward of 0,75L from the aft end.

Plate floors are also to be fitted:

- in way of transverse watertight bulkheads
- in way of double bottom steps.

Elsewhere, plate floors may be arranged at a distance not exceeding 3 m.

5.2.2 In general, plate floors are to be continuous between the centre girder and the margin plate.

5.2.3 Open floors are to be fitted in way of intermediate frames.

5.2.4 Where the double bottom height exceeds 0,9 m, plate floors are to be fitted with vertical stiffeners spaced not more than 1,5 m apart.

These stiffeners may consist of flat bars with a width equal to one tenth of the floor depth and a net thickness, in mm, not less than $0,8 L^{0,5}$.

Refuerzos de las varengas

Como la altura de doble fondo supera los 0,9 m se deben colocar refuerzos verticales espaciados a no más de 1,5 m entre sí.

La altura del alma de los refuerzos debe ser un décimo de la altura del doble fondo como mínimo.

$$b_r = \frac{h_{db}}{10} = \frac{1500 \text{ mm}}{10} = 150 \text{ mm}$$

El espesor de los refuerzos se define mediante la siguiente ecuación:

$$t_r = 0,8 \cdot L^{0,5} = 0,8 \cdot (34,53 \text{ m})^{0,5} = 4,7 \text{ mm}$$

Medidas del perfil adoptado que son planchuelas (flat bars):

FB 150 x 6

El espesor neto de las varengas se obtiene mediante los requerimientos mencionados en Bureau Veritas "Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 3 / Table 6":

$$t = 1,5 \cdot L^{1/3} \cdot k^{1/6}$$

Donde:

$L \rightarrow$ Eslora definida en Part B, Ch 1, Sec 2 /3

$k \rightarrow$ Material factor (Se considera acero grado A, por ende $k = 1$)

Datos de entrada:

$$L = 34,53 \text{ m} \quad s = 0,6 \text{ m} \quad k = 1$$

Resultado del espesor neto requerido:

$$t = 4,9 \text{ mm}$$

Espesor adicional por corrosión

$$t_c = 2 \text{ mm}$$

Espesor bruto requerido

$$t_b = t + t_c = 4,9 + 2 = 6,9 \text{ mm}$$

Espesor bruto y ancho adoptado:

$$t_f = 8 \text{ mm}$$

La altura mínima de varengas requerida depende de la altura del doble fondo según el apartado Bureau Veritas "Rules for Steel Ships Part B, Ch 2, Sec 2 /3.1.2 "

3.1.2 Where a double bottom is required to be fitted, the inner bottom is to be continued out to the ship's sides in such a manner as to protect the bottom to the turn of the bilge. Such protection is to be deemed satisfactory if the inner bottom is not lower at any part than a plane parallel with the keel line and which is located not less than a vertical distance h measured from the keel line, as calculated by the formula:

$$h = B/20$$

However, in no case is the value of h to be less than 760 mm, and need not to be taken as more than 2 m.

La altura mínima de las varengas viene dada por el mínimo del doble fondo mediante las siguientes expresiones:

$$h = B/20 = 12000 \text{ mm} / 20 = 600 \text{ mm}$$

y además

$$760 \text{ mm} \leq h \leq 2000 \text{ mm}$$

Altura de varengas y doble fondo adoptado:

$$h_{db} = 1500 \text{ mm}$$

Las medidas de las varengas adoptadas son las siguientes:

$$t_f = 8 \text{ mm} \quad h = 1500 \text{ mm}$$

Cálculo de miembros estructurales primarios mediante la verificación por tensión de fluencia y pandeo

Se calculan y definen los siguientes ítems para poder realizar los cálculos para todos los elementos estructurales faltantes:

- Presiones a los que se va a someter el casco en aguas tranquilas y en la ola
- Factores parciales de seguridad para el modelo de vigas
- Dimensionamiento preliminar de las escuadras
- Mínima tensión de fluencia

Factores parciales de seguridad

Los factores parciales de seguridad que se deben tomar para el cálculo de los elementos estructurales analizados mediante el modelo de vigas se encuentran según los requerimientos por la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas en “Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 3 /Table 2”.

Table 2 : Primary supporting members analysed through isolated beam models - Partial safety factors

Partial safety factors covering uncertainties regarding:	Symbol	Yielding check			Buckling check	
		General (see [3.4] to [3.7])	Flooding pressure (1) (see [3.8])	Testing check (see [3.9])	Plate panels (see [7.1])	Pillars (see [7.2] and [7.3])
Still water hull girder loads	γ_{S1}	1,00	1,00	NA	1,00	1,00
Wave hull girder loads	γ_{W1}	1,15	1,15	NA	1,15	1,15
Still water pressure	γ_{S2}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Wave pressure	γ_{W2}	1,20	1,05	NA	1,20	1,20
Material	γ_m	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Resistance	γ_R	1,02 in general 1,15 for bottom and side girders	1,02 (2)	1,20	1,10	for [7.2]: see Tab 14 for [7.3]: 1,15
(1) Applies only to primary supporting members to be checked in flooding conditions						
(2) For primary supporting members of the collision bulkhead, $\gamma_R = 1,25$						

Valores adoptados tanto en pandeo como en verificación por tensión de fluencia:

$$\gamma_{S1} = 1 \quad \gamma_{W1} = 1,15 \quad \gamma_{S2} = 1 \quad \gamma_{W2} = 1,2 \quad \gamma_m = 1,02 \quad \gamma_R = 1,02$$

Presiones en aguas tranquilas y en la ola

1 Still water pressure

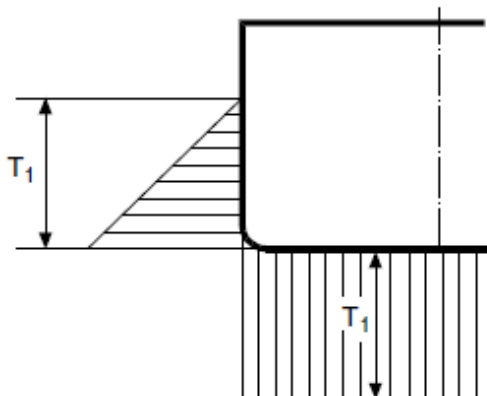
1.1 Pressure on sides and bottom

1.1.1 The still water pressure at any point of the hull is obtained from the formulae in Tab 1 (see also Fig 1).

Table 1 : Still water pressure

Location	Still water pressure p_s in kN/m^2
Points at and below the waterline ($z \leq T_1$)	$\rho g (T_1 - z)$
Points above the waterline ($z > T_1$)	0

Figure 1 : Still water pressure



La presión en aguas tranquilas es:

$$P_s = \rho \cdot g \cdot (T_1 - Z)$$

Donde:

$P_s \rightarrow$ Presión en aguas tranquilas (kN/m^2)

$\rho \rightarrow$ Densidad del agua salada (T/m^3)

$g \rightarrow$ aceleración de gravedad (m/s^2)

$T_1 \rightarrow$ Calado a máxima carga (m)

$Z \rightarrow$ Coordenada en la que se quiere obtener la presión (m) (LB cero de referencia)

Datos de entrada:

$$\rho = 1,025 \text{ T/m}^3 \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad T_1 = 4,1 \text{ m} \quad Z = 0 \text{ m}$$

Resultado de presión en aguas tranquilas:

$$P_s = 41,23 \text{ kN/m}^2$$

2 Wave pressure

2.1 Upright ship conditions (load cases "a" and "b")

2.1.1 Pressure on sides and bottom

The wave pressure at any point of the sides and bottom is obtained from the formulae in Tab 3 (see also Fig 2 for load case "a" and Fig 3 for load case "b").

Figure 2 : Wave pressure in load case "a"

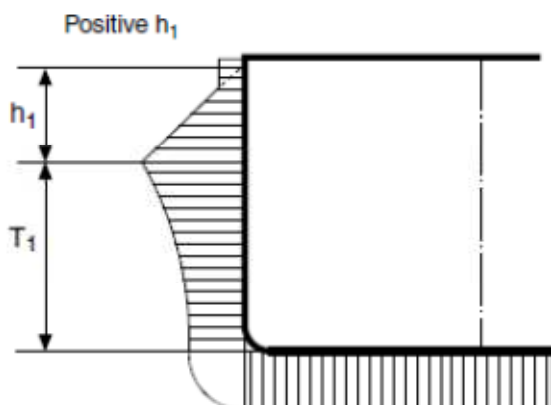


Table 3 : Wave pressure on sides and bottom in upright ship conditions (load cases "a" and "b")

Location	Wave pressure p_w in kN/m^2	
	Crest	Trough
Bottom and sides below the waterline ($z \leq T_1$)	$\rho g h e^{\frac{-2\pi(T_1 - z)}{L}}$	$-\rho g h e^{\frac{-2\pi(T_1 - z)}{L}}$ without being taken less than $\rho g (z - T_1)$
Sides above the waterline ($z > T_1$)	$\rho g (T_1 + h - z)$ without being taken, for case "a" only, less than $0,15 \phi_1 \phi_2 L$	0,0
Note 1: $h = C_{f1} h_1$ C_{f1} : Combination factor, to be taken equal to: $C_{f1} = 1,0$ for load case "a" $C_{f1} = 0,5$ for load case "b".		

La presión en la ola:

$$P_w = \rho \cdot g \cdot h \cdot e^{-\frac{2\pi \cdot (T_1 - Z)}{L}}$$

Donde:

$P_w \rightarrow$ Presión en la ola (kN/m^2)

$\rho \rightarrow$ Densidad del agua salada (T/m^3)

$g \rightarrow$ aceleración de gravedad (m/s^2)

$T_1 \rightarrow$ Calado a máxima carga (m)

$Z \rightarrow$ Coordenada en la que se quiere obtener la presión (m) (LB cero de referencia)

$L \rightarrow$ Eslora definida en Part B, Ch 1, Sec 2 /3

$h \rightarrow$ Valor de referencia del buque en movimientos relativos (Ver tabla 3) (m)

El valor de referencia del buque en movimientos relativos se calcula mediante la siguiente expresión:

$$h = C_{F1} \cdot h_1$$

Donde:

$C_{F1} = 1$ Por tratarse del caso "a" (Ver tabla 3)

$h_1 \rightarrow$ Se calcula mediante la expresión definida en Part B, Ch 5, Sec 3/ Table 5 (m)

$$h_1 = 0,42 \cdot n \cdot C \cdot (Cb + 0,7) = 1,97 \text{ m}$$

o

$$h_1 = D - 0,9 \cdot T = 1,91 \text{ m}$$

El valor de $h_1 = 1,91 \text{ m}$, ya que no puede exceder este valor.

Datos de entrada:

$$\rho = 1,025 \text{ T/m}^3 \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad T_1 = 4,1 \text{ m} \quad Z = 0 \text{ m} \quad h = 1,91 \text{ m} \quad L = 34,53 \text{ m}$$

Resultado de presión en la ola:

$$P_w = 9,1 \text{ kN/m}^2$$

Dimensionamiento preliminar de las escuadras para conexión entre elementos estructurales

Para facilitar los cálculos se toman las mismas medidas de escuadras para todos los casos preliminarmente. Las medidas surgen del croquis, donde fueron dimensionadas para vincular principalmente cuadernas con baos y garantizar una continuidad estructural.

Las medidas de las escuadras son:

$$l_{b1} = 300 \text{ mm} \quad l_{b2} = 300 \text{ mm} \quad t = 8 \text{ mm}$$

Tensión de fluencia mínima

La mínima tensión de fluencia viene dada por el material utilizado y por ende del material factor k.

$$R_y = \frac{235}{k} \text{ kN/m}^2 = 235 \text{ kN/m}^2$$

Habiendo definido todos los ítems, se pueden realizar los cálculos de verificación por tensión de fluencia y por pandeo según el elemento estructural que se trate y a las cargas que se encuentre sometido.

Baos reforzados

El módulo resistente neto requerido por la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas para los baos reforzados se indica en "Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 3 /3.7.2".

3.7.2 Longitudinal and transverse primary supporting members

The net section modulus w , in cm^3 , and the net shear sectional area A_{sh} , in cm^2 , of longitudinal or transverse primary supporting members are to be not less than the values obtained from the following formulae:

$$w = \gamma_R \gamma_m \beta_b \frac{\gamma_{S2} p_S + \gamma_{W2} p_W}{m(R_y - \gamma_R \gamma_m \sigma_{x1})} 5 \ell^2 10^3$$

where:

$$\beta_b = \left(1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} \frac{\ell_{b2}}{2\ell}\right)^2$$

$$\beta_s = 1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} \frac{\ell_{b2}}{2\ell}$$

ℓ_{b1}, ℓ_{b2} : Lengths of the brackets at ends, in m.

- σ_{x1} : Hull girder normal stress, in N/mm^2 , defined in [3.4.5]
- s : Spacing, in m, of primary supporting members
- l : Span, in m, of primary supporting members, measured between the supporting elements, see Ch 4, Sec 3, [4.1]
- p_s : Still water pressure, in kN/m^2 , see [3.4.2] and [3.4.4]
- p_w : Wave pressure, in kN/m^2 , see [3.4.2] and [3.4.4]
- R_y : Minimum yield stress, in N/mm^2 , of the material, to be taken equal to $235/k$ N/mm^2 , unless otherwise specified
- m : Boundary coefficient, to be taken equal to:
- $m = 10$ in general
 - $m = 12$ for bottom and side primary supporting members

Datos de entrada:

$$\gamma_{s2} = 1 \quad \gamma_{w2} = 1,2 \quad \gamma_m = 1,02 \quad \gamma_R = 1,02 \quad \beta_b = 0,983 \quad R_y = 235 \text{ } kN/m^2$$
$$m = 10 \quad P_s = 41,23 \text{ } kN/m^2 \quad P_w = 9,1 \text{ } kN/m^2 \quad s = 1,8 \text{ } m \quad l = 1,53 \text{ } m \quad \sigma_{x1} = 0$$

Resultado:

$$w = 95,6 \text{ } cm^3$$

Los perfiles adoptados para cumplir con la verificación son:

$$L \text{ } 300 \times 90 \quad y \quad w = 212 \text{ } cm^3$$

Baos

El módulo resistente neto requerido por la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas para los baos verificando por fluencia se indica en “Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 3 /3.7.2”.

3.7.2 Longitudinal and transverse primary supporting members

The net section modulus w , in cm^3 , and the net shear sectional area A_{sh} , in cm^2 , of longitudinal or transverse primary supporting members are to be not less than the values obtained from the following formulae:

$$w = \gamma_R \gamma_m \beta_b \frac{\gamma_{s2} p_s + \gamma_{w2} p_w}{m(R_y - \gamma_R \gamma_m \sigma_{x1})} s \ell^2 10^3$$

where:

$$\beta_b = \left(1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} \frac{\ell_{b2}}{2\ell}\right)^2$$

$$\beta_s = 1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} \frac{\ell_{b2}}{2\ell}$$

ℓ_{b1}, ℓ_{b2} : Lengths of the brackets at ends, in m.

σ_{x1} : Hull girder normal stress, in N/mm^2 , defined in [3.4.5]

s : Spacing, in m, of primary supporting members

ℓ : Span, in m, of primary supporting members, measured between the supporting elements, see Ch 4, Sec 3, [4.1]

p_s : Still water pressure, in kN/m^2 , see [3.4.2] and [3.4.4]

p_w : Wave pressure, in kN/m^2 , see [3.4.2] and [3.4.4]

R_y : Minimum yield stress, in N/mm^2 , of the material, to be taken equal to $235/k \text{ N/mm}^2$, unless otherwise specified

m : Boundary coefficient, to be taken equal to:

- $m = 10$ in general
- $m = 12$ for bottom and side primary supporting members

Datos de entrada:

$$\gamma_{s2} = 1 \quad \gamma_{w2} = 1,2 \quad \gamma_m = 1,02 \quad \gamma_R = 1,02 \quad \beta_b = 0,983 \quad R_y = 235 \text{ kN/m}^2$$

$$m = 10 \quad P_s = 41,23 \text{ kN/m}^2 \quad P_w = 9,1 \text{ kN/m}^2 \quad s = 0,6 \text{ m} \quad l = 1,53 \text{ m} \quad \sigma_{x1} = 0$$

Resultado:

$$w = 31,9 \text{ cm}^3$$

Los perfiles adoptados para cumplir con la verificación son:

$$FB \ 10 \times 150 \quad y \quad w = 37,5 \text{ cm}^3$$

Esloras de cubierta

El módulo resistente neto requerido por la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas para las esloras verificando por fluencia se indica en “Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 3 /3.7.2”.

3.7.2 Longitudinal and transverse primary supporting members

The net section modulus w , in cm^3 , and the net shear sectional area A_{sb} , in cm^2 , of longitudinal or transverse primary supporting members are to be not less than the values obtained from the following formulae:

$$w = \gamma_R \gamma_m \beta_b \frac{\gamma_{s2} P_s + \gamma_{w2} P_w}{m(R_y - \gamma_R \gamma_m \sigma_{x1})} s \ell^2 10^3$$

where:

$$\beta_b = \left(1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} \frac{\ell_{b2}}{2\ell}\right)^2$$

$$\beta_s = 1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} \frac{\ell_{b2}}{2\ell}$$

ℓ_{b1}, ℓ_{b2} : Lengths of the brackets at ends, in m.

σ_{x1} : Hull girder normal stress, in N/mm^2 , defined in [3.4.5]

s : Spacing, in m, of primary supporting members

ℓ : Span, in m, of primary supporting members, measured between the supporting elements, see Ch 4, Sec 3, [4.1]

p_s : Still water pressure, in kN/m^2 , see [3.4.2] and [3.4.4]

p_w : Wave pressure, in kN/m^2 , see [3.4.2] and [3.4.4]

- R_y : Minimum yield stress, in N/mm², of the material, to be taken equal to 235/k N/mm², unless otherwise specified
- m : Boundary coefficient, to be taken equal to:
- $m = 10$ in general
 - $m = 12$ for bottom and side primary supporting members

En este caso, al tratarse de elementos longitudinales que aportan a la resistencia longitudinal debe calcularse la tensión actuando sobre la cubierta σ_{x1} a partir de “Part B, Ch 7, Sec 3 /3.4.5”.

3.4.5 Hull girder normal stresses

The hull girder normal stresses to be considered for the yielding check of primary supporting members are obtained, in N/mm², from the following formulae:

- for longitudinal primary supporting members contributing to the hull girder longitudinal strength:
 $\sigma_{x1} = \gamma_{s1} \sigma_{s1} + \gamma_{w1} (C_{FV} \sigma_{wv1} + C_{FH} \sigma_{wh1} + C_{F\Omega} \sigma_{\Omega})$
- for longitudinal primary supporting members not contributing to the hull girder longitudinal strength:
 $\sigma_{x1} = 0$
- for transverse primary supporting members:
 $\sigma_{x1} = 0$

where:

σ_{s1} , σ_{wv1} , σ_{wh1} : Hull girder normal stresses, in N/mm², defined in:

- Tab 9 for primary supporting members subjected to lateral pressure
- Tab 10 for primary supporting members subjected to wheeled loads

σ_{Ω} : absolute value of the warping stress, in N/mm², induced by the torque 0,625 M_{WT} and obtained in accordance with Ch 6, Sec 1, [2.6]

C_{FV} , C_{FH} , $C_{F\Omega}$: Combination factors defined in Tab 11.

El caso que se tiene en cuenta para el cálculo es el de máxima carga con una altura de ola h_1 , como muestra la figura 1. Se debe tener en cuenta para obtener los factores de combinación que se muestran en la tabla 11 a continuación.

Las tensiones en la viga buque, se calculan a partir de la tabla 10, por más que no sea carga rodada son las mismas fórmulas para σ_{s1} y σ_{wv1} , solo que no se tiene en cuenta σ_{wh1} .

Figure 1 : Wave loads in load case "a"

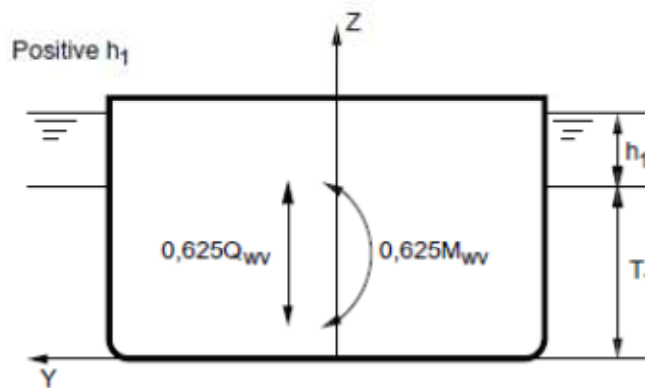


Table 10 : Hull girder normal stresses - Primary supporting members subjected to wheeled loads

Condition	σ_{s1} in N/mm ² (1)	σ_{wv1} in N/mm ²	σ_{wh1} in N/mm ²
$z \geq N$	$\left \frac{M_{sw,H}}{I_y} (z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625 M_{wv,H}}{I_y} (z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625 M_{wh1}}{I_z} y \right 10^{-3}$
$z < N$	$\left \frac{M_{sw,S}}{I_y} (z - N) \right 10^{-3}$	$\left \frac{0,625 F_D M_{wv,S}}{I_y} (z - N) \right 10^{-3}$	
(1) When the ship in still water is always in hogging condition, $M_{sw,S}$ is to be taken equal to 0. Note 1: F_D : Coefficient defined in Ch 5, Sec 2, [4].			

Donde:

- x, y, z : X, Y and Z co-ordinates, in m, of the calculation point with respect to the reference co-ordinate system defined in Pt B, Ch 1, Sec 2, [4]
- N : Z co-ordinate, in m, with respect to the reference co-ordinate system defined in Pt B, Ch 1, Sec 2, [4], of the centre of gravity of the hull transverse section constituted by members contributing to the hull girder longitudinal strength considered as having their net scantlings (see Pt B, Ch 6, Sec 1, [2])
- $M_{sw,H}$: Design still water bending moment, in kN.m, in hogging condition, at the hull transverse section considered, defined in Pt B, Ch 5, Sec 2, [2.2]
- $M_{wv,H}$: Vertical wave bending moment, in kN.m, in hogging condition, at the hull transverse section considered, defined in Pt B, Ch 5, Sec 2, [3.1]

I_y : Net moment of inertia, in m^4 , of the hull transverse section around its horizontal neutral axis, to be calculated according to Pt B, Ch 6, Sec 1, [2.4] considering the members contributing to the hull girder longitudinal strength as having their net scantlings

Se calculan las tensiones sobre la cubierta principal, que es donde se van a ubicar las esloras

$$\sigma_{s1} = \left| \frac{M_{SW,H}}{I_y} (z - N) \right| \cdot 10^{-3} = \left| \frac{3248,7 \text{ kN/m}^2}{0,202 \text{ m}^3} (5,6 - 2,4) \text{ m} \right| \cdot 10^{-3} = 51,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{wv1} = \left| \frac{0,625 \cdot M_{WV,H}}{I_y} (z - N) \right| \cdot 10^{-3} = \left| \frac{0,625 \cdot 5846,3 \text{ kN/m}^2}{0,202 \text{ m}^3} (3,2 \text{ m}) \right| \cdot 10^{-3} = 57,9 \text{ N/mm}^2$$

Table 11 : Combination factors C_{FV} , C_{FH} and $C_{F\Omega}$

Load case	C_{FV}	C_{FH}	$C_{F\Omega}$
"a"	1,0	0	0
"b"	1,0	0	0
"c"	0,4	1,0	1,0
"d"	0,4	1,0	0
Flooding	0,6	0	0

Datos de entrada:

$$\gamma_{s1} = 1 \quad \gamma_{w1} = 1 \quad \sigma_{s1} = 51,5 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{wv1} = 57,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{wh1} = 0 \quad \sigma_{\Omega} = 0 \quad C_{FV} = 1 \quad C_{FH} = 0 \quad C_{\Omega} = 0$$

Tensión sobre la cubierta principal de la viga buque:

$$\sigma_{x1} = 109,4 \text{ N/mm}^2$$

Datos de entrada:

$$\gamma_{s2} = 1 \quad \gamma_{w2} = 1,2 \quad \gamma_m = 1,02 \quad \gamma_R = 1,02 \quad \beta_b = 0,983 \quad R_y = 235 \text{ kN/m}^2 \quad m = 10$$

$$P_s = 41,23 \text{ kN/m}^2 \quad P_w = 9,1 \text{ kN/m}^2 \quad s = 1,8 \text{ m} \quad l = 1,53 \text{ m} \quad \sigma_{x1} = 109,4 \text{ N/mm}^2$$

Módulo resistente neto de las esloras de cubierta requerido:

$$w = 218,2 \text{ cm}^3$$

Los perfiles adoptados para cumplir con la verificación son:

$$L \ 300 \times 90 \quad y \quad w = 265 \text{ cm}^3$$

Cuadernas

El módulo resistente neto requerido por la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas para las cuadernas se calcula como se indica en "Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 3 /3.7.2".

3.7.2 Longitudinal and transverse primary supporting members

The net section modulus w , in cm^3 , and the net shear sectional area A_{sh} , in cm^2 , of longitudinal or transverse primary supporting members are to be not less than the values obtained from the following formulae:

$$w = \gamma_R \gamma_m \beta_b \frac{\gamma_{s2} p_s + \gamma_{w2} p_w}{m(R_y - \gamma_R \gamma_m \sigma_{x1})} s \ell^2 10^3$$

where:

$$\beta_b = \left(1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} \frac{\ell_{b2}}{2\ell}\right)^2$$

$$\beta_s = 1 - \frac{\ell_{b1}}{2\ell} \frac{\ell_{b2}}{2\ell}$$

ℓ_{b1}, ℓ_{b2} : Lengths of the brackets at ends, in m.

σ_{x1} : Hull girder normal stress, in N/mm^2 , defined in [3.4.5]

s : Spacing, in m, of primary supporting members

ℓ : Span, in m, of primary supporting members, measured between the supporting elements, see Ch 4, Sec 3, [4.1]

p_s : Still water pressure, in kN/m^2 , see [3.4.2] and [3.4.4]

p_w : Wave pressure, in kN/m^2 , see [3.4.2] and [3.4.4]

R_y : Minimum yield stress, in N/mm^2 , of the material, to be taken equal to $235/k \text{ N/mm}^2$, unless otherwise specified

m : Boundary coefficient, to be taken equal to:

- $m = 10$ in general
- $m = 12$ for bottom and side primary supporting members

Datos de entrada:

$$\gamma_{s2} = 1 \quad \gamma_{w2} = 1,2 \quad \gamma_m = 1,02 \quad \gamma_R = 1,02 \quad \beta_b = 0,983 \quad R_y = 235 \text{ kN/m}^2$$

$$m = 10 \quad P_s = 41,23 \text{ kN/m}^2 \quad P_w = 9,1 \text{ kN/m}^2 \quad s = 0,6 \text{ m} \quad l = 4,14 \text{ m} \quad \sigma_{x1} = 0$$

Resultado:

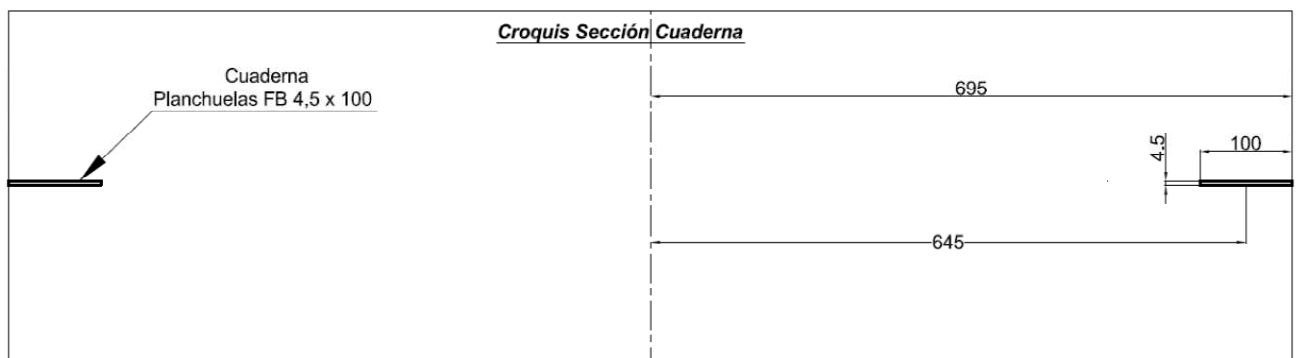
$$w = 233,2 \text{ cm}^3$$

Como la cuaderna se va a conformar mediante dos planchuelas, soldando una al casco y otra al mamparo longitudinal interno, se deben dimensionar y trasladar por Steiner para el cálculo del módulo resistente neto de la sección de la cuaderna.

Los perfiles adoptados para cumplir con la verificación son:

$$2 \times (FB \ 4,5 \times 100) \text{ y en conjunto conforman un } w = 549,6 \text{ cm}^3$$

Croquis de la sección de la cuaderna:



Bulárcamas

El módulo resistente neto requerido por la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas para las bulárcamas se aplica en "Rules for Steel Ships Part B, Ch 7, Sec 1 /5.4.2".

5.3.1 Compression and bending for plane panel

The critical buckling stress is to be obtained, in N/mm², from the following formulae:

$$\sigma_c = \sigma_E \quad \text{for } \sigma_E \leq \frac{R_{eH}}{2}$$

$$\sigma_c = R_{eH} \left(1 - \frac{R_{eH}}{4\sigma_E} \right) \quad \text{for } \sigma_E > \frac{R_{eH}}{2}$$

where:

σ_E : Euler buckling stress, to be obtained, in N/mm², from the following formula:

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t}{b} \right)^2 K_1 \times 10^{-6}$$

Donde:

R_{eH} : Minimum yield stress, in N/mm², of the plating material, defined in Ch 4, Sec 1, [2]

a, b : Lengths, in m, of the sides of the plate panel, as shown in Fig 4 to Fig 6

E : Young's modulus, in N/mm², to be taken equal to:

- for steels in general:
 $E = 2,06 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$

ϵ : Coefficient to be taken equal to:

- $\epsilon = 1,00$ for $\alpha \geq 1$
- $\epsilon = 1,05$ for $\alpha < 1$ and side "b" stiffened by flat bar
- $\epsilon = 1,10$ for $\alpha < 1$ and side "b" stiffened by bulb section
- $\epsilon = 1,21$ for $\alpha < 1$ and side "b" stiffened by angle or T-section
- $\epsilon = 1,30$ for $\alpha < 1$ and side "b" stiffened by primary supporting members

with $\alpha = a / b$.

ν : Poisson's ratio. Unless otherwise specified, a value of 0,3 is to be taken into account

K_1 : Buckling factor defined in Tab 8

Se calculan las siguientes variables:

$$R_{eH} = R_{eH0} \left(1,04 - \frac{0,75}{1000} \theta \right)$$

R_{eH0} : Value of the minimum specified yield stress at ambient temperature, in N/mm^2

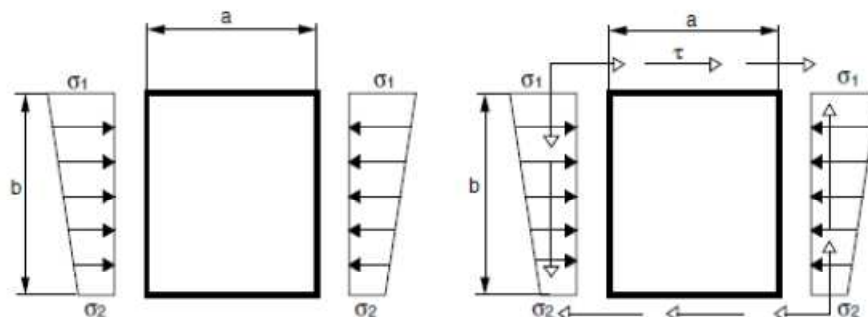
θ : Temperature of use of the steel, in $^{\circ}C$.

La tensión mínima a la fluencia es:

$$R_{eH} = R_{eH0} \left(1,04 - \frac{0,75}{1000} \cdot \theta \right) = 235 \text{ N/mm}^2 \left(1,04 - \frac{0,75}{1000} \cdot 30^{\circ}C \right) = 239 \text{ N/mm}^2$$

En la figura 4 del lado izquierdo se muestra el caso que se toma para el cálculo de las bulárcamas, en el que el panel se encuentra comprimido por el empuje y el peso sobre la cubierta.

Figure 4 : Buckling of a simply supported rectangular plate panel subjected to compression and bending, with and without shear



Para definir la tensión de compresión se extraen los esfuerzos que deben ser soportados de las curvas de empuje y pesos del buque.

En la sección que el buque tiene mayores cargas de empuje y peso se toma un tramo entre dos bulárcamas y se obtiene que la carga que debe soportar como máximo una bulárcama es de 10 Toneladas. La carga total fue distribuida entre las dos bulárcamas, las tracas de costado y las tracas internas o mamparo longitudinal.

$$F_A = 10 \text{ Ton} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 10^3 = 98100 \text{ N}$$

$$\sigma_A = \frac{F_A}{A} = \frac{98100 \text{ N}}{1400 \text{ mm} \cdot 6 \text{ mm}} = 11,67 \text{ N/mm}^2$$

Table 8 : Buckling factor K_1 for plane panels

Load pattern	Aspect ratio	Buckling factor K_1
$0 \leq \psi \leq 1$	$\alpha \geq 1$	$\frac{8,4}{\psi + 1,1}$
	$\alpha < 1$	$\left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)^2 \frac{2,1}{\psi + 1,1}$
$-1 < \psi < 0$		$(1 + \psi)K_1' - \psi K_1'' + 10\psi(1 + \psi)$
$\psi \leq -1$	$\alpha \frac{1 - \psi}{2} \geq \frac{2}{3}$	$23,9 \left(\frac{1 - \psi}{2}\right)^2$
	$\alpha \frac{1 - \psi}{2} < \frac{2}{3}$	$\left(15,87 + \frac{1,87}{\left(\alpha \frac{1 - \psi}{2}\right)^2} + 8,6 \left(\alpha \frac{1 - \psi}{2}\right)^2\right) \left(\frac{1 - \psi}{2}\right)^2$
Note 1: $\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1}$ K_1' : Value of K_1 calculated for $\psi = 0$ K_1'' : Value of K_1 calculated for $\psi = -1$		

$$\sigma_1 = \sigma_2 \rightarrow \psi = 1$$

$$\alpha = a/b = 4,14 \text{ m} / 1,4 \text{ m} = 2,96 \quad \text{Se propone una plancha de sección } 1400 \times 6$$

El factor K_1 :

$$K_1 = \frac{8,4}{\psi + 1,1} = 4$$

Cálculo de σ_E :

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2 \cdot K_1 \cdot \varepsilon \cdot 10^{-6}$$

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 \cdot (2,06 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2)}{12 \cdot (1 - 0,3^2)} \cdot \left(\frac{6 \text{ mm}}{1,4 \text{ m}}\right)^2 \cdot (4) \cdot (1) \cdot 10^{-6} = 13,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Como } \sigma_E \leq \frac{R_{eH}}{2} = 119,6 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \sigma_C = \sigma_E$$

Verifica ya que la tensión que se encuentra actuando en las bulárcamas es menor a la crítica:

$$\sigma_A \leq \sigma_C$$

$$11,7 \text{ N/mm}^2 \leq 13,7 \text{ N/mm}^2$$

Resultado del espesor neto requerido que verifica por pandeo:

$$t = 6 \text{ mm}$$

Espesor adicional por corrosión:

$$t_c = 2 \text{ mm}$$

Espesor bruto requerido

$$t_b = t + t_c = 6 + 2 = 8 \text{ mm}$$

Las medidas adoptadas para las bulárcamas son:

$$t_f = 8 \text{ mm} \quad b = 1400 \text{ mm}$$

Obtención del Módulo Resistente de la Sección Maestra a partir de los Elementos

Estructurales adoptados

Una vez normalizados los perfiles y medidas de chapas de todos los elementos estructurales que aportan a la resistencia longitudinal se pasa al cálculo del módulo resistente de la sección maestra. Para el cálculo del módulo resistente de la sección maestra se realizan los siguientes pasos.

1. Se realiza varias tablas como las que se muestran en el anexo donde se calculan las áreas resistentes, y la distancia del centroide de cada elemento a la línea base, que en este caso se toma como eje neutro preliminar. El área resistente se obtiene de las tablas de perfiles comerciales y en el caso de las chapas se calcula. La distancia se mide desde el plano de sección maestra mediante el soft autocad.
2. Se calculan los momentos de inercia de cada elemento estructural respecto de un eje del centroide del elemento que es paralelo a la línea de referencia. Estos se obtienen de las tablas de los perfiles comerciales, o se calculan en caso de ser chapas.
3. Se obtiene el momento de inercia de cada elemento respecto del eje neutro preliminar, que se toma en la línea base, trasladando por Steiner el momento de inercia calculado en el punto 2 al eje de la línea base. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$I_{\text{respecto LB}} = I_{xx} + A_{\text{resistente}} \cdot d^2$$

4. Se calcula el módulo resistente aportado de cada elemento:

$$SM = I_{\text{respecto LB}} / d_{LB}$$

5. En último lugar se realiza la sumatoria de área resistente, momento de inercia respecto de LB y módulo resistente.

$$A_{resistente\ total} = \sum A_{resistente}$$

$$I_{respecto\ LB\ total} = \sum I_{respecto\ LB}$$

$$SM_{total} = \sum SM$$

Tabla resumen de cálculo correspondiente para la obtención del módulo resistente de la sección maestra:

Datos de interés	Valor	Unidades
Momento de Inercia de la Sección Maestra respecto LB	57120,0	cm2.m2
Módulo Resistente de la Sección Maestra respecto LB	14292,2	cm2.m
Área Resistente total	5605,1	cm2
Altura del eje neutro respecto de LB	2,451	m
Altura del eje neutro a de cubierta	3,149	m
Momento de Inercia de la Sección Maestra respecto del Eje Neutro	23457	cm2.m2
Módulo Resistente del Fondo de la Sección Maestra	9571	cm2.m
Módulo Resistente de la Cubierta de la Sección Maestra	7448	cm2.m
Momento Flector Máximo (Quebranto)	9031,9	KN.m
Momento Flector Máximo (Arrufo)	4071,9	KN.m
Tensión máxima en Fondo (Quebranto-Compresión)	9,44	MPa
Tensión máxima en Cubierta (Quebranto-Tracción)	12,13	MPa
Tensión en Fondo (Arrufo-Tracción)	4,25	MPa
Tensión en Cubierta (Arrufo-Compresión)	5,47	MPa

Determinación de la posición del Eje Neutro de la Sección Maestra

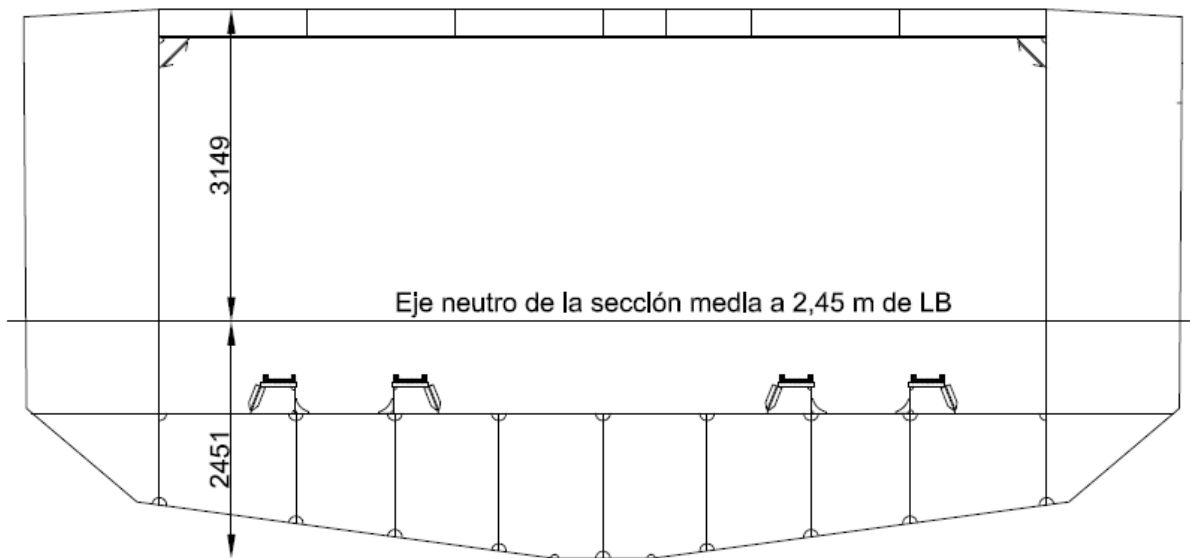
Una vez obtenidos los valores de $A_{resistente\ total}$, $I_{respecto\ LB\ total}$ y SM_{total} de la sección media se procede a encontrar el eje neutro de la sección media, que se calcula con la siguiente fórmula:

$$y_{eje\ neutro} = \frac{\sum A_{resistente} \cdot d_{LB}}{A_{resistente\ total}} = 111007,3\ cm^3 / 27610\ cm^2$$

Por ende la ubicación del eje neutro respecto de tres puntos de referencia son:

$$y_{EN\ respecto\ LB} = 2,451\ m$$

$$y_{EN\ respecto\ cubierta\ superior} = 3,149\ m$$



Momento de Inercia de la Sección Maestra respecto del Eje Neutro

Momento de Inercia de la Sección Maestra respecto del Eje Neutro		
Momento de Inercia de la Sección Maestra respecto del Eje Neutro	23457	cm ² .m ²

En el **anexo tabla A.8** se muestran la comparación de valores requeridos por el de la Sociedad Clasificadora Bureau Veritas, con los valores estándar normalizados y los finalmente adoptados para el proyecto. Esto se realiza para todos los elementos estructurales calculados en la memoria técnica.

Cálculo de las tensiones máximas en fondo y cubierta

Teniendo en cuenta el máximo momento flector total actuando en la viga buque se calculan las tensiones máximas mediante las siguientes expresiones:

Tensión máxima en el fondo (compresión):

$$\sigma_{\text{máx en fondo}} = \frac{M_{ft \text{ (Quebranto)}}}{SM_{\text{fondo}}} = \frac{9031,9 \text{ KN.m}}{9571 \text{ cm}^2 \cdot \text{m}} \cdot 10 = -9,44 \text{ MPa}$$

Tensión máxima en la cubierta (tracción):

$$\sigma_{\text{máx en cubierta}} = \frac{M_{ft \text{ (Quebranto)}}}{SM_{\text{cubierta}}} = \frac{9031,9 \text{ KN.m}}{7448 \text{ cm}^2 \cdot \text{m}} \cdot 10 = 12,3 \text{ MPa}$$

Tensiones máximas admisibles por la Sociedad de Clasificación:

Table 1 : Mechanical properties of hull steels

Steel grades t ≤ 100 mm	Minimum yield stress R_{eH} , in N/mm ²	Ultimate minimum tensile strength R_m , in N/mm ²
A-B-D-E	235	400 - 520
AH32-DH32 EH32-FH32	315	440 - 590
AH36-DH36 EH36-FH36 EH36CAS-FH36CAS	355	490 - 620
AH40-DH40 EH40- FH40 EH40CAS-FH40CAS	390	510 - 650
EH47CAS	460	570 - 720
Note 1: Ref.: NR216 Materials and Welding, Ch 2, Sec 1, [2]		

Table 2 : Material factor k

R_{eH} , in N/mm ²	k
235	1,00
315	0,78
355	0,72
390	0,68

Se considera un factor de material k=1, debido a que se utiliza para la construcción del remolcador acero naval grado A.

Teniendo en cuenta las tensiones de fluencia del material (235 MPa) se concluye que las tensiones máximas actuantes en la estructura (12,3 MPa) verifican con los requerimientos de la Sociedad de Clasificación.

Anexo

A.1: Curva de Empuje

Tabla de cálculo para la curva de empuje:

Sección	Área (m2)	Long sección (m)	Vol. (m3)	Empuje (Ton)	Ton/m	Kg/m
-2,834	5,62	0,37	2,10	2,2	5,76	5761
-2,46	7,68	0,82	6,3	6,5	7,87	7873
-1,64	11,10	0,82	9,1	9,3	11,38	11375
-0,82	12,27	0,82	10,1	10,3	12,58	12578
0	13,42	1,64	22,0	22,6	13,75	13754
1,64	15,91	1,64	26,1	26,7	16,31	16307
3,28	18,87	1,64	30,9	31,7	19,34	19338
4,92	22,38	1,64	36,7	37,6	22,94	22941
6,56	26,36	1,64	43,2	44,3	27,02	27020
8,2	30,54	1,64	50,1	51,3	31,31	31308
9,84	34,64	1,64	56,8	58,2	35,51	35509
11,48	38,36	1,64	62,9	64,5	39,32	39316
13,12	41,38	1,64	67,9	69,6	42,41	42411
14,76	43,36	1,64	71,1	72,9	44,45	44448
16,4	44,19	1,64	72,5	74,3	45,29	45294
18,04	43,79	1,64	71,8	73,6	44,89	44887
19,68	42,63	1,64	69,9	71,7	43,69	43692
21,32	40,60	1,64	66,6	68,2	41,61	41614
22,96	37,66	1,64	61,8	63,3	38,60	38597
24,6	33,68	1,64	55,2	56,6	34,52	34522
26,24	28,36	1,64	46,5	47,7	29,07	29068
27,88	21,70	0,82	17,8	18,2	22,24	22240
28,7	17,92	0,82	14,7	15,1	18,37	18372
29,52	13,93	0,82	11,4	11,7	14,27	14274
30,34	9,77	0,82	8,0	8,2	10,01	10012
31,16	5,67	0,82	4,7	4,8	5,81	5814
31,98	1,75	0,82	1,4	1,5	1,79	1789
32,8	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0

Empuje total (Ton)

1023

A.2: Curva de pesos

Tabla de cálculo para armar la curva de pesos:

		Peso (Ton)	XCG (m)	ML (Ton.m)	Distribución del peso (Ton)	Distancia de distribución (m)	Kg/m
Peso de la estructura		323	16,7	5394			
casco, superestructura		323				37,2	8690
Peso de equipamiento		132	18,5	2442			
Amarre y fondeo	Proa	46	29	609	21	3,7	5650
	Popa		11,6	290	25	7,4	3363
Equipo de navegación y habilitación		1	18,3	18	-	3,7	269
Alistamiento casillaje		44	21,3	937	-	14,9	2959
Protección Anticorrosiva y cementado		4	19,1	76	-	22,3	179
Almacenamiento o contención de carga		14	7,2	101	-	3,717	3766
Equipo de salvamento y contraincendio		7	13,5	95	-	3,717	1883
Defensas y botazos		12	20	240	-	37,2	323
Cierres diversos y accesos		4	19	76	-	14,9	268
Peso de maquinaria propulsora y aux		130	10,1	1319			
Motores Propulsores		39	16,5	644	-	3,717	10492
Resto de maquinaria propulsora y otros elementos en sala de máquinas	Azimutales	69	0,3	11	38	7,434	5112
	Generadores		23,2	186	8	3,717	2152
	Intercambiadores, tuberías, y equipos de SM		20,8	478	23	14,868	1547
Línea de ejes fuera de sala de Máquinas		22	6	132	-	11,15	1973
Peso en rosca		585	15,7	9155			
Gas oil tanks	FO1P	8,9	5,1	45,4		7,4	1197
	FO1S	8,9	5,1	45,4		7,4	1197
	FO2P	32,8	4,6	152,0		7,4	4412
	FO2S	32,8	4,6	152,0		7,4	4412
	FO3P	10,3	9,5	98,1		3,7	2771
	FO3S	10,3	9,5	98,1		3,7	2771
	FO4P	25,8	8,8	227,9		3,7	6941
	FO4S	25,8	8,8	227,9		3,7	6941
	FO5P	45,6	16,1	733,6		11,2	4089
	FO5S	45,6	16,1	733,6		11,2	4089
	FO6P	44,1	17,0	749,6		11,2	3955
	FO6S	44,1	17,0	749,6		11,2	3955
Aceite Lubricante	LZPB	1,4	-0,2	-0,2		3,7	377
	LZPE	1,4	-0,2	-0,2		3,7	377
	LOT	3,2	21,3	68,2		3,7	861
Agua potable para tripulación	FW1P	8,5	27,6	234,6		3,7	2287
	FW1S	8,5	27,6	234,6		3,7	2287
	FW2P	16	26,6	426,1		3,7	4305
	FW2S	16	26,6	426,1		3,7	4305
	FW3P	7,5	28,9	216,6		3,7	2018
	FW3S	7,5	28,9	216,6		3,7	2018
Tanques de Dispersante	DIP	4,6	24,3	111,8		3,7	1238
	DIS	4,6	24,3	111,8		3,7	1238
Tanques de Espumígeno	FE1P	9	23,7	212,9		3,7	2421
	FE1S	9	23,7	212,9		3,7	2421
Aceite hidráulico	LZP	1,2	-2,0	-2,5		3,7	323
Tripulación y sus efectos		2	21,0	42,0		3,7	538
Provisiones		3	21,0	63,0		3,7	807
Peso muerto		438	15,03	6588			
Desplazamiento		1023	15,4				

A.3: Curva de cargas resultantes

Tabla de cálculo para armar la curva de cargas resultantes:

N°Tramo	Área medida (Kgf.mm)	Distancia tramo (mm)	Ordenada (Kgf)
Tramo 1	5891408	1030,5	5717
Tramo 2	7385168	2685,5	2750
Tramo 3	11396322	3717	3066
Tramo 4	5521232	2668,68	2069
Tramo 5	921158	1048,3	879
Tramo 6	7447704	2425,25	3071
Tramo 7	1963716	1291,75	1520
Tramo 8	27015	158,9	170
Tramo 9	10884178	3558,08	3059
Tramo 10	7564838	3717	2035
Tramo 11	29356866	3717	7898
Tramo 12	42481593	3717	11429
Tramo 13	30379412	3717	8173
Tramo 14	418648	421,4	993
Tramo 15	20555723	3295,6	6237

A.4: Curva de solicitaciones de corte

Tabla de cálculo para armar la curva de solicitaciones de corte:

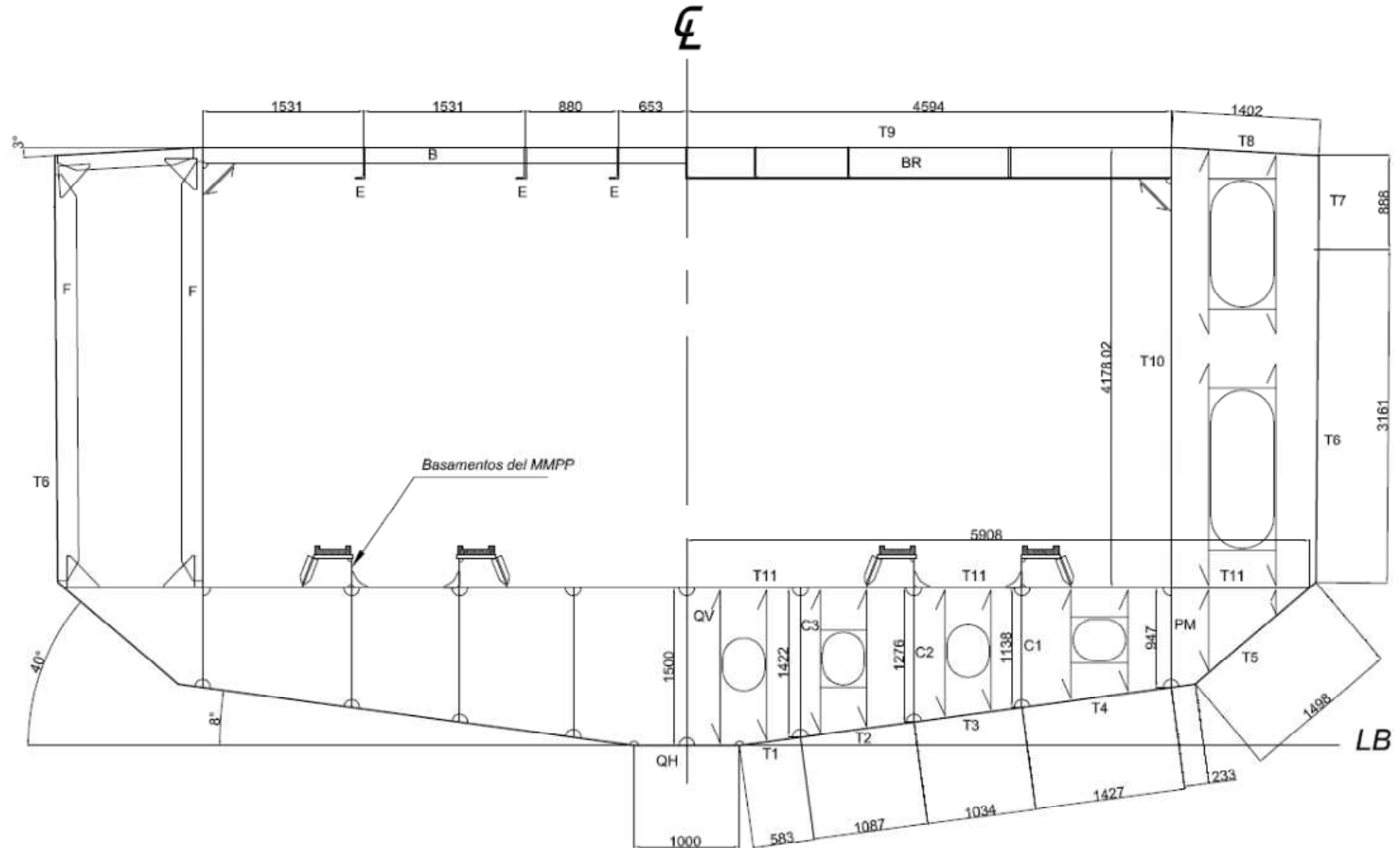
N°Tramo	Área medida (Kgf.mm/m)	Esfuerzo cortante (KN x 100)	Corrección Esfuerzo cortante (KN x 100)
Tramo 1	5891408	5779	5779
Tramo 2	-7385168	-1465	-1465
Tramo 3	11396322	9714	11653
Tramo 4	5521232	15131	19007
Tramo 5	-921158	14227	18103
Tramo 6	7447704	21533	27348
Tramo 7	-1963716	19607	25421
Tramo 8	27015	19633	25448
Tramo 9	-10884178	8956	16709
Tramo 10	-7564838	1535	11726
Tramo 11	-29356866	-27264	-15135
Tramo 12	-42481593	-68939	-53871
Tramo 13	30379412	-39136	-22131
Tramo 14	-418648	-39547	-22103
Tramo 15	20555723	-19382	0

A.5: Curva de momentos flectores

Tabla de cálculo para armar la curva de momentos flectores:

N°Tramo	Área medida (KN x 100.mm)	Momento Flector (KN x 10 .m)	Corrección Momento Flector (KN x 10.m)
Tramo 1	2977649	298	298
Tramo 2	6190484	917	917
Tramo 3	-397827	877	877
Tramo 4	-304067	847	847
Tramo 5	19238465	2770	2770
Tramo 6	40910867	6862	7017
Tramo 7	19451574	8807	8962
Tramo 8	55115050	14318	14629
Tramo 9	34082140	17726	18037
Tramo 10	4041955	18131	18441
Tramo 11	74999067	25631	26096
Tramo 12	52846447	30915	31536
Tramo 13	9513496	31867	32487
Tramo 14	-15849123	30282	31058
Tramo 15	-128247651	17457	18544
Tramo 16	-141249717	3332	4574
Tramo 17	-9319827	2400	3642
Tramo 18	-36421461	-1242	0

A.6: Croquis de la disposición preliminar de las tracas y los elementos estructurales calculados



A.7: Tabla para el cálculo del módulo resistente de la sección maestra

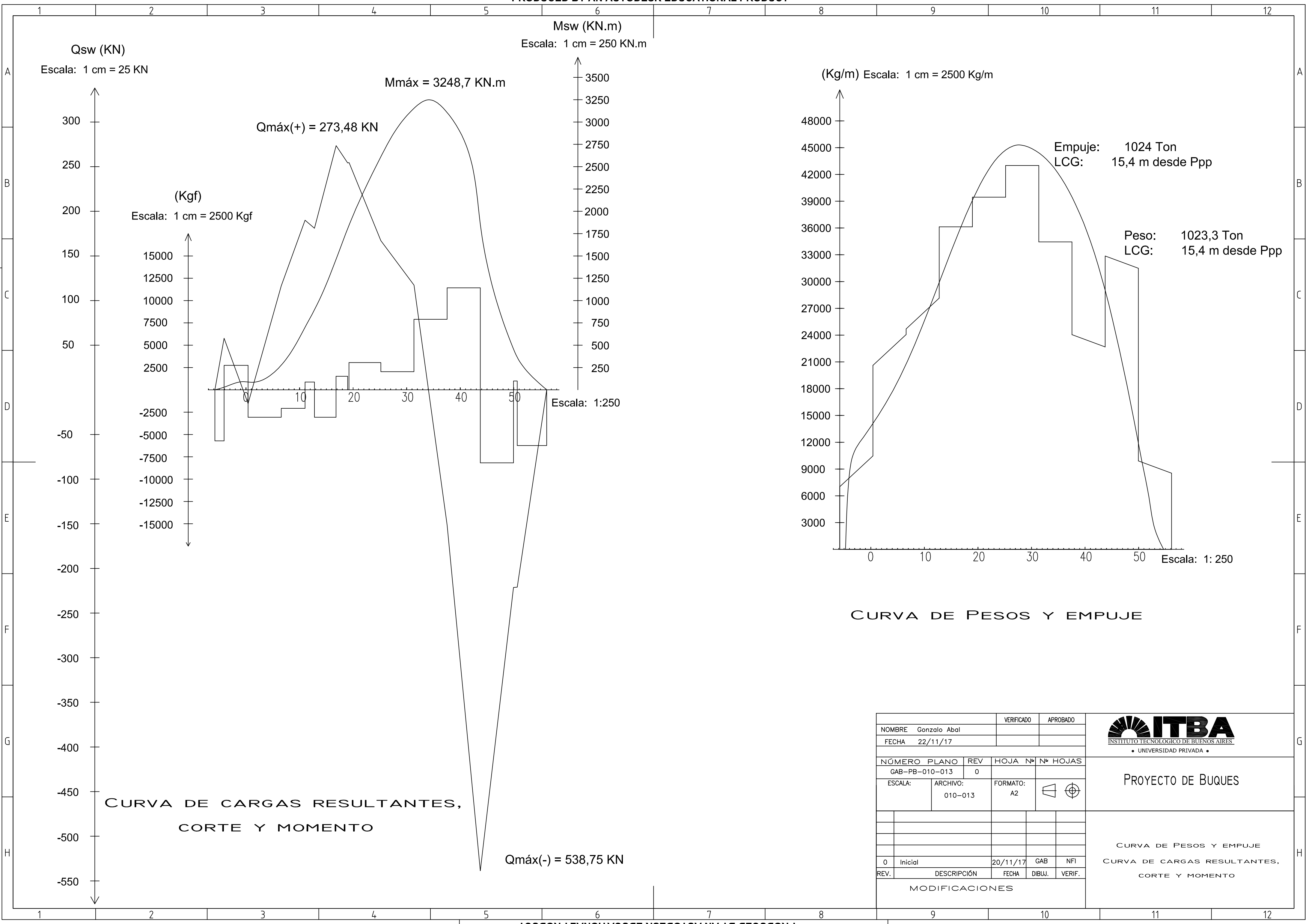
Tipo de elemento	Lugar	N° Perfil	Cantidad por semimanga	Perfil Adoptado	Área Resistente (cm ²)	Distancia a LB (m)	Ixx propio elemento (cm ² .m ²)	I respecto LB (cm ² .m ²)	SM respecto LB (cm ² .m)	Área Resistente (cm ²) x Distancia a LB (m)
Esloras	Cubierta Principal	L14	2,5	L 350 x 90	131,675	5,49	1,235	3971,4	723,3	1446,1
Tipo de elemento	Lugar	N° traca	Cantidad por semimanga	Medidas chapa (mm)	Área Resistente (cm ²)	distancia a LB (m)	Ixx propio elemento (cm ² .m ²)	I respecto LB (cm ² .m ²)	SM respecto LB (cm ² .m)	Área Resistente (cm ²) x Distancia a LB (m)
Tracas	Fondo	T1	1	10 x 583 x 1500	58,3	0,039	0,032	0,1	3,1	4,5
		T2	1	10 x 1087 x 1500	108,7	1,151	0,208	144,2	125,3	250,2
		T3	1	10 x 1034 x 1500	103,4	0,292	0,179	9,0	30,8	60,4
		T4	1	10 x 1660 x 1500	166,0	0,474	0,740	38,0	80,2	157,4
		T5	1	10 x 1498 x 1500	149,8	1,068	11,575	182,4	170,8	320,0
	Costado	T6	1	8 x 3161 x 1500	252,9	3,334	210,563	3021,5	906,3	1686,2
	Cinta	T7	1	8 x 888 x 1500	71,0	5,358	11,575	2051,0	382,8	761,3
	Trancanil	T8	1	7 x 1402 x 1500	98,1	5,639	0,044	3120,7	553,4	1106,8
	Cubierta Principal	T9	1	7 x 4594 x 1500	321,6	5,678	0,001	10367,6	1825,9	3651,9
	Mamparo Longitudinal Interior	T10	1	7 x 4178 x 1500	292,5	3,589	425,424	4192,6	1168,2	2099,3
	Doble fondo	T11	1	8x 5908 x 1500	472,6	1,5	0,003	1063,4	709,0	1417,9
Tipo de elemento	Lugar	N° elemento	Cantidad por semimanga	Dimensiones (mm)	Área Resistente (cm ²)	distancia a LB (m)	Ixx propio elemento (cm ² .m ²)	I respecto LB (cm ² .m ²)	SM respecto LB (cm ² .m)	Área Resistente (cm ²) x Distancia a LB (m)
Carlingas - Vagras	Doble fondo	C1	1	6 x 1138	68,3	0,93	7,369	66,6	71,5	127,1
	Doble fondo	C2	1	6 x 1276	76,6	0,86	10,388	67,3	78,0	132,0
	Doble fondo	C3	1	6 x 1422	85,3	0,79	14,377	67,5	85,5	134,6
Placas de Márgen	Vertical	PM	1	8 x 947	75,8	1,03	4,246	84,2	81,9	155,6
Quilla Plana	Fondo	QP	1	12 x 1000	120,0	0,00	0,001	0,0	0,0	0,0
Quilla Vertical	Doble fondo	QV	1	10 x 1500	150,0	0,75	28,125	112,5	150,0	225,0

A.8: Tabla comparativa de medidas requeridas por BV con medidas estándar y las adoptadas

Tipo de elemento	Lugar	N° Perfil	SM requerido (cm3)	SM estándar (cm3)	SM adoptado (cm3)	Cantidad de elementos	Medidas del perfil adoptado	Espesor del perfil adoptado (mm)
Cuadernas	Doble casco	F	233,2	-	549,6	2	2 x (FB 4,5 x 100)	4,5
Baos	Cubierta Principal	B	31,9	33,75	37,5	1	FB 10 x 150	10
Baos Reforzados	Cubierta Principal	BR	95,6	96,9	212	1	L 300 x 90	10
Esloras	Cubierta Principal	E	218,2	229	265	5	L 300 x 90	13
Tipo de elemento	Lugar	N° traca	Espesor neto requerido (mm)	Espesor adicional por corrosión (mm)	Espesor bruto requerido (mm)	Espesor estándar (mm)	Espesor bruto adoptado (mm)	Espesor neto adoptado (mm)
Tracas	Fondo	T1	6,6	2	8,6	9	12	10
		T2	6,6	2	8,6	9	12	10
		T3	6,6	2	8,6	9	12	10
		T4	6,6	2	8,6	9	12	10
		T5	6,6	2	8,6	9	12	10
	Costado	T6	5,9	2	7,9	8	10	8
	Cinta	T7	5,9	2	7,9	8	10	8
	Trancanil	T8	5,9	2	7,9	8	9	7
	Cubierta Principal	T9	5,4	2	7,4	8	9	7
	Mamparo Longitudinal Interior	T10	4,85	2	6,85	7	9	7
	Doble fondo	T11	6,53	2	8,53	9	10	8
Tipo de elemento	Lugar	N° elemento	Espesor neto requerido (mm)	Espesor adicional por corrosión (mm)	Espesor bruto requerido (mm)	Espesor estándar (mm)	Espesor bruto adoptado (mm)	Espesor neto adoptado (mm)
Bulárcamas	Doble casco	B	5,6	2	7,6	8	8	6
Varengas	Doble fondo	V	4,9	2	6,9	7	8	6
Carlingas - Vagras	Doble fondo	C	4,6	2	6,6	7	8	6
Placas de Márgen	Vertical	PMV	5,86	2	7,86	8	10	8
Quilla Plana	Fondo	QP	7,9	2	9,9	10	14	12
Quilla Vertical	Doble fondo	QV	6,5	2	8,5	9	12	10

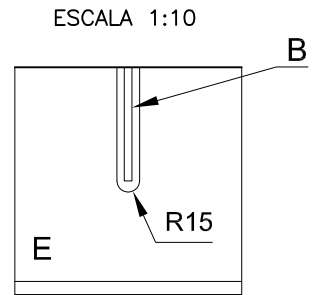
Bibliografía

- S1 Longitudinal Strength Standard - Requirements concerning Strength in Ships - IACS
- Part B, All Chapters - Rules of Classification of Steel Ships - Bureau Veritas
- Approximate Methods of Weight Distribution – Appendix A - Cátedra Construcción Naval
- Steel Plates – Nippon Steel & Sumitomo Metal
- Steel Sections for Shipbuilding – JFE Steel Corporation

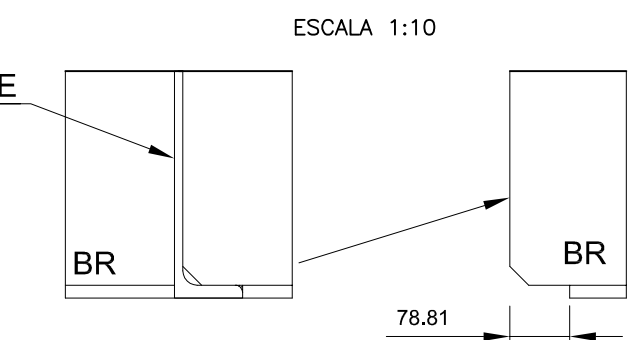


Sección Maestra

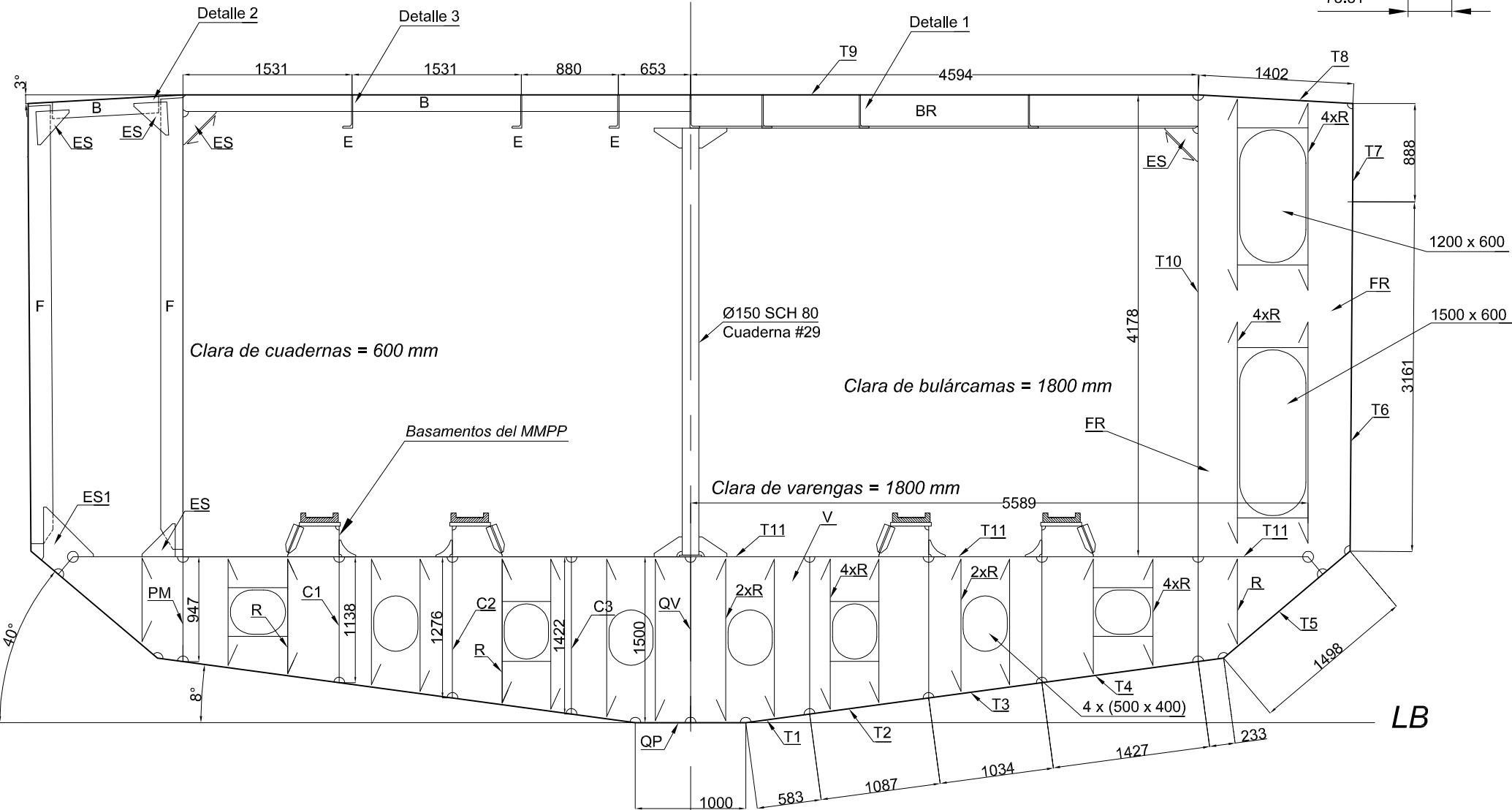
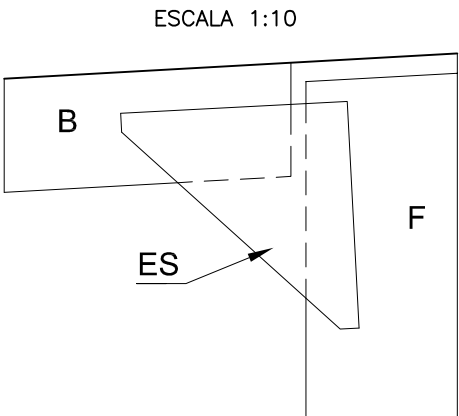
Detalle 3: Paso de bao por eslora



Detalle 1: Unión entre bao reforzado y eslora



Detalle 2: Escuadra de unión entre bao y cuaderna



Cuaderna ordinaria #30

Cuaderna reforzada #29

ID Perfil	Perfil adoptado	Descripción
F	FB 100 x 4.5	Cuadernas
B	FB 150 x 10	Baos
BR	L 300 x 90	Baos reforzados
E	L 300 x 90	Esloras
ES	300 x 300 x 8	Escuadras
ES1	450 x 450 x 8	Escuadras
R	FB 150 x 10	Refuerzos

ID Elemento	Espesor adoptado	Descripción
FR	8 mm	Bulárcamas
V	8 mm	Varengas
C1	8 mm	Vagra
C2	8 mm	Vagra
C3	8 mm	Vagra
PM	10 mm	Placa de margen
QP	14 mm	Quilla plana
QV	12 mm	Quilla vertical

N° Traca	Espesor adoptado	Descripción
T1	12 mm	Tracas de fondo
T2	12 mm	Tracas de fondo
T3	12 mm	Tracas de fondo
T4	12 mm	Tracas de fondo
T5	12 mm	Tracas de fondo
T6	10 mm	Tracas de costado
T7	10 mm	Tracas de cinta
T8	8 mm	Tracas de trancanil
T9	8 mm	Tracas de cubierta
T10	8 mm	Mamparo Longitudinal
T11	8 mm	Cielo de doble fondo

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
C	COMM NFI	20/11/17	GAB	NFI
B	COMM NFI	20/11/17	GAB	NFI
A	INICIAL	20/01/17	GAB	NFI
MODIFICACIONES				

- RAM EPUYEN -
SECCIÓN MAESTRA

NOMBRE: GONZALO ABAL		VERIFICADO	APROBADO
FECHA: 20/11/2017			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-PB-100-008	C		
ESCALA: 1:50	ARCHIVO:	FORMATO: A3	



PROYECTO DE BUQUES

Índice

A	Introducción.....	2
	Datos Generales del Buque.....	2
	Cálculo de Amarre y Fondeo.....	2
B	Dispositivos de fondeo.....	2
	Dispositivos de amarre y remolque.....	6
	Anexo.....	13
	Bibliografía.....	27

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE Gonzalo Abal				
FECHA 17/11/17				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
GAB-200-002	0	1	27	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:		
	200-002	A4	 	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
0	Inicial	17/11/17	GAB	NFI
MODIFICACIONES				



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

CÁLCULO DE AMARRE Y FONDEO

Introducción

A lo largo de la siguiente memoria técnica se va a desarrollar el cálculo para cumplir con los requerimientos de la Sociedad Clasificadora Bureau Veritas para los dispositivos de amarre y fondeo. A partir de los valores obtenidos, se selecciona de catálogos comerciales el equipo correspondiente que cumpla con los requerimientos y mejor se adapte a las necesidades del remolcador.

Datos Generales del Remolcador

<i>Características Generales del Remolcador de Salvamento Marítimo</i>		
Dimensiones	Valor	unidades
<i>Eslora total (LOA)</i>	37.175	m
<i>Eslora entre perpendiculares (LPP)</i>	32.8	m
<i>Eslora en flotación (LWL)</i>	35.6	m
<i>Manga (B)</i>	12	m
<i>Puntal (D)</i>	5.6	m
<i>Calado de diseño (T)</i>	4.1	m
<i>Coeficiente de sección media (CM)</i>	0.898	-
<i>Coeficiente prismático (CP)</i>	0.635	-
<i>Coeficiente de bloque (CB)</i>	0.571	-

Cálculo de Amarre y Fondeo

Dispositivos de fondeo del buque

El numeral de equipo se determina mediante la expresión mencionada por la Sociedad Clasificadora Bureau Veritas "Safety Guidelines for Design, Construction and Operation of Tugs - NI 617, SEC 8/1.1":

$$NE = \Delta^{2/3} + 2 * B * h + 0,1 * A$$

Ver plano geométrico adjunto en el anexo. (**Anexo A.1**)

where:

- Δ : Moulded displacement of the tug, in t, to the summer load waterline
- B : Moulded breadth, in m
- A : Area, in m², in profile view, of the hull, super-structures and houses above the summer load waterline which are within the equipment length of the tug and also have a breadth greater than B/4

h : Effective height, in m, from the summer load waterline to the top of the uppermost house; for the lowest tier " h " is to be measured at centreline from the upper deck or from a notional deck line where there is local discontinuity in the upper deck.

$$h = a + \sum h_i$$

where:

a : Distance, in m, from the summer load waterline amidships to the upper deck

h_i : Height, in m, on the centreline of each tier of houses having a breadth greater than $B/4$.

$$NE = (1023 \text{ Tm})^{2/3} + 2 * (12) \text{ m} * 12,13 \text{ m} + 0,1 * 234,8 \text{ m}^2 = 416,13$$

A partir del numeral de equipo se ingresa a la tabla NI 617, SEC 8/Table 1 para obtener las cadenas y anclas requeridas.

Table 1 : Equipment for EN $\geq$ 205

E.N	Stockless bower anchors		Stud link chain cable for bower anchors			
	No	Mass per anchor (kg)	Total length (m) (1)	Minimum diameter		
				Mild steel Gr. 1 (mm)	Special quality Gr. 2 (mm)	Extra special quality Gr. 3 (mm)
205-240	3	660	302,5	26	22	20,5
240-280	3	780	330	28	24	22
280-320	3	900	357,5	30	26	24
320-360	3	1020	357,5	32	28	24
360-400	3	1140	385	34	30	26
400-450	3	1290	385	36	32	28
450-500	3	1440	412,5	38	34	30

El grado de la cadena surge de las condiciones de diseño, el cual se fija como grado 2 y por ende se tienen los siguientes requerimientos:

- Diámetro del eslabón común = 32 mm
- Peso por ancla = 1290 Kg
- Largo de la cadena = 385 m
- Número mínimo de anclas = 3

El ancla seleccionada es tipo Danforth de 1305 Kg, cumplimentando con la regla (Ver **anexo A.2**).

Los grilletes de la cadena son de 27,5 m de largo, por lo que se dispondrá de 7 (siete) tramos por banda. Los eslabones se dimensionan según sus diámetros mínimos.

A partir de los catálogos se obtienen los siguientes eslabones con sus respectivos diámetros y pesos (Ver catálogo en **anexo A.3**):

Links	D (mm)	Peso (Kg)
Common link	32	2,9
Enlarged link	35,2	3,9
End link	38,4	4
Joining shackle kenter	32	4,6
Joining shackle type D	41,6	7,5
Anchor shackle type D	44,8	12
Swivel	35,2	11
Swivel shackle	38,4	33

Cabrestante

La fuerza o tiro sobre el molinete se define mediante el párrafo mencionado en “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part B, Ch 9, Sec 4/3.5.2”, el cual indica que el cabrestante debe contar con una capacidad al freno igual o mayor al 20% de la carga de rotura de la cadena, siempre y cuando se cuente con estopor.

- If a chain stopper is fitted, the windlass with brakes engaged and cable lifters disengaged is to be able to withstand a pull load of 20% of the breaking load of the chain, BL, in kN, without any permanent deformation of the stressed parts and without brake slip.

$$CF_{\text{cabrestante}} = 0,2 * 583 \text{ kN} = 116,6 \text{ kN}$$

A partir de la capacidad al freno requerida y el diámetro de los eslabones se selecciona el cabrestante combinado marca DMT Marine Equipment modelo ATW 211 – H22 con una capacidad al freno de 224 kN y una velocidad de virado de 12 m/min cumpliendo con los requerimientos de la sociedad clasificadora. (Ver **anexo A.4**)

El cabrestante se adapta para un diámetro de cadena 32 mm, ya que el fabricante indica que se puede customizar acorde a cada buque. Por otro lado vale aclarar que el cabrestante al ser combinado posee 2 tambores para realizar maniobras de tiro y de amarre.

Estopor

El estopor debe ser capaz de soportar el 80% de la carga de rotura de la cadena (“Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part B, Ch 9, Sec 4/3.5.3”).

3.5.3 Chain stoppers

Where a chain stopper is fitted, it is to be able to withstand a pull of 80% of the breaking load of the chain.

The attention of manufacturers and designers is driven to the fact that where a chain cable stopper is fitted, the windlass brake is to comply with [3.5.2]

$$CF_{estopor} = 0,8 * 583 \text{ kN} = 466,4 \text{ kN}$$

El estopor seleccionado es el mismo proveedor del guinche combinado DMT Marine Equipment, en la cual el estopor se ajusta a la capacidad de soportar las cargas que indica la clase o a lo que el armador requiera. En este caso se opta por una capacidad de soportar una carga de 500 kN.

Caja de cadenas

La caja de cadenas se dimensiona mediante la siguiente ecuación extraída de “Apuntes Sistema de Amarre y Fondeo - Unidad IV- Alistamiento Naval – Norberto Fiorentino”:

$$V = 0,082 * d^2 * L * 10^{-4}$$

$$V = 0,082 * 32 \text{ mm}^2 * 385 \text{ m} * 10^{-4} = 3,23 \text{ m}^3$$

Donde:

d = diámetro del eslabón (mm)

L = Largo de la cadena (m)

V = Volumen de la caja de cadenas total (entre las dos cajas) (m3)

Dimensiones de cada caja:

$$b = 1 \text{ m}$$

$$l = 1,2 \text{ m}$$

$$h = 2 \text{ m}$$

Ver croquis de caja de cadenas en anexo. (**Anexo A.5**)

Dispositivos de amarre y remolque

Para dimensionar los dispositivos de amarre se debe realizar un cálculo de la resistencia total que deben soportar los mismos.

El cálculo se realiza para a condición más comprometida que es la de buque en laste (llegada 10% de consumibles, para buque en maniobra de amarre o buque amarrado.

Resistencia del viento

$$R_a = k_a * A_a * V_a^2$$

Donde:

k_a = coeficiente de resistencia al viento

A_a = Área proyectada del buque por encima de la línea de flotación (m2)

V_a = Velocidad relativa del viento (m/s)

$$R_a (\text{amarrado}) = 0,0735 * 266,6 \text{ m}^2 * \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 1960 \text{ Kg}$$

$$R_a (\text{maniobra}) = 0,0735 * 266,6 \text{ m}^2 * \left(15 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 4409 \text{ Kg}$$

Resistencia de la corriente

$$R_w = 0,1212 * A_w * \{(V_w + V_s)^2 + 0,330 * (V_w + V_s)\}$$

Donde:

A_w = Superficie mojada (m2)

V_w = Velocidad de la corriente (m/s)

V_s = Velocidad del buque (m/s)

$$\begin{aligned} R_w(\text{amarrado}) &= 0,1212 * 445 \text{ m}^2 * \left\{ \left(1,028 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + 0,330 * \left(1,028 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \right\} \\ &= 75,3 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_w(\text{maniobra}) &= 0,1212 * 445 \text{ m}^2 * \left\{ \left(1,028 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + 0,330 * \left(1,028 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \right\} \\ &= 104,9 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Resistencia del casco (formas)

$$R_v = 73,2 * A_s * (V_s)^2$$

Donde:

A_s = Área proyectada del perfil por debajo de la línea de flotación (m²)

V_s = Velocidad del buque (m/s)

$$R_v(\text{maniobra}) = 73,2 * 89,78 \text{ m}^2 * \left(0,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 189,9 \text{ Kg}$$

Resistencia de la hélice

$$R_p = 26,4 * D^2 * (V_w + V_s)^2$$

Donde:

D = Diámetro de la hélice (m)

V_w = Velocidad de la corriente (m/s)

V_s = Velocidad del buque (m/s)

$$R_p(\text{maniobra}) = 26,4 * 2 * (2,3 \text{ m})^2 * \left(1,028 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 400,9 \text{ Kg}$$

$$R_p(\text{amarrado}) = 26,4 * 2 * (2,3 \text{ m})^2 * \left(1,028 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 295,2 \text{ Kg}$$

Resistencia total

La resistencia total se determina mediante la siguiente ecuación:

$$R_T = \sqrt{R_l^2 + R_t^2}$$

Donde:

R_l = Resistencia longitudinal

R_t = Resistencia transversal

Ambas resistencias se determinan del conjunto de todas las resistencias calculadas anteriormente. En la siguiente tabla se muestran los componentes de resistencia para las condiciones de buque amarrado y buque en maniobra de amarre.

	Maniobra	Amarrado
Resistencia transversal (Kg)	4679,9	1960
Resistencia longitudinal (Kg)	476,2	400,1
Resistencia total (Kg)	5156,1	2360,1

La tensión en cada cabo se determina mediante la siguiente expresión:

$$T_{cabo} = R_T * f_1 * f_2 / [\cos(\theta_t) * \cos(\theta_v) * n_{cabos}]$$

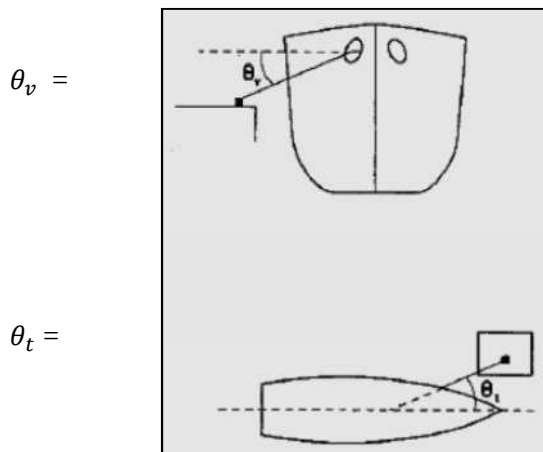
Donde:

R_T = Resistencia total

f_1 = Factor de seguridad por desfasaje de tensión en los cabos

f_2 = Factor de seguridad por resistencia de los cabos

n_{cabos} = Número de cabos



$$T_{cabo} (amarrado) = 2360,1 \text{ Kg} * 1 * 3,8 / [\cos(60^\circ) * \cos(20^\circ) * 2] = 9544 \text{ Kg} = 9,55 \text{ T}$$

$$T_{cabo} (maniobra) = 5156,1 \text{ Kg} * 1,25 * 3,8 / [\cos(45^\circ) * \cos(20^\circ) * 2] = 18430 \text{ Kg} = 18,4 \text{ T}$$

Se comparan estos valores con los requeridos mediante la tabla extraída de “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part B, Ch 9, Sec 4/5.2 Table 7”. A partir del numeral de equipo EN = 416,5 se obtiene la carga de rotura de las líneas de amarre.

Table 7 : Towline and mooring lines

Equipment number EN $A < EN \leq B$		Towline (1)		Mooring lines (1)		
A	B	Minimum length, in m	Breaking load, in kN	N (2)	Length of each line, in m	Breaking load, in kN (3)
50	70	180	98,1	3	80	34
70	90	180	98,1	3	100	37
90	110	180	98,1	3	110	39
110	130	180	98,1	3	110	44
130	150	180	98,1	3	120	49
150	175	180	98,1	3	120	54
175	205	180	112	3	120	59
205	240	180	129	4	120	64
240	280	180	150	4	120	69
280	320	180	174	4	140	74
320	360	180	207	4	140	78
360	400	180	224	4	140	88
400	450	180	250	4	140	98
450	500	180	277	4	140	108
500	550	190	306	4	160	123
550	600	190	338	4	160	132
600	660	190	371	4	160	147
660	720	190	406	4	160	157
720	780	190	441	4	170	172
780	840	190	480	4	170	186
840	910	190	518	4	170	201

(1) The towline and the mooring lines are given as a guidance, but are not required as a condition of classification.
(2) See [5.2.7].
(3) For mooring lines with breaking load above 490 kN, see [5.2.4].

De la tabla 7 se puede observar que la tensión de rotura requerida se encuentra por debajo del valor calculado de tensión para maniobra de amarre. Por ende los cabos se dimensionan para resistir 19 T de tensión de rotura para las líneas de amarre.

Los cabos de amarre seleccionados son 4 de fibras de poliamida de alta tenacidad (8cordones) con un $D = 32$ mm poseen una carga de rotura de 20,4 T. (Ver **anexo A.6**).

Al tratarse de un remolcador que va a operar realizando maniobras de entrada a puerto de buques, se seleccionan los cabos de manera tal que cumplan para poder operar. Las espías deben cumplir con los valores de carga de diseño que se extraen de la tabla “Safety Guidelines for Design, Construction and Operation of Tugs – Bureau Veritas NI617, Sec 3/1.3 Table 1”. A partir del tiro al punto fijo (bollard pull) se obtiene la carga de diseño del equipamiento de remolque.

1.3 Design Load

1.3.1 The Design Load DL to be considered for the strength assessment of the towing equipment and the associated supporting structures is given in Tab 1.

Table 1 : Design Loads for harbour tug and tug

	T_{BP} [kN]	DL [kN]
	$T \leq 200$	$2 T$
Harbour tug	$200 < T < 800$	$\frac{2600 - T}{1200} T$
	$T \geq 800$	$1,5 T$
	$T \leq 400$	$2,5 T$
Tug	$400 < T < 1000$	$\frac{3400 - T}{1200} T$
	$T \geq 1000$	$2 T$
Note 1: The DL takes into consideration dynamic effects through the application of the Dynamic Amplification Factor (DAF) (see also Sec 1, [4.4]).		

En la verificación del cálculo propulsivo se obtuvo como resultado un tiro al punto fijo de 52,5 TBP. Sin embargo se consideran 60 TBP para el cálculo, debido a que el tiro al punto fijo de un remolcador similar con la misma planta propulsora y propulsión obtuvo 60 T de tiro en la prueba de bollard pull (Ver anexo A.12).

Guinche de proa, cabos y bita de remolque de proa (maniobra de entrada a puerto):

$$DL = \frac{2600 - 588,6 \text{ kN}}{1200} \cdot 588,6 \text{ kN} = 987 \text{ kN} = 100,6 T$$

Guinche de remolque:

$$DL = \frac{3400 - 588,6 \text{ kN}}{1200} \cdot 588,6 \text{ kN} = 1379 \text{ kN} = 140,6 T$$

A partir de la carga de diseño calculada, se seleccionan tanto los cabos de remolque como el guinche de remolque.

En el caso de cabo para remolque este requiere de una mayor tensión de rotura, siendo esta de 100,6 T. El cabo de remolque utilizado va a ser de polietileno de alto módulo (UHMPE) con diámetro $D = 40 \text{ mm}$ y tensión a la rotura de 123 T. (Ver **Anexo A.7**)

El guinche de remolque seleccionado debe cumplir con una capacidad de freno superior a 140,6 T. En el **anexo A.7** se muestra el guinche de remolque de doble tambor DMT Marine Equipment seleccionado, el cual una capacidad al freno de hasta 1400 kN = 143 T. Todo el equipamiento asociado al guinche de remolque se selecciona de manera que supere la capacidad al freno del mismo guinche.

Para dimensionar los dispositivos de amarre y remolque hay que conocer la carga de diseño (design load-DL) según se indica en la regla “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part B, Ch 9, Sec 4/5.3.4”.

5.3.4 Design load

The design load, in kN, mentioned in [5.3.3], item b) and applied through the tow line and mooring line acting on the shipboard fittings at the attachment point of the towline and mooring line, applicable for a single post basis (i.e. no more than one turn of one cable), is to be taken equal to:

- a) For normal towing operations:
the greater of 1,25 times the intended maximum towing load and the SWL of the shipboard fitting specified by the applicant
- b) For escort towing operations:
the greater of the breaking load of the tow line as defined in Tab 7 and the SWL of the shipboard fitting specified by the applicant
- c) For mooring operation (hull reinforcement of shipboard fittings):
the greater of 1,25 times the breaking load of the mooring line as defined in Tab 7 and the SWL of the shipboard fitting specified by the applicant
- d) For mooring operation (hull reinforcement of winches and capstans):
 - for winches: 1,25 times the intended maximum brake holding load, and
 - for capstans: 1,25 times the maximum hauling-in force.

Note 1: The breaking loads of towline and mooring lines taken in Tab 7 are based on an Equipment Number calculated according to [2.1.2] with a side projected area A including a maximum number of stacks of deck cargoes.

Los resultados son los siguientes:

	Carga de diseño (Ton)	Breaking Load (Ton) – Table 7
Amarre	12,5	10
	Carga de diseño (Ton)	Carga de remolque máx (Ton)
Remolque	75	60

Los dispositivos de amarre seleccionados a partir de los resultados son los siguientes:

*Bitas (Ver **anexo A.8**)*

Para Remolque → Tec Container BI-11(500) de 130 T

Aclaración: La bita de remolque en proa se modificará de manera tal que los cabos de remolque trabajen sobre una pista de la bita que será anular y estará recubierta de acero inoxidable para que haya el menor desgaste posible por abrasión. (Ver foto ejemplo)



Para Amarre → Tec Container BI-08(315) de 20.5 T

*Porta espías (Ver **anexo A.9**)*

Para Amarre → Tec Container GA-5 de 25 T

Para Remolque → Tec Container GA-20 de 100 T

Arco de remolque

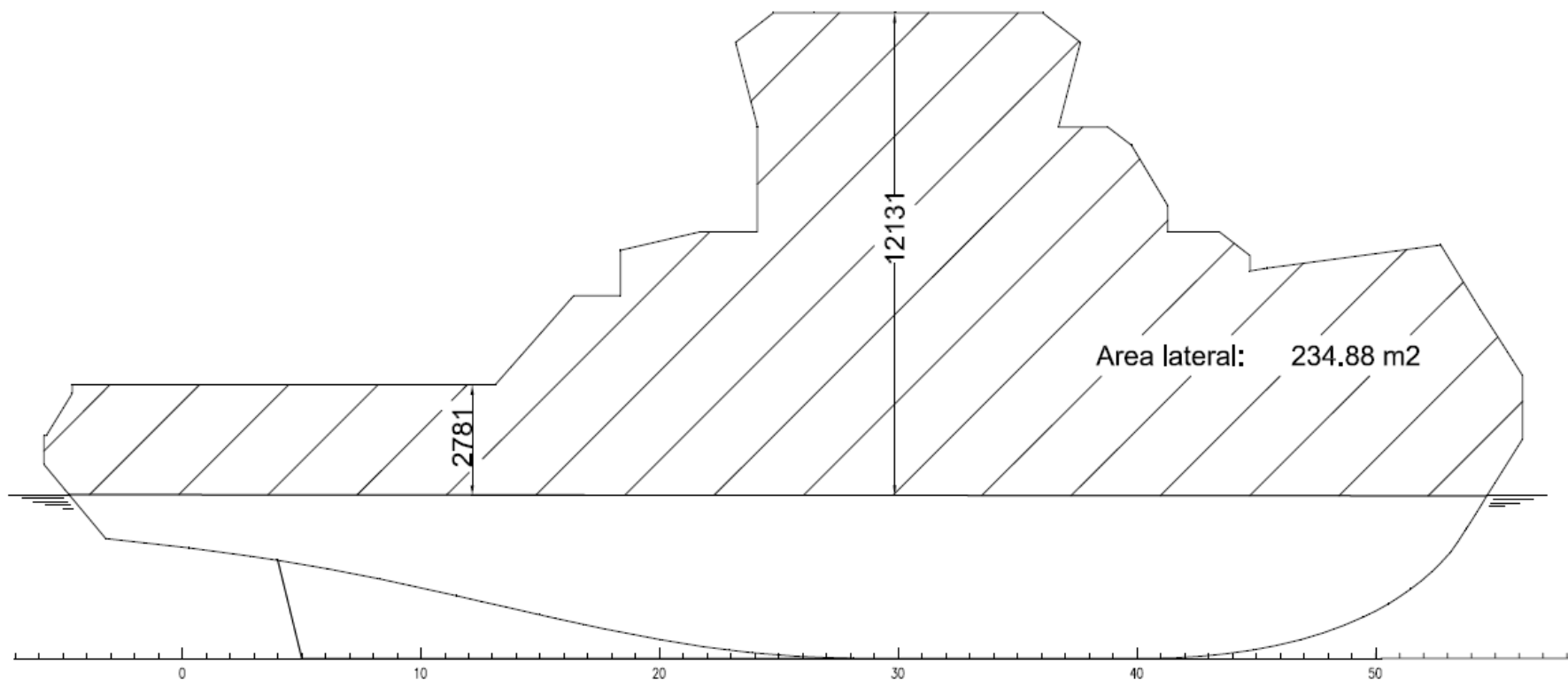
El arco de remolque se diseña especialmente para el guinche de remolque seleccionado, de manera tal que el cable de remolque correspondiente a cada tambor trabaje en una sección rectangular independiente. (Ver croquis **anexo A.10**). El mismo se diseña para que soporte cargas mayores a 143 T que son las que soporta el guinche de remolque.

Gancho de remolque

El gancho de remolque se selecciona en base al bollard pull del remolcador. Posee un disparo rápido operado electro-hidráulicamente para 75 T. (Ver **anexo A.11**).

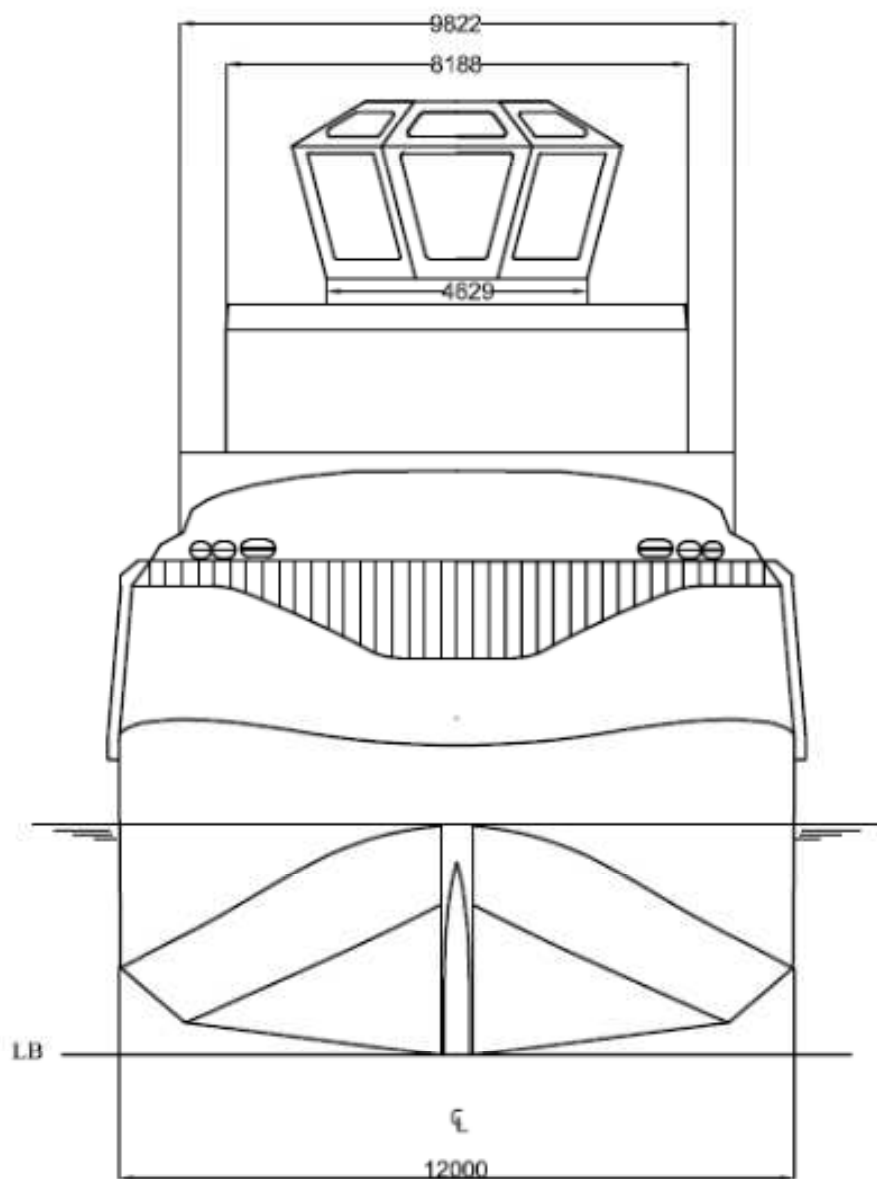
Anexo

A.1 (Plano Geométrico)



Nota: Todas las cubiertas de la superestructura poseen una manga mayor a B/4.

Sección Transversal:

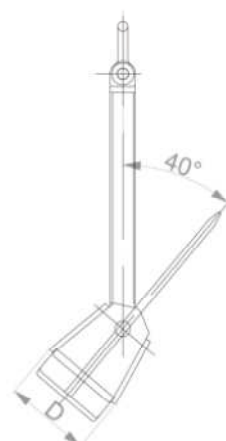
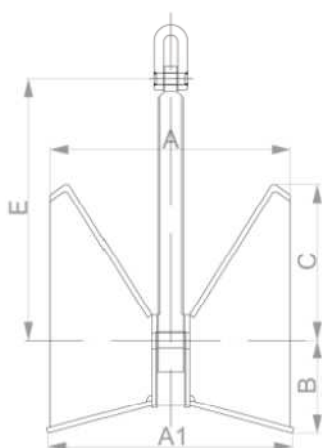


A.2 (Ancla)

DAMEN ANCHOR & CHAIN FACTORY

HYT-12 HHP

FULLY BALANCED



NOMINAL
WEIGHT
(mm)

SIZE (mm)

	A	B	C	D	E	F
855	1286	1306	500	841	482	1411
1000	1360	1380	528	885	503	1480
1080	1400	1420	542	915	520	1530
1130	1410	1430	547	917	521	1544
1195	1458	1479	566	949	540	1597
1305	1486	1509	579	973	556	1634
1440	1535	1560	596	1001	578	1683
1575	1584	1608	615	1032	596	1735
1710	1628	1651	632	1060	612	1782

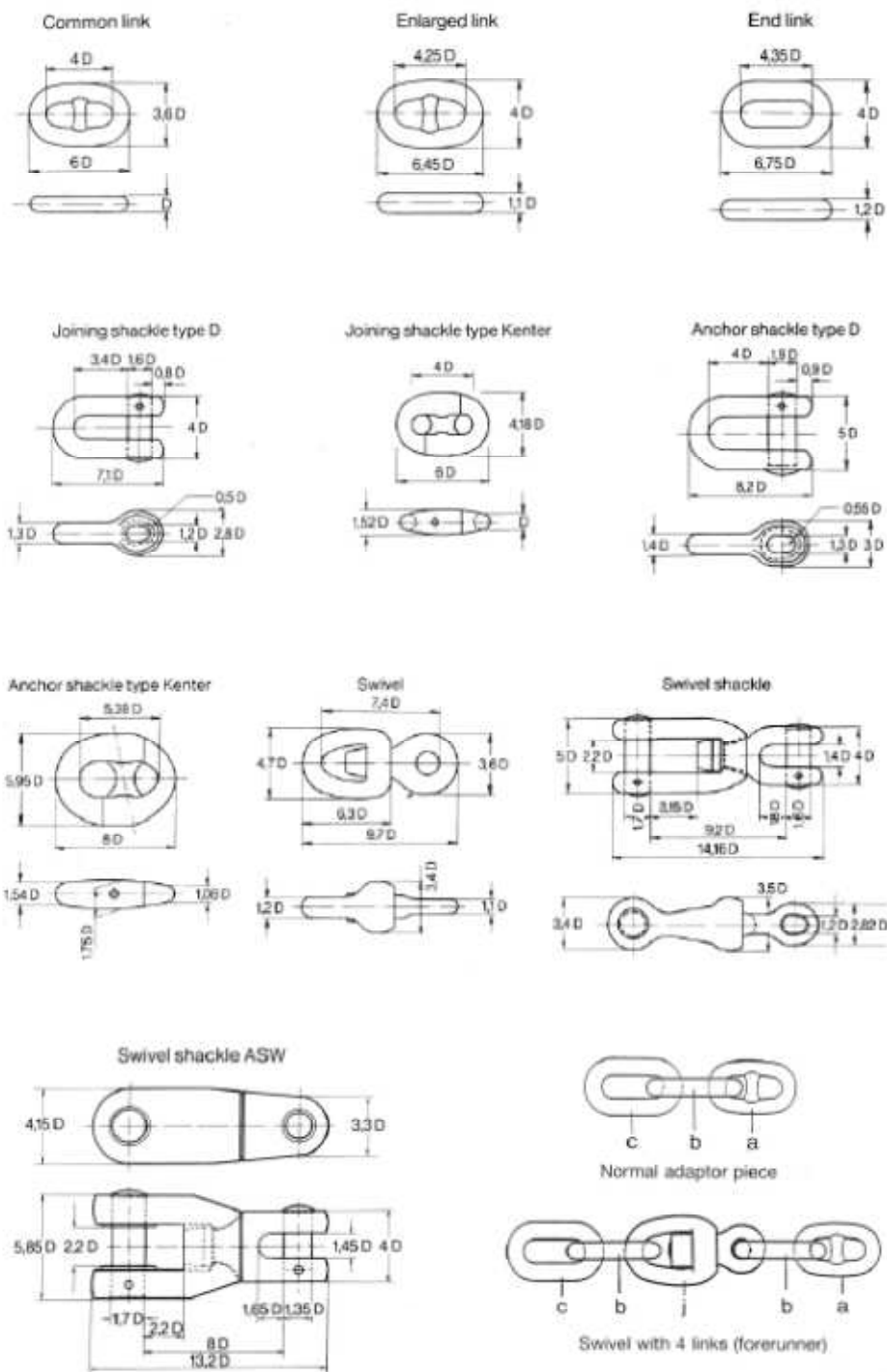
El ancla seleccionada es una Damen modelo HYT-12 HHP de 1305 Kg.

A.3 (Cadena-Eslabones)

Diameter		Std. Link Chain Weights		Common Link	Enlarged Link	End Link	Joining Shackle Kenlar	Joining Shackle Type D	Anchor Shackle Type D	Swivel	Swivel Shackle
mm	inches	kg/m	kg/27.5m	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
12.5	1/2	3.5	96	0.17	0.23	0.23	0.39	0.8	1.1	0.9	—
14	9/16	4.4	121	0.24	0.32	0.36	0.51	1.1	1.3	1.3	—
16	5/8	5.8	160	0.36	0.50	0.51	0.62	1.3	1.6	1.7	—
17.5	7/8	7.0	193	0.47	0.74	0.68	0.82	1.6	2.0	2.1	—
19	3/4	8.1	223	0.60	0.88	0.89	1.00	1.8	2.5	2.5	—
20.5	7/8	10.0	275	0.75	1.10	1.13	1.35	2.1	3.3	3.1	—
22	7/8	11.1	305	0.93	1.25	1.28	1.6	2.5	4.0	3.5	10
24	1 1/16	13.3	366	1.21	1.70	1.77	2.0	3.5	5.0	5.0	14
26	1	15.7	432	1.55	2.15	2.20	2.7	4.3	6.0	6.0	18
28	1 1/8	18.3	503	1.9	2.8	2.9	3.3	5.0	8.0	7.5	23
30	1 1/4	21.0	578	2.4	3.2	3.3	3.9	7.0	9.5	9.0	28
32	1 1/2	23.9	657	2.9	3.9	4.0	4.6	7.5	12.0	11.0	33
34	1 3/8	27.0	743	3.4	4.7	5.0	5.8	9.5	14.0	13.5	38
36	1 3/8	30.2	831	4.0	5.5	5.9	6.6	11.0	17.0	16.0	46
38	1 7/8	33.7	927	4.7	6.1	6.8	7.8	13.0	20.0	19.0	53
40	1 7/8	37.1	1020	5.5	7.1	8.0	9.1	15.0	23.0	23.0	61
42	1 7/8	40.5	1114	6.4	8.4	9.6	10.5	17.5	26.0	27.0	69
44	1 7/8	44.3	1218	7.4	10.0	11.2	12.2	20.0	29.0	32.0	75
46	1 7/8	48.5	1334	8.5	11.5	13.0	14.0	22.5	33	37.0	82
48	1 7/8	52.8	1452	9.8	13.1	15.0	16.0	26.0	37	44.0	90
50	2	57	1568	11	15	17	18	29	41	57	97
52	2 1/16	62	1705	13	17	20	20	31	45	57	105
54	2 1/8	66	1815	14	19	22	20	34	50	67	113
56	2 1/8	71	1953	16	21	23	24	38	54	67	120
58	2 1/4	77	2118	17	23	25	28	44	65	80	129
60	2 1/4	83	2283	19	25	27	28	48	70	95	140
62	2 1/4	88	2420	21	28	30	33	52	76	95	140
64	2 1/2	94	2585	23	31	34	38	57	82	112	155
66	2 1/2	100	2750	25	34	38	38	66	94	130	180
68	2 1/2	107	2943	27	37	42	44	70	101	130	180
70	2 3/4	114	3135	30	40	45	44	75	108	152	200
73	2 3/8	124	3410	34	45	52	51	87	124	172	250
76	3	135	3713	39	50	59	58	99	141	194	315
78	3 1/16	142	3905	42	55	63	65	106	150	194	315
81	3 1/8	154	4235	46	61	70	74	119	171	220	375
84	3 1/8	166	4565	52	68	78	84	134	193	242	425
87	3 1/4	178	4895	58	75	86	94	150	218	270	475
90	3 1/2	189	5198	64	82	95	105	167	243	300	540
92	3 1/2	199	5473	68	88	100	105	175	256	325	570
95	3 3/4	211	5803	75	98	112	115	200	290	350	610
97	3 3/4	220	6060	80	102	120	135	210	305	350	610
100	3 7/8	234	6435	88	112	130	150	230	335	385	680
102	4	243	6683	93	120	139	150	243	350	420	772
107	4 1/8	266	7315	109	140	158	175	285	410	495	830
111	4 1/4	298	7893	120	160	175	200	305	445	535	860
114	4 1/2	304	8360	130	173	193	225	325	475	570	900
117	4 3/8	317	8718	142	185	210	225	345	505	610	950
122	4 3/4	345	9488	160	210	235	267	380	550	650	1000
127	5	375	10313	182	235	260	315	420	600	720	1080
132	5 1/8	400	11000	205	260	305	370	480	675	780	1150
137	5 1/4	436	11990	230	285	330	390	550	750	900	1500
142	5 1/2	467	12843	255	325	375	450	650	900	1100	1900
147	5 3/4	489	13723	280	395	410	505	720	1055	1200	2100
152	6	535	14713	310	410	460	545	810	1200	1400	2500
157	6 1/8	570	15675	345	455	510	605	900	1340	1550	2800
162	6 3/4	610	16775	375	500	560	660	980	1450	1700	3000

El diámetro de los eslabones de 32 mm como lo pide la regla.

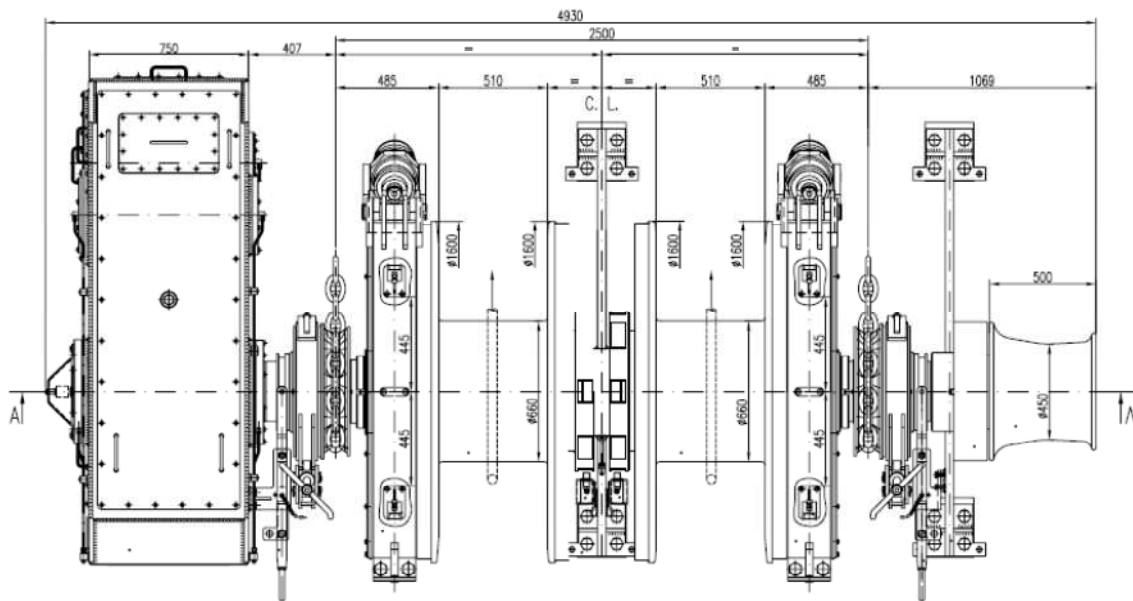
D = nominal diameter or chain.



A.4 (Guinche combinado de fondeo y amarre)

- **Guinche hidráulico de remolque/fondeo de proa**

- Cantidad: 1
- Marca: DMT
- Modelo: 211-H22
- Tiro a la velocidad 1: 35 ton hasta 9,2 m/min.
- Tiro a la velocidad 2: 8,5 ton hasta 28 m/min.
- Fuerza de frenado del cabo: 150 ton.
- Tiro nominal sobre la línea de fondeo: 2,7 ton.
- Tiro máximo sobre la línea de fondeo: 8 ton.
- Velocidad de cobrado del ancla: 16 m/min.
- Fuerza de frenado del ancla: 22,4 ton.
- Accionado por un motor hidráulico Staffa HMC-125.

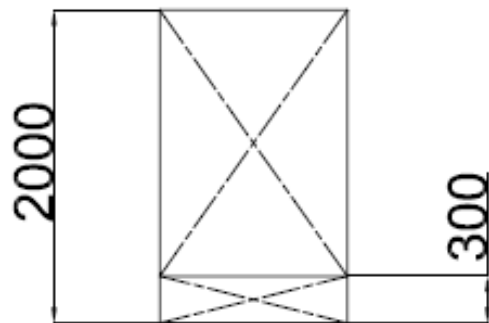


El texto se extrajo de las especificaciones técnicas de máquinas del Remolcador Ranquel que se encuentra como uno de los buques base. El mismo cumple con la capacidad de frenado del cabrestante requerido por el Bureau Veritas (11,9 Ton), y además con la fuerza de frenado para realizar maniobras de puerto requerida (100,6 Ton). Además el barbotín se ajusta para un tamaño de cadenas de grado 2 y diámetro de 32 mm.

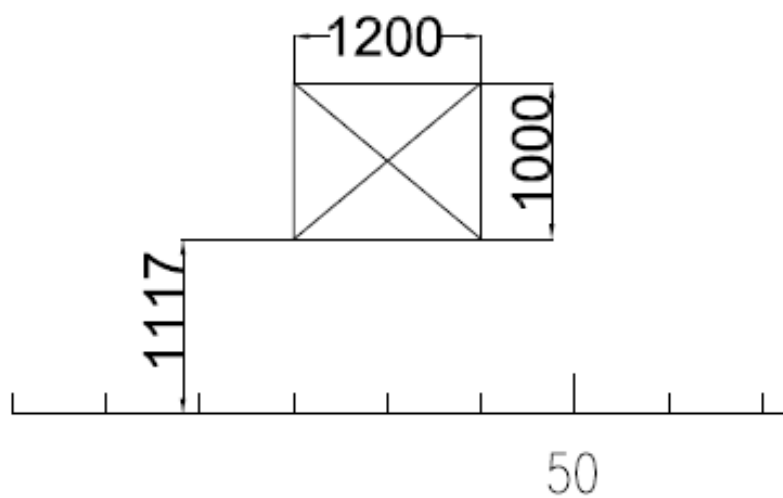
Aclaración: El estopor viene incluido con el guinche.

A.5 (Croquis Caja de Cadenas)

VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR



CUBIERTA
PRINCIPAL



Nota: Todas las cotas se encuentran en mm.

A.6 (Cabos de amarre)

Los cabos de amarre se seleccionan de forma tal que posean una carga de rotura mínima que sea mayor a la calculada en la peor condición de maniobra de amarre ($18,4 T = 180,5 \text{ kN}$). Por otro lado se elijen cabos de poliamida, la cual posee una excelente resistencia a la abrasión y a los rayos UV, razones por las cuales se utiliza normalmente para amarres.

Descripción:

Cabo de 8 cordones squareline fabricado a base de fibras de Poliamida de alta tenacidad. El proceso especial de torcido que empleamos para su fabricación le confiere mayor duración al roce. Se fabrica de 6 m/m hasta 128 m/m.

Aplicaciones:

- Amarres.
- Remolque.
- Industria.
- Pesca.
- Náutica.

Características:

- Materia prima: Poliamida. (AT)
- Peso específico 1.14.
- Absorción de agua del 1 al 7%.
- Flotabilidad negativa.
- Buena elasticidad.
- Buena flexibilidad.
- Buena resistencia a la exposición de los rayos UV.
- Excelente resistencia a la abrasión.
- Empalmable.

Diámetro m/m Diameter m/m Diamètre m/m	Pulgadas de mena Inches circumference Pouce circonférence	Peso gr/mt Weight gr/m Poids gr/m	Carga rotura mínima daN Breaking load daN C. rupture minimum daN
6	3/4	22	869
8	1	39	1491
10	1 1/4	62	2265
12	1 1/2	89	3188
14	1 3/4	121	4256
16	2	158	5466
18	2 1/4	200	6817
20	2 1/2	247	8305
22	2 3/4	298	9929
24	3	355	11688
26	3 1/4	417	13580
28	3 1/2	483	15604
30	3 3/4	555	17759
32	4	631	20042
34	4 1/4	713	22454
36	4 1/2	799	24994
38	4 3/4	890	27660
40	5	986	30451
42	5 1/4	1087	33367
44	5 1/2	1193	36407
46	5 3/4	1304	39571
48	6	1420	42857
50	6 1/4	1541	46265
52	6 1/2	1667	49795

A.7 (Cabo de remolque)

El cabo de remolque es esencial en el remolcador, ya que debe poseer una serie de cualidades para poder ser utilizado. Actualmente las espías HMPE o UHMPE son las más utilizadas en el mercado, ya que poseen un conjunto de propiedades que las hace superiores frente a otros materiales. Las propiedades que poseen se pueden observar a continuación.

2D800 DYNAFORT

DYNAFORT -- DYNAFORT

Características:

- Materia prima: Polietileno, 100% Dyneema®. (HMPE)
- Peso específico 0.97.
- Absorción de agua del 0,1%.
- Flotabilidad positiva.
- Buena flexibilidad.
- Resistencia media a la exposición de los rayos UV.
- Resistencia a la abrasión media.
- Empalmable.
- Antigiratoria.
- Tratamiento termofijado.
- Temperatura máxima 70° C.
- Punto de fusión 140° C.

Aplicaciones:

- Amarres.
- Remolque.
- Piloto líneas.
- Guías.
- Balización.

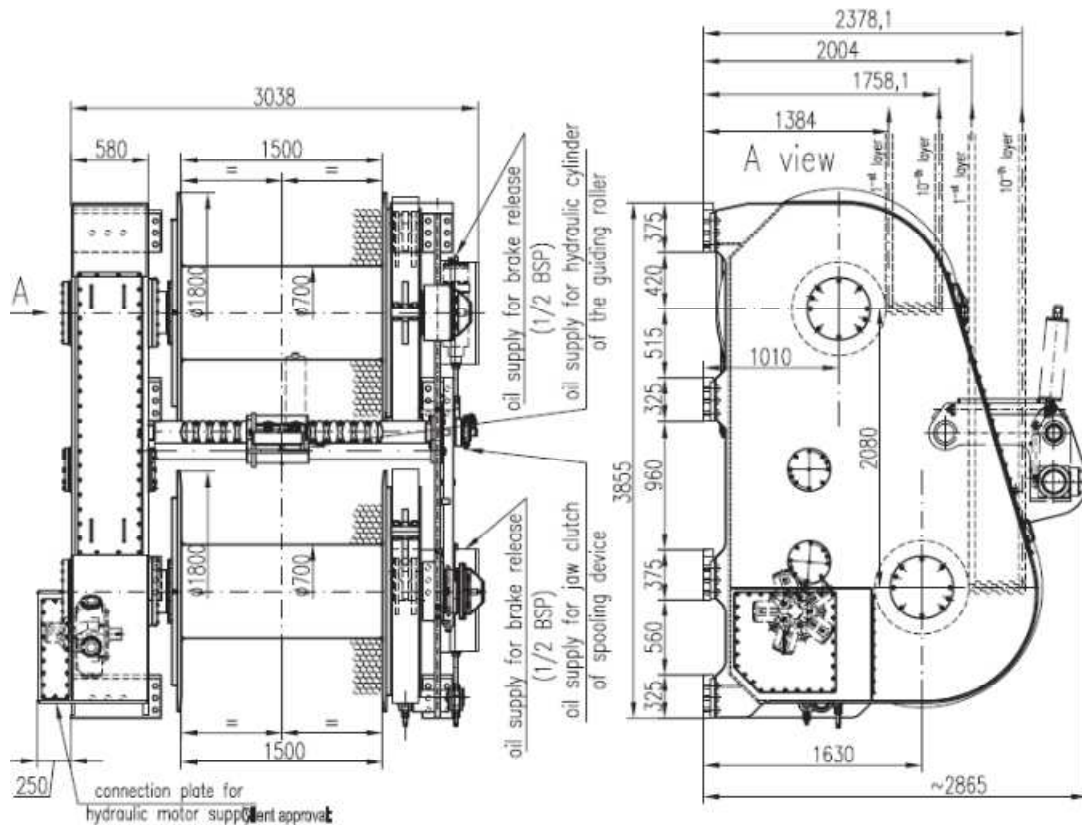
Descripción:

Cabo trenzado de 12 cordones fabricado a base de fibras de Polietileno de alto módulo, 100% Dyneema® (UHMW). Es un cabo ideal para la sustitución de los cables de acero, debido a su gran resistencia, ligereza, flexibilidad y seguridad. Es la driza más resistente en relación peso/carga de rotura. Para mayor protección, puede suministrarse con cubierta trenzada de Poliéster. Se fabrica de 6 m/m hasta 80 m/m.

Diámetro m/m Diameter m/m Diamètre m/m	Pulgadas de mena Inches circumference Pouce circonférence	Peso gr/mt Weight gr/m Poids gr/m	Carga rotura mínima daN Breaking load daN C. rupture minimum daN
6	3/4	22	3068
8	1	39	5455
10	1 1/4	61	10879
12	1 1/2	90	16014
14	1 3/4	122	21876
16	2	160	27519
18	2 1/4	204	35080
20	2 1/2	261	41355
22	2 3/4	316	50039
24	3	376	58310
26	3 1/4	423	656012
28	3 1/2	491	74464
30	3 3/4	564	81765
32	4	600	87007
34	4 1/4	677	98223
36	4 1/2	701	102803
38	4 3/4	846	111539
40	5	916	120737
42	5 1/4	1009	133113
44	5 1/2	1090	143791
46	5 1/4	1192	157160
48	6	1298	171124
50	6 1/4	1408	185681
52	6 1/2	1523	200833
54	6 1/4	1642	216578
56	7	1766	232918
60	7 1/2	1995	246659
64	8	2261	279502
68	8 1/2	2552	315531
72	9	2861	330162
76	9 1/2	3188	367865
80	10	3533	407607

(Guinche de Remolque)

Se selecciona un guinche DMT Marine Equipment WAHTW-H400 KN, el cual posee 2 tambores permitiendo realizar maniobras de anclas y remolque. (Capacidad al freno de 1400 kN).



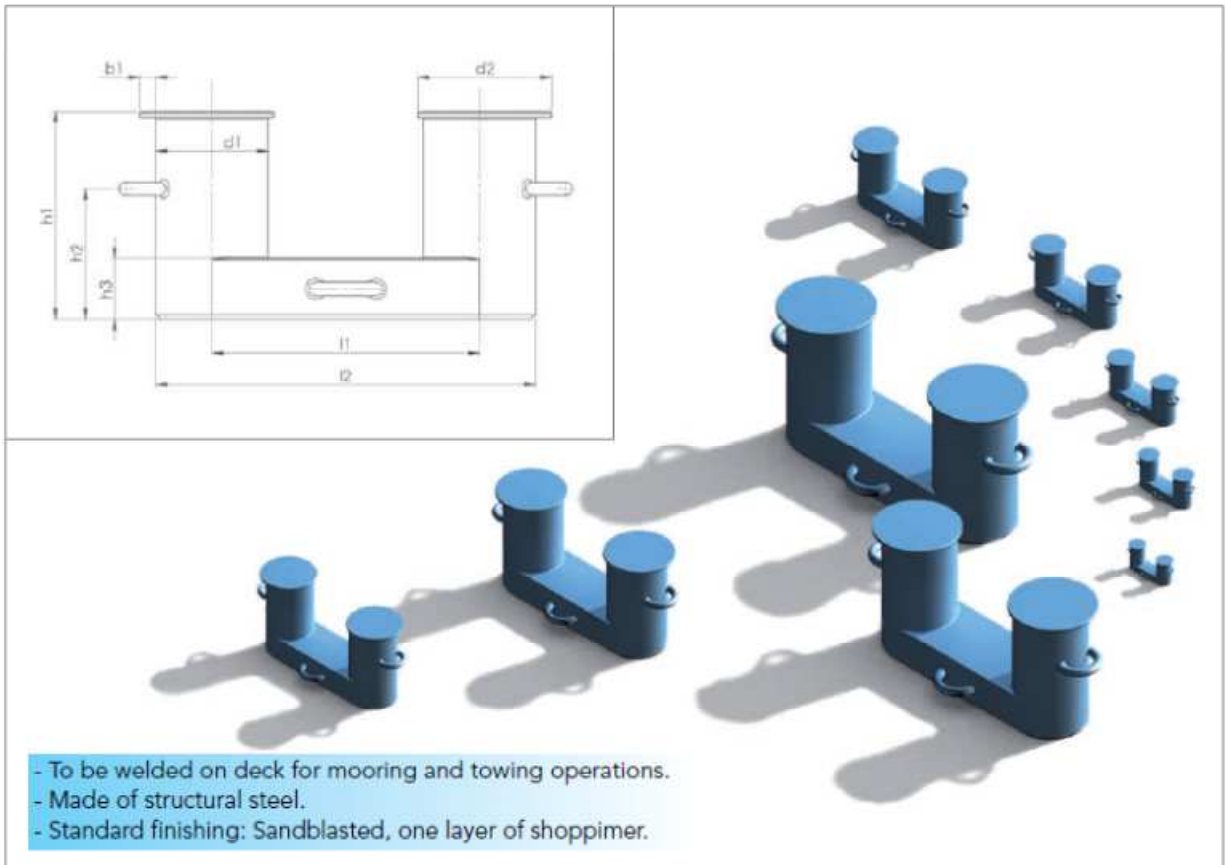
TECHNICAL CHARACTERISTICS	
Steel cable	Ø48 mm
Storage capacity towing drum	1000 m/10 layers
Storage capacity AH drum	1000 m/10 layers
ON EACH DRUM (NOT SIMULTANEOUSLY)	Nominal pull / 1 st layer
	Towing speed / 1 st layer
	Nominal pull / 5 th layer
	Towing speed / 5 th layer
	Brake holding force on 1 st layer
Hydraulic driven STAFA HMC-200	Displacement
	Rotation
	Nominal flow
	Nominal pressure (Δp)

Order number:	DMT 2701	Net weight:	~26000 Kg	Data:	27.02.2012
Design	DRM	Scale	14415	1/1	
Checked	LT	1:40			
			WATERFALL ANCHOR HANDLING TOWING WINCH type WAHTW-H400 KN		

A.8 (Bitas)

El color amarillo indica las bitas que son para las líneas de amarre, mientras el color rojo indica las bitas para las líneas de remolque.

Bollards NS 2584 / BI-11



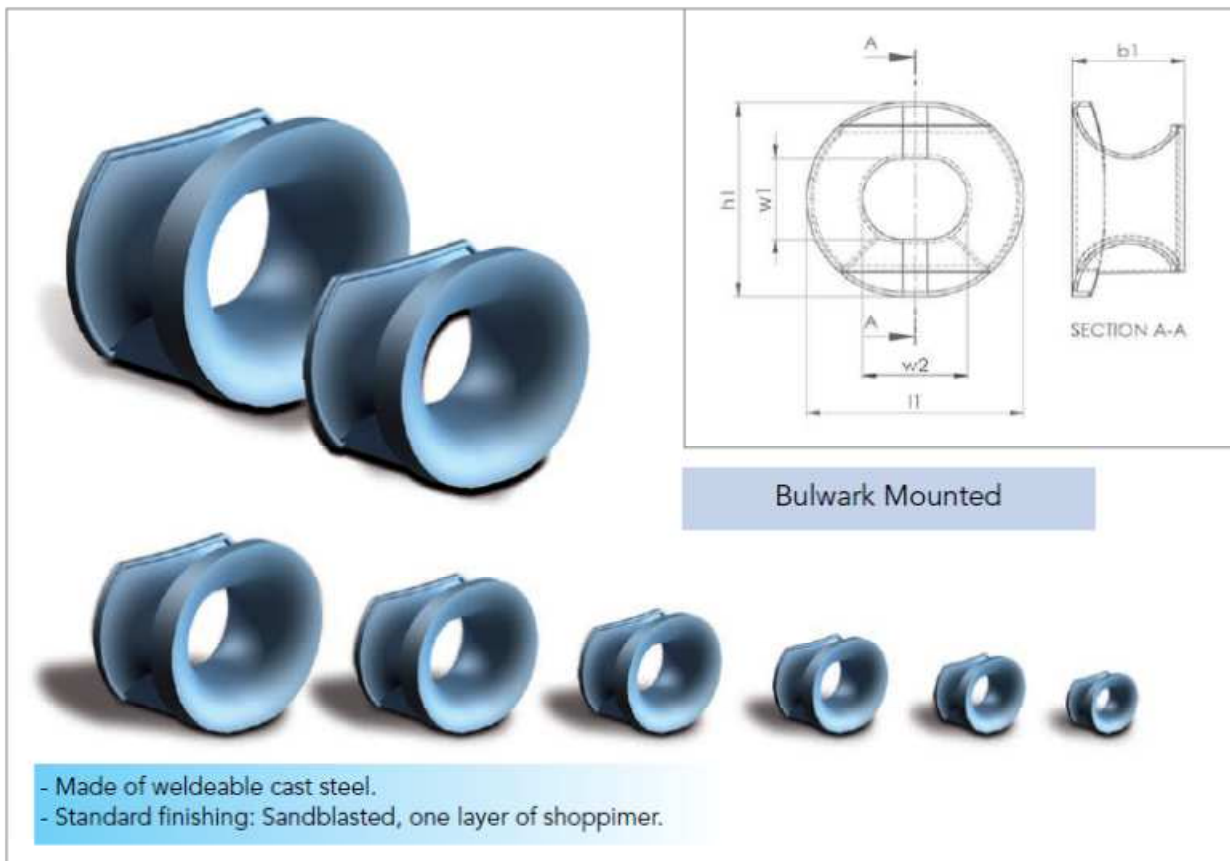
Dimensions in mm

Model	When mooring (1)	When towing (2)	d1	d2	h1	h2	h3	l1	l2	b1
BI-11(125)	4.5 Tn	13 Tn	140	170	256	165	80	315	455	20
BI-11(160)	5.5 Tn	15.5 Tn	168	200	306	195	90	400	568	24
BI-11(200)	10 Tn	28.5 Tn	219	260	406	250	100	500	719	32
BI-11(250)	13 Tn	36.5 Tn	273	330	510	315	125	630	903	40
BI-11(315)	20.5 Tn	54 Tn	324	390	610	375	150	800	1124	48
BI-11(400)	28 Tn	74 Tn	406	480	710	435	175	1000	1406	56
BI-11(500)	51 Tn	130	508	600	842	515	200	1250	1758	72
BI-11(630)	61.5 Tn	155	610	720	1016	615	225	1570	2180	88
BI-11(710)	81.5 Tn	215	711	830	1116	675	250	1750	2451	96x

A.9 (Porta espías)

Para Amarre y Remolque:

Model A DIN - 81915

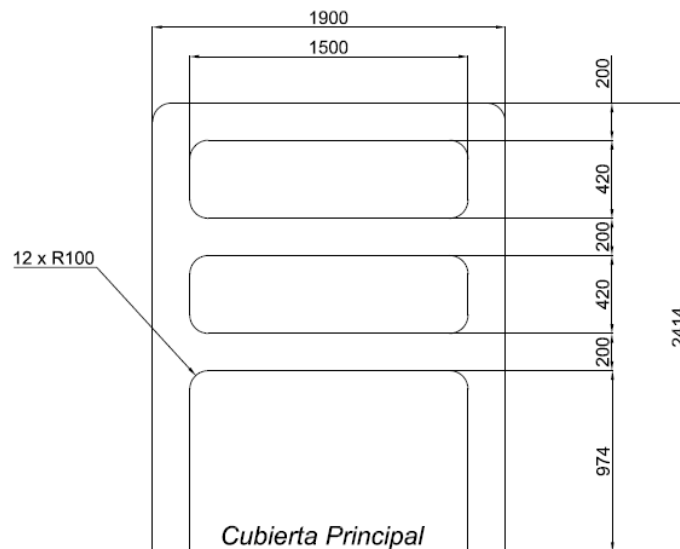


Dimensions in mm

Model	SWL	Wire window (w1 x w2)	l1 x h1 x b1	Weight
GA-1	5 Tn	125 x 90	285 x 160 x 250	18
GA-2	10 Tn	160 x 115	360 x 200 x 315	26
GA-3	16 Tn	200 x 140	450 x 250 x 390	42
GA-5	25 Tn	250 x 180	550 x 300 x 480	74
GA-8	40 Tn	320 x 225	680 x 360 x 585	120
GA-12	65 Tn	400 x 270	840 x 440 x 710	185
GA-20	100 Tn	500 x 320	1020 x 520 x 840	285
GA-32	160 Tn	600 x 400	1300 x 700 x 1100	795

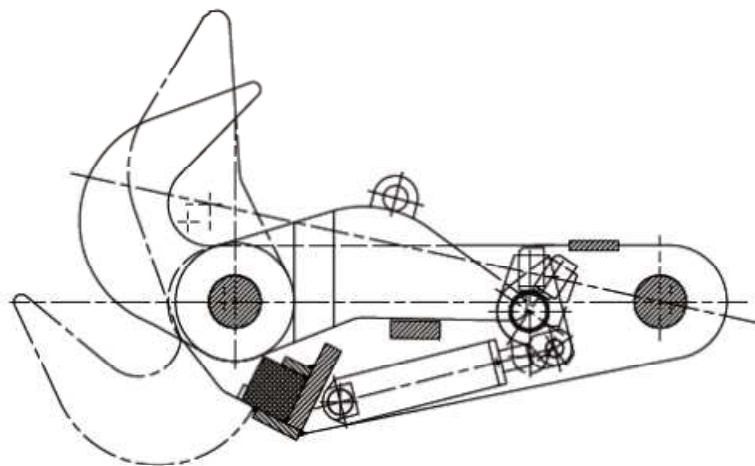
A.10 (Arco de Remolque)

Croquis Arco de Remolque



A.11 (Gancho de Remolque)

Standard Seebeck® Quick Release Towing Hooks
with a bollard pull up to 75 tons.



electro-hydraulically operated

A.12 (Registro de pruebas de Bollard Pull – Remolcador Ranquel)

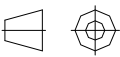
Bollard Pull Record										Date	09-Jan-14
Principal Particulars : RANQUEL											
Vessel	: Loa	32.72	Lbp	27	30.3	Bm	12.0	Dm	5.2		
Design Draft Fwd			-		Aft		-		Mean	4.3	Type TUG
Engine	: Model	6L28HX	Ser.No.	25937.8	1654 kW	750			min-1		
Clutch	: Model	HLP80Y	Ser.No.	CL03037.8	T.C. : Model		TPS57F33	Ser.No.	Xi302986.7		
Propeller	: Dia	2300	mm	Pitch	2210	mm	No. of Brads		4	Dev. Area	0.78
Trial Condition		: Draft Fwd	3.47	Aft		3.51	Displacement			498	ton.
		Weather	Fain	Wind		non	Appearance of Sea			Calm	
Order				AHEAD S	AHEAD P	ASTERN S	ASTERN P				
Load		%	100	100	100	100					
Bollard Pull		ton	60.2	60.2	55.5	55.5					
Engine Speed		min ⁻¹	750	750	750	750					
Propeller Speed		min ⁻¹	274	274	274	274					
Fuel Handle Pointer		—	6.5	6.4	6.4	6.3					
GV Control Air		MPa	0.31	0.31	0.31	0.31					
Press.	Eng. Lube. Oil	MPa	0.56	0.56	0.56	0.56					
	F.W. Cooling		0.31	0.32	0.31	0.32					
	S.W. Cooling		0.13	0.13	0.13	0.13					
	Charge Air		0.221	0.219	0.211	0.209					
	Turbo Charger Lube. Oil		0.30	0.30	0.30	0.30					
	Fuel Oil		0.12	0.12	0.12	0.12					
Lube. Oil Temp.	Cooler Inlet	°C	53	54	54	54					
	Eng. Inlet		50	50	50	50					
Cooling Water Temp.	F.W. Eng. Inlet	°C	65	65	65	65					
	F.W. Eng. Outlet		67	67	67	67					
	S.W. Cooler Inlet		12	12	12	12					
Turbo Charger	Shaft speed	min-1	36030	35850	35470	35320					
	Boost Air Temp.	°C	29	28	28	28					
	Out Exh. Gas Temp.		310	300	310	300					
Max. Press.	No. 1 Cylinder	MPa	-	-	-	-					
	No. 2 Cylinder		-	-	-	-					
	No. 3 Cylinder		-	-	-	-					
	No. 4 Cylinder		-	-	-	-					
	No. 5 Cylinder		-	-	-	-					
	No. 6 Cylinder		-	-	-	-					
Mean			-	-	-	-					
Exh. Gas Temp.	No. 1 Cylinder	°C	310	320	305	320					
	No. 2 Cylinder		310	310	310	305					
	No. 3 Cylinder		315	310	310	320					
	No. 4 Cylinder		315	310	305	320					
	No. 5 Cylinder		315	310	310	310					
	No. 6 Cylinder		310	320	305	320					
	Mean		313	313	308	316					
F.I.P. Rack Index	No. 1 Cylinder	mm	21.0	20.5	20.5	20.0					
	No. 2 Cylinder		20.5	21.0	20.0	20.5					
	No. 3 Cylinder		20.5	20.5	20.0	20.0					
	No. 4 Cylinder		21.0	20.5	20.5	20.0					
	No. 5 Cylinder		20.5	20.5	20.0	20.0					
	No. 6 Cylinder		20.5	21.0	20.0	20.5					
	Mean		20.7	20.7	20.2	20.2					
Clutch & ZP	Clutch Oil Press.	MPa	0.28	0.29	0.28	0.29					
	Lub. Oil Press.		1.80	1.80	1.80	1.80					
	Charge Pump Press		2.40	2.40	2.40	2.40					
	Lub. Oil Cooler Inlet Temp.	°C	42	42	42	42					
	Lub. Oil Cooler Outlet Temp.		41	41	41	41					
Room Temp.		°C	12.0	12.0	12.0	12.0					

Bibliografía

- Safety Guidelines for Design, Construction and Operation of Tugs - NI 617, SEC 8 – Bureau Veritas
- Rules for the classification of steel ships Part B, Ch 9, Sec 4 – Bureau Veritas
- Sistema de Amarre y Fondeo - Unidad IV Alistamiento Naval – Norberto Fiorentino
- Proyecto Básico del Buque Mercante Capítulo 2.11 Remolcadores – Manuel Meizoso Fernández, Ricardo Alvariño Castro y Juan José Azíproz
- Artículo del Círculo Naval Español – Francisco Javier Álvarez Laita
- Oilfield Seamanship Series -Volume Four Towing – Michael Hancox
- www.nauticexpo.com – Obtención de catálogos
- Especificaciones técnicas de cubierta –Remolcador Ranquel – Cosenav
- Specifications Azimuth Stern Drive Tug 2810 – Damen Shipyards
- <http://www.dmt-winch.es.com/>
- <http://www.rolls-royce.com/products-and-services/marine/market-sectors/cruise-and-ferry/deck-machinery.aspx>
- <http://www.hatlapa.de/products/deck-machinery/>

Índice

A	Introducción.....	2
	Datos Generales del Buque.....	2
	Cálculo del Sistema de Achique.....	2
	Diámetro mínimo de la línea principal.....	2
B	Diámetro mínimo de ramales y colectores.....	3
	Verificación de espesores mínimos.....	5
	Clase de tuberías.....	6
	Capacidad y cantidad de bombas de achique.....	7
	Cálculo de pérdidas de carga y altura manométrica requerida.....	8
C	Selección de la bomba de achique.....	9
	Verificación del ANPA de la bomba con el ANPA de la instalación.....	10
	Selección del Separador de agua oleosas	10
	Cálculo del Sistema de Lastre.....	12
	Dimensionamiento de ramales y colectores.....	12
	Capacidad y cantidad de bombas de lastre	13
D	Cálculo de pérdidas de carga y altura manométrica requerida.....	13
	Selección de la bomba de achique.....	14
	Verificación del ANPA de la bomba con el ANPA de la instalación.....	15
	Anexo.....	16
	Bibliografía.....	19

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE Gonzalo Abal			
FECHA 17/11/17			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-618-001	0	1	19
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
	618-001	A4	



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

CÁLCULO DE SISTEMAS DE ACHIQUE Y LASTRE

0	Inicial	17/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

Introducción

El propósito del trabajo es seleccionar y disponer todos los medios de lucha contra incendio que verifiquen con todos los requerimientos de la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas, SOLAS, El Código Internacional de Sistemas de Seguridad y las Ordenanzas Marítimas de PNA.

Datos Generales del Remolcador

<i>Características Generales del Remolcador de Salvamento Marítimo</i>		
Dimensiones	Valor	unidades
<i>Eslora total (LOA)</i>	37.175	m
<i>Eslora entre perpendiculares (LPP)</i>	32.8	m
<i>Eslora en flotación (LWL)</i>	35.6	m
<i>Manga (B)</i>	12	m
<i>Puntal (D)</i>	5.6	m
<i>Calado de diseño (T)</i>	4.1	m
<i>Coeficiente de sección media (CM)</i>	0.898	-
<i>Coeficiente prismático (CP)</i>	0.635	-
<i>Coeficiente de bloque (CB)</i>	0.571	-

Cálculo del Sistema de Achique

Dimensionamiento de Colectores y Ramales

El dimensionamiento de los ramales y colectores del sistema de achique se realiza acorde a las reglamentaciones del Bureau Veritas mencionadas en “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part C, Ch 1, Sec 10/6.8”.

Diámetro mínimo de la línea principal

6.8 Size of bilge pipes

6.8.1 Bilge main line

- a) The diameter of the bilge main is to be calculated according to the following formula:

$$d = 25 + 1,68\sqrt{L(B + D)}$$

where:

d : Internal diameter of the bilge main, in mm

L and B : Length and breadth of the ship as defined in Pt B, Ch 1, Sec 2, in m

D : Moulded depth of the ship to the bulkhead deck, in m, provided that, in a ship having an enclosed cargo space on the bulkhead deck which is internally drained in accordance with the requirements of [8.5.3] and which extends for the full length of the ship, D is measured to the next deck above the bulkhead deck. Where the enclosed cargo spaces cover a lesser length, D is to be taken as the moulded depth to the bulkhead deck plus $l \cdot h/L$ where l and h are the aggregate length and height, respectively, of the enclosed cargo spaces. in m.

Datos de entrada:

$$L = 35,136 \text{ m} \qquad B = 12 \text{ m} \qquad D = 5,6 \text{ m}$$

Resultados:

$$d = 66,78 \text{ mm}$$

Tubería comercial seleccionada:

DN65 serie DIN 2441

Diámetro mínimo de los ramales y colectores

6.8.3 Branch bilge suction pipes

- a) The internal diameter, in mm, of pipes situated between distribution boxes and suctions in holds and machinery spaces is not to be less than the diameter given by the following formula:

$$d_1 = 25 + 2,16 \sqrt{L_1(B + D)}$$

where:

B and D : as defined in [6.8.1]

L_1 : Length of the compartment, in m.

d_1 is not to be less than 50 mm and need not exceed 100 mm.

Datos de entrada:

$$B = 12 \text{ m} \qquad D = 5,6 \text{ m}$$

La longitud compartimiento se especifica en la siguiente tabla para cada ramal y colector calculado. Cada compartimiento posee un ramal, excepto CCMM que posee 2 ramales.

Tabla de dimensionamiento de tuberías

RAMALES							
Compartimiento	c (m)	dB (mm)	dB1 (mm)	dN (mm)	dNi (mm)	dNe (mm)	t (mm)
CCMM (DF)	23,10	68,6	48,5	DN 50	51,3	60,3	4,5
Cuarto de Timones	4,80	44,9	44,9	DN 50	51,3	60,3	4,5
Caja de Cadenas	1,40	35,7	35,7	DN 40	40,3	48,3	4
Pañol de proa	3,10	41,0	41,0	DN 40	40,3	48,3	4

LINEA PRINCIPAL							
Compartimiento	c (m)	dB (mm)	dB1 (mm)	dN (mm)	dNi (mm)	dNe (mm)	t (mm)
Línea Principal	35,136	66,8	-	DN 65	67,1	76,1	4,5

dB: Diámetro requerido para el ramal de cada compartimiento.

dB2 : Diámetro requerido para compartimientos que tienen más de un ramal. En este caso se dispuso de 2 ramales por cada compartimiento.

Todas las tuberías, incluyendo los ramales y la línea principal son designación División Industrial serie pesada *DIN 2441* para cumplir con la verificación de espesores que se indican a continuación. Todos se dimensionaron dentro de los 6 mm de la tubería comercial más cercana tal como lo indica la regla. En todos los casos las tuberías son Clase III.

Verificación espesores mínimos

Además todas las tuberías seleccionadas deben cumplir con los espesores mínimos requeridos que se indican en la tabla que se muestra abajo extraída de “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part C, Ch 1, Sec 10/Table 6”.

Table 6 : Minimum wall thickness for steel pipes

External diameter (mm)	Minimum nominal wall thickness (mm)			Minimum reinforced wall thickness (mm) (2)	Minimum extra-reinforced wall thickness (mm) (3)
	Pipes in general (1)	Vent, overflow and sounding pipes for integral tanks (1) (5)	Sea water pipes, bilge and ballast systems (1) (4)		
10,2 - 12,0	1,6	–	–	–	–
13,5 - 19,3	1,8	–	–	–	–
20,0	2,0	–	–	–	–
21,3 - 25,0	2,0	–	3,2	–	–
26,9 - 33,7	2,0	–	3,2	–	–
38,0 - 44,5	2,0	4,5	3,6	6,3	7,6
48,3	2,3	4,5	3,6	6,3	7,6
51,0 - 63,5	2,3	4,5	4,0	6,3	7,6
70,0	2,6	4,5	4,0	6,3	7,6
76,1 - 82,5	2,6	4,5	4,5	6,3	7,6
88,9 - 108,0	2,9	4,5	4,5	7,1	7,8
114,3 - 127,0	3,2	4,5	4,5	8,0	8,8
133,0 - 139,7	3,6	4,5	4,5	8,0	9,5
152,4 - 168,3	4,0	4,5	4,5	8,8	11,0
177,8	4,5	5,0	5,0	8,8	12,7
193,7	4,5	5,4	5,4	8,8	12,7
219,1	4,5	5,9	5,9	8,8	12,7
244,5 - 273,0	5,0	6,3	6,3	8,8	12,7
298,5 - 368,0	5,6	6,3	6,3	8,8	12,7
406,4 - 457,2	6,3	6,3	6,3	8,8	12,7

Tabla verificación de espesores

Todas las tuberías son designación División Industrial serie pesada DIN 2441.

RAMALES			
Compartimiento	De (mm)	t tabla (mm)	t adoptado (mm)
CCMM (DF)	60,3	4	4,5
Cuarto de Timones	60,3	4	4,5
Caja de Cadenas	48,3	3,6	4
Pañol de proa	48,3	3,6	4

LINEA PRINCIPAL			
Compartimiento	De (mm)	t tabla (mm)	t adoptado (mm)
Línea Principal	76,1	4,5	4,5

Clase de tuberías

La clase de todas las tuberías para el sistema de achique se consideran clase III, teniendo en cuenta la tabla que se muestra abajo extraída de “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part C, Ch 1, Sec 10/Table 3”.

La presión de diseño y temperatura de diseño consideradas son las siguientes:

$$P_{diseño} = 0,2 \text{ MPa}$$

$$T_{diseño} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Table 3 : Class of piping systems

Media conveyed by the piping system	Class I	Class II (1) (4)	Class III (7)
Toxic media	without special safeguards (3)	not applicable	not applicable
Corrosive media	without special safeguards (3)	with special safeguards (3)	not applicable
Flammable media: • heated above flashpoint, or • having flashpoint < 60°C Liquefied gas	without special safeguards (3)	with special safeguards (3)	not applicable
Oxyacetylene	irrespective of p	not applicable	not applicable
Steam	$p > 1,6$ or $T > 300$	other (2)	$p \leq 0,7$ and $T \leq 170$
Thermal oil	$p > 1,6$ or $T > 300$	other (2)	$p \leq 0,7$ and $T \leq 150$
Fuel oil (8) Lubricating oil Flammable hydraulic oil (5)	$p > 1,6$ or $T > 150$	other (2)	$p \leq 0,7$ and $T \leq 60$
Other media (5) (6)	$p > 4$ or $T > 300$	other (2)	$p \leq 1,6$ and $T \leq 200$

(1) Valves under static pressure on oil fuel tanks or lubricating oil tanks belong to class II.
(2) Pressure and temperature conditions other than those required for class I and class III.
(3) Safeguards for reducing leakage possibility and limiting its consequences:
e.g. pipes led in positions where leakage of internal fluids will not cause a potential hazard or damage to surrounding areas which may include the use of pipe ducts, shielding, screening etc.
(4) Valves and fittings fitted on the ship side and collision bulkhead belong to class II. See also [20.4.3] b).
(5) Steering gear hydraulic piping system belongs to class I irrespective of p and T.
(6) Including water, air, gases, non-flammable hydraulic oil.
(7) The open ended pipes, irrespective of T, generally belong to class III (as drains, overflows, vents, exhaust gas lines, boiler escape pipes, etc.).
(8) Design pressure for fuel oil systems is to be determined in accordance with Tab 4.
Note 1: p : Design pressure, as defined in [1.3.2], in MPa.
Note 2: T : Design temperature, as defined in [1.3.3], in °C.
Note 3: Flammable media generally include the flammable liquids as oil fuel, lubricating oil, thermal oil and flammable hydraulic oil.

Las tuberías para el sistema de achique y lastre deberán seleccionarse teniendo en cuenta la presión y la temperatura de diseño. Según la tabla de reglamentación de la Sociedad Clasificadora que se muestra arriba las mismas serán tuberías Clase III.

Capacidad y cantidad de bombas de achique

La capacidad de las bombas de achique se calcula a partir del enunciado mencionado en “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part C, Ch 1, Sec 10/6.7.4”.

6.7.4 Capacity of the pumps

a) Each power bilge pump is to be capable of pumping water through the required main bilge pipe at a speed of not less than 2 m/s.

b) The capacity of each pump or group of pumps is not to be less than:

$$Q = 0,00565 d^2$$

where:

Q : Minimum capacity of each pump or group of pumps, in m³/h

d : Internal diameter, in mm, of the bilge main as defined in [6.8.1].

Datos:

$$d = 66,78 \text{ mm}$$

Resultados:

$$Q = \frac{5,66 \cdot (66,78)^2}{10^3} = 25,24 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{v \text{ mín}} = \frac{\pi \cdot (0,0671 \text{ m})^2}{4} \cdot 2 \text{ m/s} \cdot 3600 \text{ s/h} = 25,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Aplica el mayor de los dos.

$$Q = 25,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

La cantidad de bombas requeridas por la Sociedad Clasificadora Bureau Veritas se indica en el siguiente apartado que se extrae de “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part C, Ch 1, Sec 10/6.7”.

6.7 Bilge pumps

6.7.1 Number and arrangement of pumps

- a) For cargo ships, at least two power pumps connected to the main bilge system are to be provided, one of which may be driven by the propulsion machinery.
- b) Additional requirements for passenger ships are given in Part D.
- c) Each pump may be replaced by a group of pumps connected to the bilge main, provided their total capacity meets the requirements specified in [6.7.4].
- d) Alternative arrangements, such as the use of a hand pump in lieu of a power pump, will be given special consideration by the Society.

En el buque se dispone de 2 bombas eléctricas destinadas a los sistemas de achique, lastre e incendio. Las bombas deben ser capaces de cumplir con los requerimientos de los tres sistemas.

Cálculo de pérdidas de carga y altura manométrica requerida

La altura de pérdida de carga requerida se calcula mediante la siguiente expresión:

$$H_T = H_0 + \sum H_p$$

Donde,

H_T = Altura total manométrica requerida

H_0 = Diferencia de altura entre la aspiración y la bomba

$\sum H_p$ = Sumatoria de las pérdidas de carga localizadas por válvulas y accesorios y pérdidas de carga distribuidas por las tuberías.

$$\sum H_p = \frac{v^2}{2 \cdot g} \cdot \left(\frac{f \cdot L}{d} + \sum K \right) = H_{pd} + H_{pl}$$

El resultado de las pérdidas localizadas y distribuidas se muestra a continuación. Para el cálculo se utiliza el trayecto más lejano de las bombas de achique, que en este caso es desde los pocetes de proa de la Sala de Máquinas que se encuentran entre las cuadernas 37 y 38. Ver Plano de Achique adjunto.

Pérdidas de carga distribuidas en la aspiración				
ϕ nom	di (mm)	L (m)	f	Hpd(m)
DN 50	51,3	11	0,04	1,75
DN 65	67,1	6	0,035	0,64
Total de pérdidas distribuidas				2,39

Pérdidas de carga localizadas en la aspiración					
	Tipo de Válvula	K	Cantidad	K total	Hpl (m)
DN 50	Retención y cierre	6,46	1	6,46	1,32
	Codos 90°	0,57	4	2,28	0,46
DN65	Mariposa	0,72	1	0,72	0,15
	Codos 90°	0,48	4	1,92	0,39
	Filtro	6,72	1	6,72	1,37
Total pérdidas de carga localizadas					3,69

$$\sum H_p = H_{pd} + H_{pl} = 2,39 \text{ m} + 3,69 \text{ m} = 6,08 \text{ m}$$

Como se considera una $H_0 = 1 \text{ m}$ de diferencia de altura se obtiene la altura manométrica requerida:

$$H_T = H_0 + \sum H_p = 1 \text{ m} + 6,08 \text{ m} = 7,08 \text{ m}$$

La diferencia de altura $H_0 = 1 \text{ m}$ se considera a partir del plano, ya que se considera que la bomba se encuentra a la altura de la plataforma de CCMM y la misma se encuentra a 0,5 m respecto de la sentina, por ende se toma 1 m para dejar cierto margen.

Selección de la bomba de achique

A partir del caudal necesario y la altura manométrica requerida se selecciona la siguiente bomba.

Bomba Grundfos NK-40-160 con las siguientes características:

Bomba seleccionada	Características			
Modelo	Hb (m)	n (Hz)	ANPA (m)	ϕ impulsor (mm)
Grundfos NK 40-160	38	50	1,3	169

La bomba se selecciona de modo tal que posea el caudal requerido de $25,5 \text{ m}^3/\text{h}$ mediante las curvas del catálogo adjunto. Con un diámetro de impulsor de 169 mm de la bomba seleccionada se obtienen alrededor de 38 m de altura para un caudal de $25,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Posteriormente se verifica que el ANPA para asegurar de que la bomba va a ser capaz de aspirar y no cavitación.

Verificación del ANPA de la bomba con el ANPA de la instalación

Altura de aspiración de la instalación va a ser:

$$H_s = H_a - H_0 - \sum H_p - H_{pv}$$

Donde

H_s = Altura neta positiva de aspiración disponible según la instalación

H_a = Altura debida a la presión de aspiración de la bomba

H_0 = Diferencia de altura geométrica

$\sum H_p$ = sumatoria de pérdidas de carga localizadas y distribuidas

H_{pv} = Altura debida a la presión de vapor de los fluidos aspirados

Se obtiene los siguientes resultados:

Ha (m)	Hp (m)	Ho (m)	Hpv(m)	Hs (m)
10,32	6,08	1	0,249	2,99

Se observa que la altura manométrica disponible en la aspiración de la bomba es de $H_s = 2,99 \text{ m}$, lo cual al ser mayor que la máxima requerida ANPA = 1,3 m se verifica que la bomba no va a cavitarse.

Selección del separador de aguas oleosas

El equipo separador se selecciona para que cumpla con los requerimientos de MARPOL y la PNA.

*Capítulo II – Normas para controlar la contaminación
en condiciones de servicio*

Regla 9

Control de las descargas de hidrocarburos

- 1) A reserva de lo dispuesto en las reglas 10 y 11 del presente anexo y en el párrafo 2) de esta regla, estará prohibida toda descarga de hidrocarburos o de mezclas oleosas en el mar desde buques a los que sea aplicable este anexo salvo cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- b) tratándose de buques no petroleros cuyo arqueo bruto sea igual o superior a 400 toneladas y de buques petroleros por lo que se refiere a las aguas de las sentinas de los espacios de máquinas, exceptuados los de la cámara de bombas de carga a menos que dichas aguas estén mezcladas con residuos de carga de hidrocarburos:
- i) que el buque no se encuentre en una zona especial;
 - ii) que el buque esté en ruta;
 - iii) que el contenido de hidrocarburos del efluente sin dilución no exceda de 15 partes por millón; y

Para que cumpla con el control de descarga de hidrocarburos de 15 ppm se selecciona el siguiente separador de agua de sentinas:

- Separador RWO VEOLIA OWS-COM Type 0.5 de 0.5 m³/h ,15 ppm.

La información técnica del separador se adjunta en el anexo.

La capacidad del separador se define mediante el artículo 2 de la OM 4-97 de PNA acorde al arque bruto del buque.

ARTICULO 2º: El caudal mínimo de achique de sala de máquinas a través de los equipos separadores y/o filtradores que deben poseer los buques alcanzados por el Artículo 1º, será el siguiente:

1. Buques que no transporten agua de lastre en los tanques de combustible:

ARQUEO BRUTO DEL BUQUE	CAUDAL MINIMO (m ³ /h)
Igual o superior a 400, e inferior a 1000	0,50
Igual o superior a 1000, e inferior a 1600	1,00
Igual o superior a 1600, e inferior a 6000	2,50
Igual o superior a 6000, e inferior a 30000	5,00
Igual o superior a 30000	10,00

Se realizó una estimación del arqueo bruto, resultando alrededor de las 780 TRB., por ende se requiere una capacidad de 500 l/h lo que corresponde para buques con este rango de arque bruto.

Cálculo estimativo:

V casco (m3)	1647,0
V superestructura (m3)	1248,7

V (m3)	2895,7
K1	0,2692
AB	779,6

Cálculo del Sistema de Lastre

Dimensionamiento de Colectores y Ramales

El dimensionamiento de los ramales y colectores del sistema de achique se realiza acorde a las recomendaciones de Kansai Society, mediante la siguiente fórmula:

$$d = 4,3 \cdot (V_{tq})^{1/2} + 47 \text{ mm}$$

Donde:

$d \rightarrow$ *Díámetro interior de la tubería (mm)*

$V_{tq} \rightarrow$ *Capacidad del tanque (m³)* (Se toma el tanque de mayor capacidad)

Tabla de dimensionamiento de tuberías de lastre

RAMALES						
Tanque	Vtq (m3)	d (mm)	t (mm)	dN (mm)	dNi (mm)	dNe (mm)
Pique de Proa	31,4	71,1	4,85	DN 80	79,2	88,9
Pique de Popa Babor	8,2	59,3	4,5	DN 65	67,1	76,1
Pique de Popa Estribor	8,2	59,3	4,5	DN 65	67,1	76,1

LINEA PRINCIPAL						
	Vtq (m)	d (mm)	t (mm)	dN (mm)	dNi (mm)	dNe (mm)
Línea Principal	47,9	76,8	4,85	DN 80	79,2	88,9

Todas las tuberías de lastre, al igual que las del sistema de achique de sentinas son designación División Industrial serie pesada *DIN 2441* para cumplir con la verificación de espesores que se indican a continuación. Todos se dimensionaron dentro de los 6 mm de la tubería comercial más cercana tal como lo indica la regla. Las tuberías son clase III. Tanto la verificación de espesores mínimos como la clase de las tuberías se extrae de las mismas tablas que para las tuberías de achique expuestas anteriormente.

Tabla verificación de espesores de tuberías de lastre

RAMALES			
Tanque	De (mm)	t tabla (mm)	t adoptado (mm)
Pique de Proa	88,9	4,5	4,85
Pique de Popa Babor	76,1	4,5	4,5
Pique de Popa Estribor	76,1	4,5	4,5

LINEA PRINCIPAL			
	De (mm)	t tabla (mm)	t adoptado (mm)
Línea Principal	88,9	4,5	4,85

Capacidad y cantidad de bombas de lastre

La cantidad de bombas requeridas para lastre por la Sociedad Clasificadora Bureau Veritas se indica en el siguiente apartado que se extrae de “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part C, Ch 1, Sec 10/7.2.2”.

7.2.2 Pumps

At least two power driven ballast pumps are to be provided, one of which may be driven by the propulsion unit. Sanitary and general service pumps may be accepted as independent power ballast pumps.

Las bombas para el sistema de lastre son compartidas con los sistemas de incendio y achique, por lo que son ambas independientes.

La capacidad de las bombas de lastre se define a partir de la velocidad de diseño del fluido dentro de la tubería que recomienda Kansai Society.

$$V_{diseño} = 2 - 3 \text{ m/s}$$

$$Q_{total \text{ bomba lastre}} = 3600 \cdot \frac{\pi \cdot (d_{Ni})^2}{4} \cdot V_{diseño} = 3600 \cdot \frac{\pi \cdot (0,0792 \text{ m})^2}{4} \cdot 3 \text{ m/s} = 53,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

La capacidad de cada una de las bombas de lastre deberá ser como mínimo de 26,6 m3/h.

Cálculo de pérdidas de carga y altura manométrica requerida

La altura de pérdida de carga requerida se calcula mediante la siguiente expresión:

$$H_T = H_0 + \sum H_p$$

Donde,

H_T = Altura total manométrica requerida

H_0 = Diferencia de altura entre la aspiración y la bomba

$\sum H_p$ = Sumatoria de las pérdidas de carga localizadas por válvulas y accesorios y pérdidas de carga distribuidas por las tuberías.

$$\sum H_p = \frac{v^2}{2 \cdot g} \cdot \left(\frac{f \cdot L}{d} + \sum K \right) = H_{pd} + H_{pl}$$

El resultado de las pérdidas localizadas y distribuidas se muestra a continuación. Para el cálculo se considera el lugar más alejado dentro de la sala de máquinas donde se podrían colocar las bombas de lastre respecto de las tomas de mar. Ver Plano de Lastre (GAB-PB-617-002) adjunto.

Pérdidas de carga distribuidas				
ϕ nom	di (mm)	L (m)	f	H _{pd} (m)
DN 80	79,2	24	0,04	5,56
Total pérdidas distribuidas				5,56

Pérdidas de carga localizadas					
DN 80	Tipo de Válvula	K	Cantidad	K total	H _{pl} (m)
	Retención y cierre	6,46	0	0	0,00
	Mariposa	0,72	3	2,16	0,99
	Codos 90°	0,39	6	2,34	1,07
	Esclusa	0,9	1	0,9	0,41
Total pérdidas de carga localizadas					2,48

$$\sum H_p = H_{pd} + H_{pl} = 5,56 \text{ m} + 2,48 \text{ m} = 8,04 \text{ m}$$

Como se considera una $H_0 = 0 \text{ m}$ de diferencia de altura se obtiene la altura manométrica requerida:

$$H_T = H_0 + \sum H_p = 0 \text{ m} + 8,04 \text{ m} = 8,04 \text{ m}$$

La diferencia de altura $H_0 = 0 \text{ m}$ se considera a partir del plano, ya que la bomba se encuentra a la altura de la plataforma de CCMM y la misma debe aspirar lastre del punto inferior más bajo dentro del pique de proa, el cual se encuentra a 5 cm por encima de las chazas de CCMM.

Selección de las bombas de lastre

La bomba de lastre se selecciona a partir del caudal necesario, y se estima una altura manométrica que supere los 10 m para asegurar que descargue correctamente.

Bomba Grundfos NK-40-160 con las siguientes características:

Bomba seleccionada	Características			
Modelo	H _b (m)	n (Hz)	ANPA (m)	ϕ impulsor (mm)
Grundfos NK 40-160	38	50	1,3	169

La bomba se selecciona de modo tal que se obtenga una altura mayor a $H_T = 10 \text{ m}$ para el caudal requerido de $26,6 \text{ m}^3/\text{h}$ mediante las curvas del catálogo adjunto. Con un diámetro de impulsor de 169 mm de la bomba seleccionada se obtienen alrededor de 38 m de altura para un caudal de $26,6 \text{ m}^3/\text{h}$, resultando una muy buena presión para la descarga de la misma.

Como las bomba Grundfos NK-40-160 cumple con los requerimientos para el sistema de lastre y también el de achique se seleccionan 2 bombas Grundfos NK-40-160 que se utilizan para ambos sistemas y cumplen con las reglamentaciones de la Sociedad Clasificadora Bureau Veritas.

Verificación del ANPA de la bomba con el ANPA de la instalación

Altura de aspiración de la instalación va a ser:

$$H_s = H_a - H_0 - \sum H_p - H_{pv}$$

Donde

H_s = Altura neta positiva de aspiración disponible según la instalación

H_a = Altura debida a la presión de aspiración de la bomba

H_0 = Diferencia de altura geométrica

$\sum H_p$ = sumatoria de pérdidas de carga localizadas y distribuidas

H_{pv} = Altura debida a la presión de vapor de los fluidos aspirados

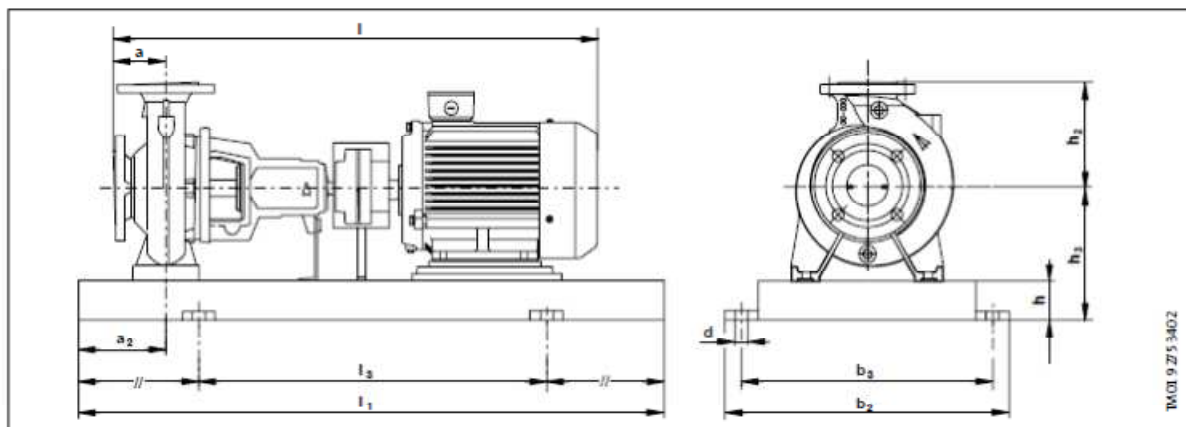
Se obtiene los siguientes resultados:

Ha (m)	Hp (m)	Ho (m)	Hpv(m)	Hs (m)
10,32	8,04	0	0,249	2,03

Se observa que la altura manométrica disponible en la aspiración de la bomba es de $H_s = 2,03 \text{ m}$, en el peor de los casos lo cual al ser mayor que la máxima requerida ANPA = 1,3 m se verifica que la bomba no va a cavitarse.

Anexo

Información técnica de la Bomba de achique y lastre seleccionada:



Dimensiones y pesos

Tipo de bomba	Motor [kW]	2900 rpm (motores de 2 polos)																						
		Común			Con acoplamiento estándar								Con acoplamiento espaciador											
		[mm]			[mm]								[mm]											
		a	a ₂	h ₂	l ⁽¹⁾	h	h ₃	l ₁	l ₃	b ₂	b ₃	d	Gama estándar Peso neto [kg]	Gama alta Peso neto [kg]	l ⁽¹⁾	h	h ₃	l ₁	l ₃	b ₂	b ₃	d	Gama estándar Peso neto [kg]	Gama alta Peso neto [kg]
40-160	3,0	80	60	160	839/876	65	197	900	600	390	350	19	95	104	941/978	65	197	900	600	390	350	19	97	106
	4,0				876/876								104	110	978/978								106	112
	5,5				915/915								80	212	1000								660	450
	7,5					124	126	127	129															
	11,0					206	176	209	179															
	15,0				214	187	217	190																

⁽¹⁾ Algunos modelos de la columna están indicados con dos dimensiones l.
La primera se refiere a la gama estándar de motores y la segunda a la gama alta de motores.

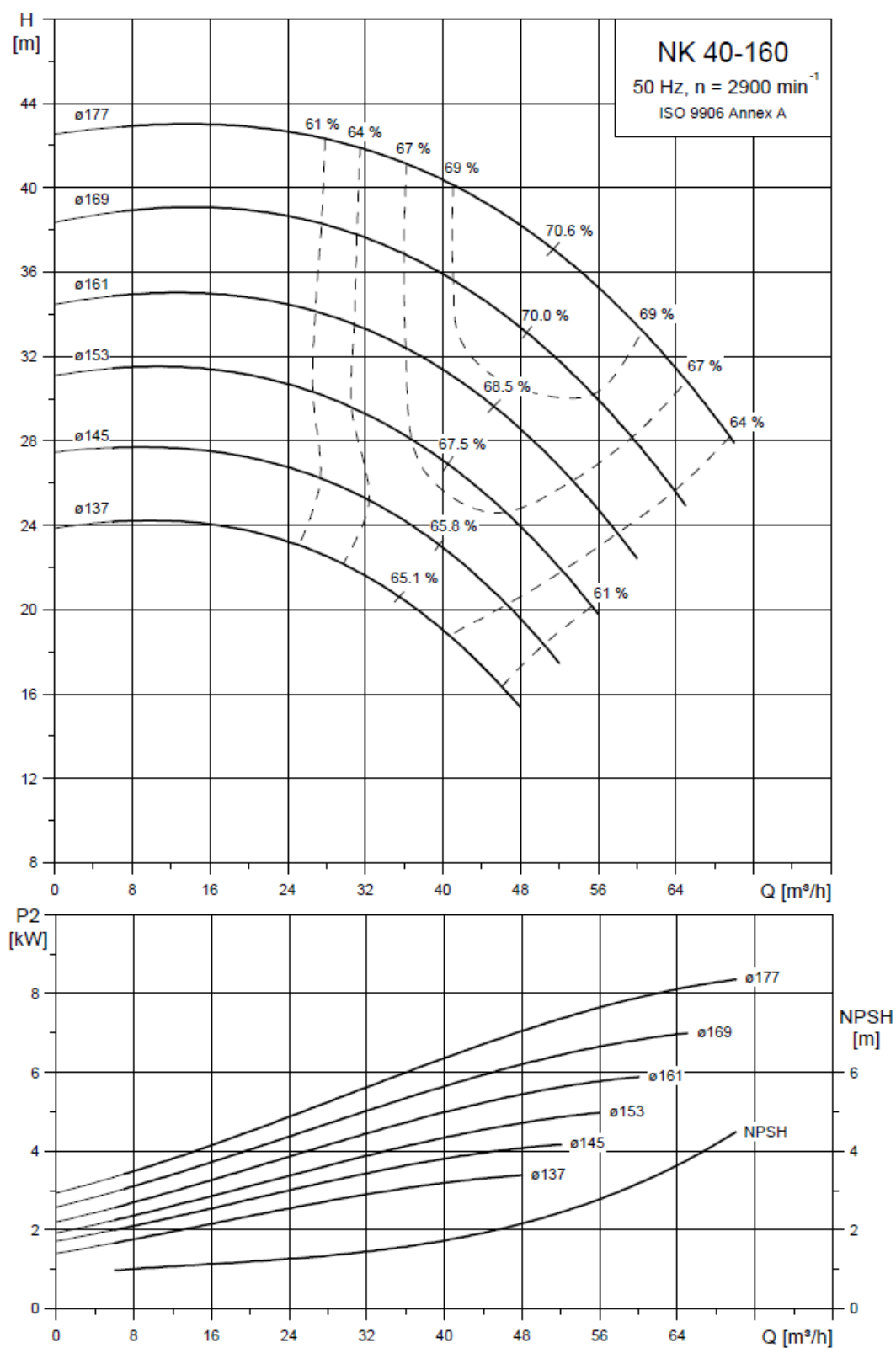
Datos eléctricos, gama alta

Tipo de bomba	Tipo de motor	P ₂ [kW]	I _{1/1} [A] 230Δ/400Y	I _{1/1} [A] 400Δ	Datos comunes			
					Factor de potencia Cos φ	η max [%]	n [min ⁻¹]	I _{arranque} I _{1/1}
40-160	MG112MB-D	3,0	10,40/5,95	5,95	0,88-0,85	88,0	2910-2930	9,7-10,7
	MG112MC-D	4,0	13,80/8,00	8,00	0,88-0,84	89,0	2910-2930	11,2-12,3
	MG132SC-D	5,5	19,40/11,20	11,20	0,88-0,84	90,0	2910-2930	10,7-11,7
	MG132SD-D	7,5	26,50/15,20	15,20	0,87-0,80	89,5	2900-2920	10,0-11,1
	MMG160MA-D	11,0	36,50/21,00	21,00/12,20	0,86	90,7	2930	7,3
	MMG160MB-D	15,0	48,50/28,00	28,00/16,20	0,86	91,6	2930	7,6

Datos eléctricos, gama estándar

Tipo de bomba	Tipo de motor	P ₂ [kW]	I _{1/1} [A] 230Δ/400Y	I _{1/1} [A] 400Δ	Datos comunes			
					Factor de potencia Cos φ	η max [%]	n [min ⁻¹]	I _{arranque} I _{1/1}
40-160	MG100LB-C	3,0	10,8/6,25	6,25	0,88-0,82	85,0	2880-2910	7,8-8,5
	MG112MB-C	4,0	13,80/8,00	8,00	0,90-0,87	86,0	2900-2910	8,7-9,5
	MG132SB-C	5,5	19,00/11,00	11,00	0,89-0,86	87,5	2890-2910	8,9-9,7
	MG132SC-C	7,5	26,50/15,20	15,20	0,87-0,81	88,0	2890-2910	9,1-9,9
	MMG160MA-E	11,0	34,50/20,00	20,20/11,60	0,88	88,6	2930	5,6
	MMG160MB-E	15,0	47,50/27,50	26,50/15,20	0,89	91,2	2940	5,8

Curvas Características de la Bomba de achique y lastre:



Información técnica del Separador de sentina seleccionado:

RWO's classic: Oily Water Separators

reliably reaches
**5 ppm
limit**
confirmed by
DNV GL and LR

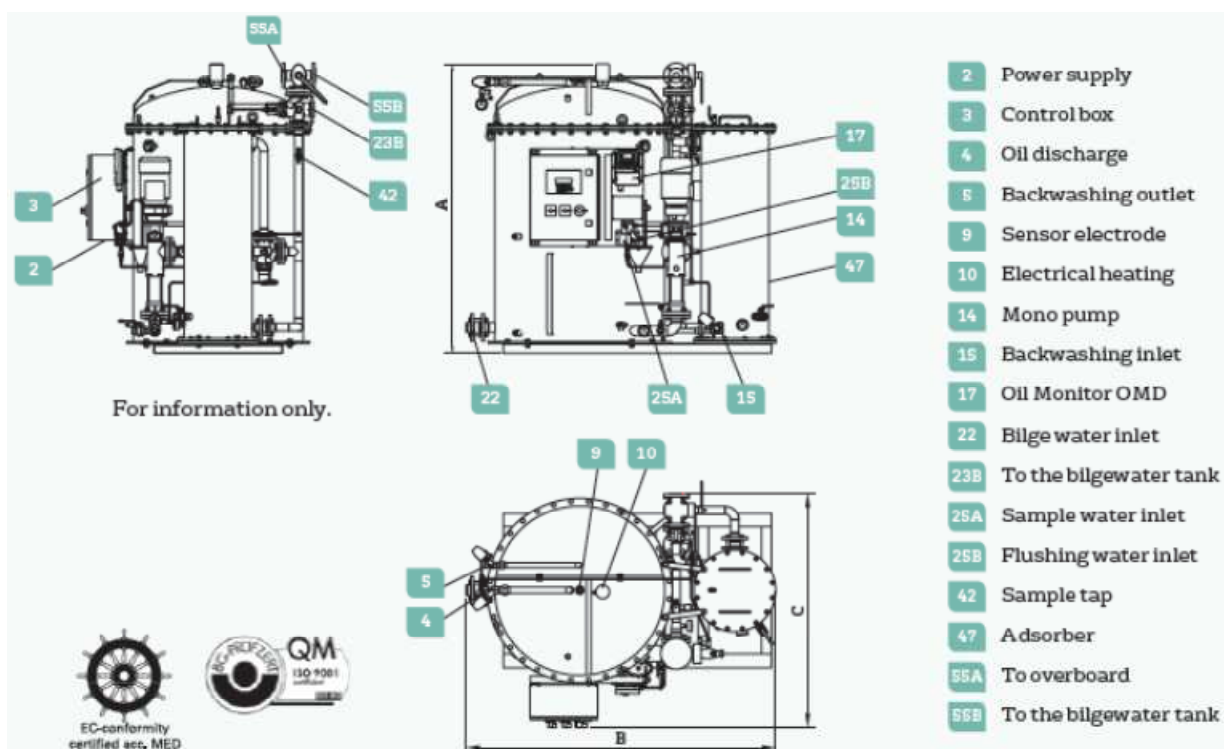
**> type
approved**
acc. to MEPC.107(49)
by DGV

> confirmed by
USCG, LR, MED, RMRS,
ABS, BV, CCS

Technical Data OWS-COM

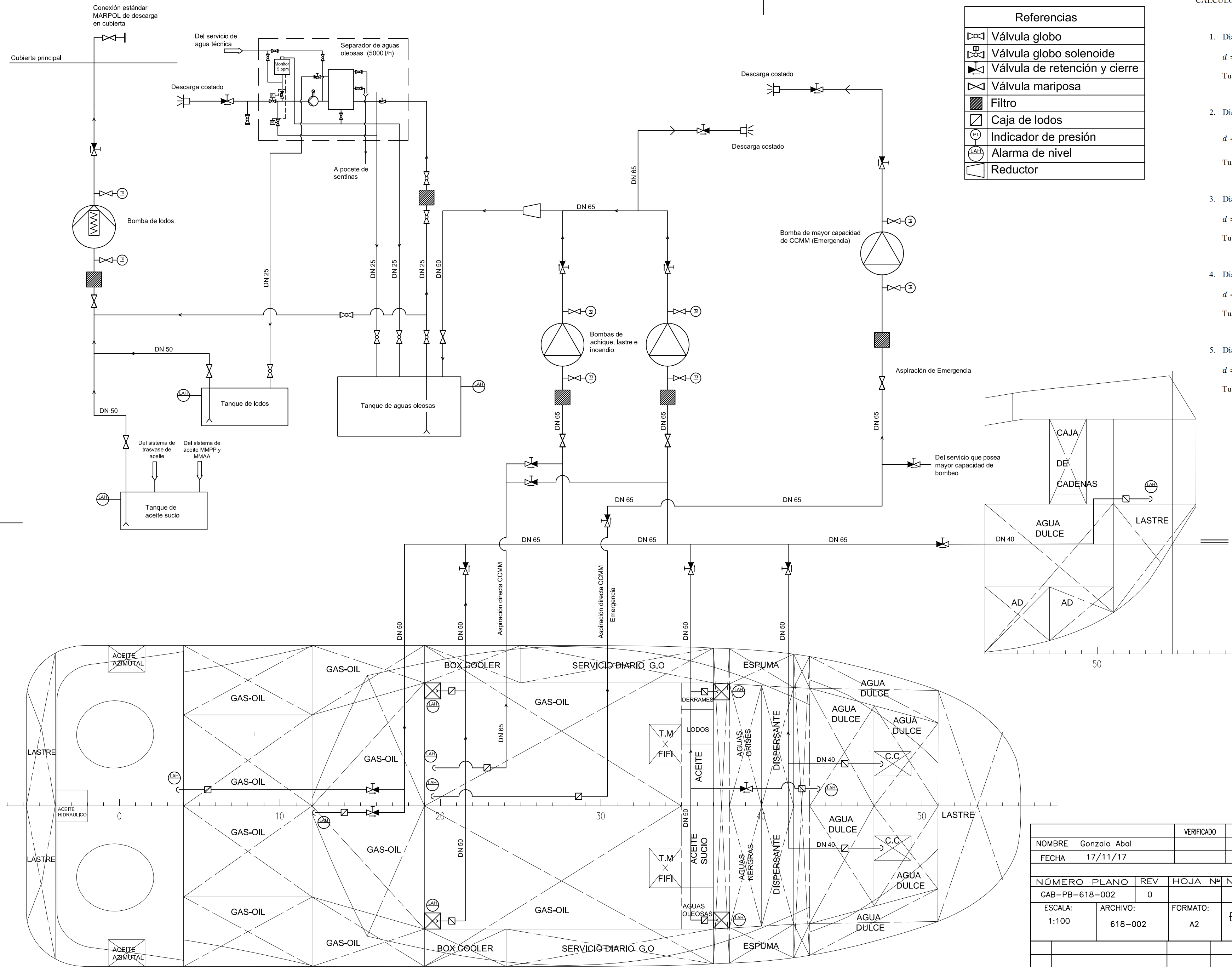
Type	Capacity (m³/h)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Power (kW)	Empty weight (kg)
0.1	0.1	1100	715	650	0.8	125
0.25	0.25	1005	960	750	2.6	180
0.5	0.5	1050	970	750	3.2	195
1.0	1.0	1220	1170	800	3.2	270
2.5	2.5	1485	1510	1060	3.7	457
5.0	5.0	1715	1825	1385	4.6	757
10.0	10.0	2000	2155	1575	5.7	1195

- Data are subject to change without further notice -



Bibliografía

- Rules for the classification of steel ships Part C, Ch 1, Sec 10, Piping Systems– Bureau Veritas
- Ordenanza N°4/97 Prefectura Naval Argentina – Régimen para la Protección del Medio Ambiente.
- Unidad II – Servicios de Tuberías – Alistamiento Naval – Norberto Fiorentino
- Mecánica de Fluidos – Frank M.White – Mc Graw Hill
- Flujo de Fluidos – Crane – Mc Graw Hill
- Bondstrand - Design Manual for Marine Piping Systems
- <http://www.rwo.de/en/>
- Catálogo de Grundfos
- Catálogo de KSB



Referencias	
	Válvula globo
	Válvula globo solenoide
	Válvula de retención y cierre
	Válvula mariposa
	Filtro
	Caja de lodos
	Indicador de presión
	Alarma de nivel
	Reductor

CALCULO DIAMETRO DE TUBERIAS SISTEMA DE ACHIQUE

1. Diámetro tuberías de achique línea de principal
$$d = 25 + 1,68\sqrt{L_1(B + D)} = 25 + 1,68\sqrt{35,14 (12 + 5,6)} = 66,8 \text{ mm}$$

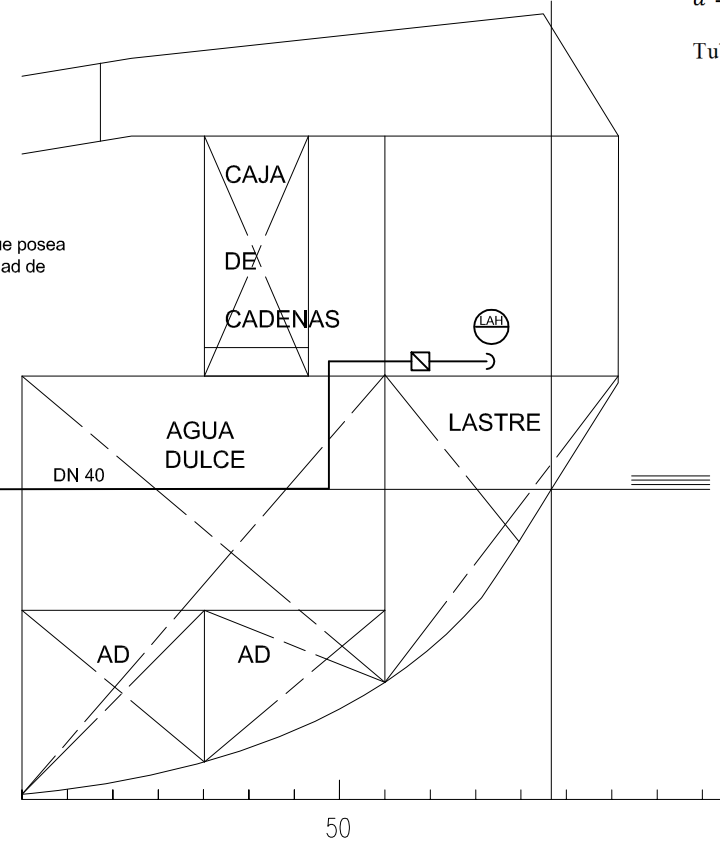
Tubería adoptada → DIN 2441 (serie pesada) DN 65
2. Diámetro tuberías de achique CCMM (Se consideran dos ramales para el cálculo)
$$d = \frac{25 + 2,16\sqrt{L_1(B + D)}}{\sqrt{2}} = \frac{25 + 2,16\sqrt{23,10 (12 + 5,6)}}{\sqrt{2}} = 48,5 \text{ mm}$$

Tubería adoptada → DIN 2441 (serie pesada) DN 50
3. Diámetro tuberías de achique caja de cadenas
$$d = 25 + 2,16\sqrt{L_1(B + D)} = 25 + 2,16\sqrt{1,40 (12 + 5,6)} = 41 \text{ mm}$$

Tubería adoptada → DIN 2441 (serie pesada) DN 40
4. Diámetro tuberías de achique cuarto de Z-Peller
$$d = 25 + 2,16\sqrt{L_1(B + D)} = 25 + 2,16\sqrt{4,80 (12 + 5,6)} = 44,9 \text{ mm}$$

Tubería adoptada → DIN 2441 (serie pesada) DN 50
5. Diámetro tuberías de achique pañol de proa
$$d = 25 + 2,16\sqrt{L_1(B + D)} = 25 + 2,16\sqrt{3,10 (12 + 5,6)} = 41 \text{ mm}$$

Tubería adoptada → DIN 2441 (serie pesada) DN 40



		VERIFICADO		APROBADO	
NOMBRE		Gonzalo Abal			
FECHA		17/11/17			
NÚMERO PLANO		REV	HOJA N°	N° HOJAS	
GAB-PB-618-002		0			
ESCALA: 1:100		ARCHIVO: 618-002	FORMATO: A2		
0	INICIAL		17/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN		FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES					



PROYECTO DE BUQUES

- RAM EPUYEN -

PLANO DE ACHIQUE

Nota 1: Todas las válvulas con actuadores de accionamiento remoto contarán con medios de cierre manuales en caso de pérdida de energía.

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

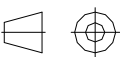


		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE Gonzalo Abal			
FECHA 22/11/17			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-PB-617-002	0		
ESCALA: 1:100	ARCHIVO: 617-002	FORMATO: A3	



Índice

A	Introducción.....	2
	Datos Generales del Remolcador.....	2
	Sistema de Lucha Contra Incendio por medio de Agua.....	2
B	Bombas de LCI.....	2
	Diámetro de tuberías principales y ramales.....	4
	Verificación de espesores mínimos.....	4
	Clase de tuberías.....	6
	Cálculo de pérdidas de carga y altura manométrica requerida.....	8
C	Selección de la bomba de incendio.....	9
	Verificación del ANPA de la bomba con el ANPA de la instalación.....	9
	Bomba de Emergencia de LCI.....	10
	Sistema de extinción por medio de CO2.....	12
	Cantidad de CO2 requerida para la Sala de Máquinas.....	12
	Disparos de control de CO2.....	15
	Cantidad de extinguidores portátiles.....	15
D	Anexo.....	18
	Bibliografía.....	21

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE Gonzalo Abal			
FECHA 17/11/17			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-619-001	0	1	21
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
	619-001	A4	



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

CÁLCULO DEL SISTEMA LCI (AGUA Y CO2)

0	Inicial	17/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

Introducción

El propósito del trabajo es seleccionar y disponer todos los medios de lucha contra incendio que verifiquen con todos los requerimientos de la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas, SOLAS, El Código Internacional de Sistemas de Seguridad y las Ordenanzas Marítimas de PNA.

Datos Generales del Remolcador

<i>Características Generales del Remolcador de Salvamento Marítimo</i>		
Dimensiones	Valor	unidades
<i>Eslora total (LOA)</i>	37.175	m
<i>Eslora entre perpendiculares (LPP)</i>	32.8	m
<i>Eslora en flotación (LWL)</i>	35.6	m
<i>Manga (B)</i>	12	m
<i>Puntal (D)</i>	5.6	m
<i>Calado de diseño (T)</i>	4.1	m
<i>Coeficiente de sección media (CM)</i>	0.898	-
<i>Coeficiente prismático (CP)</i>	0.635	-
<i>Coeficiente de bloque (CB)</i>	0.571	-

Sistema de Lucha Contra Incendio por medio de agua

Bombas de LCI

El arqueo bruto del remolcador va a ser mayor a 500 GT, ya que se realizó una estimación del arqueo bruto que va a rondar las 780 TRB (Ver selección de separador de sentinas en memoria de cálculo GAB-PB-618-001). Los cálculos de diseño se realizan a partir de la reglamentación que se indica en Part C, Ch 4, Sec 6, según se referencia en Part D, Ch 16, Sec 4 para la notación **Salvage Tug** y **FIFI 1**.

La cantidad de bombas se define mediante la reglamentación que se indica en “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part C, Ch 4, Sec 6/1.3.2”.

1.3.2 Number of fire pumps

Ships shall be provided with independently driven fire pumps as follows:

a) in passenger ships of:

- 4000 gross tonnage and upwards at least 3*
- less than 4000 gross tonnage at least 2*

b) in cargo ships of:

- *1000 gross tonnage and upwards at least 2*
- *less than 1000 gross tonnage at least 2 power-driven pumps, one of which shall be independently driven.*

Las bombas de LCI se dimensionan a partir de las reglamentaciones “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part C, Ch 4, Sec 6/1.3.4”, la cual indica que la capacidad total de las bombas en conjunto debe ser de 4/3 de la capacidad de las requeridas para las bombas de achique.

1.3.4 Capacity of fire pumps

a) Total capacity of required fire pumps

The required fire pumps shall be capable of delivering for fire-fighting purposes a quantity of water, at the pressure specified in [1.2.6], as follows:

- 1) pumps in passenger ships: the quantity of water is not less than two thirds of the quantity required to be dealt with by the bilge pumps when employed for bilge pumping, and*
- 2) pumps in cargo ships, other than any emergency pump: the quantity of water is not less than four thirds of the quantity required in Ch 1, Sec 10 to be dealt with by each of the independent bilge pumps in a passenger ship of the same dimension when employed in bilge pumping, provided that in no cargo ship need the total required capacity of the fire pumps exceed 180 m³/hour.*

b) Capacity of each fire pump

Each of the required fire pumps (other than any emergency pump required in [1.3.3] a) for cargo ships) shall have a capacity not less than 80% of the total required capacity divided by the minimum number of required fire pumps, but in any case not less than 25 m³/hour, and each such pump shall in any event be capable of delivering at least the two required jets of water. These fire pumps shall be capable of supplying the fire main system under the required conditions. Where more pumps than the minimum of required pumps are installed, such additional pumps shall have a capacity of at least 25 m³/h and shall be capable of delivering at least the two jets of water required in [1.2.5] a).

$$Q_{T\ BLCI} = \frac{4}{3} Q_{Bachique} = \frac{4}{3} * (25,5 \text{ m}^3/h) = 34 \text{ m}^3/h$$

El ítem b) señala la capacidad de cada bomba (exceptuando la bomba de LCI de emergencia). Finalmente la capacidad de cada bomba será:

$$Q_{BLCI} = \frac{Q_{TBLCI}}{2} = \frac{34 \text{ m}^3/\text{h}}{2} = 17 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como la regla indica, la capacidad no podrá ser menor a $25 \text{ m}^3/\text{h}$, por ende la capacidad de cada bomba de incendio requerida será:

$$Q_{BLCI} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se contará con 2 bombas para lucha contra incendio, las cuales van a ser compartida con los sistemas de lastre y achique. Las bombas seleccionadas son Grundfos NK 40-160 con un diámetro del impulsor de 169 mm y un caudal máximo de 64 m³/h, la cual se muestra en el anexo. El cálculo para su selección se verá más adelante.

Diámetro de tuberías principales y ramales

Los diámetros de los colectores principales se dimensionan para una caudal de $50 \text{ m}^3/\text{h}$ ya que es el caudal máximo de las dos bombas funcionando en simultáneo y una velocidad de flujo de 2 m/s.

1.2.3 Diameter of fire mains

The diameter of the fire main and water service pipes shall be sufficient for the effective distribution of the maximum required discharge from two fire pumps operating simultaneously, except that in the case of cargo ships the diameter need only be sufficient for the discharge of 140 m³/hour.

$$D_{CP} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 50 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi * 2 \text{ m/s} * 3600}} = 94 \text{ mm}$$

El colector principal como también la línea de descarga de la bomba de emergencia que conecta con el colector principal serán tuberías DN 100 DIN 2440 serie media las cuales poseen un espesor de 4,5 mm.

Para dimensionar los ramales se toman las mismas tuberías que para achique de DN 50 DIN 2441 serie pesada para cumplir con los espesores requeridos ya que poseen un espesor de 4,5 mm.

Verificación espesores mínimos

Además todas las tuberías seleccionadas deben cumplir con los espesores mínimos requeridos que se indican en la tabla que se muestra abajo extraída de “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part C, Ch 1, Sec 10/Table 6”.

Table 6 : Minimum wall thickness for steel pipes

External diameter (mm)	Minimum nominal wall thickness (mm)			Minimum reinforced wall thickness (mm) (2)	Minimum extra- reinforced wall thickness (mm) (3)
	Pipes in general (1)	Vent, overflow and sounding pipes for integral tanks (1) (5)	Sea water pipes, bilge and ballast systems (1) (4)		
10,2 - 12,0	1,6	–	–	–	–
13,5 - 19,3	1,8	–	–	–	–
20,0	2,0	–	–	–	–
21,3 - 25,0	2,0	–	3,2	–	–
26,9 - 33,7	2,0	–	3,2	–	–
38,0 - 44,5	2,0	4,5	3,6	6,3	7,6
48,3	2,3	4,5	3,6	6,3	7,6
51,0 - 63,5	2,3	4,5	4,0	6,3	7,6
70,0	2,6	4,5	4,0	6,3	7,6
76,1 - 82,5	2,6	4,5	4,5	6,3	7,6
88,9 - 108,0	2,9	4,5	4,5	7,1	7,8
114,3 - 127,0	3,2	4,5	4,5	8,0	8,8
133,0 - 139,7	3,6	4,5	4,5	8,0	9,5
152,4 - 168,3	4,0	4,5	4,5	8,8	11,0
177,8	4,5	5,0	5,0	8,8	12,7
193,7	4,5	5,4	5,4	8,8	12,7
219,1	4,5	5,9	5,9	8,8	12,7
244,5 - 273,0	5,0	6,3	6,3	8,8	12,7
298,5 - 368,0	5,6	6,3	6,3	8,8	12,7
406,4 - 457,2	6,3	6,3	6,3	8,8	12,7

Tabla verificación de espesores

Para cumplir con los espesores requeridos las tuberías de la línea principal son designación División Industrial DIN 2440 y los ramales son DIN 2441.

RAMALES (DN 50 – DIN2441)	De (mm)	t tabla (mm)	t adoptado (mm)
	60,3	4	4,5

LINEA PRINCIPAL (DN 100 – DIN 2440)	De (mm)	t tabla (mm)	t adoptado (mm)
	114,3	4,5	4,5

Clase de tuberías

La clase de todas las tuberías para el Sistema de Lucha Contra Incendio se consideran clase III, teniendo en cuenta la tabla que se muestra abajo extraída de “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part C, Ch 1, Sec 10/Table 3”.

La presión de diseño y temperatura de diseño consideradas son las siguientes:

$$P_{diseño} = 0,4 \text{ MPa}$$

$$T_{diseño} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Table 3 : Class of piping systems

Media conveyed by the piping system	Class I	Class II (1) (4)	Class III (7)
Toxic media	without special safeguards (3)	not applicable	not applicable
Corrosive media	without special safeguards (3)	with special safeguards (3)	not applicable
Flammable media: • heated above flashpoint, or • having flashpoint < 60°C Liquefied gas	without special safeguards (3)	with special safeguards (3)	not applicable
Oxyacetylene	irrespective of p	not applicable	not applicable
Steam	$p > 1,6$ or $T > 300$	other (2)	$p \leq 0,7$ and $T \leq 170$
Thermal oil	$p > 1,6$ or $T > 300$	other (2)	$p \leq 0,7$ and $T \leq 150$
Fuel oil (8) Lubricating oil Flammable hydraulic oil (5)	$p > 1,6$ or $T > 150$	other (2)	$p \leq 0,7$ and $T \leq 60$
Other media (5) (6)	$p > 4$ or $T > 300$	other (2)	$p \leq 1,6$ and $T \leq 200$

- (1) Valves under static pressure on oil fuel tanks or lubricating oil tanks belong to class II.
 (2) Pressure and temperature conditions other than those required for class I and class III.
 (3) Safeguards for reducing leakage possibility and limiting its consequences:
 e.g. pipes led in positions where leakage of internal fluids will not cause a potential hazard or damage to surrounding areas which may include the use of pipe ducts, shielding, screening etc.
 (4) Valves and fittings fitted on the ship side and collision bulkhead belong to class II. See also [20.4.3] b).
 (5) Steering gear hydraulic piping system belongs to class I irrespective of p and T.
 (6) Including water, air, gases, non-flammable hydraulic oil.
 (7) The open ended pipes, irrespective of T, generally belong to class III (as drains, overflows, vents, exhaust gas lines, boiler escape pipes, etc.).
 (8) Design pressure for fuel oil systems is to be determined in accordance with Tab 4.
Note 1: p : Design pressure, as defined in [1.3.2], in MPa.
Note 2: T : Design temperature, as defined in [1.3.3], in °C.
Note 3: Flammable media generally include the flammable liquids as oil fuel, lubricating oil, thermal oil and flammable hydraulic oil.

193,7	4,5	5,4	5,4	8,8	12,7
219,1	4,5	5,9	5,9	8,8	12,7
244,5 - 273,0	5,0	6,3	6,3	8,8	12,7
298,5 - 368,0	5,6	6,3	6,3	8,8	12,7
406,4 - 457,2	6,3	6,3	6,3	8,8	12,7

Las tuberías para el sistema de lucha contra incendio deberán seleccionarse teniendo en cuenta la presión y la temperatura de diseño. Según la tabla de reglamentación de la Sociedad Clasificadora que se muestra arriba las mismas serán tuberías Clase III.

Por regla “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part C, Ch 4, Sec 6/1.2.6”, la presión en los hidrantes con las dos bombas funcionando en simultáneo debe ser como mínimo $2,54 \text{ Kg}/\text{cm}^2$, pero tampoco puede ser mayor a la que resisten las mangueras. Este requerimiento

se tiene en cuenta para la selección de las bombas de incendio, debido a que las mismas deben descargar con presión suficiente para lograr la presión requerida en la boca de los hidrantes.

Las longitud de las mangueras será de 15 m para los espacios de máquinas, mientras en otros espacios y cubiertas expuestas será de 20 m (regla Part C-Ch 4-Sec 6/1.4). La cantidad mínima de mangueras que podrá tener el buque será de 3 en total. También deberán disponer de un acople para la boca del hidrante y de una lanza. Las lanzas van a ser de tamaño estándar de 19 mm para dentro de la sala de máquinas y de 12 mm para el resto del buque.

Los hidrantes irán dispuestos de forma tal que permitan que cualquier zona pueda ser alcanzada por dos chorros de agua como mínimo y que no provengan del mismo hidrante (regla Part C, Ch 4, Sec 6/1.2.5).

Se debe colocar como mínimo una conexión internacional la cuál debe tener las siguientes dimensiones:

TABLE 1
Dimensions of International Shore Connection

	<i>SI & MKS units</i>	<i>US units</i>
Outside diameter	178 mm	7 in.
Inside diameter	64 mm	2.5 in.
Bolt circle diameter	132 mm	5.2 in.
Slots in flange	4 holes 19 mm (0.75 in.) in diameters spaced equidistantly on a bolt circle of the above diameter slotted to the flange periphery.	
Flange thickness	14.5 mm minimum	0.57 in. minimum
Bolts and nuts	4 each of 16 mm diameter, 50 mm in length	4 each of 0.63 in diameter, 1.97 in. in length

En el buque se dispondrá una conexión a cada banda.

Cálculo de pérdidas de carga y altura manométrica requerida

La altura de pérdida de carga requerida se calcula mediante la siguiente expresión:

$$H_T = H_0 + \sum H_p$$

Donde,

H_T = Altura total manométrica requerida

H_0 = Diferencia de altura entre la aspiración y la bomba

$\sum H_p$ = Sumatoria de las pérdidas de carga localizadas por válvulas y accesorios y pérdidas de carga distribuidas por las tuberías.

$$\sum H_p = \frac{v^2}{2 \cdot g} \cdot \left(\frac{f \cdot L}{d} + \sum K \right) = H_{pd} + H_{pl}$$

El resultado de las pérdidas localizadas y distribuidas se muestra a continuación. Para el cálculo se utiliza el trayecto del hidrante más lejano de las bombas de incendio, que en este caso es desde el que se ubica en la Cubierta Principal en la banda de babor. Ver Plano de Lucha Contra Incendio (GAB-PB-619-002) adjunto.

Pérdidas de carga distribuidas				
ϕ nom	di (mm)	L (m)	f	Hpd(m)
DN 50	51,3	30	0,048	5,72
DN 100	105,3	6	0,038	0,44
Total de pérdidas distribuidas				6,16

Pérdidas de carga localizadas					
	Tipo de Válvula	K	Cantidad	K total	Hpl (m)
DN 100	Retención y cierre	6,46	1	6,46	1,32
	Codos 90°	0,57	4	2,28	0,46
DN 50	Esclusa	0,9	1	0,9	0,18
	Codos 90°	0,48	7	3,36	0,69
Total pérdidas de carga localizadas					2,65

$$\sum H_p = H_{pd} + H_{pl} = 6,16 \text{ m} + 2,65 \text{ m} = 8,81 \text{ m}$$

Como se considera una $H_0 = 1,5 \text{ m}$ de diferencia de altura se obtiene la altura manométrica requerida:

$$H_T = H_0 + \sum H_p = 1,5 \text{ m} + 8,81 \text{ m} = 10,31 \text{ m}$$

La diferencia de altura $H_0 = 1,5 \text{ m}$ se considera a partir del plano, ya que se considera que la bomba se encuentra a la altura de la plataforma de CCMM y la misma aspira de las tomas de mar que se encuentran en el fondo del buque a 1,5 m como máximo.

Selección de la bomba de incendio

Para la selección de la bomba de incendio se deberá considerar la reglamentación de la Sociedad de Clasificación que requiere una presión mínima de $2,54 \text{ Kg}^f/\text{cm}^2$ en la boca de todos los hidrantes.

$$H_T + H_{hidrante} = 10,31 \text{ m} + 25,4 \text{ m} = 35,71 \text{ m}$$

A partir del caudal necesario y la altura manométrica requerida se selecciona la siguiente bomba.

Bomba Grundfos NK-50-125 con las siguientes características:

Bomba seleccionada	Características			
Modelo	Hb (m)	n (Hz)	ANPA (m)	ϕ impulsor (mm)
Grundfos NK 40-160	38	50	1,3	169

La bomba se selecciona de modo tal que se obtenga una altura mayor a $H_T = 36 \text{ m}$ para el caudal requerido de $25 \text{ m}^3/\text{h}$ mediante las curvas del catálogo adjunto. Con un diámetro de impulsor de 169 mm de la bomba seleccionada se obtiene una altura de 38 m de altura con un caudal de $25 \text{ m}^3/\text{h}$.

Verificación del ANPA de la bomba con el ANPA de la instalación

Altura de aspiración de la instalación va a ser:

$$H_s = H_a - H_0 - \sum H_p - H_{pv}$$

Donde

H_s = Altura neta positiva de aspiración disponible según la instalación

H_a = Altura debida a la presión de aspiración de la bomba

H_0 = Diferencia de altura geométrica

$\sum H_p$ = sumatoria de pérdidas de carga localizadas y distribuidas

H_{pv} = Altura debida a la presión de vapor de los fluidos aspirados

Se obtiene los siguientes resultados:

Pérdidas de carga distribuidas para aspiración				
ϕ nom	di (mm)	L (m)	f	Hpd(m)
DN 100	105,3	12	0,038	0,88
Total de pérdidas distribuidas				0,88

Pérdidas de carga localizadas para aspiración					
DN 100	Tipo de Válvula	K	Cantidad	K total	Hpl (m)
	Mariposa	0,72	1	0,72	0,15
	Codos 90°	0,57	4	2,28	0,46
	Globo	4	2	8	1,63
	Filtro	6,72	1	6,72	1,37
Total pérdidas de carga localizadas					3,61

$$\sum H_p = H_{pd} + H_{pl} = 0,88 \text{ m} + 3,61 \text{ m} = 4,49 \text{ m}$$

Ha (m)	Hp (m)	Ho (m)	Hpv(m)	Hs (m)
10,32	4,49	1,5	0,249	4,08

Se observa que la altura manométrica disponible en la aspiración de la bomba es de $H_s = 4,08 \text{ m}$, lo cual al ser mayor que la máxima requerida ANPA = 1,3 m se verifica que la bomba no va a cavitarse.

Bomba de emergencia LCI

La bomba de emergencia se dispondrá en un local que no sea contiguo a la sala de máquinas donde se encuentran las bombas de LCI, lo más alejado posible para cumplir con la reglamentación "Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part C, Ch 4, Sec 14/11".

11.1.1 Type of emergency fire pumps

The emergency fire pump shall be a fixed independently driven power-operated pump.

Esta debe tener una capacidad superior al 40% de la capacidad de las bombas de LCI y también deberá ser mayor a 15 m³/h.

11.1.2 Component requirements

a) Emergency fire pumps

1) Capacity of the pump

The capacity of the pump shall not be less than 40% of the total capacity of the fire pumps required by Ch 4, Sec 6, [1.3.4] and in any case not less than the following:

- *for passenger ships of less than 1000 gross tonnage and for cargo ships of 2000 gross tonnage and upwards: 25 m³/h, and*
- *for cargo ships of less than 2000 gross tonnage: 15 m³/h.*

The emergency pump is to be capable of supplying two jets of water to the satisfaction of the Society and the amount of water needed for any fixed fire-extinguishing system provided to protect the space where the main fire pumps are located.

2) Pressure at hydrants

When the pump is delivering the quantity of water required by item 1) above, the pressure at any hydrants shall be not less than the minimum pressure required in Ch 4, Sec 6, [1.2.6].

3) Suction heads

The total suction head and the net positive suction head of the pump shall be determined having due regard to the requirements of Ch 4, Sec 6 and the present Article on the pump capacity and on the hydrant pressure under all conditions of list, trim, roll and pitch likely to be encountered in service. The ballast condition of a ship on entering or leaving a dry dock need not be considered a service condition.

$$Q_{BLCI \text{ Emergencia}} = 0,4 \cdot Q_{BLCI} = 0,4 \cdot 25 \text{ m}^3/\text{h} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como la capacidad no puede ser menor a 15 m³/h, la capacidad requerida será:

$$Q_{BLCI \text{ Emergencia}} = 15 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se dispondrá de una motobomba de emergencia con un caudal de 28,8 m³/h . El catálogo de la misma se muestra en el anexo A.2.

Sistema de extinción por medio CO2

Cantidad de CO2 requerida para la sala de máquinas

La cantidad de CO2 se define mediante la reglamentación “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part C, Ch 4, Sec 14/4.1.2”, en donde aplica como sistema de extinción fija para ser utilizado en la Sala de Máquinas del Remolcador.

4.1.2 Carbon dioxide systems - General

a) Quantity of fire-extinguishing medium

3) For machinery spaces the quantity of carbon dioxide carried shall be sufficient to give a minimum volume of free gas equal to the larger of the following volumes, either:

- 40% of the gross volume of the largest machinery space so protected, the volume to exclude that part of the casing above the level at which the horizontal area of the casing is 40% or less of the horizontal area of the space concerned taken midway between the tank top and the lowest part of the casing, or*
- 35% of the gross volume of the largest machinery space protected, including the casing.*

In the calculation of 35% of the above-mentioned volume, the net volume of the funnel shall be considered up to a height equal to the whole casing height if the funnel space is in open connection with the machinery space without inter-position of closing means.

4) The percentages specified in item 3) above may be reduced to 35% and 30%, respectively, for cargo ships of less than 2000 gross tonnage provided that, where two or more machinery spaces are not entirely separate, they shall be considered as forming one space.

- 1) La cantidad de CO2 deberá ser mayor al 35% del volumen bruto del espacio de máquinas mayor excluyendo el guardacalor.

$$V_{\text{mayor de CCMM}} = 673,73 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{CO}_2} = 0,35 * 673,73 \text{ m}^3 = 235,8 \text{ m}^3$$

- 2) La cantidad de CO₂ deberá ser mayor al 30% del volumen bruto del espacio de máquinas mayor incluyendo el guardacalor.

$$V_{\text{mayor de CCMM}} = 727,5 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{CO}_2} = 0,3 * 727,5 \text{ m}^3 = 218,25 \text{ m}^3$$

Como el requisito 1) es el mayor volumen se toma este valor para calcular el peso de CO₂.

Continuando con la regla Part C, Ch 4, Sec 14/4.1.2:

- 5) *For the purpose of this item the volume of free carbon dioxide shall be calculated at 0,56 m³/kg.*
- 6) *For machinery spaces, the fixed piping system shall be such that 85% of the gas can be discharged into the space within 2 minutes.*

Considerando que la concentración en volumen del CO₂ es de 0,56 m³/Kg y que los botellones van a ser de 45 Kg se tiene:

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{235,8 \text{ m}^3}{0,56 \text{ m}^3/\text{Kg}} = 421,1 \text{ Kg}$$

En el buque se instalan:

- 10 botellones de 45 Kg

Resulta en 450 Kg de CO₂ a bordo.

Caudal de CO₂

El caudal se determina con el ratio de descarga tal que se asegure que descargue el 85% del CO₂ total en 2 min.

$$Q_{\text{CO}_2} = \frac{0,85 * P_{\text{CO}_2}}{t} = \frac{0,85 * 450 \text{ Kg}}{2 \text{ min}} = 191,25 \text{ Kg}/\text{min}$$

Con el caudal de descarga necesario se ingresa a la siguiente tabla y se selecciona la tubería correspondiente.

DIAMETRO NOMINAL	DESCARGA Kg/Min
3/8"	Hasta 30
1/2"	31-60
3/4"	60-90
1"	90-150
1 1/4"	150-270
1 1/2"	270-360
2"	360-600
2 1/2"	600-990
3"	990-1380
4"	1380-2400
5"	2400-3800
6"	> 3800

Los espesores de las tuberías deben cumplir con los espesores especificados según la Sociedad Clasificadora en la tabla Part C, Ch 4, Sec 14/Table 2.

**Table 2 : Minimum wall thickness for steel pipes
for CO₂ fire-extinguishing systems**

External diameter (mm)	Minimum wall thickness (mm)	
	between bottles and master valves	between master valves and nozzles
21,3 - 26,9	3,2	2,6
30,0 - 48,3	4,0	3,2
51,0 - 60,3	4,5	3,6
63,5 - 76,1	5,0	3,6
82,5 - 88,9	5,6	4,0
101,6	6,3	4,0
108,0 - 114,3	7,1	4,5
127,0	8,0	4,5
133,0 - 139,7	8,0	5,0
152,4 - 168,3	8,8	5,6

La tubería va a ser de 1-1/4" lo que implica una tubería comercial DN 32 DIN 2440 con un espesor de 3,2 mm para el todos los tramos entre las válvulas maestras y las toberas.

Por otro lado para los tramos entre los botellones y las válvulas maestras se instalan tuberías DN 32 DIN 2441 serie pesada con una espesor de 4 mm de como lo requiere la Tabla 2.

Disparos de control CO₂

Para la descarga del CO₂ se dispone de dos dispositivos de control. Un control se utiliza para abrir la válvula maestra que da paso hacia el local a proteger y el segundo sirve para la descarga del gas desde los botellones. (Regla Part C, Ch 4, Sec 14/4.1.2 b)

Distribución de los extinguidores portátiles

Número y capacidad de los extintores en CCMM

Acorde a la reglamentación de la ordenanza marítima OM-03-2005 Parte C 4.4 (Extintores portátiles en espacios de categoría A para sala de máquinas) se dispone de la siguiente cantidad de extintores en la sala de máquinas que poseen motores de combustión interna.

Número y capacidad de los extintores en sala de máquinas:

Según la OM-03-2005 Parte C 4.4.3.2 el número mínimo de extintores portátiles en sala de máquinas:

- 6 extintores de espuma de 9 litros.

Se instalan 6 extintores de espuma de 9 litros para cumplir con reglamentación y además se ubican 2 extintores de espuma de 45 litros y 4 extintores portátiles de CO₂ (5 Kg) adicionales.

Número y capacidad de los extintores en puente de navegación

Según la OM-03-2005 Parte C 4.3.2.5 el número mínimo de extintores portátiles en puente de navegación:

- 1 extintor de CO₂ (C-II) o equivalente

Se instala 1 extintor portátil de CO₂ (5 Kg).

Número y capacidad de los extintores en espacios de alojamientos

Según la OM-03-2005 Parte C 4.3.1.1.1 el número mínimo de extintores portátiles en espacio de alojamientos será:

- Al menos 1 extintor de espuma o equivalente (B-II) en cada cubierta, y nunca menos de 2 en total.

Se instalan 1 extintores portátiles de polvo seco (clase A,B,C) por cada cubierta, excepto en Cubierta Principal y Cubierta A donde se ubican 2 extintores portátiles de polvo seco (clase A,B,C).

Número y capacidad de los extintores en cocinas

Según la OM-03-2005 Parte C 4.3.2.1 el número mínimo de extintores portátiles en cocina será:

- 1 extintor de espuma o polvo seco (B-II) acorde al tipo de combustible utilizado en los artefactos.

Se instala 1 extintor portátil de producto químico (clase F) y 1 extintor portátil de polvo seco (clase A,B,C). Además se cuenta con un sistema de extinción en campana de extracción, el cual posee un disparador para su accionamiento ubicado cerca de la campana.

Número y capacidad de los extintores en pañoles con productos inflamables

Según la OM-03-2005 Parte C 4.3.2.2 el número mínimo de extintores portátiles en pañoles con productos inflamables tales como pintura y madera será:

- 1 extintor de espuma, polvo seco o CO2 acorde al tipo de producto almacenado.

Se instala 1 extintor portátil de polvo seco (clase A,B,C) por cada pañol.

Los extintores utilizados acorde al local que protegen dependiendo del tipo de fuego que se puede generar van a ser los indicados en las siguientes tablas:

Tipos de Matafuegos						
COMO ELEGIR EL MATAFUEGO ADECUADO						
Tipos de Fuegos		AGUA	ESPUMA	POLVO ABC	DIÓXIDO DE CARBONO	HALON
	 MADERA PAPEL CARTÓN PASTO TELA TRAPOS	SI MUY EFICIENTE	RE RELATIVAMENTE EFICIENTE	SI MUY EFICIENTE	PE POCO EFICIENTE	SI MUY EFICIENTE
	SÓLIDOS					
	 NAFTA ACEITE PINTURAS KEROSÉN HIDROCARBUROS y otros líquidos inflamables	NO NO DEBE USARSE	SI MUY EFICIENTE	SI MUY EFICIENTE	SI MUY EFICIENTE	SI MUY EFICIENTE
	LÍQUIDOS INFLAMABLES					
	 MOTORES TABLEROS ELÉCTRICOS TRANSFORMADORES y otros equipos eléctricos	NO NO DEBE USARSE	NO NO DEBE USARSE	E EFICIENTE	SI MUY EFICIENTE	SI MUY EFICIENTE
	ENERGÍA ELÉCTRICA					

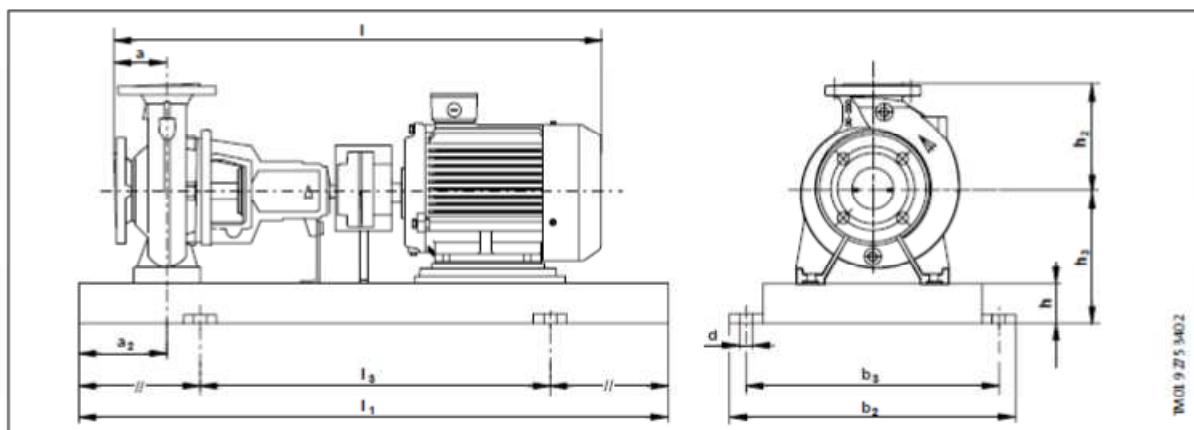
En los planos de extintores portátiles se muestra su disposición, seleccionados acorde al tipo de fuego y requerimientos que se mencionan arriba.

Tabla Resumen de disposición de extintores portátiles:

Espacio	Cantidad				
	Polvo ABC (5Kg)	CO2 (5Kg)	Espuma (9 litros)	Espuma (45 litros)	Producto químico húmedo (10 litros)
Puente de Navegación		1			
Pasillo Cubierta Principal	2				
Cocina	1				1
Comedor	1				
Pasillo Cubierta A	2				
Pasillo Cubierta B	1				
Cuarto de Control CCMM		1			
Local CO2	1				
Lavadero	1				
Paños de Cubierta Ppal	3				
Taller de CCMM		1	1		
Cubierta CCMM		3	4	2	
Cuarto de Z-Peller		1	1		

Anexo

Información técnica de la Bomba de Lucha Contra Incendio seleccionada:



Dimensiones y pesos

Tipo de bomba	Motor [kW]	2900 rpm (motores de 2 polos)																									
		Común			Con acoplamiento estándar										Con acoplamiento espaciador												
		[mm]			[mm]										[mm]												
		a	a ₂	h ₂	l ¹	h	h ₃	l ₁	l ₃	b ₂	b ₃	d	Gama estándar Peso neto [kg]	Gama alta Peso neto [kg]	l ¹	h	h ₃	l ₁	l ₃	b ₂	b ₃	d	Gama estándar Peso neto [kg]	Gama alta Peso neto [kg]			
40-160	3,0	80	60	160	839/876	65	197	900	600	390	350	19	95	104	941/978	65	197	900	600	390	350	19	97	106			
	4,0				876/876								104	110	978/978								106	112			
	5,5				80								212	1000	660								450	400	24	121	124
	7,5					1059/1056	206	176	1161/1158	209	179																
	11,0					214	187	217	190																		
	15,0																										

¹ Algunos modelos de la columna están indicados con dos dimensiones L.
La primera se refiere a la gama estándar de motores y la segunda a la gama alta de motores.

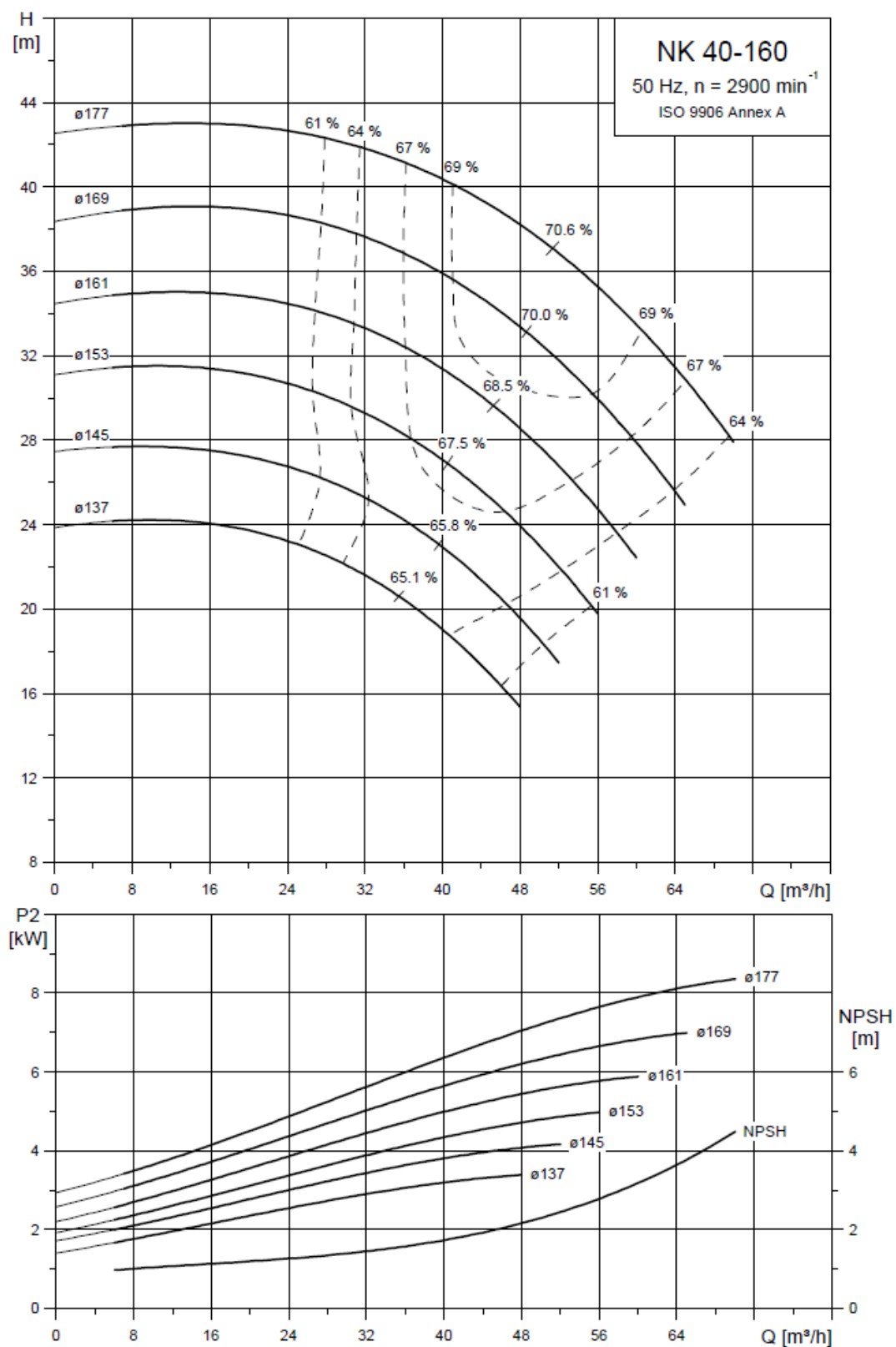
Datos eléctricos, gama alta

Tipo de bomba	Tipo de motor	P ₂ [kW]	I _{1/1} [A] 230Δ/400Y	I _{1/1} [A] 400Δ	Datos comunes			
					Factor de potencia Cos φ	η max [%]	n [min ⁻¹]	I _{arranque} I _{1/1}
40-160	MG112MB-D	3,0	10,40/5,95	5,95	0,88-0,85	88,0	2910-2930	9,7-10,7
	MG112MC-D	4,0	13,80/8,00	8,00	0,88-0,84	89,0	2910-2930	11,2-12,3
	MG132SC-D	5,5	19,40/11,20	11,20	0,88-0,84	90,0	2910-2930	10,7-11,7
	MG132SD-D	7,5	26,50/15,20	15,20	0,87-0,80	89,5	2900-2920	10,0-11,1
	MMG160MA-D	11,0	36,50/21,00	21,00/12,20	0,86	90,7	2930	7,3
	MMG160MB-D	15,0	48,50/28,00	28,00/16,20	0,86	91,6	2930	7,6

Datos eléctricos, gama estándar

Tipo de bomba	Tipo de motor	P ₂ [kW]	I _{1/1} [A] 230Δ/400Y	I _{1/1} [A] 400Δ	Datos comunes			
					Factor de potencia Cos φ	η max [%]	n [min ⁻¹]	I _{arranque} I _{1/1}
40-160	MG100LB-C	3,0	10,8/6,25	6,25	0,88-0,82	85,0	2880-2910	7,8-8,5
	MG112MB-C	4,0	13,80/8,00	8,00	0,90-0,87	86,0	2900-2910	8,7-9,5
	MG132SB-C	5,5	19,00/11,00	11,00	0,89-0,86	87,5	2890-2910	8,9-9,7
	MG132SC-C	7,5	26,50/15,20	15,20	0,87-0,81	88,0	2890-2910	9,1-9,9
	MMG160MA-E	11,0	34,50/20,00	20,20/11,60	0,88	88,6	2930	5,6
	MMG160MB-E	15,0	47,50/27,50	26,50/15,20	0,89	91,2	2940	5,8

Curvas Características de la Bomba de Lucha Contra Incendio:



Información técnica de la Bomba de Emergencia de Lucha Contra Incendio seleccionada:

Product Description

1.Description: single stage fire water pump BJ-7G is powered by Lifan gasoline engine and the single-level centrifugal pumps of Zhejiang WOQ Machinery Manufacture Co., Ltd. It has features of compact structure, start convenient, fast water, low fuel consumption, light weight and reliable, so that is more suitable for using in the narrow roads. It is the ideal equipment for fire extinguishing used in fire brigade, professional fire brigade, forest fire brigade, towns, rural areas, the mining industry and obligation fire brigade.

2.single stage fire water pump BJ-7G technical parameters:

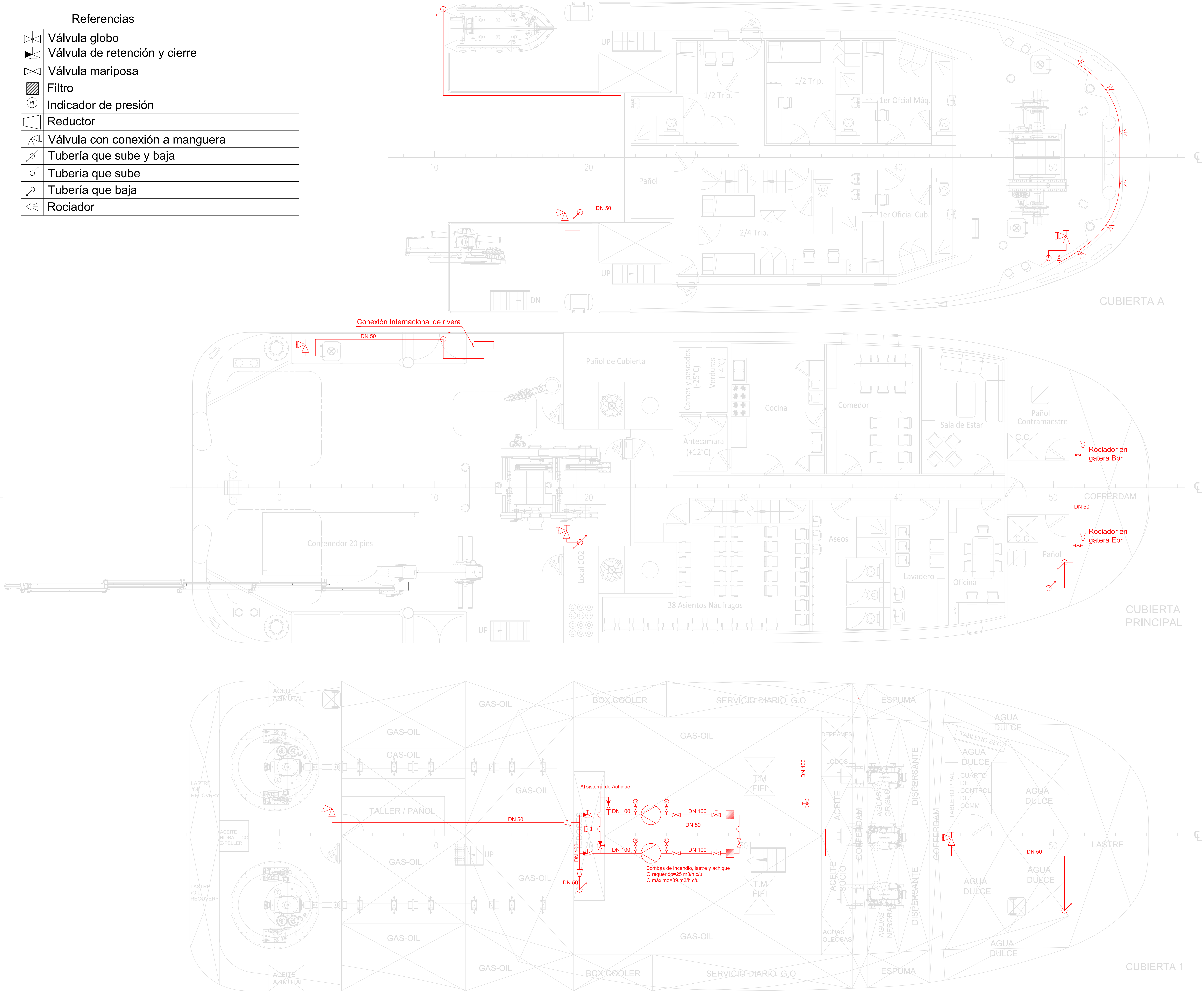
Appearance dimension	560×540×480mm
Device weight	≤40kg
Max capacity	480L/min
Pump head	42m
Out pressure	0.3Mpa
Inlet size	φ65mm
Out size	φ65mm
Dia.of nozzle	φ19mm
Type of inlet	Screw type
Maximum suction depth	7m
Pump priming time	≤20s
Starting way	Recoil/Electric start
Model of engine	9HP,LF177F
Pump body	Single stage



Bibliografía

- Rules for the classification of steel ships Part C, Ch 4, Fire Protection, Detection and Extinction – Bureau Veritas
- Rules for the classification of steel ships Part D, Ch 16, Fire Fighting Ships – Bureau Veritas
- <http://zj-woq.en.made-in-china.com/product/iXWnRcqFLwhu/China-Single-Stage-Fire-Water-Pump-Bj-7g.html> (Bomba de Incendio de Emergencia)
- Catálogo de bombas - Grundfos

Referencias	
	Válvula globo
	Válvula de retención y cierre
	Válvula mariposa
	Filtro
	Indicador de presión
	Reductor
	Válvula con conexión a manguera
	Tubería que sube y baja
	Tubería que sube
	Tubería que baja
	Rociador



NOMBRE	Gonzalo Abal	VERIFICADO	APROBADO
FECHA	17/11/2017		
NÚMERO PLANO	REV	HOJA	Nº HOJAS
CAB-PS-020-002	0		
ESCALA	ARCHIVO	FORMATO	
1:50	020-002	A0	
0	Inicial	17/11/17	CAB
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	DBU
MODIFICACIONES			

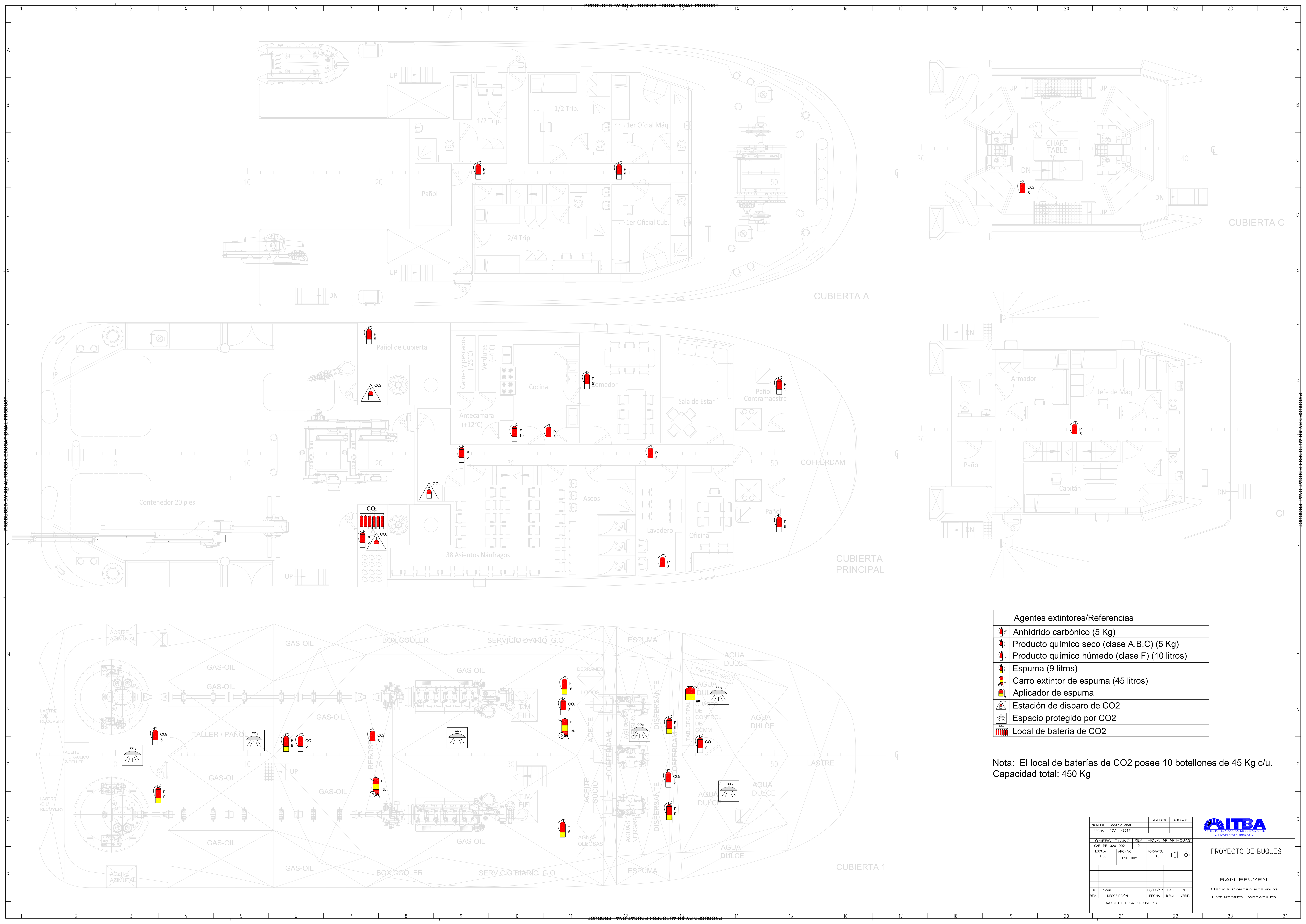


INSTITUTO TECNOLÓGICO BUENOS AIRES
UNIVERSIDAD PRIVADA

PROYECTO DE BUQUES

- RAM EPUYEN -

MEDIOS CONTRAINCENDIOS
EXTINCIÓN POR AGUA



Agentes extintores/Referencias	
	Anhídrido carbónico (5 Kg)
	Producto químico seco (clase A,B,C) (5 Kg)
	Producto químico húmedo (clase F) (10 litros)
	Espuma (9 litros)
	Carro extintor de espuma (45 litros)
	Aplicador de espuma
	Estación de disparo de CO2
	Espacio protegido por CO2
	Local de batería de CO2

Nota: El local de baterías de CO2 posee 10 botellones de 45 Kg c/u.
Capacidad total: 450 Kg

NOMBRE	Gonzalo Abal	VERIFICADO	APROBADO
FECHA	17/11/2017		
NÚMERO PLANO	REV	HOJA	Nº HOJAS
GAB-PB-020-002	0	0	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
1:50	020-002	A0	
0	Inicial	17/11/17	GAB NPI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DBU VERIF.
MODIFICACIONES			



PROYECTO DE BUQUES

- RAM EPUYEN -
MEDIOS CONTRAINCENDIOS
EXTINTORES PORTÁTILES

	1	2	3	4
	Índice			
A	Introducción.....			2
	Datos Generales del Remolcador.....			2
	Luces y marcas.....			2
B	Disposición de luces y marcas para navegación y remolque.....			2
	Disposición de luces y marcas para buque fondeado y varado.....			3
	Disposición de luces y marcas para buque sin gobierno y con gobierno restringido.....			4
	Ubicación, definición y alcance de visibilidad de luces.....			5
	Tabla Resumen de disposición de luces.....			6
C	Tabla Resumen de disposición de marcas.....			7
	Bibliografía.....			7
D				
E			VERIFICADO	APROBADO
	NOMBRE Gonzalo Abal			
	FECHA 17/11/17			
	NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-250-001	0	1	7	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	 	
	250-001	A4		
	PROYECTO DE BUQUES			
F				
	0	Inicial	17/11/17	GAB NFI
	REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ. VERIF.
MODIFICACIONES				
REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO - RAM EPUYEN - LUCES Y MARCAS				

Introducción

El propósito de esta memoria es seleccionar y disponer todas las luces y marcas de navegación de modo que cumplan con todos los requerimientos de la reglamentación de aplicación que en este caso es el Reglamento Internacional para la Prevención de Abordajes.

Datos Generales del Remolcador

<i>Características Generales del Remolcador de Salvamento Marítimo</i>		
Dimensiones	Valor	unidades
<i>Eslora total (LOA)</i>	37.175	m
<i>Eslora entre perpendiculares (LPP)</i>	32.8	m
<i>Eslora en flotación (LWL)</i>	35.6	m
<i>Manga (B)</i>	12	m
<i>Puntal (D)</i>	5.6	m
<i>Calado de diseño (T)</i>	4.1	m
<i>Coeficiente de sección media (CM)</i>	0.898	-
<i>Coeficiente prismático (CP)</i>	0.635	-
<i>Coeficiente de bloque (CB)</i>	0.571	-

Luces y Marcas

Disposición de luces y marcas para navegación y remolque

Según la Regla 23 y 24 del Reglamento Internacional para la Prevención de Abordajes se dispondrán a bordo del remolcador:

Rule 23

Power-driven vessels underway

(a). A power-driven vessel underway shall exhibit:

(i). a masthead light forward;

(ii). a second masthead light abaft of and higher than the forward one; except that a vessel of less than 50 metres in length shall not be obliged to exhibit such light but may do so;

(iii). sidelights;

(iv). a sternlight.

Rule 24

Towing and pushing

(a). A power-driven vessel when towing shall exhibit:

(i). instead of the light prescribed in [Rule 23\(a\)\(i\) or \(a\)\(ii\)](#), two masthead lights in a vertical line. When the length of the tow, measuring from the stern of the towing vessel to the after end of the tow exceeds 200 metres, three such lights in a vertical line;

(ii). sidelights;

(iii). a sternlight;

(iv). a towing light in a vertical line above the sternlight;

(v). when the length of the tow exceeds 200 metres, a diamond shape where it can best be seen.

Las luces y marcas que se disponen a bordo para navegación y remolque son las siguientes:

- Tres luces de tope (se considera que el remolcador pueda efectuar remolques de longitudes mayores a 200 m) (Luces Pos. Nro 1,2 y 3 en tabla resumen)
- Luces de banda (Luces Pos. Nro 4 y 5 en tabla resumen)
- Luz de alcance (Luz Pos. Nro 6 en tabla resumen)
- Luz de remolque por encima de la luz de alcance (Luz Pos. Nro 7 en tabla resumen)
- Marca de diamante

Disposición de luces y marcas para buque fondeado y varado

Rule 30

Anchored vessels and vessels aground

(a). A vessel at anchor shall exhibit where it can best be seen:

(i). in the fore part, an all-round white light or one ball;

(ii). at or near the stern and at a lower level than the light prescribed in subparagraph (i), an all-round white light.

(b). A vessel of less than 50 metres in length may exhibit an all-round white light where it can best be seen instead of the lights prescribed in paragraph (a) of this Rule.

(d). A vessel aground shall exhibit the lights prescribed in paragraph (a) or (b) of this Rule and in addition, where they can best be seen:

(i). two all-round red lights in a vertical line;

(ii). three balls in a vertical line.

Las luces y marcas que se disponen a bordo para buque fondeado y varado son las siguientes:

- Una luz todo horizonte blanca (Luz Pos. Nro 8 en tabla resumen)
- Dos luces todo horizonte rojas (Luces Pos. Nro 9 y 10 en tabla resumen)
- Tres marcas de esferas

Disposición de luces y marcas para buque sin gobierno y con gobierno restringido

Rule 27

Vessels not under command or restricted in their ability to manoeuvre

(a). A vessel not under command shall exhibit:

(i). two all-round red lights in a vertical line where they can best be seen;

(ii). two balls or similar shapes in a vertical line where they can best be seen;

(iii). when making way through the water, in addition to the lights prescribed in this paragraph, sidelights and a sternlight.

(b). A vessel restricted in her ability to manoeuvre, except a vessel engaged in mine clearance operations, shall exhibit:

(i). three all-round lights in a vertical line where they can best be seen. The highest and lowest of these lights shall be red and the middle light shall be white;

(ii). three shapes in a vertical line where they can best be seen. The highest and lowest of these shapes shall be balls and the middle one a diamond;

(iii). when making way through the water, a masthead light or lights, sidelights and a sternlight, in addition to the lights prescribed in sub-paragraph (i);

(iv). when at anchor, in addition to the lights or shapes prescribed in sub-paragraphs (i) and (ii), the light, lights or shape prescribed in [Rule 30](#).

(c). A power-driven vessel engaged in a towing operation such as severely restricts the towing vessel and her tow in

their ability to deviate from their course shall, in addition to the lights or shapes prescribed in [Rule 24\(a\)](#), exhibit the lights or shapes prescribed in subparagraphs (b)(i) and (ii) of this Rule.

Las luces y marcas que se requieren a bordo para buque sin gobierno son las siguientes:

- Una luz todo horizonte blanca (ubicada entre ambas luces todo horizonte rojas) (Luz Pos. Nro 11 en tabla resumen)
- Dos luces todo horizonte rojas (ubicadas una por encima y otra por debajo de la luz todo horizonte blanca) (Luces Pos. Nro 9 y 10 en tabla resumen)

- Luz de tope (Luz Pos. Nro 1 en tabla resumen)
- Luces de banda (Luces Pos. Nro 4 y 5 en tabla resumen)
- Luz de alcance (Luz Pos. Nro 6 en tabla resumen)
- Luz de remolque por encima de la luz de alcance (Luz Pos. Nro 7 en tabla resumen)
- Una luz todo horizonte blanca (Luz Pos. Nro 8 en tabla resumen)
- Dos marcas de esferas (ubicadas una por encima y otra por debajo de la marca de diamante)
- Una marca de diamante (ubicada entre ambas marcas de esferas)

Ubicación, definición y alcance de visibilidad de luces

Las luces dispuestas a bordo del remolcador cumplirán con las definiciones y alcances de visibilidad según la Regla 21 y 22 del Reglamento Internacional para la Prevención de Abordajes.

Rule 21

Definitions

(a). "Masthead light" means a white light placed over the fore and aft centreline of the vessel showing an unbroken light over an arc of the horizon of 225 degrees and so fixed as to show the light from right ahead to 22.5 degrees abaft the beam on either side of the vessel.

(b). "Sidelights" means a green light on the starboard side and a red light on the port side each showing an unbroken light over an arc of the horizon of 112.5 degrees and so fixed as to show the light from right ahead to 22.5 degrees abaft the beam on its respective side. In a vessel of less than 20 metres in length the sidelights may be combined in one lantern carried on the fore and aft centreline of the vessel.

(c). "Sternlight" means a white light placed as nearly as practicable at the stern showing an unbroken light over an arc of the horizon of 135 degrees and so fixed as to show the light 67.5 degrees from right aft on each side of the vessel.

(d). "Towing light" means a yellow light having the same characteristics as the "sternlight" defined in paragraph (c) of this Rule.

(e). "All-round light" means a light showing an unbroken light over an arc of the horizon of 360 degrees.

Rule 22

Visibility of lights

. The lights prescribed in these Rules shall have an intensity as specified in [section 8](#) of Annex I to these Regulations so as to be visible at the following minimum ranges:

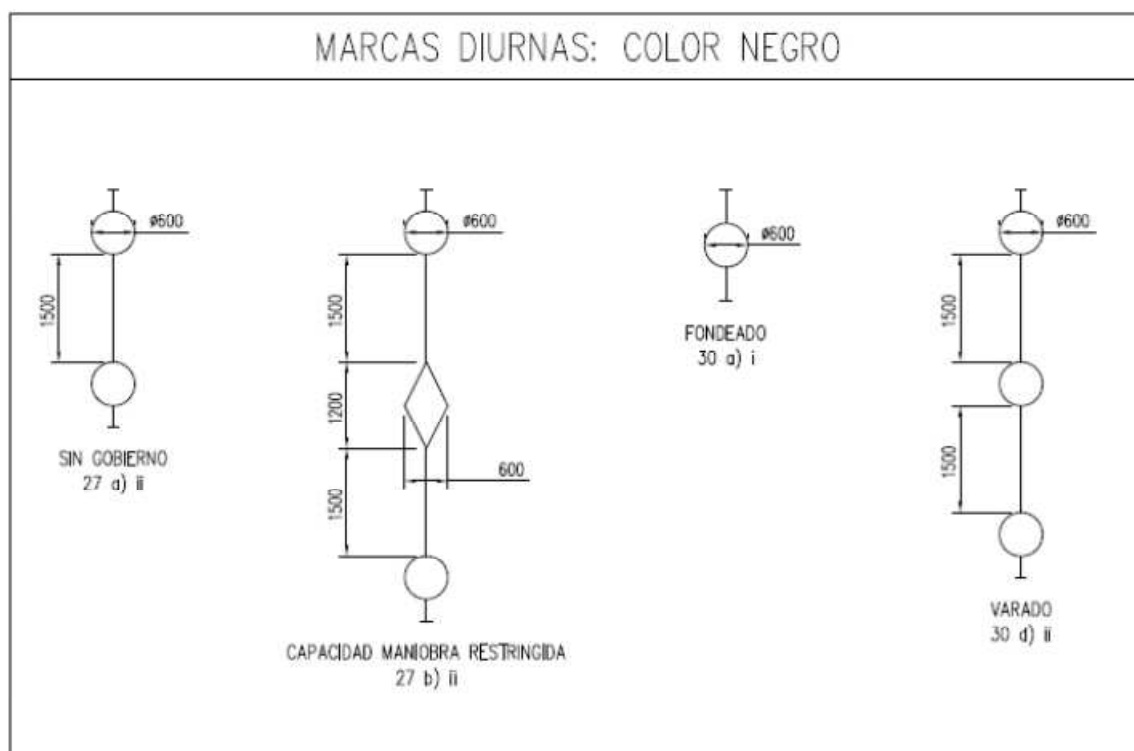
(b). In vessels of 12 metres or more in length but less than 50 metres in length;

- a masthead light, 5 miles; except that where the length of the vessel is less than 20 metres, 3 miles;
- a sidelight, 2 miles;
- a sternlight, 2 miles;
- a towing light, 2 miles;
- a white, red, green or yellow all-round light, 2 miles.

Tabla resumen de disposición de luces:

Pos. Nro	Color	Alcance	Propósitos	Tipo de luz	Reglas según Convenio Internacional para Prevenir Abordajes en el Mar 1972
1	BLANCO	5 millas	Luz de Navegación / Luz de Remolque	Luz de tope	Reglas 21 a); 22 b); 23 a); 24 a); 27 b) y c)
2	BLANCO	5 millas	Luz de Remolque	Luz de tope	Reglas 21 a); 22 b); 24 a); 27 c)
3	BLANCO	5 millas	Luz de Remolque	Luz de tope	Reglas 21 a); 22 b); 24 a); 27 c)
4	ROJO	2 millas	Luz de Navegación de banda babor	Luz de banda babor	Reglas 21 b); 22 b); 23 a); 24 a); 27 a) b) y c)
5	VERDE	2 millas	Luz de Navegación de banda estribor	Luz de banda estribor	Reglas 21 b); 22 b); 23 a); 24 a); 27 a) b) y c)
6	BLANCO	2 millas	Luz de Navegación de popa / Luz de Remolque de popa	Luz de alcance	Reglas 21 c); 22 b); 23 a); 24 a); 27 a) b) y c)
7	AMARILLO	2 millas	Luz de Remolque de popa	Luz de remolque	Reglas 21 d); 22 b); 23 a); 24 a); 27 c)
8	BLANCO	2 millas	Luz de fondeo / Varado / Gobierno Restringido	Luz todo horizonte	Reglas 21 e); 22 b); 27 b) y c); 30 b) y d)
9	ROJO	2 millas	Luz de buque sin Gobierno / Gobierno Restringido / Varado	Luz todo horizonte	Reglas 21 e); 22 b); 27 a), b) y c); 30 d)
10	ROJO	2 millas	Luz de buque sin Gobierno / Gobierno Restringido / Varado	Luz todo horizonte	Reglas 21 e); 22 b); 27 a), b) y c); 30 d)

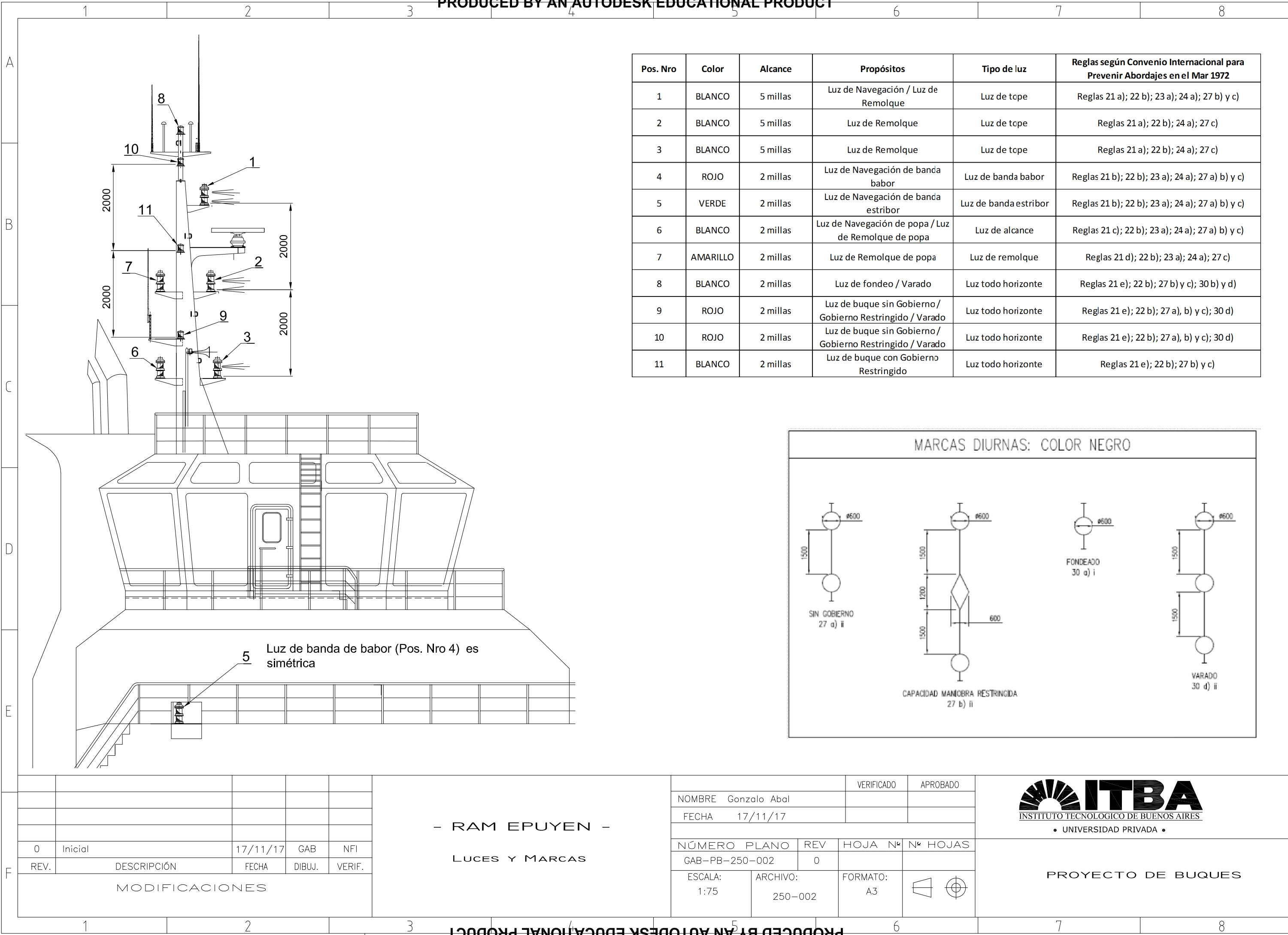
Tabla resumen de disposición de marcas:



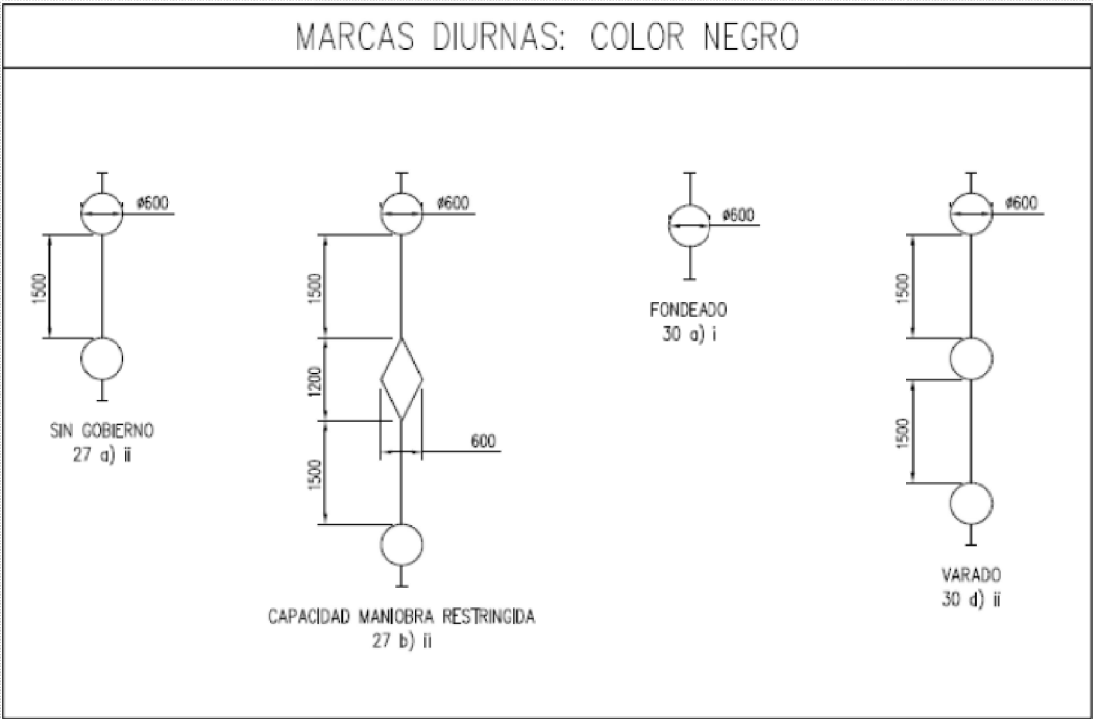
Ver Plano de Luces y Marcas adjunto.

Bibliografía

- Reglamento Internacional para la Prevención de los Abordajes 1972



Pos. Nro	Color	Alcance	Propósitos	Tipo de luz	Reglas según Convenio Internacional para Prevenir Abordajes en el Mar 1972
1	BLANCO	5 millas	Luz de Navegación / Luz de Remolque	Luz de tope	Reglas 21 a); 22 b); 23 a); 24 a); 27 b) y c)
2	BLANCO	5 millas	Luz de Remolque	Luz de tope	Reglas 21 a); 22 b); 24 a); 27 c)
3	BLANCO	5 millas	Luz de Remolque	Luz de tope	Reglas 21 a); 22 b); 24 a); 27 c)
4	ROJO	2 millas	Luz de Navegación de banda babor	Luz de banda babor	Reglas 21 b); 22 b); 23 a); 24 a); 27 a) b) y c)
5	VERDE	2 millas	Luz de Navegación de banda estribor	Luz de banda estribor	Reglas 21 b); 22 b); 23 a); 24 a); 27 a) b) y c)
6	BLANCO	2 millas	Luz de Navegación de popa / Luz de Remolque de popa	Luz de alcance	Reglas 21 c); 22 b); 23 a); 24 a); 27 a) b) y c)
7	AMARILLO	2 millas	Luz de Remolque de popa	Luz de remolque	Reglas 21 d); 22 b); 23 a); 24 a); 27 c)
8	BLANCO	2 millas	Luz de fondeo / Varado	Luz todo horizonte	Reglas 21 e); 22 b); 27 b) y c); 30 b) y d)
9	ROJO	2 millas	Luz de buque sin Gobierno / Gobierno Restringido / Varado	Luz todo horizonte	Reglas 21 e); 22 b); 27 a), b) y c); 30 d)
10	ROJO	2 millas	Luz de buque sin Gobierno / Gobierno Restringido / Varado	Luz todo horizonte	Reglas 21 e); 22 b); 27 a), b) y c); 30 d)
11	BLANCO	2 millas	Luz de buque con Gobierno Restringido	Luz todo horizonte	Reglas 21 e); 22 b); 27 b) y c)



F						- RAM EPUYEN - LUCES Y MARCAS		VERIFICADO		APROBADO		 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES • UNIVERSIDAD PRIVADA • PROYECTO DE BUQUES		
							NOMBRE Gonzalo Abal							
							FECHA 17/11/17							
							NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS				
	0	Inicial		17/11/17	GAB		NFI	GAB-PB-250-002		0				
	REV.	DESCRIPCIÓN		FECHA	DIBUJ.		VERIF.	ESCALA: 1:75		ARCHIVO: 250-002			FORMATO: A3	
	MODIFICACIONES													

Índice

A	Introducción.....	2
	Datos Generales del Remolcador.....	2
	Información de la tabla de balance eléctrico.....	2
B	Características Generales.....	2
	Características en cada condición.....	2
	Dimensionamiento de la planta generadora.....	3
	Dimensionamiento de la instalación de emergencia.....	5
	Bibliografía.....	8

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE Gonzalo Abal				
FECHA 17/11/17				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
GAB-710-001	0	1	8	
ESCALA:	ARCHIVO: 710-001	FORMATO: A4	 	
0	Inicial	17/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

BALANCE ELÉCTRICO

Introducción

Se realiza un análisis preliminar de los consumos en cada condición para dimensionar la planta generadora. Consiste en la confección de una tabla de balance eléctrico a partir de catálogos de equipos ya definidos y equipos similares extraídos del listado de buques base de proyecto equipos para definir la cantidad y capacidad de los generadores que requiere el remolcador para operar correctamente en cada condición.

Datos Generales del Remolcador

<i>Características Generales del Remolcador de Salvamento Marítimo</i>		
Dimensiones	Valor	unidades
<i>Eslora total (LOA)</i>	37.175	m
<i>Eslora entre perpendiculares (LPP)</i>	32.8	m
<i>Eslora en flotación (LWL)</i>	35.6	m
<i>Manga (B)</i>	12	m
<i>Puntal (D)</i>	5.6	m
<i>Calado de diseño (T)</i>	4.1	m
<i>Coeficiente de sección media (CM)</i>	0.898	-
<i>Coeficiente prismático (CP)</i>	0.635	-
<i>Coeficiente de bloque (CB)</i>	0.571	-

Información de la tabla de balance eléctrico

Características Generales:

- Factor de servicio y régimen (Ksr)
Es un factor que representa la probabilidad de que se opere con el equipo a la máxima potencia para que absorba la potencia consumida de la red (PC).
- Número de elementos o equipos instalados (No. Inst)
Indica la cantidad de equipos idénticos instalados a bordo.
- Potencia consumida (PC)
Es la potencia que se mide con un vatímetro en los bornes del motor eléctrico de cada equipo. En la tabla su valor representa la suma de todos los equipos instalados, en los casos que formen parte de un mismo conjunto como por ejemplo puede ser el equipamiento de cocina, o planta de refrigeración. Esta potencia ya tiene en cuenta los rendimientos del motor eléctrico y de máquinas con las que opera cada equipo (bombas, purificadoras, intercambiadores, etc.).

Características en cada condición:

Específica para cada condición de operación en la que se encuentre el buque la potencia de cada consumidor. Aquí se tiene en cuenta tres factores:

- Número de elementos en uso (No. en uso)
Indica el número de elementos que se encuentran en uso durante la operación.
- Factor de simultaneidad (Kn)
Es un factor que tiene en cuenta la carga que se consume debido a la simultaneidad con la que se operan los consumidores en esa condición.
- Potencia final consumida (Pf)
Es la potencia eléctrica final de cada consumidor para esa determinada condición.
La fórmula para su obtención es:

$$Pf = Ps * Kn * Ksr * No \text{ en servicio}$$

Dimensionamiento de la planta generadora

A partir del balance eléctrico realizado se calculan los valores de potencia aparente en cada una de la condiciones de consumo. El cálculo se muestra a continuación:

	NAVEGACIÓN NORMAL	REMOLQUE EN ALTURA	OPERACIÓN DE FIRE FIGHTING	REMOLQUE EN PUERTO	PUERTO
POTENCIA ACTIVA TOTAL (KW)	119.5	334.6	102.7	310.5	154.5
FACTOR DE POTENCIA (COSΦ)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
POTENCIA APARENTE TOTAL (KVA)	149.3	418.2	128.4	388.1	193.1

De la tabla se puede observar que la condición de consumo más exigente es para remolque en altura, donde se requiere generar energía con una potencia aparente total mayor a 418.2 KVA. Por ende esta potencia aparente total es la que va a influir en el tamaño de los generadores que se instalarán en la planta de generación del buque.

Por otro lado se debe tener en cuenta la reglamentación por SOLAS parte D, regla 41. Esta indica que la capacidad de los grupos electrógenos debe ser tal que permita ante la parada de uno de los grupos sea posible seguir alimentando los servicios necesarios para lograr condiciones operacionales normales de propulsión y seguridad. También se deberá asegurar las condiciones confortables de habitabilidad. A esta regla se la conoce como la de (N-1), ya que en la situación de mayor consumo eléctrico (N-1) generadores deben ser capaces de alimentar todos los servicios, siendo N la cantidad de grupos electrógenos instalados para la planta de generación.

$$PN_{\text{generador}} \cdot (N - 1) > S_{\text{máx}}$$

Por requerimientos del armador se tiene que se deben instalar 3 generadores, por lo que con 2 generadores se debe poder abastecer la situación de mayor consumo. Se tiene en cuenta un cierto margen para el caso de que los consumos sean mayores a los calculados en el balance eléctrico, debido a que el mismo se basa en un cálculo con un procedimiento determinista y probabilístico. Se seleccionan los generadores de manera que funcionen con una carga de un 85% de la máxima para obtener este margen. Por ende la potencia que se obtiene a través de los generadores debe ser la siguiente:

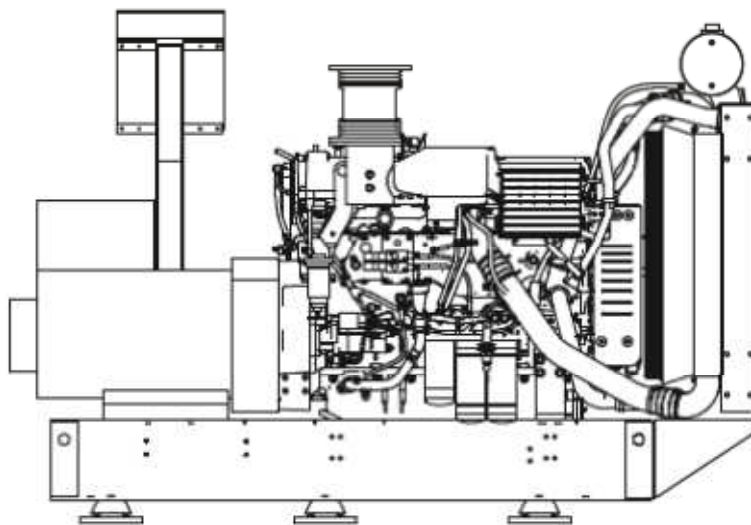
$$P_{\text{Generador}} \cdot (N - 1) > \frac{S_{\text{máx}}}{0,85} = \frac{334,6 \text{ eKW}}{0,85} = 393,6 \text{ eKW}$$

Como se instalan 3 generadores por pedido del armador se tiene:

$$P_{\text{Generador}} > \frac{393,6 \text{ eKW}}{(3 - 1)} = 196,8 \text{ eKW}$$

De los catálogos de Caterpillar se seleccionan los 3 generadores de la misma potencia de generación para cumplir con los requerimientos anteriormente mencionados. Los generadores seleccionados son:

- 3 generadores VOLVO PENTA D9 MG de 214 eKW con alternador STAMFORD HCM434E-1 de 268 kVA a 1500 rpm (50 Hz).



Technical Data RC Genset

Power output at 1500 rpm 50Hz/400V, kVA (kW_e)

D9 MG / UCM274H-1	170 (136)
D9 MG / HCM434C-1	210 (168)
D9 MG / HCM434D-1	230 (184)
D9 MG / HCM434E-1	268 (214)

Cabe aclarar que se opta por 3 generadores iguales de manera que cumplir con los requerimientos de SOLAS y también para facilitar las tareas de mantenimiento del Armador a la hora de realizar

los recorridos por horas de los motores auxiliares ya que tienen los mismos repuestos y además no se interrumpe la operación del remolcador en caso de avería en alguno de ellos.

La tabla de balance eléctrico se encuentra adjunto en archivo de Excel.

Dimensionamiento de la instalación de emergencia

El cálculo para la selección del generador de emergencia se realiza a partir de los requerimientos SOLAS de todos los consumibles que deben ser considerados a la hora de una eventual emergencia. La reglamentación SOLAS Cap II-1 Parte D, Regla 43 indica que los siguientes consumidores deben ser abastecidos por un período no menor a 12 horas, considerando que es un buque que generalmente va a realizar viajes de corta duración.

<u>Consumidores de emergencia</u>
Iluminación de emergencia en Acomodaciones (pasillos, escaleras y salidas)
Iluminación en puntos de reunión y exteriores
Iluminación de emergencia en Sala de Máquinas (incluye timonera)
Iluminación en cuartos de control (Tablero Principal y de Emergencia)
Luces de navegación
Equipos de radio y GMDSS
Equipos de Comunicación Interna
Equipos de Navegación
Sistema de alarma de detección de incendio
Lámpara de señales diurnas y Sirena
Bomba de Incendio

2.1 Durante un periodo de 3 h, alumbrado de emergencia en todos los puestos de reunión y en los de embarco y fuera de los costados, tal como se prescribe en las reglas III/11.4 y III/16.7.

2.2 Durante un periodo de 18 h, alumbrado de emergencia:

- .1** en todos los pasillos, escaleras y salidas de espacios de servicio y de alojamiento, así como en los ascensores destinados al personal y en los troncos de estos ascensores;
- .2** en los espacios de máquinas y en las centrales generatrices principales incluidos sus correspondientes puestos de mando;
- .3** en todos los puestos de control, en las cámaras de mando de máquinas y en cada cuadro de distribución principal y de emergencia;
- .4** en todos los paños de equipos de bombero;
- .5** en el aparato de gobierno; y
- .6** en la bomba contraincendios a que se hace referencia en el párrafo 2.5, en la bomba de rociadores, si la hay, y en la bomba de emergencia para el achique de sentinas, si la hay, y en el punto de arranque de sus respectivos motores.

2.3 Durante un periodo de 18 h:

- .1 las luces de navegación y demás luces prescritas en el Reglamento internacional para prevenir los abordajes que haya en vigor;

2.4 Durante un periodo de 18 h:

- .1 todo el equipo de comunicaciones interiores necesario en una situación de emergencia;
- .2 los aparatos náuticos de a bordo prescritos en la regla V/12; cuando no sea razonable o posible aplicar esta disposición, la Administración podrá dispensar de su cumplimiento a los buques de arqueo bruto inferior a 5 000;
- .3 el sistema de detección de incendios y de alarma; y
- .4 haciéndolos funcionar de modo intermitente, la lámpara de señales diurnas, el pito del buque, los avisadores de accionamiento manual y todas las señales interiores que se requieren en una situación de emergencia;

2.5 Durante un periodo de 18 h una de las bombas contraincendios prescritas en las reglas II-2/4.3.1 y II-2/4.3.3, si en cuanto a suministro de energía depende del generador de emergencia.

2.6.2 En el caso de un buque que regularmente realice viajes de corta duración, la Administración, si a juicio suyo es adecuado el grado de seguridad obtenido, podrá aceptar un periodo inferior al de 18 h que se especifica en los párrafos 2.2 a 2.5, pero no inferior a 12 h.

Se muestra la tabla de balance eléctrico en operación de emergencia

						Operación de emergencia				
Pos. no.	CONSUMIDORES	No. Inst	PC (W)	Ksr	Kn	No. En servicio	Pf (W)	Tiempo (h)	K	Consumo (Ah)
	<u>Consumidores de emergencia</u>									
1	Iluminación de emergencia en Acomodaciones	1	700	1,0	1	1	700,0	12	0,93	376,3
2	Iluminación en puntos de reunión y exteriores	1	200	1,0	1	1	200,0	12	0,93	107,5
3	Iluminación de emergencia en Sala de Máquinas	1	100	1,0	1	1	100,0	12	0,93	53,8
4	Iluminación en cuartos de control (tableros)	1	60	1,0	1	1	60,0	12	0,93	32,3
5	Luces de navegación	1	800	1,0	1	1	800,0	12	0,93	430,1
6	Equipos de radio y GMDSS	1	200	1,0	1	1	160,0	12	0,93	86,0
7	Equipos de Comunicación Interna	1	200	1,0	1	1	160,0	12	0,93	86,0
8	Equipos de Navegación	1	100	1,0	1	1	80,0	12	0,93	43,0
9	Sistema de alarma de detección de incendio	1	300	1,0	1	1	300,0	12	0,93	161,3
10	Lámpara de señales y Sirena	1	80	1,0	1	1	64,0	12	0,93	34,4
11	Bomba de Incendio	1	200	1,0	1	1	140,0	12	0,93	75,3
POTENCIA TOTAL CONSUMIDORES 24 Vcc							2764			1486

BATERIAS TRABAJANDO CON CARGAS DE %					
BATERIAS (TROJAN 31-GEL) - Se conectan en serie de a pares para brindar 24 VCC - Los 20 pares se conectan en paralelo y c/u brinda 94 Ah de capacidad					
20	94			17	93,0



31-GEL DATA SHEET

MODEL:	31-GEL
VOLTAGE:	12
DIMENSIONS:	Inches (mm)
BATTERY:	VRLA GEL
COLOR:	Maroon (case) Grey (cover)
MATERIAL:	Polypropylene
WATERING SYSTEM:	N/A



PRODUCT SPECIFICATIONS

BCI GROUP SIZE	TYPE	CAPACITY ^A Minutes	CAPACITY ^B Amp-Hours (AH)				ENERGY (kWh)	TERMINAL Type ^E	DIMENSIONS ^C Inches (mm)			WEIGHT lbs. (kg)
		@ 25 Amps	5-Hr Rate	10-Hr Rate	20-Hr Rate	100-Hr Rate	100-Hr Rate		Length	Width	Height ^D	
		12 VOLT DEEP CYCLE GEL BATTERY										
31	31-GEL	200	85	94	102	108	1.30	7	12.94 (329)	6.82 (173)	9.64 (245)	70 (32)

- A. The number of minutes a battery can deliver when discharged at a constant rate at 80°F (27°C) and maintain a voltage above 1.75 V/cell. Capacities are based on peak performance.
 B. The amount of amp-hours (AH) a battery can deliver when discharged at a constant rate at 77°F (25°C) for Gel Lines and maintain a voltage above 1.75 V/cell. Capacities are based on peak performance.
 C. Dimensions are based on nominal size. Dimensions may vary depending on type of handle or terminal.
 D. Dimensions taken from bottom of the battery to the highest point on the battery. Heights may vary depending on type of terminal.
 E. Terminal images are representative only.
 Trojan's battery testing procedures adhere to both BCI and IEC test standards.

CHARGING INSTRUCTIONS

CHARGER VOLTAGE SETTINGS (AT 77°F/25°C)				
System Voltage	12V	24V	36V	48V
Absorption Charge	14.1 – 14.4	28.2 – 28.8	42.3 – 43.2	56.4 – 57.6
Float Charge	13.5	27	40.5	54

Do not install or charge batteries in a sealed or non-ventilated compartment. Constant under or overcharging will damage the battery and shorten its life as with any battery.

TERMINAL CONFIGURATIONS

7	UT	Universal Terminal
		
Terminal Height Inches (mm)		
1.10 (28)		
Torque Values in-lb (Nm)		
95–105 (11 – 12)		
Bolt		
5/16"		

La instalación eléctrica de emergencia consiste de 40 baterías TROJAN 31-GEL de 12 Vcc y 94 Ah cada una, las cuales combinadas brindan 24 Vcc con una capacidad total de 1880 Ah al sistema de emergencia, lo cual es suficiente para abastecer los 1486 Ah de los consumibles.

Las baterías se deben ubicar en cumplimiento con la regulación SOLAS parte D, regla 43, la cual indica que el deben ser ubicados lo más alejado posible del tablero principal y los generadores principales. Además no pueden estar en un cuarto adyacente a los espacios de máquinas categoría A. Teniendo estos puntos en cuenta se decide ubicar el generador de emergencia sobre la Cubierta B en un cuarto aislado en la pGopa del casillaje de dicha cubierta.

Se adjunta Esquema Unifilar General – Archivo 710/003.

Bibliografía

- Safety of Life at Sea (SOLAS) – International Maritime Organization
- Ordenanza Marítima N°14/74 – Prefectura Naval Argentina
- Diseño General de la Planta Eléctrica – ETSIN – Amable Lopez Piñeiro
- Balance Eléctrico de Emergencia – Remolcador Ranquel
- Balance Eléctrico – Remolcador Ranquel
- <http://www.trojanbattery.com/es/>
- http://www.cat.com/en_US/products/new/power-systems/marine-power-systems.html
- <http://www.volvopenta.com/marinecommercial/en-en/products/marine-genset-mc/ranges>

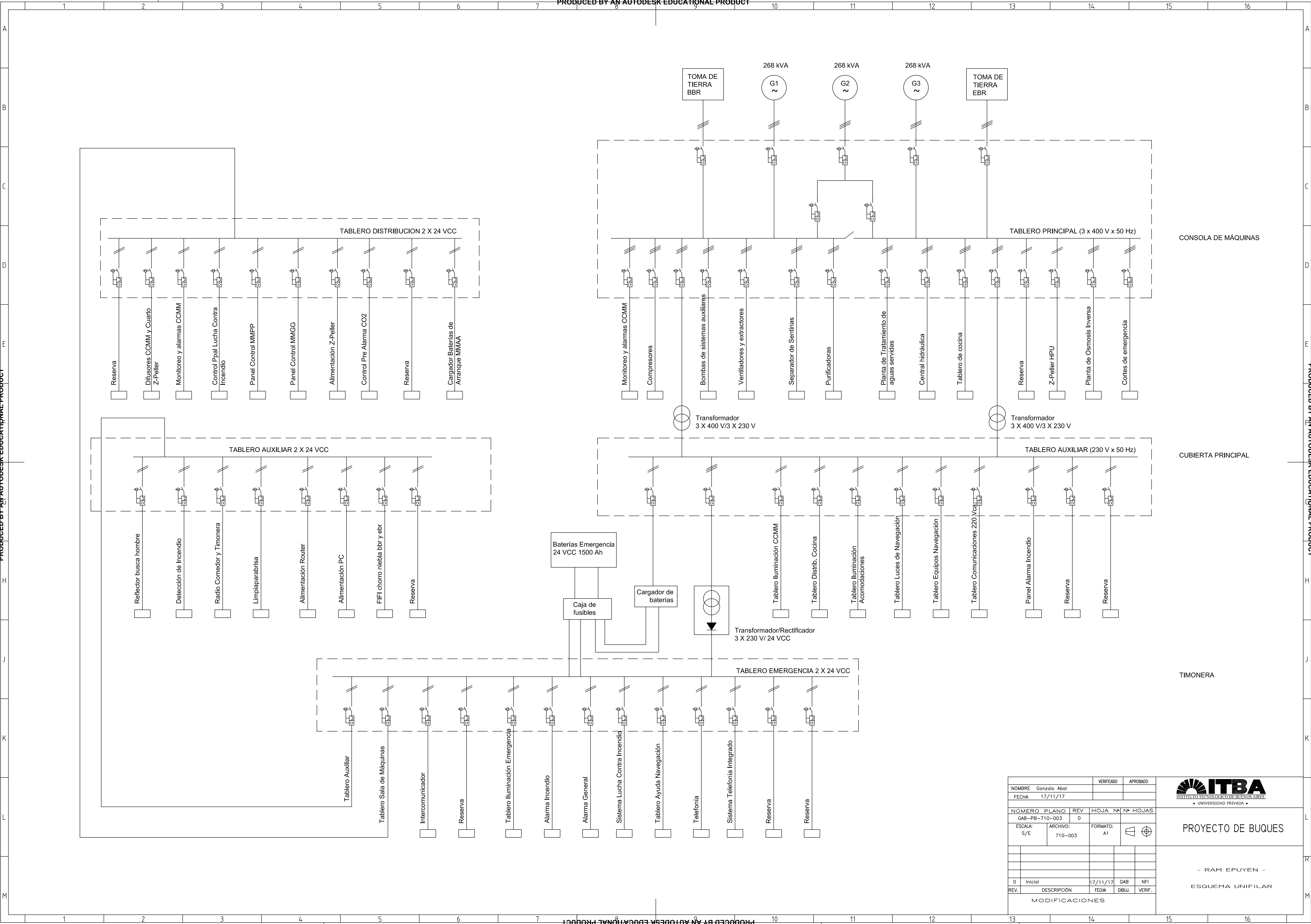
Tabla de Balance Eléctrico

PROYECTO: RAM EPUYEN					NAVEGACIÓN			REMOLQUE DE ALTURA			OPERACIÓN DE FIREFIGHTING			REMOLQUE EN PUERTO			PUERTO		
Pos. no.	CONSUMIDORES	No. Inst	PC (KW)	Ksr	Kn	No. En servicio	Pf (KW)	Kn	No. En servicio	Pf (KW)	Kn	No. En servicio	Pf (KW)	Kn	No. En servicio	Pf (KW)	Kn	No. En servicio	Pf (KW)
	<u>Equipos de Navegación y Comunicación</u>																		
1	Equipos de Navegación	1	2,0	1,0	0,8	1	1,6	0,8	1	1,6	0,8	1	1,6	0,8	1	1,6	0,0	0	0,0
2	Equipos de comunicación	1	1,5	1,0	0,8	1	1,2	0,8	1	1,2	0,8	1	1,2	0,8	1	1,2	0,4	1	0,6
3	Giro Compás	1	0,8	0,5	0,8	1	0,3	0,8	1	0,3	0,8	1	0,3	0,8	1	0,3	0,0	0	0,0
4	Equipo de Radio y GMDSS	1	1,0	1,0	0,8	1	0,8	0,8	1	0,8	0,8	1	0,8	0,8	1	0,8	0,0	1	0,0
5	Radar	1	0,7	1,0	0,8	1	0,6	0,8	1	0,6	0,8	1	0,6	0,8	1	0,6	0,0	1	0,0
	<u>Iluminación</u>																		
6	Reflectores para búsqueda		6,0	1,0	0,5		3,0	0,8		4,8	0,8		4,8	0,3		1,8	0,0		0,0
7	Luces para navegación		1,6	1,0	0,6		1,0	0,6		1,0	0,6		1,0	0,6		1,0	0,6		1,0
8	Iluminación de CCMM		4,8	1,0	0,9		4,3	0,9		4,3	0,9		4,3	0,9		4,3	0,9		4,3
9	Luces y reflectores sobre cubierta		6,7	1,0	0,5		3,4	0,8		5,4	0,8		5,4	0,8		5,4	0,3		2,0
10	Iluminación en Acomodaciones		10,4	1,0	0,8		8,3	0,8		8,3	0,8		8,3	0,8		8,3	0,8		8,3
11	Iluminación en exteriores		1,0	1,0	0,5		0,5	0,8		0,8	0,8		0,8	0,8		0,8	0,6		0,6
	<u>Equipamiento de Cocina y Lavandería</u>																		
12	Eq. de cocina y horno (220 V.)	1	12,0	1,0	0,8	1	9,6	0,6	1	7,2	0,6	1	7,2	0,6	1	7,2	0,6	1	7,2
13	Heladeras	3	0,5	1,0	1	3	1,5	1	3	1,5	1	3	1,5	1,0	3	1,5	1,0	3	1,5
14	Lavaplatos	1	3,0	1,0	0,7	1	2,1	0,7	1	2,1	0,7	1	2,1	0,4	1	1,2	0,7	1	2,1
15	Batidora	1	1,0	1,0	0,6	1	0,6	0,6	1	0,6	0,6	1	0,6	0,0	0	0,0	0,6	1	0,6
16	Microondas	2	0,8	1,0	0,7	2	1,1	0,7	2	1,1	0,7	2	1,1	0,7	1	0,6	0,7	2	1,1
17	Cafetera	1	2,0	1,0	0,8	1	1,6	0,8	1	1,6	0,8	1	1,6	0,8	1	1,6	0,8	1	1,6
18	Lavarropas	2	3,0	1,0	0,8	1	2,4	0,8	1	2,4	0,8	1	2,4	0,7	1	2,1	0,8	1	2,4
19	Secarropa	2	3,0	1,0	0,8	1	2,4	0,8	1	2,4	0,8	1	2,4	0,7	1	2,1	0,8	1	2,4
20	Bebedores	2	1,0	1,0	0,6	2	1,2	0,6	2	1,2	0,6	2	1,2	0,6	2	1,2	0,6	2	1,2
21	Eq. Varios	1	3,0	1,0	0,8	1	2,4	0,8	1	2,4	0,2	1	0,6	0,8	1	2,4	0,8	1	2,4
	<u>Maquinaria de Cubierta</u>																		
22	Central Hidráulica para maquinaria de cubierta	1	297,8	1,0	0	1	0,0	0,75	1	223,3	0	1	0,0	0,7	1	208,4	0,0	1	0,0
	Grúa	1	25,0	1,0	0			0	0		0			0,0			0,8	1	20,0

PROYECTO: RAM EPUYEN					NAVEGACIÓN			REMOLQUE DE ALTURA			OPERACIÓN DE FIREFIGHTING			REMOLQUE EN PUERTO			PUERTO		
Pos. no.	CONSUMIDORES	No. Inst	PC (KW)	Ksr	Kn	No. En servicio	Pf (KW)	Kn	No. En servicio	Pf (KW)	Kn	No. En servicio	Pf (KW)	Kn	No. En servicio	Pf (KW)	Kn	No. En servicio	Pf (KW)
	<u>Maquinaria dentro de Sala de Máquinas</u>																		
23	Purificadora de combustible	1	2,4	1,0	0,5	1	1,2	0,5	1	1,2	0,5	1	1,2	0,5	1	1,2	0,5	1	1,2
24	Bomba de trasvase de combustible	2	2,5	1,0	0,6	1	1,5	0,4	1	1,0	0,4	1	1,0	0,6	1	1,5	0,8	1	2,0
25	Bomba servicio combustible MMPP	3	0,4	1,0	1	2	0,8	1	2	0,8	1	2	0,8	1	2	0,8	0	0	0,0
26	Bomba de prelubricación y reserva de MMPP	2	16,0	1,0			0,0			0,0			0,0			0,0			0,0
27	Bomba de aceite sucio	1	1,5	1,0			0,0			0,0			0,0			0,0			0,0
28	Bomba de Incendio/Lastre/Achique	2	4,4	1,0	0,4	2	3,5	0,4	2	3,5	0,4	2	3,5	0,4	2	3,5	0,4	2	3,5
29	Separador de aguas oleosas	1	2,3	1,0	0,4	1	0,9	0,4	1	0,9	0,4	1	0,9	0,4	1	0,9	0,4	1	0,9
30	Bomba de circulación de agua caliente	1	0,9	1,0	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5
31	Termotanque	1	18,0	0,8	0,7	1	10,1	0,2	1	2,9	0,2	1	2,9	0,1	1	1,4	0,2	1	2,9
32	Bomba de agua potable	2	1,2	0,9	0,5	2	1,1	0,5	2	1,1	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	2	1,1
33	Compresor Principal	2	4,0	0,8	0,7	2	4,5	0,7	2	4,5	0,7	2	4,5	0,7	2	4,5	0,7	2	4,5
34	Compresor de aire de servicio	1	2,5	0,9	0,4	1	0,9	0,3	1	0,7	0,3	1	0,7	0,4	1	0,9	0,4	1	0,9
35	Planta de tratamiento de aguas servidas	1	3,2	1,0	0,7	1	2,2	0,6	1	1,9			0,0			0,0	0,7	1	2,2
36	Bomba hidráulica de Z-Peller	2	2,8	1,0	1	2	5,6	1	2	5,6	0,3	2	1,7	1,0	2	5,6			0,0
37	Generador de agua dulce	1	2,2	1,0	0,8	1	1,8	0,3	1	0,7	0,3	1	0,7	0,3	1	0,7	0,2	1	0,4
38	Bomba de agua de Sanidad	1	1,5	1,0	0,1	1	0,2	0,1	1	0,2	0,1	1	0,2	0,1	1	0,2	0,1	1	0,2
39	Bomba de aguas negras/grises	1	1,5	1,0			0,0			0,0			0,0			0,0			0,0
	<u>Ventilación y A/C</u>																		
40	Ventiladores de CCMM	2	7,5	0,8	1,0	2	12,0	1,0	2	12,0	1,0	2	12,0	1,0	2	12,0	1,0	2	12,0
41	Unidad de HVAC	1	28,0	0,9	0,7	1	17,1	0,7	1	17,1	0,7	1	17,1	0,7	1	17,1	0,7	1	17,1
42	Ventilador de Cuarto HVAC	1	0,5	0,8	1,0	1	0,4	1,0	1	0,4	1,0	1	0,4	1,0	1	0,4	1,0	1	0,4
43	Extractor de Cocina	1	0,4	0,8	1,0	1	0,3	1,0	1	0,3	1,0	1	0,3	1,0	1	0,3	1,0	1	0,3
44	Extractor de Cuarto de Z-Peller	2	1,2	0,8	1,0	2	1,9	1,0	2	1,9	1,0	2	1,9	1,0	2	1,9	1,0	2	1,9
45	Ventilador de Pañol de Proa	1	0,4	0,8	1,0	1	0,3	1,0	1	0,3	1,0	0	0,0	1,0	0	0,0	1,0	1	0,3
46	Ventilador de Cuarto CO2	1	0,2	0,8	1,0	1	0,2	1,0	1	0,2	1,0	1	0,2	1,0	1	0,2	1,0	1	0,2
47	Extractores de baños	3	0,3	0,8	1,0	3	0,7	1,0	3	0,7	1,0	3	0,7	1,0	3	0,7	1,0	3	0,7
	<u>Otros</u>																		
48	Cargador de baterías		5,0	1,0	0,5	1	2,5	0,5	1	2,5	0,5	1	2,5	0,5	1	2,5	0,5	1	2,5
49	Otros		5,0	1,0	0,5	1	2,5	0,5	1	2,5	0,5	1	2,5	0,5	1	2,5	0,5	1	2,5

PROYECTO: RAM EPUYEN					NAVEGACIÓN			REMOLQUE DE ALTURA			OPERACIÓN DE FIREFIGHTING			REMOLQUE EN PUERTO			PUERTO		
Pos. no.	CONSUMIDORES	No. Inst	PC (KW)	Ksr	Kn	No. En servicio	Pf (KW)	Kn	No. En servicio	Pf (KW)	Kn	No. En servicio	Pf (KW)	Kn	No. En servicio	Pf (KW)	Kn	No. En servicio	Pf (KW)
	POTENCIA TOTAL CONSUMIDORES						122,4			338,1			106,3			314,1			117,5

[illegible]



NOMBRE: Gonzalo Abal		VERIFICADO	APROBADO
FECHA: 17/11/17			
NÚMERO PLANO: GAB-P8-710-003	REV: 0	HOJA N°: 1	N° HOJAS: 1
ESCALA: S/E	ARCHIVO: 710-003	FORMATO: A1	
0	Inicial	17/11/17	GAB NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ. VERIF.
MODIFICACIONES			

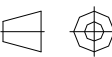


PROYECTO DE BUQUES

- RAM EPUYEN -
ESQUEMA UNIFILAR

Índice

A	Introducción.....	2
	Datos Generales del Remolcador.....	2
	Dispositivos de Salvamento.....	2
B	Balsas Salvavidas.....	2
	Bote de Rescate.....	3
	Medios de puesta a flote y recuperación del bote de rescate y las balsas salvavidas.....	4
	Aros Salvavidas.....	5
	Chalecos Salvavidas.....	7
	Trajes de Inmersión.....	8
C	Aparatos Respiratorios.....	8
	Comunicaciones.....	9
	Medios de señalización.....	10
	Medios de Evacuación.....	11
	Habilitación.....	11
D	Sala de Máquinas Categoría A.....	12
	Ancho de Escaleras.....	13
	Anexo.....	14
	Bibliografía.....	19

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE Gonzalo Abal			
FECHA 17/11/17			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-020-003	0	1	19
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
	020-003	A4	



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

MEDIOS DE EVACUACIÓN, SALVAMENTO
Y DISPOSITIVOS SALVAVIDAS

0	Inicial	17/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

Introducción

El propósito del trabajo es seleccionar y disponer de todos los medios de evacuación, dispositivos salvavidas, como así también las luces y marcas que se van a instalar en el remolcador según las reglamentaciones vigentes (SOLAS y PNA).

Datos Generales del Remolcador

<i>Características Generales del Remolcador de Salvamento Marítimo</i>		
Dimensiones	Valor	unidades
<i>Eslora total (LOA)</i>	37.175	<i>m</i>
<i>Eslora entre perpendiculares (LPP)</i>	32.8	<i>m</i>
<i>Eslora en flotación (LWL)</i>	35.6	<i>m</i>
<i>Manga (B)</i>	12	<i>m</i>
<i>Puntal (D)</i>	5.6	<i>m</i>
<i>Calado de diseño (T)</i>	4.1	<i>m</i>
<i>Coeficiente de sección media (CM)</i>	0.898	-
<i>Coeficiente prismático (CP)</i>	0.635	-
<i>Coeficiente de bloque (CB)</i>	0.571	-

Dispositivos de Salvamento

Balsas Salvavidas

La cantidad y ubicación de las balsas salvavidas se seleccionan a partir de las siguientes exigencias en “SOLAS Cap III/Parte B/Sección III/Regla 31/1”:

Regla 31

Embarcaciones de supervivencia y botes de rescate

1 Embarcaciones de supervivencia

1.3 En lugar de cumplir lo prescrito en los párrafos 1.1 ó 1.2, los buques de carga de eslora inferior a 85 m que no sean petroleros, buques tanque quimiqueros o buques gaseros, podrán cumplir las siguientes prescripciones:

- .1** llevarán a cada banda una o varias balsas salvavidas inflables o rígidas que cumplan lo prescrito en las secciones 4.2 ó 4.3 del Código y cuya capacidad conjunta baste para dar cabida al número total de personas que vayan a bordo;
- .2** a menos que las balsas salvavidas prescritas en el párrafo 1.3.1 vayan estibadas en un emplazamiento que permita su fácil traslado de una banda a otra en el mismo nivel de la cubierta expuesta, se proveerán balsas salvavidas adicionales de modo que la capacidad total disponible en cada banda baste para dar cabida al 150% del número total de personas que vayan a bordo;

- 3 si el bote de rescate prescrito en el párrafo 2 es también un bote salvavidas totalmente cerrado que cumple lo prescrito en la sección 4.6 del Código, podrá quedar incluido en la capacidad conjunta prescrita en el párrafo 1.3.1, a condición de que la capacidad total disponible en cada banda sea suficiente al menos para el 150% del número total de personas que vayan a bordo; y
- 4 en previsión de que alguna de las embarcaciones de supervivencia pueda perderse o quedar inservible, habrá suficientes embarcaciones de supervivencia en cada banda, incluidas las estibadas en un emplazamiento que permita su fácil traslado de una banda a otra en el mismo nivel de la cubierta expuesta, para dar cabida al número total de personas que vayan a bordo.

A partir de las reglas se dispone de una balsa salvavidas por banda en la Cubierta A, las cuales poseen capacidad para dar cabida a 20 personas por balsa. Las balsas salvavidas seleccionadas se adjuntan en el anexo. Su ubicación se puede observar en el plano de salvamento adjunto.

Bote de Rescate

La cantidad y ubicación del bote de rescate se selecciona a partir de las siguientes exigencias en “SOLAS Cap III/Parte B/Sección III/Regla 31/2”:

2 Botes de rescate

Los buques de carga llevarán al menos un bote de rescate que cumpla lo prescrito en la sección 5.1 del Código. Podrá aceptarse un bote salvavidas como bote de rescate a condición de que cumpla también lo prescrito para un bote de rescate.

El bote de rescate seleccionado se muestra adjunto en el anexo. Su ubicación se puede observar en el plano de salvamento adjunto, cumpliendo con la exigencias de la Regla 14 del SOLAS Cap III/Parte B/Sección III/Regla 14:

Regla 14

Estiba de los botes de rescate

Los botes de rescate irán estibados:

- 1 de modo que estén siempre listos para ponerlos a flote en 5 min como máximo;
- 2 en un emplazamiento adecuado para su puesta a flote y recuperación;
- 3 de modo que ni el bote de rescate ni sus medios de estiba entorpezcan el funcionamiento de ninguna de las demás embarcaciones de supervivencia en los otros puestos de puesta a flote; y
- 4 conforme a lo prescrito en la regla 13, si también son botes salvavidas.

El bote de rescate seleccionado es un semirrígido Vanguard con motor fuera de borda de 25 HP, el cual posee capacidad para 6 personas. El mismo se encuentra aprobado por SOLAS. (Ver anexo)

Medios de puesta a flote y recuperación del bote de rescate y las balsas salvavidas

Los dispositivos de puesta a flote de las embarcaciones de supervivencia se ubican y seleccionan para cumplimentar la reglamentación “SOLAS Cap III/Parte B/Sección III/Regla 33 y 17”:

Regla 33

Medios de embarco y de puesta a flote de las embarcaciones de supervivencia

1 Los medios provistos en los buques de carga para el embarco en las embarcaciones de supervivencia se proyectarán de modo que se pueda embarcar en los botes salvavidas y ponerlos a flote directamente desde su posición de estiba y embarcar en las balsas salvavidas de pescante y ponerlas a flote desde un lugar contiguo a su posición de estiba o desde un lugar al que se traslade la balsa antes de efectuar la puesta a flote, de conformidad con lo prescrito en la regla 13.5

Regla 17

Medios de embarco, de puesta a flote y de recuperación de los botes de rescate

- 1 Los medios de embarco y de puesta a flote de los botes de rescate serán tales que permitan efectuar el embarco en dichos botes y ponerlos a flote en el menor tiempo posible.
- 2 Si el bote de rescate es una de las embarcaciones de supervivencia del buque, los medios de embarco y el puesto de puesta a flote cumplirán lo prescrito en las reglas 11 y 12.
- 3 Los medios de puesta a flote cumplirán lo prescrito en la regla 16. No obstante, todos los botes de rescate se podrán poner a flote, utilizando bozas en caso necesario, cuando el buque lleve una arrancada avante de hasta 5 nudos en aguas tranquilas.
- 4 El tiempo de recuperación del bote de rescate cuando lleve su asignación completa de personas y equipo no será superior a 5 min con mar moderada. Si el bote de rescate es también un bote salvavidas, será posible recuperarlo en ese tiempo cuando lleve todo el equipo que le corresponda como bote salvavidas y la asignación de personas aprobada que le corresponda como bote de rescate, la cual será como mínimo de seis personas.
- 5 Los medios de embarco y de recuperación de los botes de rescate estarán dispuestos de modo que permitan manejar con seguridad y eficacia a una persona transportada en camilla. Con fines de seguridad, se proveerán estrobos de recuperación para cuando haga mal tiempo si los cuadernales pesados constituyen un peligro.

El bote de rescate se estiba junto a la balsa salvavidas en la popa banda de babor de la Cubierta A. Esta ubicación permite cumplir con los requisitos prescriptos en las reglas 33, 14 y 17 del SOLAS, teniendo en cuenta que el emplazamiento es espacioso para manejar con seguridad y eficacia una persona en camilla, y además se encuentra en la banda de babor de la Cubierta A, la cual se extiende hasta la mayor manga que posee el remolcador, brindando facilidad para su puesta a flote y recuperación. (Ver Plano de Salvamento GAB-PB-020-004 adjunto).

Para la disposiciones de los puestos de reunión, ubicación de las embarcaciones de supervivencia y botes de rescate se tuvieron en cuenta las reglas 11-12-13-14-15/Cap III/ Parte B/SOLAS.

Aros Salvavidas

El remolcador deberá llevar una cantidad de aros salvavidas acorde a la reglamentación de SOLAS que se indica en “SOLAS Cap III/Parte B/Sección III/Regla 32”:

Regla 32

Dispositivos individuales de salvamento

1 Aros salvavidas

1.1 Los buques de carga llevarán al menos el número de aros salvavidas conformes con lo prescrito en la regla 7.1 y en la sección 2.1 del Código que se indica en el cuadro siguiente:

Eslora del buque en metros	Número mínimo de aros salvavidas
Menos de 100	8
de 100 a menos de 150	10
de 150 a menos de 200	12
200 o más	14

1.2 Las luces de encendido automático de los aros salvavidas de los buques tanque prescritos en la regla 7.1.3 estarán alimentadas por baterías eléctricas.

Como el buque cuenta con una eslora total de 37,175 m se requieren 8 aros salvavidas como mínimo. Por ende estibando 5 aros por cada banda, se dispondrán 10 aros salvavidas cumpliendo con los 8 aros requeridos.

Además los aros salvavidas cumplirán con las exigencias descriptas en “SOLAS Cap III/Parte B/Sección III/Regla 7”:

Regla 7

Dispositivos individuales de salvamento

1 Aros salvavidas

1.1 Los aros salvavidas, que cumplirán lo prescrito en el párrafo 2.1.1 del Código, irán:

- 1 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
- 2 estibados de modo que sea posible soltarlos rápidamente y no estarán sujetos de ningún modo por elementos de fijación permanente.

1.2 A cada banda del buque habrá como mínimo un aro salvavidas provisto de una rabiza flotante que cumpla lo prescrito en el párrafo 2.1.4 del Código, 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.

1.3 La mitad al menos del número total de aros salvavidas estarán provistos de luces de encendido automático que cumplan lo prescrito en el párrafo 2.1.2 del Código; al menos dos de estos aros llevarán también señales fumígenas de funcionamiento automático que cumplan lo prescrito en el párrafo 2.1.3 del Código y 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 aquéllos que están provistos de rabiza de conformidad con lo prescrito en el párrafo 1.2.

1.4 En cada aro salvavidas se marcará con letras mayúsculas del alfabeto romano el nombre del buque que lo lleve y su puerto de matrícula.

En el anexo se adjuntan los aros salvavidas seleccionados, y su disposición se muestra en el plano de salvamento adjunto. **Todos los aros salvavidas seleccionados se encuentran homologados por la Prefectura Naval Argentina.**

Tabla resumen de cantidad, tipo y disposición de aros salvavidas:

Aros Salvavidas		
Tipo	Cantidad	Disposición
Aro Salvavidas con luz de encendido automático y señal fumígena.	2	Uno a cada banda en la Cubierta del puente de navegación.
Aro Salvavidas con rabiza de 30 m	2	Uno a cada banda, ubicados a la altura de sección media de la Cubierta B.
Aro Salvavidas con luz de encendido automático	6	Dos por cada banda, ubicando dos en la popa de la Cubierta Principal, dos en la popa y dos en la proa de la Cubierta A.

Chalecos Salvavidas

Los chalecos salvavidas deberán cumplir exigencias descriptas en “SOLAS Cap III/Parte B/Sección III/Regla 7.2”:

2 Chalecos salvavidas

2.1 Para cada una de las personas que vayan a bordo se proveerá un chaleco salvavidas que cumpla lo prescrito en los párrafos 2.2.1 ó 2.2.2 del Código y, además:

- .1** 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
- .2** 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.

2.2 Los chalecos salvavidas se colocarán de modo que sean fácilmente accesibles y su emplazamiento estará claramente indicado. Cuando a causa de la disposición especial del buque los chalecos salvavidas provistos de conformidad con lo prescrito en el párrafo 2.1 resulten inaccesibles, se tomarán otras medidas que la Administración juzgue satisfactorias, como, por ejemplo un aumento del número de chalecos salvavidas que se han de llevar.

2.3 Los chalecos salvavidas que se utilicen en botes salvavidas totalmente cerrados, salvo los botes salvavidas de caída libre, no deberán ser un obstáculo para entrar en el bote o sentarse, ni para ponerse los cinturones instalados en los asientos del bote.

2.4 Los chalecos salvavidas elegidos para los botes salvavidas de caída libre, así como la forma en que se lleven o pongan, no deberán entorpecer la entrada en el bote ni afectar a la seguridad de los ocupantes o al manejo del bote.

Para cumplimentar con la regla se cuenta con la siguiente disposición y cantidad de chalecos salvavidas:

Se cuenta con 13 chalecos salvavidas ubicados en los camarotes acorde a la cantidad de tripulantes que se encuentre en cada uno de ellos.

Para las personas encargadas de la guardia se disponen 2 chalecos salvavidas en el puente de navegación y 2 chalecos salvavidas en el cuarto de control de sala de máquinas.

En los puestos de reunión se ubicarán 3 chalecos salvavidas para niños y 2 chalecos salvavidas normales para los marineros que cubren los medios de salvamento.

En el local de náufragos se estibarán debajo de los asientos 38 chalecos salvavidas.

En el anexo se adjuntan los chalecos salvavidas seleccionados, y su disposición se muestra en el plano de salvamento adjunto. **Todos los chalecos salvavidas seleccionados se encuentran homologados por la Prefectura Naval Argentina.**

Trajes de inmersión

La cantidad y disposición de los trajes de inmersión y protección deberán cumplir con la siguiente regla "SOLAS Cap III/Parte B/Sección III/Regla 7.3":

3 Trajes de inmersión y trajes de protección contra la intemperie

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 lo prescrito en la sección 2.3 del Código o un traje de protección contra la intemperie de talla adecuada que cumpla lo prescrito en la sección 2.4 del Código. Cuando el buque esté destinado continuamente a efectuar viajes en zonas de clima cálido en las que a juicio de la Administración la protección térmica es innecesaria no habrá que llevar dicha indumentaria protectora.

Se dispondrá de 6 trajes de inmersión, los cuales se ubican en los gabinetes cerca del puesto de reunión del bote de rescate con los chalecos salvavidas correspondientes.

En el anexo se adjuntan los trajes de inmersión seleccionados, y su disposición se muestra en el Plano de Salvamento adjunto. **Todos los trajes de inmersión seleccionados se encuentran homologados por la Prefectura Naval Argentina.**

Aparatos Respiratorios

Los aparatos respiratorios instalados cumplirán con la siguiente reglamentación:

3.4 Aparatos respiratorios para evacuaciones de emergencia *

3.4.1 Los aparatos respiratorios para evacuaciones de emergencia cumplirán lo dispuesto en el Código de Sistemas de Seguridad contra Incendios, y siempre se llevarán a bordo unidades de reserva.

3.4.2 Todos los buques dispondrán, como mínimo, de dos aparatos respiratorios para evacuaciones de emergencia en los espacios de alojamiento.

Se dispondrá de 6 aparatos respiratorios para toda la habilitación. En los espacios de guardia como el cuarto de control de sala de máquinas se colocan 2 aparatos respiratorios. Con excepción de los 2 EEBD que se ubican en el cuarto de control de sala de máquinas, todos los demás irán estibados en

el “Fire Locker” ubicado en el pañol de la Cubierta A de popa como se indica en el Plano de Salvamento GAB-PB-020-004 adjunto.

En el anexo se adjuntan los EEBD seleccionados y su disposición se muestra en el Plano de Salvamento adjunto. **Todos los EEBD seleccionados se encuentran homologados por la Prefectura Naval Argentina.**

Comunicaciones

Se debe contar con todos los equipos de comunicación aplicables en “SOLAS Cap III/Parte B/Sección III/Regla 6”:

Regla 6

Comunicaciones

1 El párrafo 2 es aplicable a todos los buques de pasaje y a todos los buques de carga de arqueo bruto igual o superior a 300.

2.2 *Respondedores de radar*

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. Todo buque de carga de arqueo bruto igual o superior a 300 pero inferior a 500 llevará por lo menos un respondedor de radar. Dichos respondedores de radar se ajustarán a normas de funcionamiento no inferiores a las aprobadas por la Organización*. 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 prescritas en la regla 31.1.4. Otra posibilidad es estibar un respondedor de radar en todas las embarcaciones de supervivencia que no sean las prescritas en la regla 31.1.4. 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.

Se deberá proveer al buque de por lo menos tres aparatos radiotelefónicos bidireccionales de ondas métricas. Se dispondrá de un receptor de radar a cada una de las bandas y estos irán estibados cerca de las embarcaciones de supervivencia. (Reg 6.2 /Cap III/ Parte B/SOLAS).

3 **Bengalas para señales de socorro**

Se llevarán por lo menos 12 cohetes lanzabengalas con paracaídas que cumplan lo prescrito en la sección 3.1 del Código, estibados en el puente de navegación o cerca de éste.

Se llevarán 12 cohetes lanzabengalas con paracaídas estibados en el puente de navegación cercano a este. (Reg 6.3 /Cap III/ Parte B/SOLAS).

Regla 18

Aparatos lanzacabos

Se proveerá un aparato lanzacabos que cumpla lo prescrito en la sección 7.1 del Código.

Se provee un aparato lanzacabos. (Reg 18 /Cap III/ Parte B/SOLAS).

Medios de Señalización

Se deberán disponer cuadro de obligaciones e instrucciones en lugares bien visibles de todo el buque, incluido el puente de navegación, CCMM y los espacios de alojamiento de la tripulación que cumplan con la regla 37. También se proveerán instrucciones claras por cada persona que haya a bordo (rol de tripulantes).(Reg 8 /Cap III/ Parte B/SOLAS).

La regla 37 indica lo que se debe especificar en los cuadros de obligaciones e instrucciones y se encuentra adjunto en el anexo A.1.

Cerca de las embarcaciones de supervivencia se deberán disponer de carteles o señales bien iluminadas por luces de emergencia que ilustren las instrucciones de funcionamiento de las embarcaciones. (Reg 9 /Cap III/ Parte B/SOLAS).

Los pasillos, escaleras y salidas que sean vías a los puestos de reunión y embarco estarán indicadas con el signo del puesto de reunión destinado.(Reg 11.5 /Cap III/ Parte B/SOLAS).

El oficial de guardia de navegación tendrá siempre una tabla ilustrada en la que se describan todas las señales de salvamento.(Reg 29 /Cap V/ Parte B/SOLAS).

Para emergencia se tendrá un equipo portátil para comunicaciones bidireccionales y un receptor de radar estibado en el bote salvavidas.

En el plano de salvamento adjunto se puede observar la disposición de todos los medios de señalización mencionados anteriormente.

Medios de Evacuación

Habilitación

3.3 Medios de evacuación de los buques de carga

3.3.1 Generalidades

En todos los niveles de los alojamientos, cada espacio o grupo de espacios restringidos tendrá como mínimo dos medios de evacuación muy distantes entre sí.

3.3.2 Evacuación desde los espacios situados por debajo de la cubierta expuesta más baja

Por 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.

3.3.3 Evacuación desde los espacios situados por encima de la cubierta expuesta más baja

Por encima de la cubierta expuesta más baja, los medios de evacuación serán escaleras o puertas que den a una cubierta expuesta, o una combinación de ambas.

3.3.4 Pasillos ciegos

No se admitirán pasillos ciegos que midan más de 7 m de largo.

3.3.5 Anchura y continuidad de las vías de evacuación

La anchura de las vías de evacuación, así como el número de éstas y su continuidad, se ajustarán a lo dispuesto en el Código de Sistemas de Seguridad contra Incendios.

3.3.6 Dispensa de uno de los dos medios de evacuación

Excepcionalmente, la Administración podrá aceptar que sólo haya un medio de evacuación en los espacios de la tripulación en los que sólo se entre ocasionalmente si la vía de evacuación es independiente de puertas estancas.

Medios de Evacuación en cubiertas situadas por encima de la cubierta expuesta más baja:

- *Cubierta A:* Se dispone de dos medios de evacuación hacia la cubierta expuesta.
- *Cubierta B:* Se dispone de dos medios de evacuación. Uno hacia la cubierta expuesta y otro secundario mediante el tronco de escalera hacia la cubierta A, desde el cual se accede a la cubierta expuesta donde se ubica el punto de reunión.
- *Cubierta C:* Se dispone de dos medios de evacuación hacia la cubierta expuesta.
- *Cubierta Principal:* Se dispone de dos medios de evacuación. Uno hacia la cubierta expuesta y otro secundario mediante el tronco de escalera hacia la cubierta A, desde el cual se accede a la cubierta expuesta donde se ubica el punto de reunión.

Sala de Máquinas Categoría A

4.2 Medios de evacuación en los buques de carga

Los medios de evacuación de cada espacio de máquinas de los buques de carga cumplirán las siguientes disposiciones:

4.2.1 Evacuación de los espacios de categoría A para máquinas

Con la excepción de lo dispuesto en el párrafo 4.2.2, todo espacio de categoría A para máquinas tendrá dos medios de evacuación. En particular, se cumplirá una de las disposiciones siguientes:

- 1** dos juegos de escalas de acero, tan apartadas entre sí como sea posible, que conduzcan a puertas situadas en la parte superior de dicho espacio, igualmente separadas entre sí y que den acceso a la cubierta expuesta. Una de estas escalas estará situada dentro de un recinto cerrado protegido que cumpla lo dispuesto en la regla 9.2.3.3, categoría (4), e irá desde la parte inferior del espacio al que dé servicio hasta un lugar seguro fuera del mismo. En el recinto se instalarán puertas contraincendios de cierre automático que cumplan la misma norma de integridad al fuego. La escala estará sujeta de tal modo que el calor no se transmita al interior del recinto a través de los puntos de sujeción sin aislamiento. El recinto tendrá unas dimensiones interiores de por lo menos 800 mm 800 mm y dispondrá de medios de alumbrado de emergencia; o bien
- 2** una escala de acero que conduzca a una puerta situada en la parte superior del espacio que dé acceso a la cubierta expuesta y además, en la parte inferior del espacio y en un lugar bastante apartado de la mencionada escala, una puerta de acero, maniobrable desde ambos lados, que dé acceso a una vía segura de evacuación desde la parte inferior del espacio hacia la cubierta expuesta.

4.2.2 Dispensa de uno de los dos medios de evacuación

En los buques de arqueo bruto inferior a 1 000 la Administración podrá aceptar que sólo haya uno de los medios de evacuación prescritos en el

párrafo 4.2.1, teniendo debidamente en cuenta las dimensiones y la disposición de la parte superior del espacio. Además, no es necesario que los medios de evacuación de los espacios de categoría A para máquinas cumplan la prescripción relativa al recinto cerrado contraincendios que recoge el párrafo 4.2.1.1. En el espacio del aparato de gobierno se proporcionará un segundo medio de evacuación cuando el puesto de gobierno de emergencia se encuentre en dicho espacio, a menos que haya acceso directo a la cubierta expuesta.

4.2.3 Evacuación de los espacios de máquinas que no sean de categoría A

En los espacios de máquinas que no sean de categoría A se proveerán dos vías de evacuación, si bien podrá aceptarse una sola vía de evacuación para los espacios en los que sólo se entre ocasionalmente y para los espacios en los que la distancia máxima que haya que recorrer hasta la puerta sea de 5 m.

Medios de Evacuación de la Cubierta 1 de Sala de Máquinas:

- *Cubierta 1:* Se dispone de tres medios de evacuación. El primer medio es por el tronco de la escalera que nos lleva a la Cubierta Principal, el segundo es desde el cuarto de Z-Peller hacia la Cubierta Principal, y el último es desde la proa de la sala de máquinas con escape hacia un pañol en la Cubierta Principal desde el cual también se accede a la Cubierta A expuesta.

Ancho de Escaleras (Código SSCI)

3 Cargo ships

Stairways and corridors used as means of escape shall be not less than 700 mm in clear width and shall have a handrail on one side. Stairways and corridors with a clear width of 1,800 mm and over shall have handrails on both sides. "Clear width" is considered the distance between the handrail and the bulkhead on the other side or between the handrails. The angle of inclination of stairways should be, in general, 45°, but not greater than 50°, and in machinery spaces and small spaces not more than 60°. Doorways which give access to a stairway shall be of the same size as the stairway.

La anchura libre de las escaleras en el remolcador es de 854 mm para el tronco principal, mientras los pasillos de las cubiertas de habitación son de 875 mm. El tronco de escaleras principal posee una inclinación de 49° desde la Sala de Máquinas hasta la Cubierta C (timonera).

Todos los medios de evacuación se muestran en el Plano de Salvamento adjunto.

Anexo

Balsas Salvavidas:

Balsas Salvavidas

△ **Fabricante:**
Viking

△ **Modelo:**
20 DK+

△ **Descripción:**
Capacidad: 20
Contenedor de fibra de vidrio, con paquete de emergencia
Solás A.
Incluye cuna de acero galvanizado y disparador
hidrostático Hammar H20.



Se seleccionan 2 balsas Viking 20 DK+ con una capacidad para 20 personas, las cuales se encuentran homologadas por la Prefectura Naval Argentina.



Ministerio de Seguridad
Presidencia de la Nación



**PREFECTURA
NAVAL ARGENTINA**
AUTORIDAD MARÍTIMA



ARGENTINA
200 AÑOS DE
INDEPENDENCIA

11 de Junio de 2017

DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO

BALSAS SALVAVIDAS (TIPO SOLAS)

Existen 58 balsas salvavidas.

Inicio	Institucional	Actividades	Educación	Ordenanzas	Prefectura en la OMI	Guía de trámites	Fabricante	Dispositivo	Capacidad	Tipo Pack	Origen	Norma Aprobación	Uso	Fecha de Expedición	Expediente Aprobación	Vencimiento (Prototipo)	Certificado
							VIKING	INFLABLE	18 PERS.	SOLAS A-B	Dinamarca	Ord. 03/01 Agreg. N° 1 Código IDS Res.A.889(17) y Res.MSC.81(70)	Irrestricto		EXPPNA SO2 NRO.09/12/2016	032614/2012	
							VIKING	INFLABLE	20 PERS.	SOLAS A-B	Dinamarca	Ord. 03/01 Agreg. N° 1 Código IDS Res.A.889(17) y Res.MSC.81(70)	Irrestricto		EXPPNA SO2 NRO.09/12/2016	032614/2012	

DÍA DE LA GENTE DE MAR
— 25 DE JUNIO —



Emergencias



Buenos Aires
5.9°
Alertas meteorológicas
Clima extendido
El clima



Trámites, reglamentación y formularios, etc.



Tasa Fija Anual



Bote de Rescate:



Use

The boat is designed to be more than just a man overboard or rescue boat for quickly rescuing crew members that may fall into the sea or a craft for grouping and communicating between life rafts in the event of an accident. It can also be used as a work boat for everyday tasks in operations for transferring crew and equipment, carrying out inspections, and auxiliary tasks.

SOLAS Certification

SOLAS 420 RB has MED B and D certification from Lloyds Register under the Marine Equipment Directive (MED 96/98/EC) and its amendments, as well as the International Convention for Safety of Life at Sea SOLAS 74 and amendments, and IMO LSA Code resolution MSC 48(66) chapter V MSC/Circ.980.

This means the boat can be fitted as a rescue boat in all ships under EU flags and in any country that accepts SOLAS regulations. Each boat is supplied with the corresponding declaration of conformity, identification plate and user/maintenance manual.

Specifications	SOLAS 420RB
Length overall	4,20 m
Length inner	3,19 m
Beam overall	2,03 m
Beam inner	1,05 m
Draft	0,61 m
Tube diameter	0,48m
No. compartments	5
Max. people	6
Craft weight	225 kg
Craft/equipment/engine/tank weight	379 kg
Craft/equipment/engine/tank/crew weight	862 Kg
Power	25 HP/40 HP
Type of shaft L	L
Max. engine weight	100 Kg



Insubmersible: Even with all its compartments deflated, the boat conserves its buoyancy with crew and equipment.



Auxiliary: For supplementary inspection and service tasks.

Aros Salvavidas:

AQUATIC®

DEPORTIVO INDUSTRIAL SHOP ON-LINE INSTITUCIONAL DESCARGAS CONTACTO



ATUEL CIRCULAR 75

APROBADO
PREFECTURA
NAVAL ARGENTINA SOLAS 2010

Salvavidas circular fabricado en plástico de alta duración y relleno de poliuretano expandido.

- Bandas de cinta reflectiva "SOLAS Grade".
- Guirnalda exterior nylon de 10 mm.
- Aprobado por Prefectura Naval Argentina

TALLE / FLOTACIÓN

CIRCULAR 75

COLORES DISPONIBLES

Chalecos Salvavidas:

AQUATIC®

DEPORTIVO INDUSTRIAL SHOP ON-LINE INSTITUCIONAL DESCARGAS CONTACTO



BERMEJO

APROBADO
PREFECTURA
NAVAL ARGENTINA SOLAS 2010

Salvavidas confeccionado en tela de poliéster reforzada y resinada con PVC. Relleno en las pecheras con cubos de poliestireno expandido envuelto en polietileno de 100 micrones y en el cuello con perlas del mismo material y la misma envoltura. Sujeción mediante cinturón de ajuste con hebilla, a la altura del pecho y cinturón con hebilla para abrochar en la cintura.

- Bandas de cinta reflectiva "SOLAS Grade".
- Accesorios incluidos: Silbato.
- Luz "SOLAS" aprobada por P.N.A.
- Aprobado por Prefectura Naval Argentina.

TALLE / FLOTACIÓN

ADULTO 150N

COLORES DISPONIBLES

Trajes de inmersión:

Trajes de Protección

△ **Fabricante:**

Viking

△ **Modelo:**

PS2004

△ **Descripción:**

Traje de inmersión.
Talle único.



La trajes marca Viking y modelo PS2004 se encuentran homologados por la Prefectura Naval Argentina.

Ministerio de Seguridad
Presidencia de la Nación

PREFECTURA
NAVAL ARGENTINA
AUTORIDAD MARÍTIMA

ARGENTINA
200 AÑOS DE
INDEPENDENCIA

11 de Junio de 2017

DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO

TRAJES DE INMERSION-AYUDAS TERMICAS

Existen 12 trajes de inmersión-ayudas térmicas .

Fabricante Importador	Modelo	Origen	Tipo	Expediente	Norma Aprobacion	Fecha de Expedición	Vencimiento (Prototipo)	Certificado
UNITOR	ARO V20 (ISOTERMICO)	ALEMANIA	SOLAS	EXPPNA-SO2: Agregado N° 14353/07	Ord. 3/01 -DPSN-		11/07/2009	
VIKING	PS 2004	DINAMARCASOLAS		EXPPNA-SO2: Agregado N° 553/06	Ord. 3/01 -DPSN-		23/03/2011	
MARINE LOGISTICS S.A.	XTBFK-II	CHINA	SOLAS	EXPPNA-SO2: N° 2475/05 Agregado N° 1671-C-C/06	Ord. 3/01 -DPSN-SO2003018/09		19/01/2010	
MARINE LOGISTICS S.A.	XTBFK-I	CHINA	SOLAS	EXPPNA-SO2: N° 1671-C-C/06 Agregado N° 030185/09	Ord. 3/01 -DPSN-		19/01/2010	

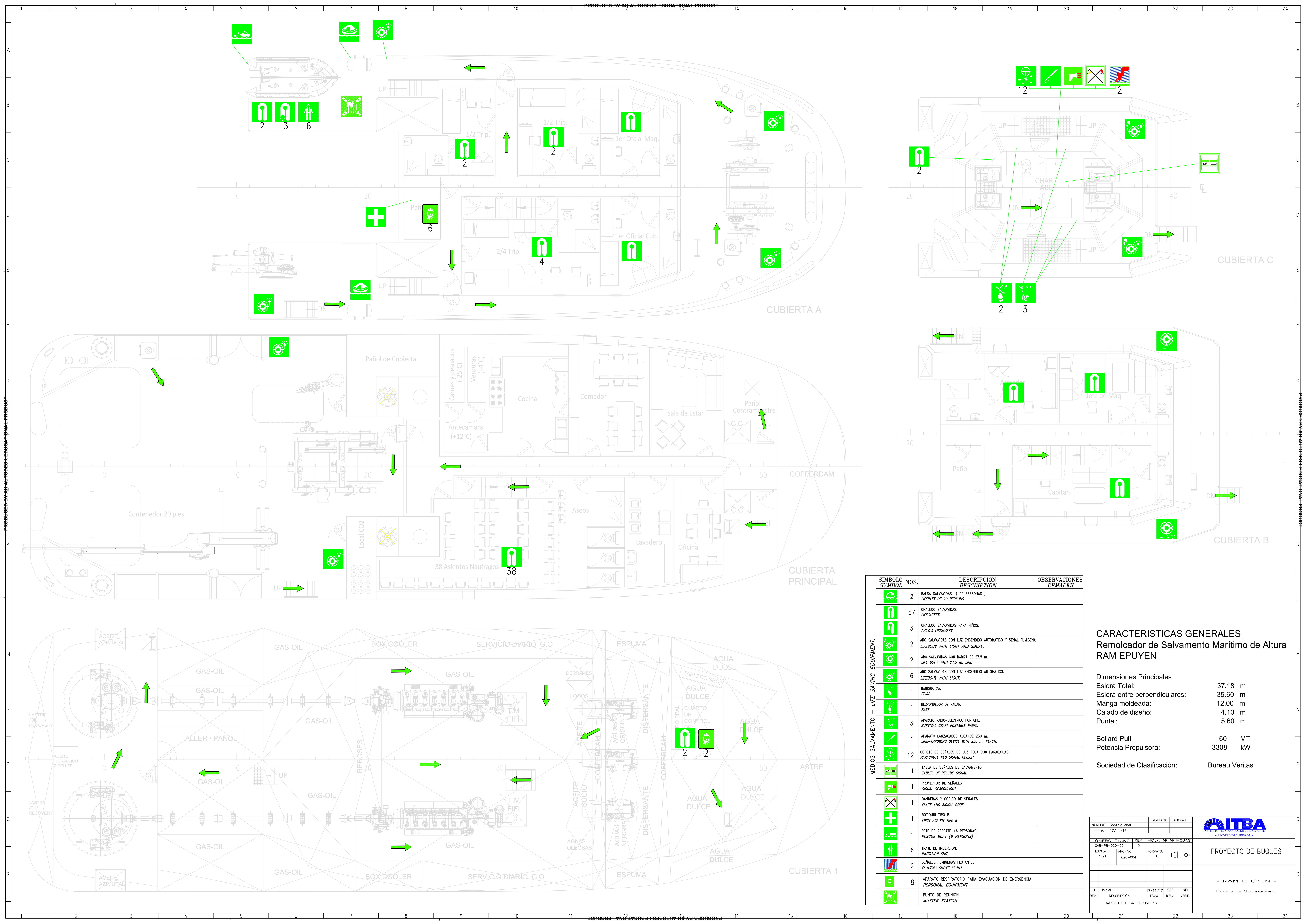
PORTAL WEB Intranet

EXTRANET

Buenos Aires
5.9°
Alertas meteorológicas
Clima extendido
El clima
Estados de los RÍOS

Bibliografía

- Safety of Life at Sea (SOLAS) – International Maritime Organization
- Código Internacional de Dispositivos de Salvamento – IMO - RESOLUCION MSC48-66
- International Code for Fire Safety Systems – IMO - RESOLUTION MSC.98(73)
- Ordenanza Marítima N°1/91 – Prefectura Naval Argentina
- <http://www.vanguardmarine.com/en/solas420/>
- http://www.prefectura naval.gov.ar/web/es/html/dpsn_segundo.php
- <http://www.idpsa.com.ar/>
- <http://www.aquatic.com.ar/industrial/solas>



SÍMBOLO SYMBOL	NOS.	DESCRIPCION DESCRIPTION	OBSERVACIONES REMARKS
	2	BALSA SALVAVIDAS (20 PERSONAS) LIFERAFT OF 20 PERSONS.	
	57	CHALECO SALVAVIDAS. LIFEJACKET.	
	3	CHALECO SALVAVIDAS PARA NIÑOS. CHILD'S LIFEJACKET.	
	2	ARO SALVAVIDAS CON LUZ ENCENDIDO AUTOMÁTICO Y SEÑAL FUMIGENA. LIFEBUOY WITH LIGHT AND SMOKE.	
	2	ARO SALVAVIDAS CON RABIZA DE 27,5 m. LIFE BOUY WITH 27,5 m. LINE	
	6	ARO SALVAVIDAS CON LUZ ENCENDIDO AUTOMÁTICO. LIFEBUOY WITH LIGHT.	
	1	RADIOBALIZA. EPIRB.	
	1	RESPONDEDOR DE RADAR. SART	
	3	APARATO RADIO-ELECTRICO PORTATIL. SURVIVAL CRAFT PORTABLE RADIO.	
	1	APARATO LANZACABOS ALCANCE 230 m. LINE-THROWING DEVICE WITH 230 m. REACH.	
	12	COHETE DE SEÑALES DE SALVAMENTO CON PARACAIDAS PARACHUTE RED SIGNAL ROCKET	
	1	TABLA DE SEÑALES DE SALVAMENTO TABLES OF RESCUE SIGNAL	
	1	PROYECTOR DE SEÑALES SIGNAL SEARCHLIGHT	
	1	BANDERAS Y CÓDIGO DE SEÑALES FLAGS AND SIGNAL CODE	
	1	BOTIQUIN TIPO B FIRST AID KIT TYPE B	
	1	BOTE DE RESCATE. (6 PERSONAS) RESCUE BOAT (6 PERSONS)	
	6	TRAJE DE INMERSION. IMMERSION SUIT.	
	2	SEÑALES FUMIGENAS FLOTANTES FLOATING SMOKE SIGNAL	
	8	APARATO RESPIRATORIO PARA EVACUACIÓN DE EMERGENCIA. PERSONAL EQUIPMENT.	
		PUNTO DE REUNION MUSTER STATION	

CARACTERISTICAS GENERALES

Remolcador de Salvamento Marítimo de Altura

RAM EPUYEN

Dimensiones Principales	
Eslera Total:	37.18 m
Eslera entre perpendiculares:	35.60 m
Manga moldeada:	12.00 m
Calado de diseño:	4.10 m
Puntal:	5.60 m

Bollard Pull:	60 MT
Potencia Propulsora:	3308 kW

Sociedad de Clasificación:	Bureau Veritas
----------------------------	----------------

NOMBRE	Gonzalo Abol	VERIFICADO	APROBADO
FECHA	17/11/17		
NÚMERO PLANO	REV	HOJA	Nº HOJAS
GAB-PS-020-004	0	FORMATO	A0
ESCALA:	1:50	ARCHIVO:	020-004
0	Inicial	17/11/17	GAB NPI
REV.	DESCRIPCION	FECHA	CMO VERF.
MODIFICACIONES			



PROYECTO DE BUQUES

- RAM EPUYEN -

PLANO DE SALVAMENTO

Índice

A	Introducción.....	2
	Datos Generales del Remolcador.....	2
	Integridad Estructural.....	2
B	Materiales.....	2
	Definición del tipo de divisiones.....	3
	Cálculo de Integridad Estructural.....	4
	Anexo.....	11
	Bibliografía.....	12

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE Gonzalo Abal			
FECHA 17/11/17			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-020-005	0	1	12
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	 
	020-005	A4	



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

INTEGRIDAD ESTRUCTURAL

0	Inicial	17/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

Introducción

El propósito del trabajo es seleccionar las aislaciones térmicas de las cubiertas y los mamparos que subdividen los espacios adyacentes según las reglamentaciones vigentes (SOLAS y PNA).

Datos Generales del Remolcador

<i>Características Generales del Remolcador de Salvamento Marítimo</i>		
Dimensiones	Valor	unidades
<i>Eslora total (LOA)</i>	37.175	m
<i>Eslora entre perpendiculares (LPP)</i>	32.8	m
<i>Eslora en flotación (LWL)</i>	35.6	m
<i>Manga (B)</i>	12	m
<i>Puntal (D)</i>	5.6	m
<i>Calado de diseño (T)</i>	4.1	m
<i>Coefficiente de sección media (CM)</i>	0.898	-
<i>Coefficiente prismático (CP)</i>	0.635	-
<i>Coefficiente de bloque (CB)</i>	0.571	-

Integridad Estructural

Materiales

Definición de materiales incombustibles según “SOLAS Cap II-2/Parte A, B y C”:

43 *Acero u otro material equivalente:* cualquier material incombustible que por sí mismo, o debido al aislamiento de que vaya provisto, posee propiedades estructurales y de integridad equivalentes a las del acero al finalizar el ensayo normalizado de exposición al fuego aplicable (por ejemplo, una aleación de aluminio con el aislamiento adecuado).

33 *Material incombustible:* material que no arde ni desprende vapores inflamables en cantidad suficiente para experimentar la autoignición cuando se calienta a 750°C aproximadamente, lo cual se determinará de conformidad con lo dispuesto en el Código de Procedimientos de Ensayo de Exposición al Fuego.

3 Materiales de protección contra incendios

3.1 Utilización de materiales incombustibles

3.1.1 Materiales aislantes

Los materiales aislantes serán incombustibles, salvo en los espacios de carga, carterías, pañoles de equipaje y compartimientos refrigerados de los espacios de servicio. Los acabados anticondensación y los adhesivos utilizados con el material aislante de los sistemas de producción de frío y de los accesorios de las tuberías correspondientes no tienen que ser incombustibles, pero se

aplicarán en la menor cantidad posible y sus superficies expuestas tendrán características de débil propagación de la llama.

3.1.2.2 En los buques de carga, todos los revestimientos, cielos rasos, pantallas supresoras de corrientes de aire y los rastreles correspondientes serán de materiales incombustibles en los espacios siguientes:

- .1 en los espacios de alojamiento y de servicio y en los puestos de control de los buques para los que se especifique el Método IC indicado en la regla 9.2.3.1; y
- .2 en los pasillos y troncos de escalera que conduzcan a los espacios de alojamiento y de servicio y los puestos de control de los buques para los que se especifiquen los Métodos IIC y IIIC indicados en la regla 9.2.3.1.

Definición del tipo de divisiones

2 *Divisiones de clase "A"*: las formadas por mamparos y cubiertas que satisfacen los criterios siguientes:

- .1 son de acero u otro material equivalente;
- .2 están convenientemente reforzadas;
- .3 están aisladas con materiales incombustibles aprobados, de manera que la temperatura media de la cara no expuesta no suba más de 140°C por encima de la temperatura inicial, y que la temperatura no suba en ningún punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, más de 180°C por encima de la temperatura inicial en los intervalos de tiempo indicados a continuación:

clase "A-60"	60 min
clase "A-30"	30 min
clase "A-15"	15 min
clase "A-0"	0 min
- .4 están construidas de manera que puedan impedir el paso del humo y de las llamas hasta el final del ensayo normalizado de exposición al fuego de una hora de duración; y
- .5 la Administración exigió que se realizara una prueba con un prototipo de mamparo o cubierta de conformidad con lo dispuesto en el Código de Procedimientos de Ensayo de Exposición al Fuego para asegurarse de que satisface las prescripciones anteriores sobre integridad y aumento de la temperatura.

4 *Divisiones de clase "B"*: las formadas por mamparos, cubiertas, cielos rasos o revestimientos que satisfacen los criterios siguientes:

- .1 están construidas con materiales incombustibles aprobados y todos los materiales utilizados en su construcción y montaje son

incombustibles, si bien podrá autorizarse el empleo de chapas combustibles a condición de que satisfagan otras prescripciones apropiadas del presente capítulo;

- .2 tienen un valor de aislamiento tal que la temperatura media de la cara no expuesta no sube más de 140°C por encima de la temperatura inicial, y la temperatura no sube en ningún punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, más de 225°C por encima de la temperatura inicial en los intervalos de tiempo indicados a continuación:

clase "B-15" 15 min

clase "B-0" 0 min

- .3 están construidas de manera que impidan el paso de las llamas hasta el final de la primera media hora del ensayo normalizado de exposición al fuego; y
- .4 la Administración exigió que se realizara una prueba con un prototipo de división de conformidad con lo dispuesto en el Código de Procedimientos de Ensayo de Exposición al Fuego para asegurarse de que satisface las prescripciones anteriores sobre integridad y aumento de la temperatura.

10 Divisiones de clase "C": las construidas con materiales incombustibles aprobados. No es necesario que satisfagan las prescripciones relativas al paso del humo y de las llamas ni las limitaciones relativas al aumento de la temperatura. Está autorizado el empleo de chapas combustibles a condición de que éstas satisfagan las prescripciones del presente capítulo.

Cálculo de Integridad Estructural

2.3 Buques de carga excepto buques tanque

2.3.1 Métodos de protección en las zonas de alojamiento

2.3.1.1 En los espacios de alojamiento y de servicio y en los puestos de control se adoptará uno de los métodos de protección indicados a continuación:

- .1 **Método IC** - Construcción de los mamparos de compartimentado interior con materiales incombustibles correspondientes a divisiones de clase "B" o "C", sin que se instale en general un sistema automático de rociadores, detección de incendios y alarma contra incendios en los espacios de alojamiento o de servicio, salvo cuando lo estipule la regla 7.5.5.1; o

Se adopta el Método IC de protección. Además se deberá disponer de detectores de humo en todos los pasillos, escaleras y vías de evacuación como lo indica la Regla 7.5.5.1.

5.5.1 Método IC - Habrá un sistema fijo de detección de incendios y de alarma contra incendios instalado y dispuesto de manera que detecte la presencia de humo en todos los pasillos, las escaleras y las vías de evacuación situados dentro de los espacios de alojamiento.

También se deberá disponer de detectores de humo en los espacios de Sala de Máquinas que indica en “SOLAS Cap II-2/Parte C/Regla 7/Punto 4”:

4 Protección de los espacios de máquinas

4.1 Instalación

Se instalará un sistema fijo de detección de incendios y de alarma contra incendios en:

- .1 los espacios de máquinas sin dotación permanente; y
- .2 los espacios de máquinas en que:
 - .2.1 se haya aprobado la instalación de sistemas y equipo accionados por telemando que sustituyan a la dotación permanente del espacio; y
 - .2.2 las máquinas propulsoras principales y auxiliares, incluidas las fuentes principales de energía eléctrica, estén provistas de dispositivos de control automático o por telemando en grados diversos y estén sometidas a vigilancia continua desde una cámara de control con dotación.

Los mamparos y cubiertas se clasifican acorde a las siguientes reglamentaciones mencionadas en “SOLAS Cap II-2/Parte C/Regla 9 – Tabla 9.5 – Tabla 9.6”:

2.3.2 Mamparos situados dentro de las zonas de alojamiento

2.3.2.1 Los mamparos que hayan de ser necesariamente divisiones de clase “B” se extenderán de cubierta a cubierta y hasta el forro exterior u otros contornos. No obstante, cuando se instale un cielo raso o revestimiento continuo de clase “B” a ambos lados del mamparo, éste podrá terminar en el cielo raso o revestimiento continuo.

2.3.2.2 Método IC - Los mamparos de los buques de carga que de acuerdo con esta u otras reglas no hayan de ser necesariamente divisiones de clase “A” o “B” serán al menos de clase “C”.

Se adopta el método IC, por ende todos los mamparos y cubiertas que no se encuentren clasificados en las tablas 9.5 y 9.6 serán al menos de clase C.

2.3.3 Integridad al fuego de mamparos y cubiertas

2.3.3.1 Los mamparos y cubiertas, además de cumplir las disposiciones específicas de integridad al fuego para buques de carga, tendrán la integridad mínima al fuego prescrita en las tablas 9.5 y 9.6.

2.3.3.2 Al aplicar las tablas se observarán las prescripciones siguientes:

- .1 Las tablas 9.5 y 9.6 se aplicarán respectivamente a los mamparos y las cubiertas que separen espacios adyacentes.
- .2 Para determinar las normas adecuadas de integridad al fuego que se han de aplicar a las divisiones entre espacios adyacentes, tales espacios se clasifican según su riesgo de incendio en las categorías (1) a (11) que se indican a continuación. Si por su contenido y por el uso a que se le destine hay dudas con respecto a la clasificación de un espacio determinado a efectos de la aplicación de la presente regla, o cuando sea posible asignar dos o más categorías a un espacio, tal espacio se considerará incluido en la categoría que tenga las prescripciones más rigurosas para los contornos. Los compartimientos cerrados más pequeños que se encuentren dentro de un espacio y cuyas aberturas de comunicación con dicho espacio sean inferiores al 30% se considerarán espacios separados. La integridad al fuego de los mamparos límite y las cubiertas de tales compartimientos más pequeños será la prescrita en las tablas 9.5 y 9.6. El título de cada categoría se debe considerar como representativo más que restrictivo. El número entre paréntesis que precede a cada categoría remite a la columna o línea aplicables de las tablas;

(1) *Puestos de control*

Espacios en que se encuentran las fuentes de energía y de alumbrado de emergencia.

Caseta de gobierno y cuarto de derrota.

Espacios en que se encuentra el equipo radioeléctrico del buque.

Puestos de control de incendios.

Cámara de control de las máquinas propulsoras, si se halla situada fuera del espacio de máquinas.

Espacios en que está centralizado el equipo de alarma contra incendios.

Los puestos de control considerados son los siguientes: Puente de Navegación y Cuarto de Control de Sala de Máquinas y Local de CO2

(2) *Pasillos*

Pasillos y vestíbulos.

Los pasillos considerados son los siguientes: Pasillos en cubiertas de acomodaciones.

(3) *Espacios de alojamiento*

Espacios definidos en la regla 3.1, excluidos los pasillos.

Los espacios de alojamiento considerados son: camarotes, aseos, sala de estar, comedor, oficina y cuarto de náufragos.

(4) *Escaleras*

Escaleras interiores, ascensores, vías de evacuación de emergencia totalmente cerradas y escaleras mecánicas (salvo que estén totalmente dentro de los espacios de máquinas), y los cerramientos correspondientes.

A este respecto, una escalera que esté cerrada solamente en un nivel se considerará parte del espacio del que no esté separada por una puerta contraincendios.

Los espacios de escaleras considerados son: Tronco de escalera interna desde la Sala de Máquinas Categoría A hasta el Puente de Navegación.

(5) *Espacios de servicio (riesgo limitado)*

Armarios y pañoles que no están previstos para el almacenamiento de líquidos inflamables y que tienen una superficie inferior a 4 m², y cuartos de secado y lavanderías.

Los espacios de servicio (riesgo limitado) considerados son: Lavadero y pañoles en Cubierta A y B.

(6) *Espacios de categoría A para máquinas*

Espacios definidos en la regla 3.31.

Los espacios de categoría A para máquinas considerados son: Guardacalor y Sala de Máquinas entre cuadernas 19 y 43.

(7) *Otros espacios de máquinas*

Espacios en que se encuentra el equipo eléctrico (central telefónica automática, espacios de los conductos del aire acondicionado).

Espacios definidos en la regla 3.30, excluidos los espacios de categoría A para máquinas.

Los otros espacios de máquinas considerados son: Sala de Máquinas entre cuadernas 43 y 51, Taller de Máquinas y Cuarto de Z-Peller.

(8) *Espacios de carga*

Todos los espacios destinados a contener carga (incluidos los tanques de carga de hidrocarburos) y los troncos y las escotillas de acceso a los mismos.

No hay espacios de carga considerados.

(9) *Espacios de servicio (riesgo elevado)*

Cocinas, oficios equipados para cocinar, saunas, pañoles de pintura, armarios y pañoles con una superficie igual o superior a 4 m², espacios para el almacenamiento de líquidos inflamables y talleres que no forman parte de los espacios de máquinas.

Los espacios de servicio (riesgo elevado) considerados son: Cocina, Antecámara, Cámara Frigorífica y pañoles de Cubierta Principal.

(10) *Cubiertas expuestas*

Espacios de la cubierta expuesta y zonas protegidas del paseo de cubierta con un riesgo de incendio pequeño o nulo. Para ser consideradas de esta categoría, las zonas protegidas del paseo de cubierta no deben presentar un gran riesgo de incendio, es decir, que los enseres se limitarán al mobiliario de cubierta. Además, estos espacios estarán ventilados naturalmente mediante aberturas permanentes.

Espacios descubiertos (los situados fuera de las superestructuras y casetas).

Los espacios de cubiertas expuestas considerados son: Espacios descubiertos desde la Cubierta C hasta la Cubierta Principal.

(11) *Espacios de carga rodada y espacios para vehículos*

Espacios de carga rodada definidos en la regla 3.41.

Espacios para vehículos definidos en la regla 3.49.

No hay espacios de carga rodada considerados.

Nota: La clasificación de espacios por cubierta se encuentra adjunta en una tabla en el Anexo.

2.3.3.3 Se podrá aceptar que los cielos rasos o revestimientos continuos de clase "B", junto con las cubiertas o los mamparos correspondientes, contribuyan total o parcialmente al aislamiento y la integridad prescritos para una división.

2.3.3.4 En los contornos exteriores que tengan que ser de acero u otro material equivalente de conformidad con lo dispuesto en la regla 11.2, se podrán practicar aberturas para instalar ventanas o portillos, a condición de que no haya ninguna prescripción que estipule que en los buques de carga tales contornos deban tener una integridad de clase "A". De igual modo, en los contornos de este tipo que no deban tener una integridad de clase "A", las puertas podrán ser de materiales que sean satisfactorios a juicio de la Administración.

2.3.3.5 Las saunas cumplirán lo dispuesto en el párrafo 2.2.3.4.

2.3.4 Protección de los troncos de escaleras y ascensores en los espacios de alojamiento, espacios de servicio y puestos de control

2.3.4.1 Las escaleras que sólo atraviesen una cubierta estarán protegidas por lo menos a un nivel por divisiones de clase "B-0" y puertas de cierre automático como mínimo. Los ascensores que sólo atraviesen una cubierta estarán rodeados de divisiones de clase "A-0", con puertas de acero en los dos niveles. Los troncos de escaleras y ascensores que atraviesen más de una cubierta estarán rodeados de divisiones que al menos sean de clase "A-0" y protegidos por puertas de cierre automático en todos los niveles.

2.3.4.2 En los buques que tengan alojamientos para 12 personas como máximo, cuando las escaleras atraviesen más de una cubierta y haya por lo menos dos vías de evacuación que den directamente a la cubierta expuesta en cada nivel de alojamientos, se podrán admitir divisiones de clase "B-0" en lugar de las de clase "A-0" que se prescriben en el párrafo 2.3.4.1.

Además se cumplimenta con la reglamentaciones dispuestas en "SOLAS Cap II-2/Parte C/Regla 11":

2 Materiales del casco, las superestructuras, los mamparos estructurales, las cubiertas y las casetas

El casco, las superestructuras, los mamparos estructurales, las cubiertas y las casetas serán de acero u otro material equivalente. A efectos de aplicación de la expresión "de acero u otro material equivalente" definida en la regla 3.43, la "exposición al fuego aplicable" será la que dicten las normas de integridad

y aislamiento indicadas en las tablas 9.1 a 9.4. Por ejemplo, cuando se permita que la integridad al fuego de divisiones tales como las cubiertas o mamparos de extremo y laterales de las casetas sea la de las divisiones de clase "B-0", la "exposición al fuego aplicable" será de media hora.

4 Espacios de categoría A para máquinas

4.1 Techos y paredes de los guardacalores

Los techos y paredes de los guardacalores de los espacios de categoría A para máquinas serán de acero y estarán aislados según se exige en las tablas 9.5 y 9.7, según proceda.

4.2 Chapas del piso

Las chapas del piso de los pasillos corrientes de los espacios de categoría A para máquinas serán de acero.

5 Materiales de construcción de las salidas de descarga al mar

No se emplearán materiales que el calor pueda inutilizar rápidamente en la construcción de los imbornales de banda, desagües de aguas sucias y demás salidas de descarga al mar próximas a la flotación, ni en los lugares en los que el deterioro del material en caso de incendio pudiera ocasionar un peligro de inundación.

Reglamentación según la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas para Remolcadores FIFI 1 “Rules for the classification of steel ships – Bureau Veritas Part D, Ch 16, Sec 4/2”:

2 Fire protection of exposed surfaces

2.1 Structural fire protection

2.1.1

- a) On ships having the service notation **fire-fighting ship 1**, all exterior boundaries above the lightest operating waterline, including superstructures and exposed decks, are to be of steel and are to be internally insulated so as to form A-60 class divisions.

This need not apply to ships granted with the additional service feature **water spray**.

En el caso de que el buque no cuente con el servicio adicional de protección externa mediante rociadores, se deberá aislar toda la superestructura y cubiertas expuestas por encima de la flotación en la condición más liviana del buque.

Como el buque cuenta con servicio adicional de rociadores para protección externa no es necesario este tipo de aislación.

Se adjunta Plano de Integridad Estructural – Archivo 021/001.

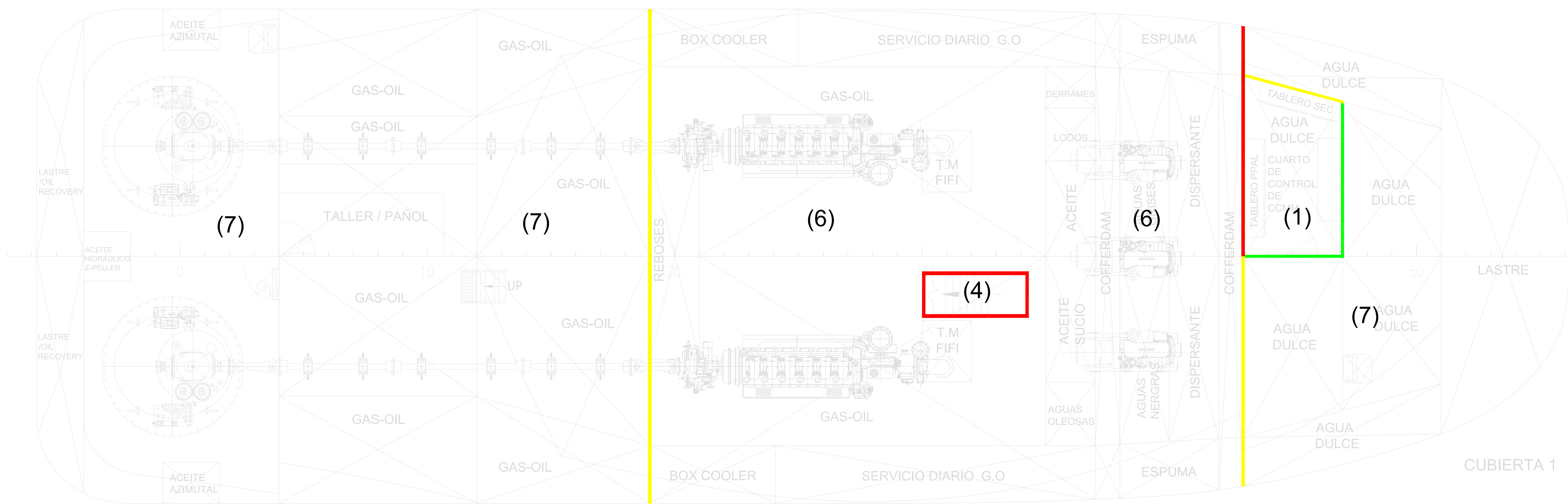
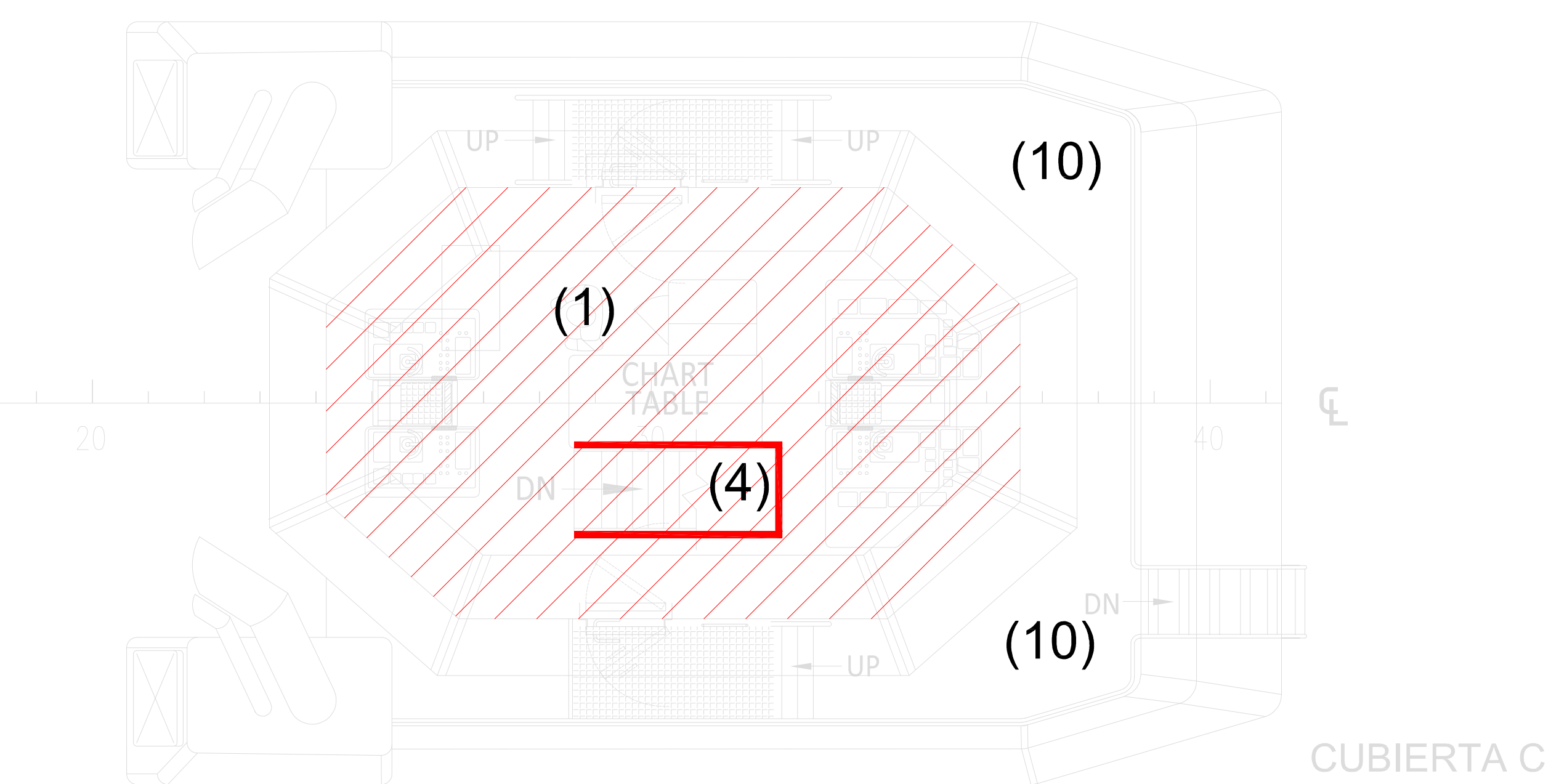
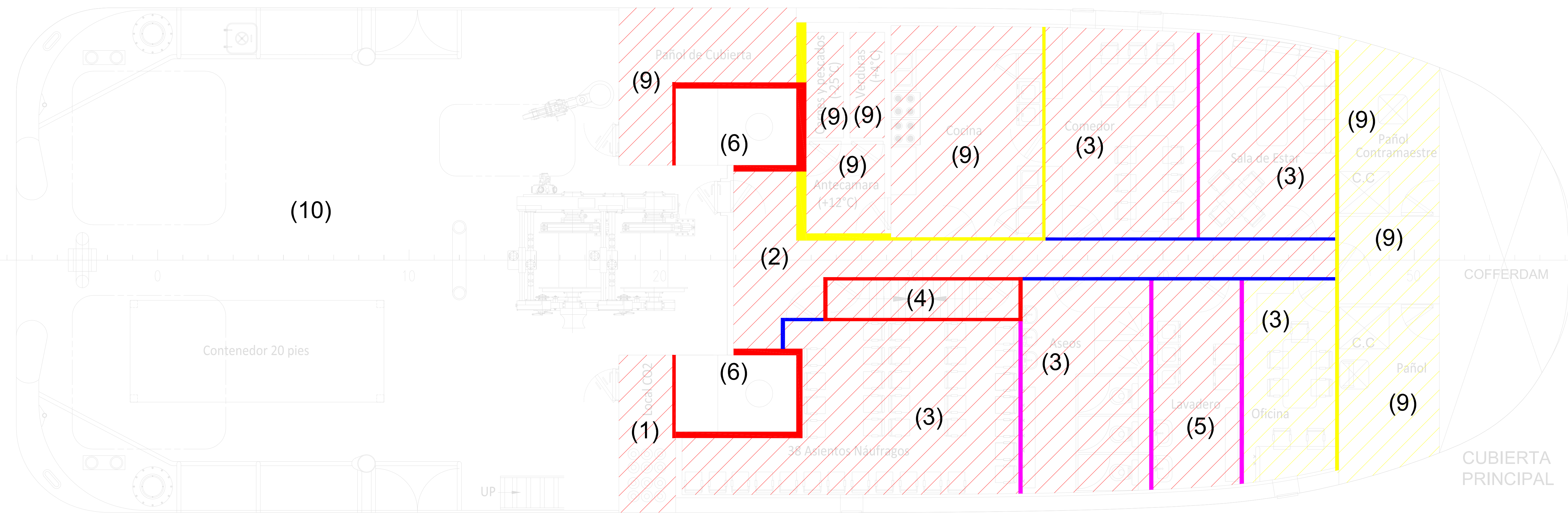
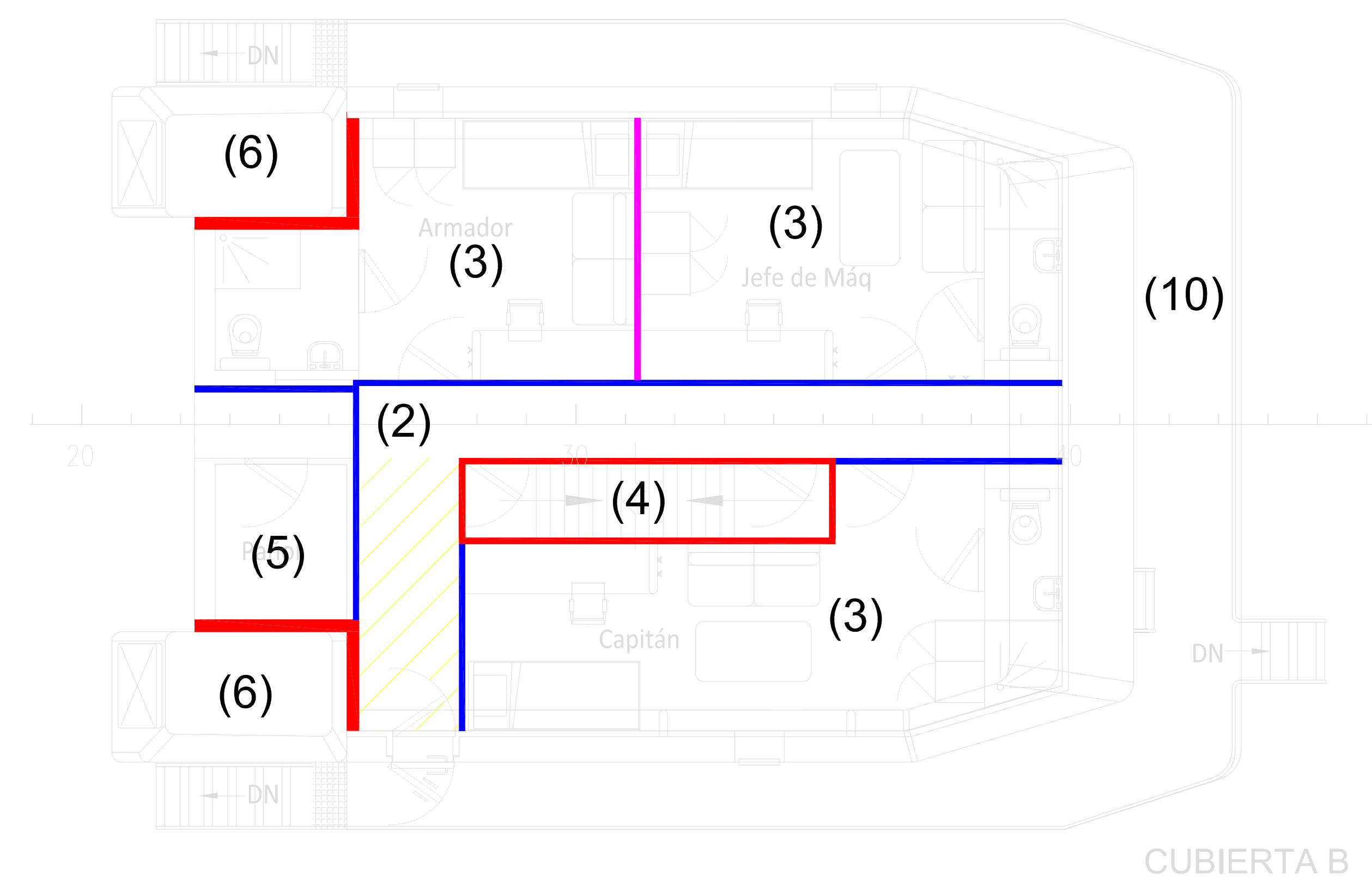
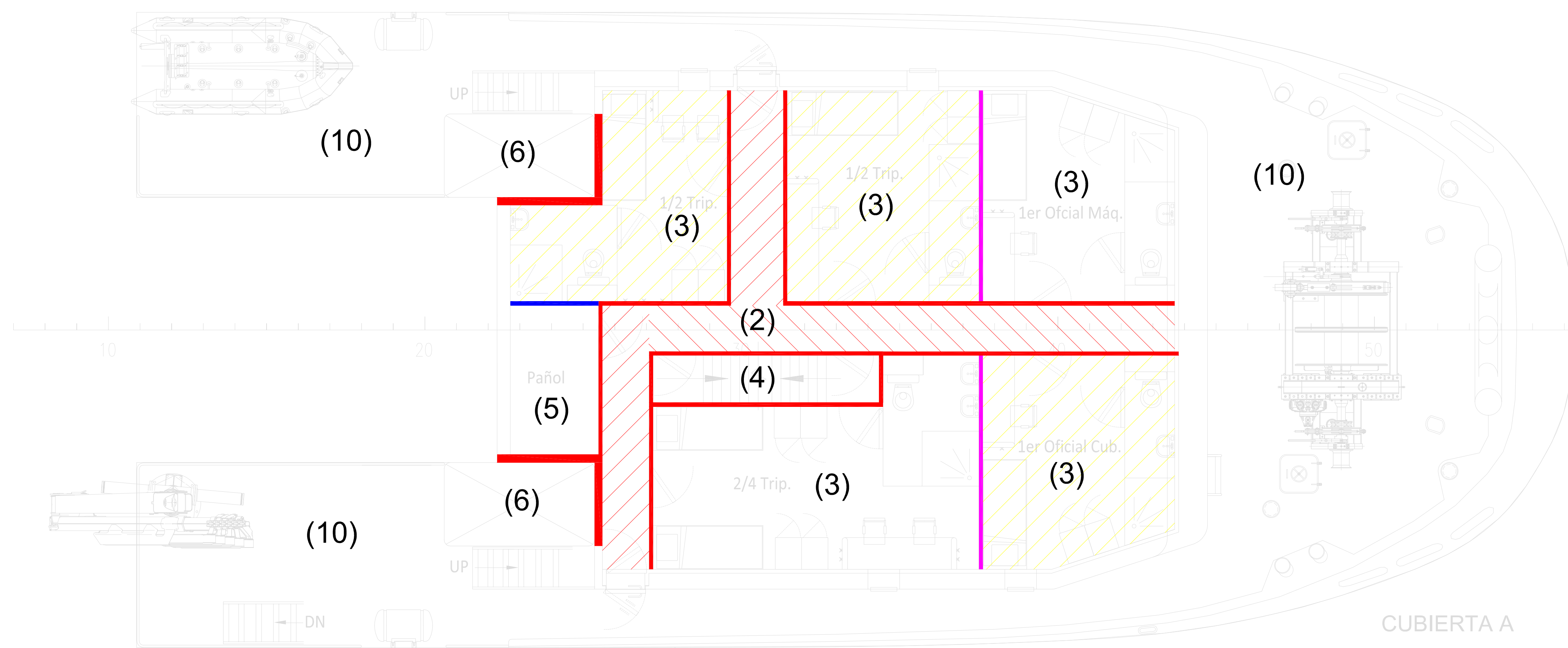
Anexo

Tabla de Categorización de Espacios:

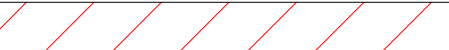
	Espacio	Categorización
Cubierta C	<i>Puente de Navegación</i>	(1)
	<i>Escaleras</i>	(4)
	<i>Cubierta externa</i>	(10)
Cubierta B	<i>Camarotes y aseos</i>	(3)
	<i>Pañol</i>	(5)
	<i>Guardacalor</i>	(6)
	<i>Pasillos</i>	(2)
	<i>Escaleras</i>	(4)
	<i>Cubierta externa</i>	(10)
Cubierta A	<i>Camarotes</i>	(3)
	<i>Pañol</i>	(5)
	<i>Guardacalor</i>	(6)
	<i>Pasillos</i>	(2)
	<i>Escaleras</i>	(4)
	<i>Cubierta externa</i>	(10)
Cubierta Principal	<i>Comedor</i>	(3)
	<i>Sala de Estar</i>	(3)
	<i>Oficina</i>	(3)
	<i>Aseos</i>	(3)
	<i>Local de Náufragos</i>	(3)
	<i>Lavadero</i>	(5)
	<i>Paños</i>	(5)
	<i>Antecámara</i>	(9)
	<i>Cámara Frigorífica</i>	(9)
	<i>Cocina</i>	(9)
	<i>Local CO2</i>	(1)
	<i>Pasillos</i>	(2)
	<i>Escaleras</i>	(4)
	<i>Guardacalor</i>	(6)
	<i>Cubierta externa</i>	(10)
Cubierta 1	<i>Sala de Máquinas entre cuadernas 19 y 43</i>	(6)
	<i>Sala de Máquinas entre cuadernas 43 y 51</i>	(7)
	<i>Taller de Máquinas</i>	(7)
	<i>Escaleras</i>	(4)
	<i>Cuarto de Propulsores Z-Peller</i>	(7)

Bibliografía

- Safety of Life at Sea (SOLAS Cap II-2) – International Maritime Organization
- Rules for the classification of steel ships Part D, Ch 16, Fire Fighting Ships – Bureau Veritas
- Lucha Contra Incendio y Protección Pasiva – Unidad III Alistamiento Naval – Norberto Fiorentino.



CLASIFICACIONES DE ESPACIOS	
Puente de Navegación y Cuarto de Control CCMM	(1)
Pasillos de acomodaciones	(2)
Camarotes, Aseos, Sala de Estar, Oficina, Cuarto de Náufragos y Comedor.	(3)
Tronco de escaleras desde Puente de Navegación hasta CCMM	(4)
Lavadero, Pañol Cub A y Pañol Cub B.	(5)
Sala de Máquinas entre cuadernas 19 y 43. Guardacalor	(6)
Sala de Máquinas entre cuadernas 43 y 51, Taller de Máquinas y Cuarto de Z-Peller	(7)
-	(8)
Cocina, Cámara Frigorífica, Antecámara y Pañoles de Cubierta Ppal	(9)
Espacios descubiertos desde Cub C a Cub Ppal	(10)
-	(11)

REFERENCIAS	
Mamparo A-60	
Mamparo A-15	
Mamparo A-0	
Mamparo B-0	
Mamparo C	
Cubierta A-60	
Cubierta A-0	

NOMBRE Gonzalo Abal		VERIFICADO		APROBADO	
FECHA 17/11/17					
					
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES • UNIVERSIDAD PRIVADA •					
NÚMERO PLANO		REV	HOJA	NR	HOJAS
GAB-PB-021-001		0			
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	 		
1:50	021-001	AO			
0	inicial	17/11/17	GAB	NFI	
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DEBUI	VERIF.	
MODIFICACIONES					

Índice

A	Introducción.....	2
	Datos Generales del Remolcador.....	2
	Cálculo y dimensionamiento del Sistema de Traslase de Combustible.....	2
B	Combustible utilizado.....	2
	Capacidad de tanques de combustible.....	4
	Selección de purificadora.....	4
	Selección de bomba de trasvase.....	6
	Factores de diseño a tener en cuenta para el sistema de trasvase.....	7
	Seguridades en sistema de combustible.....	8
	Anexo.....	11
C	Bibliografía.....	16

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE Gonzalo Abal			
FECHA 20/11/17			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-615-001	0	1	16
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	 
	615-001	A4	



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO,
TRASVASE Y PURIFICADO
DE COMBUSTIBLE

0	Inicial	20/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

Introducción

El sistema de combustible de MGO se divide en distintos sistemas según el objetivo. Estos son:

- Sistema de alimentación de combustible
- Sistema de almacenamiento, trasvase y purificado

En este trabajo se va a desarrollar el cálculo y dimensionamiento del sistema de almacenamiento, trasvase y purificado de combustible según requerimientos de la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas y recomendaciones del fabricante de los Motores Principales y Motores Auxiliares.

Datos Generales del Remolcador

<i>Características Generales del Remolcador de Salvamento Marítimo</i>		
Dimensiones	Valor	unidades
<i>Eslora total (LOA)</i>	37.175	m
<i>Eslora entre perpendiculares (LPP)</i>	32.8	m
<i>Eslora en flotación (LWL)</i>	35.6	m
<i>Manga (B)</i>	12	m
<i>Puntal (D)</i>	5.6	m
<i>Calado de diseño (T)</i>	4.1	m
<i>Coeficiente de sección media (CM)</i>	0.898	-
<i>Coeficiente prismático (CP)</i>	0.635	-
<i>Coeficiente de bloque (CB)</i>	0.571	-

Motores Principales:

- 2 x Niigata 6L28HX (cuatro tiempos) 1654 KW @ 750 rpm.

Motores Auxiliares:

- 3 x VOLVO PENTA D9 MG de 214 eKW (cuatro tiempos) con Alternador STAMFORD HCM434E-1 de 268 kVA a 1500 rpm (50 Hz).

Cálculo y dimensionamiento del Sistema de Trasvase de Combustible

Para el cálculo del sistema de trasvase de combustible se utilizarán las normas del BV y del SOLAS, como así también las recomendaciones del manual del fabricante del motor que en este caso es Niigata y Caterpillar.

Combustible utilizado

Las normas utilizadas del BV son las referidas en “Rules for the Classification of Steel Ships – Bureau Veritas Part C, Ch 1, Sec 1/2.9”.

2.9 Fuels

2.9.1 Fuel oils employed for engines and boilers are, in general, to have a flash point (determined using the closed cup test) of not less than 60°C, except for the following:

- a) Fuel oils having a flash point of less than 60°C but not less than 43°C may be accepted in following cases:
 - for engines driving emergency generators
 - for feeding the emergency fire pump's engines and the auxiliary machines which are not located in the machinery spaces of category A
 - for ships assigned with a restricted navigation notation which are not intended to comply with SOLAS Convention, or whenever special precautions are taken to the Society's satisfaction, provided that, from previously effected checks, it is evident that the temperature of spaces where fuel oil is stored or employed will be at least 10°C below the fuel oil flash point at all times. However, it has to be acceptable also for the National Authority of the country in which the ship is to be registered
- b) In cargo ships, for installation specially approved for the use of crude oil or slop as fuel for tanker boilers (reference is made to IACS requirement M 24)
- c) In cargo ships, for installation specially approved for use of boil-off gas as fuel for boilers or propulsion engines, which is allowed on gas carriers, subject to the requirements of Pt D, Ch 9, Sec 16.

2.9.2 Machineries and piping systems for the usage of fuel oil having a flashpoint less than 60°C shall also comply with the following:

- a) For oil fuel having a flashpoint of less than 60°C but not less than 43°C, oil tanks except those arranged in double bottom compartments shall be located outside of machinery spaces of category A
- b) For oil fuel having a flashpoint of less than 43°C, where permitted, the following provisions are to be complied with:
 - Oil tanks are to be located outside machinery spaces and the arrangements adopted have to be specially approved by the Society

- Provisions for the measurement of oil temperature should be provided on the suction pipe of oil fuel pump
- Stop valves and/or cocks are to be provided to the inlet side and outlet side of the oil fuel strainers
- Pipe joints of welded construction or of circular cone type or spherical type union joint are to be applied as much as possible.

El flash point de los combustibles utilizados no puede bajar de los 60°C. Teniendo en cuenta que el motor principal debe consumir gasoil DMA o DMX como indica el fabricante, ambos combustibles cumplen con el requerimiento.

Capacidad de los tanques de combustible

Identificación del Tanque	Peso (T)	Volumen Neto (m3)	A.C.G desde LB (m)	T.C.G (+) hacia Bbr (m)	L.C.G desde Ppp (m)	Área (m2)	Momento Inercia Neto (m4)
FO1P	8,9	9,9	2,37	1,59	5,12	16,3	15,7
FO1S	8,9	9,9	2,37	-1,59	5,12	16,3	15,7
FO2P	32,8	36,8	4,01	4,63	4,64	12,5	7
FO2S	32,8	36,8	4,01	-4,63	4,64	12,5	7
FO3P	10,3	11,6	1,48	1,87	9,54	16,8	23,4
FO3S	10,3	11,6	1,48	-1,87	9,54	16,8	23,4
FO4P	25,8	29	3,76	4,95	8,84	8,4	3,3
FO4S	25,8	29	3,76	-4,95	8,84	8,4	3,3
FO5P	42,9	48,1	0,924	2,47	16,33	48,1	155,3
FO5S	42,9	48,1	0,924	-2,47	16,33	48,1	155,3
FO6P	44,1	49,5	3,71	5,28	17,01	15	2,4
FO6S	44,1	49,5	3,71	-5,28	17,01	15	2,4
Reboses	5,5	6,2	0,993	0	12,00	6	0
Total Gas-Oil (DMA-DMX)	335,1	376,0	2,78	0,0	1432,6	246,4	414,2

Selección de purificadora

Se selecciona una purificadora de combustible en base al consumo máximo del remolcador.

El máximo consumo calculado es para la condición de remolque de altura, donde tengo mayor consumo eléctrico y además el Motor Principal se encuentra funcionando al 100% MCR.

Consumo Motores Principales:

$$C_{MP} = \frac{sfc \times Pot \text{ MMPP}}{1000 \times \rho_{DO}} = \frac{191 \frac{g}{kW.h} \times 3308 kW}{1000 \frac{g}{Kg} \times 0,85 \frac{Kg}{l}} = 743,3 \text{ l/h}$$

Consumo Motores Auxiliares:

$$C_{MP} = \frac{sfc \times Pot \text{ MMAA}}{1000 \times \rho_{DO}} = \frac{205 \frac{g}{kW.h} \times 350 kW}{1000 \frac{g}{Kg} \times 0,85 \frac{Kg}{l}} = 84,4 \text{ l/h}$$

Donde:

sfc → Consumo específico de cada uno de los motores que corresponda ($\frac{g}{kW} \cdot h$)

Pot → Potencia en los motores principales o auxiliares según corresponda (kW)

ρ_{DO} → Densidad de combustible MDO ($\frac{Kg}{l}$)

Condición Remolque de Altura	
Consumo MMPP al 100% MCR (litros/h)	743,33
Consumo MMAA al 100% MCR (litros/h)	84,41
Total (litros/h)	827,74

A partir del consumo máximo calculado se selecciona una purificadora entre 1000 y 1500 litros/hora, de forma tal que el remolcador pueda purificar para abastecer el consumo del Motor Principal como de la Planta Generadora y además tener margen para ir llenando los tanques de servicio diario.

La seleccionada una purificadora centrífuga con control automático de operación (ver anexo):

Marca: Alfa Laval

Modelo: MAB 103B-24

Capacidad: 1.150 litros/hora

Potencia: 0,6 kW

Velocidad de giro: 8570 rpm

Posee una bomba de 1150 litros/hora para utilizar en sistema de trasvase como emergencia.

Selección de bomba de trasvase

La bomba de trasvase se selecciona a partir de los tanques de mayor capacidad, siendo estos los tanques 5 de babor y estribor. Los mismos deberán ser llenados o vaciados en 5 horas como máximo.

Caudal total de la bomba de trasvase:

$$C_{BT} = \frac{V_{TQ\ F05P} + V_{TQ\ F05S}}{5} = \frac{2 * 48,1\ m^3}{5\ horas} = 19,24\ m^3/h$$

Se seleccionan 2 bombas de trasvase de 10 m³/h cada una. Se opta por disponer de dos bombas de accionamiento eléctrico para cumplir con la normativas del BV en “Rules for the Classification of Steel Ships – Bureau Veritas Part C, Ch 1, Sec 10/11.4.5”.

11.4.5 Transfer pumps

a) At least two means of transfer are to be provided. One of these means is to be a power pump. The other may consist of:

- a standby pump, or, alternatively,
- an emergency connection to another suitable power pump.

Note 1: Where provided, purifiers may be accepted as means of transfer.

b) Where necessary, transfer pumps are to be fitted on their discharge side with a relief valve leading back to the suction of the pump or to any other place deemed satisfactory.

Además se cuenta con la bomba de la purificadora de combustible para casos de emergencia.

Bombas de trasvase seleccionadas:

Marca: ITUR

Modelo: RC-2R

Tipo: Bomba a engranajes de accionamiento eléctrico

Cantidad: 2 (Dos)

Potencia: 4,8 kW

Caudal de cada bomba teórico: 17 m³/h

Se seleccionan 2 bombas que suman 34 m³/h, ya que el caudal teórico es para productos con viscosidades de 150 cSt, cuando en realidad el MDO tiene entre 5-13 cSt, por lo que el caudal será menor al teórico.

Factores de diseño a tener en cuenta para el sistema de trasvase

Los requerimientos básicos a tener en cuenta para la instalación según el BV son:

11.4 Design of fuel oil filling and transfer systems

11.4.1 General

- a) A system of pumps and piping for filling and transferring fuel oil is to be provided.
- b) Provisions are to be made to allow the transfer of fuel oil from any storage, settling or service tank to another tank.

11.4.2 Filling systems

- a) Filling pipes of fuel oil tanks are to terminate on open deck or in filling stations isolated from other spaces and efficiently ventilated. Suitable coamings and drains are to be provided to collect any leakage resulting from filling operations.

The means shall be provided for the filling lines to prevent of possible overpressure during the bunkering operation, which could be caused by pumps from out-board filling station. For that purpose a warning label may be accepted with clearly declared design pressure of the filling lines and the local pressure gauge fitted in vicinity of the filling connection.

- b) Arrangements are to be made to avoid overpressure in the filling lines which are served by pumps on board. Where safety valves are provided for this purpose, they are to discharge to the overflow tank referred to in [9.3.3] or to other safe positions deemed satisfactory.

11.4.3 Independence of fuel oil transfer lines

Except where permitted in [11.4.4], the fuel oil transfer piping system is to be completely separate from the other piping systems of the ship.

11.4.4 Alternative carriage of fuel oil, ballast water or other liquid and dry cargo

Where certain compartments are likely to contain alternatively fuel oil, ballast water and other liquid or dry cargo, the transfer pipes supplying these compartments are to be fitted with blind flanges or other appropriate change-over devices.

La instalación cuenta con dos electrobombas (Ver plano adjunto)

Además se tienen en cuenta los siguientes puntos:

- Estos espacios deben estar correctamente ventilados para prevenir los vapores del combustible
- Los materiales utilizados en superficies que superen los 220°C deben ser no-combustibles y no-absorbentes de combustible.
- Equipos, accesorios y tuberías que contengan combustible deben estar ubicados en lugares lejanos de posibles fuentes de ignición.
- Todos los componentes el sistema de combustible que puedan estar sujetos a tareas de mantenimiento, deben contar con bandejas para recolectar las posibles fugas que puedan ocurrir, y luego deben ser enviadas a un tanque de recolección de fugas.

Seguridades en el Sistema de Combustible

Los requerimientos de monitoreo y control para la seguridad de la instalación se extraen del BV “Rules for the Classification of Steel Ships – Bureau Veritas Part C, Ch 1, Sec 10/11.10”.

11.10 Control and monitoring

11.10.1 Monitoring

Alarms and safeguards are to be provided for fuel oil systems in accordance with Tab 30.

Note 1: Some departures from Tab 30 may be accepted by the Society in the case of ships with a restricted navigation notation.

11.10.2 Automatic controls

Automatic temperature control is to be provided for:

- steam heaters or heaters using other media
- electric heaters.

11.10.3 Remote controls

- a) The remote control arrangement of valves fitted on fuel oil tanks is to comply with [11.6.4].
- b) The power supply to:
 - fuel oil burning pumps
 - transfer pumps and other pumps of the fuel oil system, and
 - fuel oil purifiers,
 is to be capable of being stopped from a position within the space containing the pumps and from another position located outside such space and always accessible in the event of fire within the space.
- c) Remote control of the valve fitted to the emergency generator fuel tank is to be in a separate location from that of other valves fitted to tanks in the engine room.
"Separate location" does not mean separate spaces.
- d) The positions of the remote controls are also to comply with Part C, Chapter 3.

Table 30 : Fuel oil systems

Symbol convention H = High, HH = High high, G = group alarm L = Low, LL = Low low, I = individual alarm X = function is required, R = remote	Monitoring		Automatic control				
			System			Auxiliary	
Identification of system parameter	Alarm	Indication	Slow-down	Shut-down	Control	Stand by Start	Stop
Fuel oil overflow tank level	H (1)						
Air pipe water trap level on fuel oil tanks	H (2)						
Fuel oil temperature after heaters	H (4)	local		X (5)			
Sludge tank level		local					
Fuel oil settling tank temperature	H (3)	local					
Fuel oil level in daily service tank	L+H (1)	local					
Fuel oil daily service tank temperature	H (3)	local					
(1) Or sightglasses on the over flow pipe, see [9.3.4], item d). (2) Or alternative arrangement as per [9.1.7], item c). (3) Applicable where heating arrangements are provided. (4) Or low flow alarm in addition to temperature control when heated by steam or other media. (5) Cut off of electrical power supply when electrically heated.							

Se dispondrá de los siguientes sistemas de monitoreo y corte para brindar la seguridad correspondiente como lo indica la reglamentación del Bureau Veritas:

- Alarma de alto nivel en tanque de reboses
- Alarma de alto y bajo nivel en tanques de servicio diario

- Corte a distancia en tuberías de trasvase de combustible
- Alarma por pérdidas en tuberías de alimentación y trasvase de combustible

Además se cumplirán con los requerimientos de automatismo y control remoto para brindar la mayor seguridad posible y cumplimentar con las reglamentaciones de la Sociedad de Clasificación según

Se adjunta Plano de Sistema de Traslase de Combustible (GAB-PB- 615-002).

Anexo

Purificadora Alfa Laval MAB103B-24:

8.1 Technical data

Alfa Laval ref. 556001 rev. 0

Units according to ISO Standard.

The manufacturer reserves the right to change specifications without notice.

Product number	881145-09-01
Separator type	MAB 103B-24
Purpose	Continuous purification of heavy fuel oil or lubricating oil from solid particles and water. or Continuous clarification of heavy fuel oil or lubricating oil from solid particles. The flash point of the oil to be separated must be minimum 60 °C.
Hydraulic capacity	Maximum 1,4 m ³ /h
Process capacity	Maximum oil flow at the maximum permissible oil density 991 kg/m ³ at 15 °C. The density is preferably measured at 50 °C according to ASTM method D 1298-80 and corrected to 15 °C according to ASTM tables D 1250-80. <i>Fuel oils, diesel engine</i> - Distillate: viscosity 1,5-5,5 cSt/40 °C Maximum oil flow 1,15 m³/h - Marine Diesel Oil: viscosity 13 cSt/40 °C Maximum oil flow 0,9 m³/h <i>Lubricating oils, by-pass treatment, optimum</i> - R & O type: Crosshead diesel Maximum oil flow 0,4 - 0,5 m³/h - Detergent: Crosshead diesel Trunk piston diesel Maximum oil flow 0,3 - 0,4 m³/h 0,2 - 0,3 m³/h - Steam turbine: Maximum oil flow 0,8 m³/h
Max. density of sediment	5000 kg/m ³

Max. density of feed	991 kg/m ³ , (mechanical safety max. 1100 kg/m ³)																
Feed temperature	Minimum 0 °C Maximum +100 °C																
Ambient temperature	Minimum +5°C Maximum +55 °C																
Motor	4-pole 0,75 kW standard motor, 50 or 60 Hz, 3-phase. Direct on-line start. If Y/D-start is used maximum 5 seconds in Y position.																
Power consumption	<table><tr><td>idling</td><td>0,4 kW</td></tr><tr><td>running (at max. capacity)</td><td>0,6 kW</td></tr><tr><td>max. power consumption</td><td>0,6 kW (at starting-up)</td></tr></table>		idling	0,4 kW	running (at max. capacity)	0,6 kW	max. power consumption	0,6 kW (at starting-up)									
idling	0,4 kW																
running (at max. capacity)	0,6 kW																
max. power consumption	0,6 kW (at starting-up)																
Speed	The prescribed speed of the bowl spindle which must not be exceeded, is stamped on the name plate of the machine. <table><tr><td>Gear ratio</td><td>40 : 7</td><td>43 : 9</td></tr><tr><td>Maximum speed of rotation, rpm</td><td>50 Hz</td><td>60 Hz</td></tr><tr><td>Motor shaft speed</td><td>1500</td><td>1800</td></tr><tr><td>Revolution counter speed</td><td>71 - 75</td><td>85 - 90</td></tr><tr><td>Bowl speed</td><td>8570</td><td>8600</td></tr></table>		Gear ratio	40 : 7	43 : 9	Maximum speed of rotation, rpm	50 Hz	60 Hz	Motor shaft speed	1500	1800	Revolution counter speed	71 - 75	85 - 90	Bowl speed	8570	8600
Gear ratio	40 : 7	43 : 9															
Maximum speed of rotation, rpm	50 Hz	60 Hz															
Motor shaft speed	1500	1800															
Revolution counter speed	71 - 75	85 - 90															
Bowl speed	8570	8600															
Starting time	3 minutes																
Stopping time	<table><tr><td>Running down with brake applied</td><td>min. 2 minutes max. 2,5 minutes</td></tr><tr><td>without brake</td><td>6 minutes (average)</td></tr></table>		Running down with brake applied	min. 2 minutes max. 2,5 minutes	without brake	6 minutes (average)											
Running down with brake applied	min. 2 minutes max. 2,5 minutes																
without brake	6 minutes (average)																
Maximum running time without flow	<table><tr><td>empty bowl</td><td>480 minutes</td></tr><tr><td>filled bowl</td><td>480 minutes</td></tr></table>		empty bowl	480 minutes	filled bowl	480 minutes											
empty bowl	480 minutes																
filled bowl	480 minutes																

Inlet pump, built-on	Capacity	50 Hz	60 Hz
	529209-82	1150 litres/h	1380 litres/h
	529209-83 (option)	580 litres/h	700 litres/h
	Suction lift Delivery head	Max. 4 m wg (manometric) Max. 15 m wg (manometric)	
Outlet pump, built-on	Capacity	50 Hz	60 Hz
	529209-82	1270 litres/h	1520 litres/h
	529209-83 (option)	640 litres/h	770 litres/h
	Delivery head	15 - 25 m wg (depending on flow and viscosity)	
Sludge and water space volume	0,56 litres		
Required water quality	Fresh water		
Lubrication	see "8.7.1 Lubrication chart, general" on page 131.		
Lubricating oil volume	0,8 litres		
Weight	Separator without motor	Net weight approx. 75 kg.	
	Motor	Approx. 13 kg.	
	Complete bowl	Approx. 13 kg.	
Shipping data	According to "Basic equipment"		
	Weight	100 kg (Net 85 kg)	
	Volume	0,30 m ³	
Sound power level	7,6 bel(A) ISO 3744, 1,2 m ³ /h		
Sound pressure level	64 dB(A) ISO 3744, 1,2 m ³ /h		
Vibration level	Max. for separator in use	9 mm/s (RMS)	
Materials	Bowl spindle, lock ring	steel	
	Frame, lower and upper parts	cast iron ("Centriblue" finish ¹)	
	Collecting cover	silumin (grey finish ¹)	
	Bowl body and hood, disc stack, gravity disc	stainless steel	
	Other bowl parts	brass	
	Other inlet and outlet parts	stainless steel, brass, cast iron	

¹An epoxy enamel

¹An epoxy enamel

Bomba de trasvase ITUR RC-2R:

TECHNICAL DATA

The selection diagrams shown on the following pages are calculated for an oil viscosity of 20 °E, and are represented for speeds corresponding to a frequency of 50 Hz with 4 poles electric motor (approximately 1.450 rpm), 50 Hz - 6 poles (approximately 980 rpm), 60 Hz - 4 poles (approximately 1.750 rpm) and 60 Hz - 6 poles (approximately 1.160 rpm).

When another speed may be required or the fluid being pumped has a

viscosity different from 20 °E, the formulae in the section *Correction factors must be used*.

In this case, it is necessary to take into account the exact values of the *theoretical flow (Q_{th})* at 1.450 rpm, as well as the *real test speed (r.p.m.)*, on which the diagrams are calculated. In the following table are shown the values mentioned, for each type of RC pump.

TYPE OF PUMP	RC-00	RC-01	RC-1	RC-1 1/2	RC-2	RC-2R	RC-2RD	RC-3R	RC-4R
Theoretical flow at 1.450 r.p.m. Q _{th} in m³/h	0,361	1,015	4,1	8,18	10,2	17	26,5	52,5	78,5

Hz	Poles	TYPE OF PUMP								
		RC-00	RC-01	RC-1	RC-1½	RC-2	RC-2R	RC-2RD	RC-3R	RC-4R
		Test speed for the curves (rpm)								
50	6	-	-	967	973	980	990	987	987	987
50	4	1.460	1.465	1.450	1.460	1.470	1.485	1.480	1.480	1.480
60	6	-	-	1.160	1.168	1.176	1.188	1.184	1.184	1.184
60	4	1.752	1.758	1.740	1.752	1.764	1.782	1.776	1.776	1.776

CORRECTION FACTORS

When the viscosity of the fluid and/or operating speed are different from those shown in the curves, the **flow** and **absorbed power** values are determined by means of the following formulae:

$$Q_2 = Q_{th} \times \frac{n_2}{1450} \times \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{-1/3} \times \left(\frac{n_1}{1450} - Q_1 \right) \times \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^{-1/3}$$

$$P_2 = \frac{Q_{th} \times \Delta p \times n_2}{36 \times 1450} + \left(P_1 - \frac{Q_{th} \times \Delta p \times n_1}{36 \times 1450} \right) \times \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^{1/3} \times \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^{4/3}$$

where:

- n₁ = Initial speed shown on the curves (r.p.m.)
- n₂ = Final required speed (r.p.m.)
- v₁ = Viscosity of the fluid shown on the curve (°E)
- v₂ = Required fluid viscosity (°E)
- Δp = Required differential pressure (bar)
- Q_{th} = Theoretical pump flow (m³/h), at zero pressure at 1.450 r.p.m.
- Q₁ = Initial curve flow (m³/h), with fluid viscosity v₁, at a pressure differential of Δp and at n₁ r.p.m.
- Q₂ = Resultant flow (m³/h), with fluid viscosity v₂, at a pressure differential of Δp and at n₂ r.p.m.
- P₁ = Power absorbed on the curve (kW), with fluid viscosity v₁, for a flow Q₁ at a differential pressure of Δp and at n₁ r.p.m.
- P₂ = Resultant power absorbed (kW), with fluid viscosity v₂, for a flow Q₂ at a differential pressure of Δp and at n₂ r.p.m.

EXAMPLE.- Calculate the values of flow and absorbed power for the pump RC-3R, with an oil viscosity of 12 °E, running at 780 r.p.m. and a pressure differential of 4 bar. It will be based on the closest curve available: 50 Hz - 6 poles - 987 r.p.m.

Data

- n₁ = 987 rpm (on the curve)
- n₂ = 780 rpm
- v₁ = 20 °E (on the curve)
- v₂ = 12 °E
- Δp = 4 bar
- Q_{th} (at 1450 rpm) = 52,5 m³/h
- Q₁ (at 987 rpm) = 30,3 m³/h
- P₁ (at 987 rpm) = 8,6 kW

Results

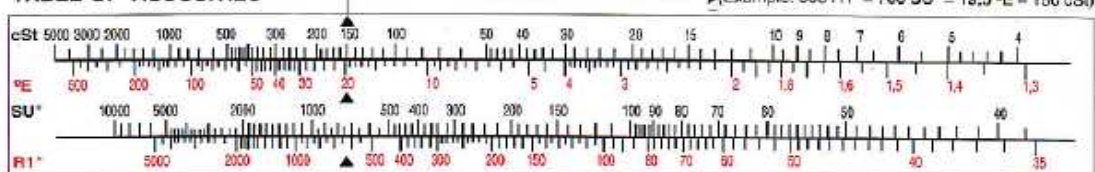
$$Q_2 = 52,5 \times \frac{780}{1450} \times \left(\frac{52,5 \times \frac{987}{1450} - 30,3}{1450} \right)^{-1/3} \times \left(\frac{12}{20} \right)^{-1/3}$$

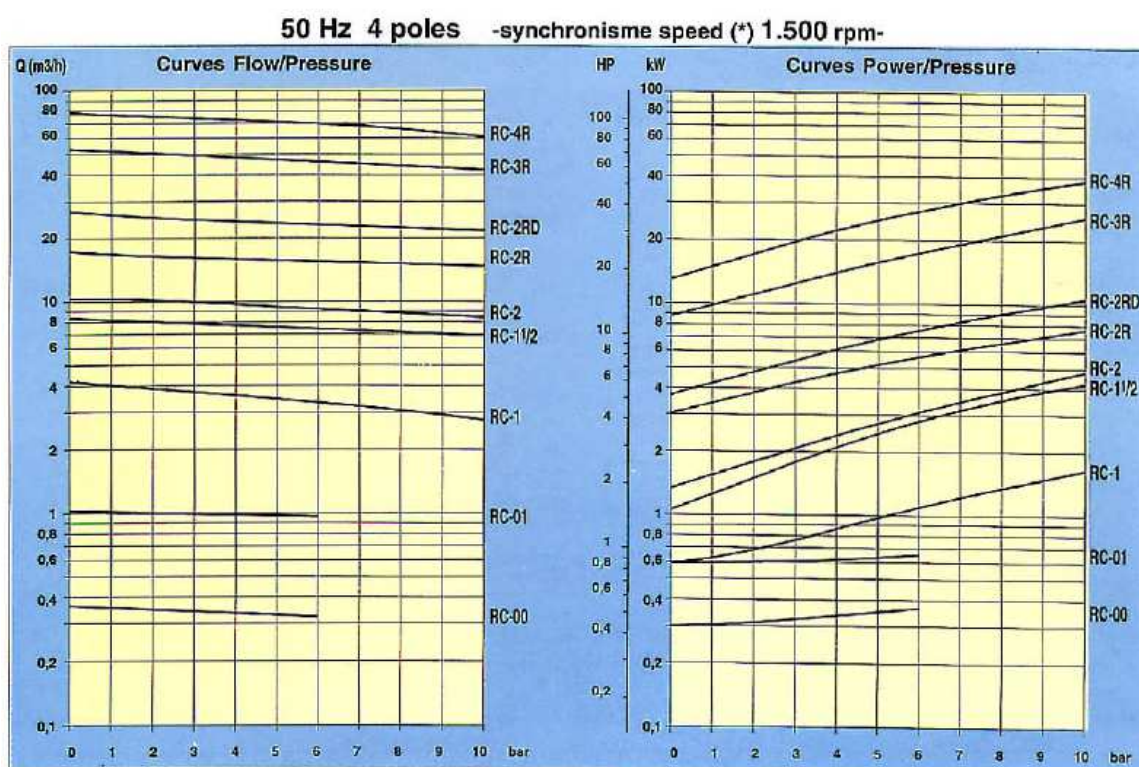
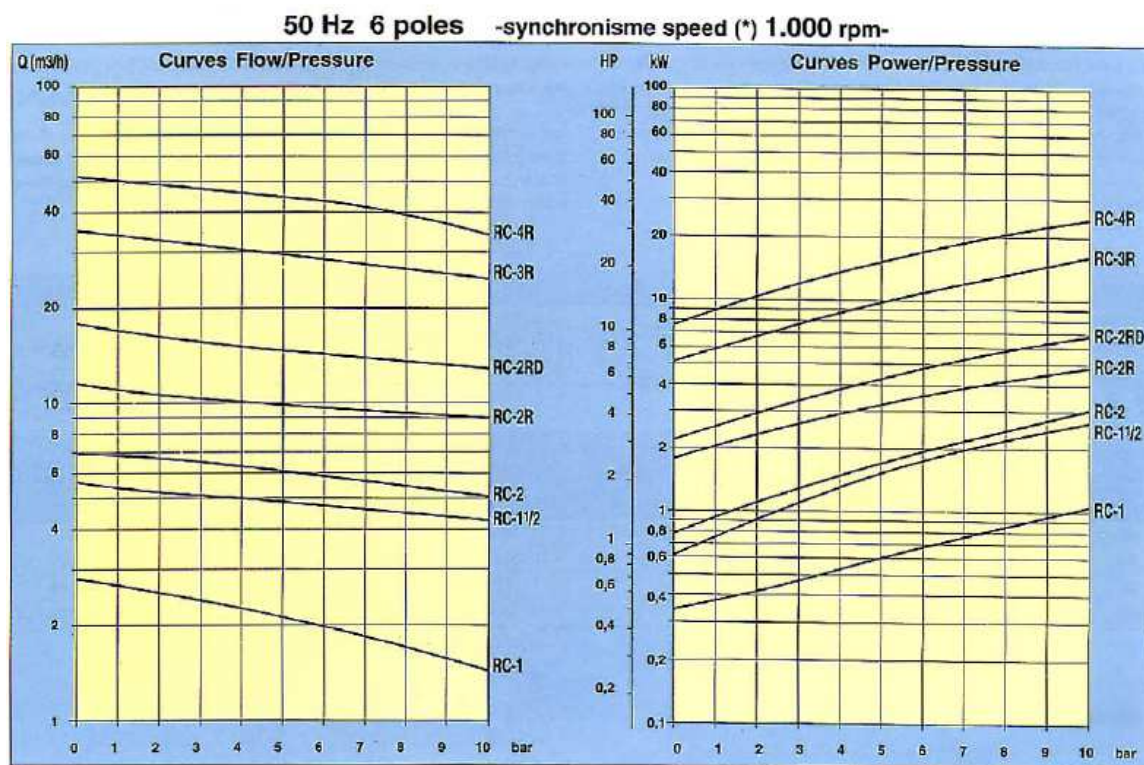
resultant flow: Q₂ = 21,8 m³/h

$$P_2 = \frac{52,5 \times 4 \times 780}{36 \times 1450} + \left(8,6 - \frac{52,5 \times 4 \times 980}{36 \times 1450} \right) \times \left(\frac{12}{20} \right)^{1/3} \times \left(\frac{780}{987} \right)^{4/3}$$

resultant absorbed power: P₂ = 6,0 kW = 8,15 HP

TABLE OF VISCOSITIES





(*) Refer page number 3 for real speed of each pump, because (1000 y 1500 rpm) synchronismes are theoretical and orientatifs. The curves are for viscosity $\nu = 20^{\circ}\text{E}$.

Bibliografía

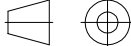
- Rules for the classification of steel ships Part C, Ch 1, Sec 10/11 Fuel Oil Systems – Bureau Veritas
- <http://www.alfalaval.lat/industrias/marina-y-transporte/motor-y-transporte/limpieza-de-combustible>
- Catálogo de bombas RC de ITUR



PROYECTO DE BUQUES

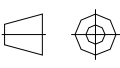
- RAM EPUYEN -

SISTEMA DE TRASVASE
Y ALMACENAMIENTO

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE Gonzalo Abal			
FECHA 20/11/17			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-PB-615-002	C		
ESCALA: S/E	ARCHIVO: 615-002	FORMATO: A3	

Índice

A	Introducción.....	2
	Datos Generales del Remolcador.....	2
	Sistema de Protección Externa por medio de rociadores.....	2
B	Cálculo de Capacidad del Sistema de Protección mediante rociadores.....	2
	Cálculo de Capacidad del Sistema FIFI.....	4
	Cálculo de la tubería de descarga de la bomba FIFI.....	6
	Espuma.....	7
	Hidrantes.....	9
	Anexo.....	10
C	Bibliografía.....	16

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE Gonzalo Abal			
FECHA 20/11/17			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-619-005	0	1	16
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
	619-005	A4	



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN
EXTERNA Y FIFI

0	Inicial	20/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

Introducción

El propósito del trabajo es seleccionar y disponer todos los medios de lucha contra incendio para notación de Clase FIFI 1 que verifiquen con todos los requerimientos de la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas, SOLAS, El Código Internacional de Sistemas de Seguridad y las Ordenanzas Marítimas de PNA.

Datos Generales del Remolcador

<i>Características Generales del Remolcador de Salvamento Marítimo</i>		
Dimensiones	Valor	unidades
<i>Eslora total (LOA)</i>	37.175	m
<i>Eslora entre perpendiculares (LPP)</i>	32.8	m
<i>Eslora en flotación (LWL)</i>	35.6	m
<i>Manga (B)</i>	12	m
<i>Puntal (D)</i>	5.6	m
<i>Calado de diseño (T)</i>	4.1	m
<i>Coeficiente de sección media (CM)</i>	0.898	-
<i>Coeficiente prismático (CP)</i>	0.635	-
<i>Coeficiente de bloque (CB)</i>	0.571	-

Sistema de Protección Externa propia por medio de rociadores

Cálculo de Capacidad del Sistema de Protección mediante rociadores

3 Self-protection water-spraying system

3.1 General

3.1.1 The provisions of this Article apply to the self-protection water-spraying systems fitted to ships having the additional service feature **water spray**. They supplement those given in Pt C, Ch 4, Sec 14, [6].

3.2 Capacity

3.2.1 The capacity of the self-protection water-spraying system is to be not less than 10 l/min for each square metre of protected area. In the case of surfaces which are internally insulated, such as to constitute A-60 class divisions, a lower capacity may be accepted, provided it is not less than 5 l/min for each square metre of protected area.

3.3 Arrangement

3.3.1 Areas to be protected

The fixed self-protection water-spraying system is to provide protection for all vertical areas of the hull and superstructures as well as monitor foundations and other fire-fighting arrangements, and is to be fitted in such a way as not to impair the necessary visibility from the wheelhouse and from the station for remote control of water monitors, also during operation of spray nozzles.

3.3.2 Sections

The fixed self-protection water-spraying system may be divided into sections so that it is possible to isolate sections covering surfaces which are not exposed to radiant heat.

Tabla de áreas a proteger:

Descripción del área protegida	Área considerada (m2)	Área total expuesta (m2)
Perfil Casco hasta flotación buque vacío	190,2	380,4
Área adicional por curvatura del casco	19,0	38,0
Cubierta Cielo Timonera y basamentos de monitores	22,5	45
Cubierta C	12,3	24,6
Cubierta B	16,4	32,8
Cubierta A	67,8	135,6
Cubierta Principal	91,5	183
Mamparos Cubierta C	55,9	111,9
Mamparos Cubierta B	40,2	80,3
Mamparos Cubierta A	55,1	110,2
Total	571	1142

Caudal destinado a rociadores (m3/h)	343
---	------------

Caudal considerado: 10 l/min – No hay divisiones A-60 en mamparos y cubiertas expuestas.

Para el cálculo de la capacidad de los rociadores se consideró la mitad del total del área total expuesta, ya que la situación de mayor área expuesta directa al fuego en la que se opere con los monitores en dirección perpendicular a crujía se tendrá la mayor área expuesta del remolcador siendo esta la mitad del área total a proteger.

3.3.3 Spray nozzles

The number and location of spray nozzles are to be suitable to spread the sprayed water uniformly on areas to be protected.

3.4 Pumps

3.4.1 Use of pumps serving other systems

The following pumps may be used for the self-protection water-spraying system:

- fire pumps referred to in Pt C, Ch 4, Sec 6, [1.3]
- water monitor system pumps referred to in Sec 4, [4].

In this case, a shut-off valve is to be provided to segregate the systems concerned.

3.4.2 Capacity of the pumps

- a) The pumps of the self-protection water-spraying system are to have a capacity sufficient to spray water at the required pressure from all spray nozzles of the system.

La bomba utilizada para el sistema de rociadores es la misma que para los monitores, la cual cuenta con presión y caudal suficiente para alimentar a todos los rociadores.

La cantidad de rociadores se calcula a partir de la capacidad que poseen los rociadores seleccionados (ver anexo las características principales de los mismos).

Tabla descriptiva con cantidad de rociadores dispuestos a proteger cada área. Los rociadores seleccionados son 1 1/4UOC900. Se considera una presión de 1 bar y una capacidad de 205 l/min.

Descripción del área protegida	Cantidad de rociadores por área protegida
Perfil Casco hasta flotación buque vacío	19
Área adicional por curvatura del casco	2
Cubierta Cielo Timonera y basamentos de monitores	2
Cubierta C	1
Cubierta B	2
Cubierta A	7
Cubierta Principal	9
Mamparos Cubierta C	5
Mamparos Cubierta B	4
Mamparos Cubierta A	5
Cantidad total de rociadores	56
Área a cubrir por rociador (m3/h)	20,5

3.5 Piping system and spray nozzles

3.5.1 General

Pipes are to be designed and manufactured according to the requirements of Pt C, Ch 1, Sec 10.

3.5.2 Protection against corrosion

Steel pipes are to be protected against corrosion, both internally and externally, by means of galvanising or equivalent method.

3.5.3 Drainage cocks

Suitable drainage cocks are to be arranged and precautions are to be taken in order to prevent clogging of spray nozzles by impurities contained in pipes, nozzles, valves and pumps.

Cálculo de Capacidad del Sistema FIFI

4 Water fire-fighting system

4.1 Characteristics

4.1.1

- a) For ships having the service notation **fire-fighting ship 1**, **fire-fighting ship 2** or **fire-fighting ship 3**, the number of pumps and monitors and their characteristics are to be in accordance with the requirements given in Tab 2.

Table 2 : Number of pumps and monitors and their characteristics

Required characteristics	Service notations			
	fire-fighting ship 1	fire-fighting ship 2		fire-fighting ship 3
minimum number of water monitors	2	3	4	4
minimum discharge rate per monitor (m ³ /h)	1200	2400	1800	2400
minimum number of fire-fighting pumps	1	2		2
minimum total pump capacity (m ³ /h) (1)	2400	7200		9600
length of throw of each monitor (m) (2) (4)	120	150		150
height of throw of each monitor (m) (3) (4)	45	70		70
(1) Where the water monitor pumps are also used for the self-protection water-spraying system, their capacity is to be sufficient to ensure the simultaneous operation of both systems at the required performances.				
(2) Measured horizontally from the monitor outlet to the mean impact area.				
(3) Measured vertically from the sea level, the mean impact area being at a distance of at least 70 m from the nearest part of the ship.				
(4) The length and height of throw are to be capable of being achieved with the required number of monitors operating simultaneously in the same direction.				

En el remolcador se dispone el siguiente equipamiento para cumplir con los requerimientos:

- 2 bombas JASON OGF 300X400 acopladas a c/u de los MP (Ver anexo)
Caudal mín: 1200 m³/h - Caudal máx: 2100 m³/h
(Para el caudal además se tuvo en cuenta la capacidad requerida para los rociadores)
Presión de descarga: 110 – 160 mlc Velocidad de giro: 1200 – 1800 rpm
- 2 monitores JASON de 1200 m³/h (Ver información técnica en anexo)

Los monitores serán instalados teniendo en cuenta los siguientes requerimientos:

4.2 Monitors

4.2.1 Monitors are to be so arranged as to allow an easy horizontal movement of at least 90° equally divided about the centreline of the ship. The allowed vertical angular movement is to be such that the height of throw required in Tab 2 can be achieved.

4.2.2 The monitors are to be located such that the water jet is free from obstacles, including ship's structure and equipment.

4.2.3 The monitors are to be capable of throwing a continuous full water jet without significant pulsations and compacted in such a way as to be concentrated on a limited surface.

4.2.4 At least two monitors are to be equipped with a device to make the dispersion of the water jet (spray jet) possible.

Cálculo de la tubería de descarga de la bomba FIFI

4.3 Piping

4.3.1 The maximum design water velocity is not normally to exceed 4 m/s in the piping between pumps and water monitors.

La tubería de descarga de cada una de las bombas hasta los monitores se calcula mediante la siguiente expresión:

$$D \geq 1000 \times \sqrt{\frac{Q}{3600 \cdot V \cdot \pi}}$$

Donde,

$D \rightarrow$ Diámetro de la tubería FIFI (mm)

$Q \rightarrow$ Máximo caudal de descarga de la bomba (m^3/h)

$V \rightarrow$ Velocidad máxima permitida por la reglamentación (4 m/s)

Resultado:

$$D = 1000 \times \sqrt{\frac{2100 \text{ m}^3/h}{3600 \cdot (4 \text{ m/s}) \cdot \pi}} = 215,5 \text{ mm}$$

Se adopta una tubería de DN 250 SCH 40 de Clase II, teniendo en cuenta los requerimientos “Part C, Ch 1, Sec 10 Piping Systems – Bureau Veritas”.

Ver Plano del Sistema FIFI que se encuentra adjunto archivo 619/006 .

Espuma

Se consideran los requerimientos “Part D, Ch 16, Sec 3/5 – Bureau Veritas”.

5 Fixed foam fire-extinguishing system

5.1 General

5.1.1

- a) Only ships having the service notation **fire-fighting ship 3** are to be equipped with a fixed low expansion foam monitor system complying with the provisions of Pt C, Ch 4, Sec 14, [5] and with those of this Article.
- b) For ships having the service notation **fire-fighting ship E**, some relaxation in the provisions of this Section may be accepted by the Society.

5.2 Characteristics

5.2.1 Foam expansion ratio

The foam expansion ratio is not to exceed 12.

5.2.2 Foam monitors

- a) The ship is to be fitted with two foam monitors, each having a foam solution capacity not less than 300 m³/h.
- b) The height of throw is to be at least 50 m above the sea level, when both monitors are in operation at the maximum foam production rate.

5.2.3 Foam concentrate capacity

Sufficient foam concentrate is to be available for at least 30 min of simultaneous operation of both monitors at maximum capacity.

Note 1: When determining the necessary quantity of foam concentrate, the concentration rate is assumed to be 5%.

5.3 Arrangement

5.3.1 Foam generating system

The foam generating system is to be of a fixed type with separate foam concentrate tank, foam-mixing units and piping to the monitors.

5.3.2 Pumps

The pumps of the water monitor system may be used for supplying water to the foam monitor system. In such case, it may be necessary to reduce the pump water delivery pressure to ensure correct water pressure for maximum foam generation.

La espuma se mezcla a través de un eductor, el cual se calibra con una concentración de espuma de aproximadamente 5%. La espuma utilizada es de baja expansión, siendo la misma menor a 12 para cumplir con los requerimientos de la Sociedad de Clasificación.

Los monitores poseen un caudal de descarga entre 300 y 1200 m³/h, por ende se cumplen los requerimientos antes descriptos.

La capacidad de espuma requerida en el sistema fue calculada en la memoria de cálculo de capacidades de tanques GAB-PB-010-003. A continuación se repite el cálculo realizado para cumplir con los requerimientos del BV del punto "Part D, Ch 16, Sec 3/5.2.3 – Bureau Veritas".

Capacidad mínima requerida de espuma

= ratio de concentración (cantidad monitores. caudal de solución . tiempo mín)

$$\text{Capacidad mínima requerida de espuma} = 0,05 \left(2 \text{ monitores} \cdot 300 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 0,5 \text{ h} \right) = 15 \text{ m}^3$$

La capacidad de concentrado de espuma dispuesta a bordo (calculado mediante el módulo VOLUME del soft FORAN):

$$\text{Capacidad total de concentrado de espuma} = 17,6 \text{ m}^3$$

Capacidad de los tanques de espuma:

Identificación del Tanque	Peso (T)	Volumen Neto (m3)	A.C.G desde LB (m)	T.C.G (+) hacia Bbr (m)	L.C.G desde Ppp (m)	Área (m2)	Momento Inercia Neto (m4)
FE1P	8.8	8.8	3.86	5.02	23.65	3.1	0.4
FE1S	8.8	8.8	3.86	-5.02	23.65	3.1	0.4
Total Concentrado de Espuma	17.60	17.60	3.86	0.00	23.65	6.20	0.80

Hidrantes

Se dispondrá de 4 hidrantes por banda como lo indica en la siguiente reglamentación:

6.2 Hydrants and fire hoses

6.2.1 Hydrants

- Hydrants are to be provided in accordance with Tab 3.
- At least half of the required hydrants are to be arranged on the main weather deck.
- Where hydrants are fed by the pumps serving the monitor supply lines, provision is to be made to reduce the water pressure at the hydrants to a value permitting safe handling of the hose and the nozzle by one man.

Table 3 : Number of hydrants

fire-fighting ship E	fire-fighting ship 1	fire-fighting ship 2	fire-fighting ship 3
4 at each side	4 at each side	8 at each side	8 at each side (1)
(1) May be increased to 10 hydrants at each side, depending on the ship's length.			

Anexo

Información técnica de los rociadores:

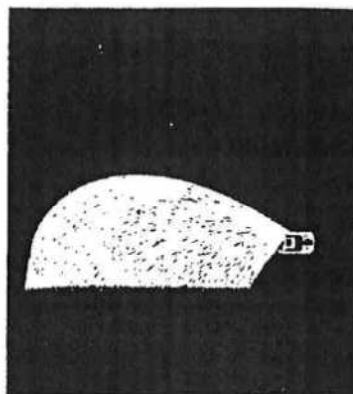
OFF-CENTER FLAT SPRAY VeeJet® NOZZLES

These "off-center" flat spray nozzles project a flat spray to one side . . . taking the shape of a flowing "horse-tail".

Spray Characteristics: A flat fan type of spray which is directed to the side - rather than straight forward. Coarse spray drops especially with the 1 1/4U size.

Construction: Single piece nozzles, with vane-free internal passage for non-clogging performance. Orifice is in the side of the nozzle.

Materials: Made in choice of brass, steel, and stainless steel.



TYPE UOC

NOZZLE NO.	PIPE CONN. NPT	ORIFICE DIA. mm	NOZZLE LENGTH mm	CAPACITY LITERS PER MINUTE				
				0.2 bar	0.35 bar	0.7 bar	1 bar	1.5 bar
3/4UOC300	3/4"	10.3	51	31	40	57	68	84
3/4UOC400	3/4"	12.7	51	41	54	76	91	112
1 1/4UOC600	1 1/4"	14.3	95	61	81	114	137	167
1 1/4UOC900	1 1/4"	17.5	95	92	121	172	205	250
1 1/4UOC1200	1 1/4"	19.8	95	122	162	230	275	335

DESCRIPTION

OFF-CENTER FLAT SPRAY VeeJet®
SPRAY NOZZLES
FOR DECORATIVE SPRAY PONDS
AND DISPLAY FOUNTAINS
(METRIC)

Spraying Systems Co.

Spray Nozzles and Accessories

North Avenue and Schmale Road, Wheaton, Illinois 60188

Ref :

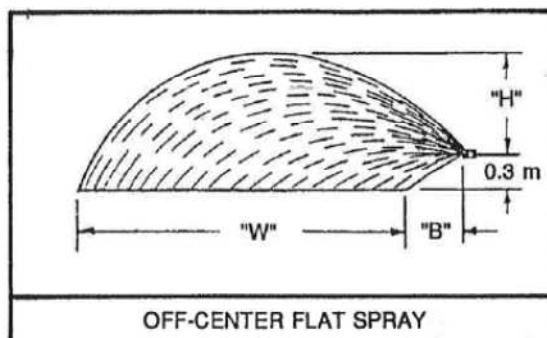
Revision No.

Data Sheet No.

10510-FS-3M

Off-Center Flat Spray VeeJet® spray nozzles -

Spray Dimensions . . . spraying in still air.



NOZZLE NO.	DATA	SPRAY DIMENSIONS AND COVERAGE (m) VARIOUS PRESSURES - bar				
		0.2 bar	0.35 bar	0.7 bar	1 bar	1.5 bar
3/4UOC300	H	1.1	1.7	2.9	3.8	4.4
	W	2.7	4.6	8.2	10.1	11.3
	B	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
3/4UOC400	H	1.1	1.7	3	4	4.6
	W	2.9	4.9	8.5	10.4	11.6
	B	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
1 1/4UOC600	H	1.1	1.8	3.2	4.3	4.9
	W	2.9	5.2	8.8	11	12.2
	B	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
1 1/4UOC900	H	1.2	2	3.5	4.6	5.3
	W	3	5.2	9.1	11.3	12.8
	B	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6
1 1/4UOC1200	H	1.4	2.1	3.7	4.7	5.6
	W	3	5.5	9.4	11.6	13.4
	B	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6

DESCRIPTION

- SPRAY DIMENSIONS -
OFF-CENTER FLAT SPRAY VeeJet®
SPRAY NOZZLES
FOR DECORATIVE SPRAY
PONDS AND FOUNTAINS
(METRIC)

Spraying Systems Co.

Spray Nozzles and Accessories

North Avenue and Schmale Road, Wheaton, Illinois 60188

Ref :

Revision No.

Data Sheet No.

10510-FS-3M

Información técnica de la Bomba FIFI seleccionada:

FIREWATER PUMP

OGF 300X400



FIREFIGHTING



- Ultra-compact build length, ultra light
- Suction bend in any configuration
- Symmetric design allows CW and CCW rotation
- High pressure water-cooled suction bearing
- Access to dismount impeller on suction side

DESIGN DATA

The OGF 300X400 model is a larger variant of the OGF250X350, with capacities up to around 2100 m³/h. It is designed for fire fighting and firewater duties. The pump can be direct diesel engine driven, electrical motor driven or PTO gear driven. Suitable for both 50 Hz (1490 rpm) and 60 Hz (1790 rpm). Single stage, single suction centrifugal pump.

Horizontal mounting with end suction or side bottom suction bends

Shaft seal:	Soft gland packing or mechanical seal
Bearings:	Grease lubricated ball bearings
Materials:	Casing in Ni-Al-Bronze or Nodular Cast Iron, Impeller in Ni-Al-Bronze, Shaft in stainless steel.
Coating:	Carboline epoxy. Makers standard
Weight :	630 kgs

PERFORMANCE DATA

Capacity :	1200 –2100 m ³ /h	Fluid:	Sea water
Total head:	110 –160 mlc	Density:	1025 kg/m ³
Speed:	1200-1800 rpm	Viscosity:	1 cSt
Power consumption:	1150 kW (max)	Temperature:	35°C
Driver rating:	1200 kW (max)	NPSH required:	2-10 meters

APPROVALS AND TESTING

OGF 300X400 is designed to fit the FiFi I class requirements for larger offshore vessels, where the deluge system is bigger than normal. Class approval as required.

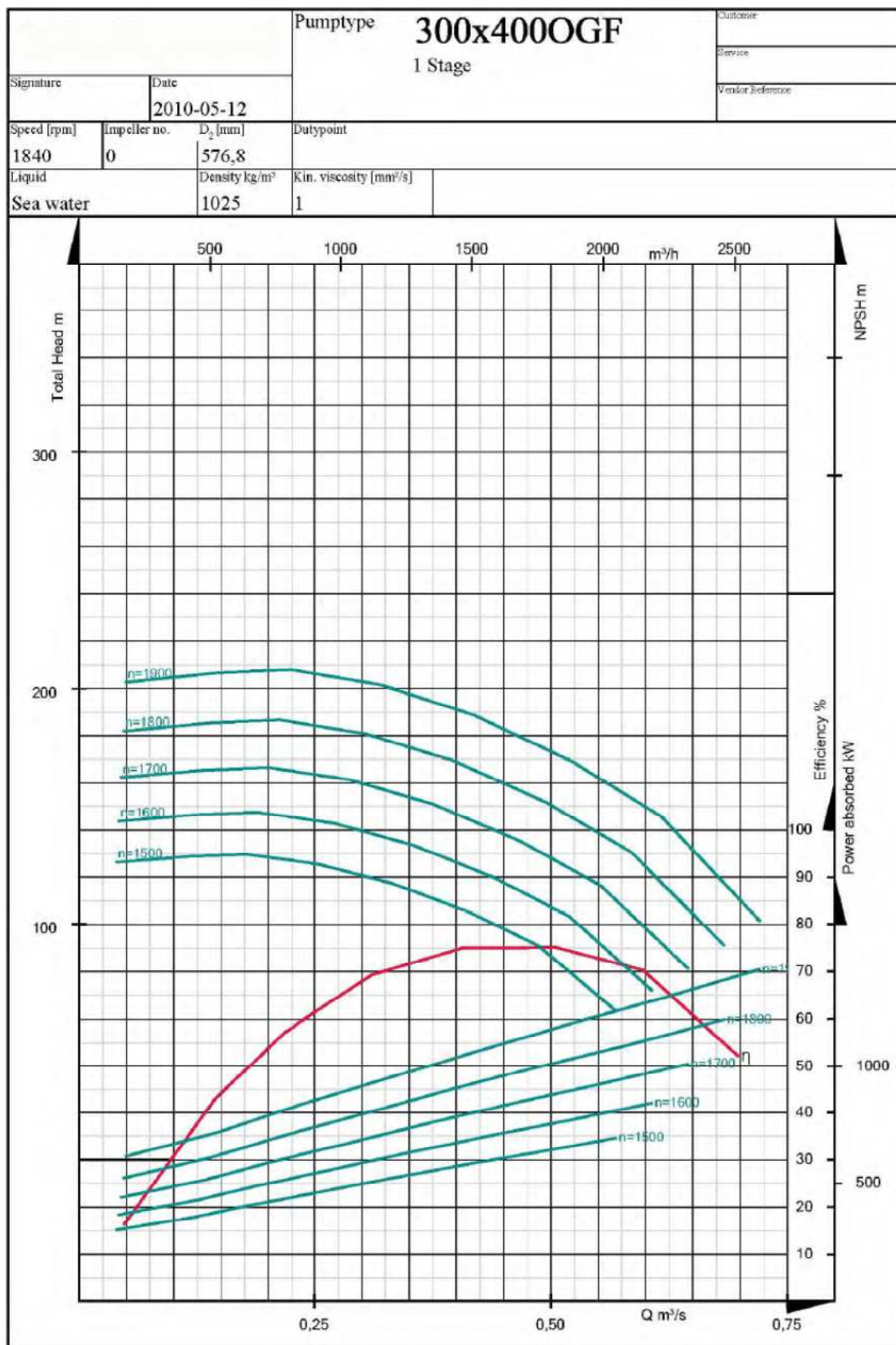
Performance test in accordance with ISO 2548 engineering grade 2
Hydrostatic pressure tested to max 27 bar
(1,5 times pump delivery pressure against closed discharge valve).



JASON ENGINEERING AS
PO BOX 2151 Stromsø
3003 DRAMMEN
NORWAY

PH: + 47 32 20 45 50
FAX: +47 32 20 45 60

Jason@jason.no
www.jason.no



Información técnica de los monitores seleccionados:

FIRE MONITOR

Model MM602HJF-F-C-02

FIREFIGHTING



Design Data

- Max capacity: 1200 m³/h
- Pressure class: PN 16
- Size: DN 150 mm
- Standard flange: DIN 2633 FF
- Weight: 150 kg
- Elevation: -30°/+75° max
- Azimuth sweep: 330° max

GENERAL DESCRIPTION

JASON model MM602HJF-F-C-02, is a single flow path marine fire fighting monitor, designed for applications, such as Fire Fighting Vessels, Supply Vessels and Ocean going Tugs. It is electric hydraulic remote controlled and fitted with a fixed capacity Jet/Fog type nozzle. Nozzle control accomplished from the monitor's control panel, which enables adjustment of the jet type from straight stream to fog shape. This special capability makes the remote controlled nozzle a far better tool against fire than more conventional fixed nozzle monitors equipped with a deflector.

MAIN DATA

- Model: MM602HJF-F-C-02
- Type: Single flow path water monitor with electric/hydraulic remote control and fitted with jet/fog nozzle.
- Operation: Hydraulic motors and joy-stick remote control. Two hand wheels for manual back up. The hand wheels may be disconnected in remote control mode
- Materials: Waterway in bronze and high grade stainless steel. Gear housing in cast iron. Swivels and gears sealed and greased for life. AISI 316 hydr. tubes and fittings. Carbon/teflon type water seals

REMOTE CONTROL

The monitor and Jet Fog nozzle are controlled by a self-contained hydraulic system. The complete system with power unit and control valves are mounted within a stainless steel cabinet and fitted on the monitor. Two hydraulic motors operate monitor movement and two cylinders control the Jet/Fog nozzle. Remote control is then by Joy-stick and push buttons.



JASON ENGINEERING A/S
PO BOX 2151 Strømsø
3003 DRAMMEN
NORWAY

PH: + 47 32 20 45 50
FAX: + 47 32 20 45 60

jason@jason.no
www.jason.no

FIRE MONITOR

Model MM602HJF-F-C-02

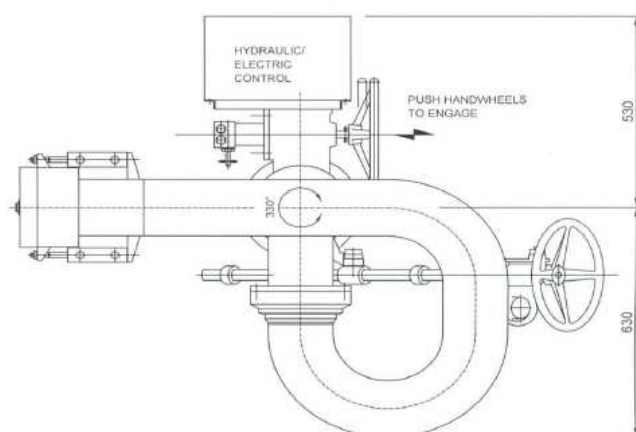
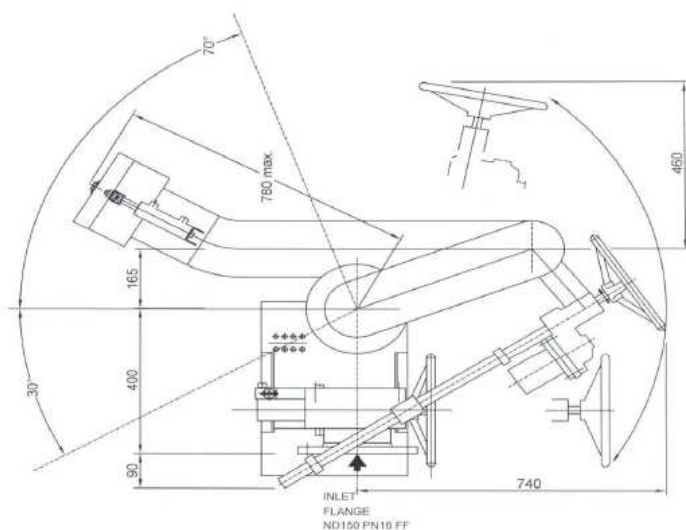
FIREFIGHTING



PERFORMANCE DATA (EXAMPLE ONLY)

Capacity:	1200/300 m ³ /h.
Inlet pressure:	12 bar
Length of jet:	130m (with straight jet)
Reaction force:	15 kN

MAIN DIMENSIONS



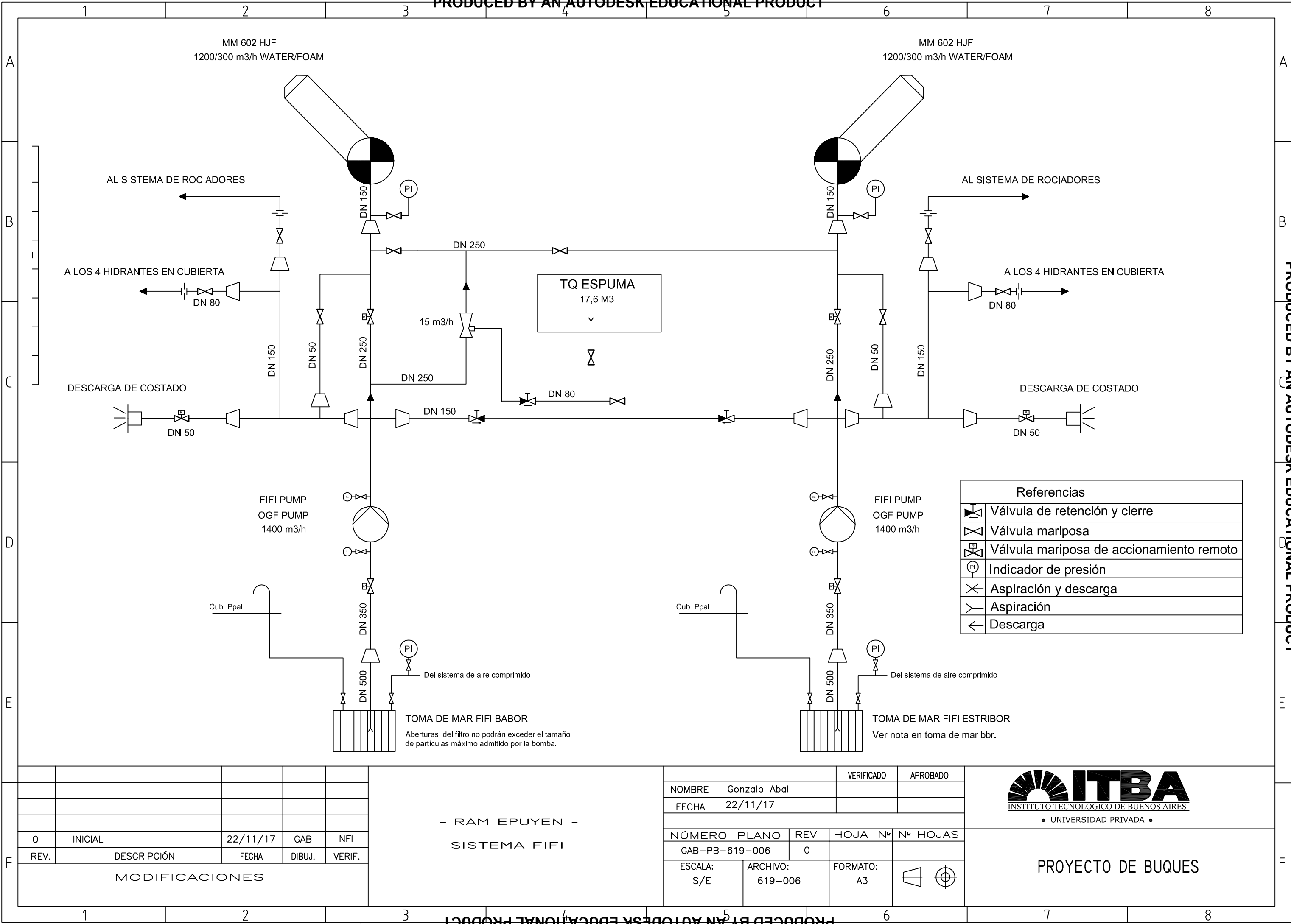
JASON ENGINEERING A/S
PO BOX 2151 Strømsø
3003 DRAMMEN
NORWAY

PH: + 47 32 20 45 50
FAX: + 47 32 20 45 60

jason@jason.no
www.jason.no

Bibliografía

- Rules for the classification of steel ships Part C, Ch 4, Fire Protection, Detection and Extinction – Bureau Veritas
- Rules for the classification of steel ships Part D, Ch 16, Fire Fighting Ships – Bureau Veritas
- <http://www.jason.no/Products> (Sistema FIFI)
- Catálogo de rociadores - Spraying Systems CO



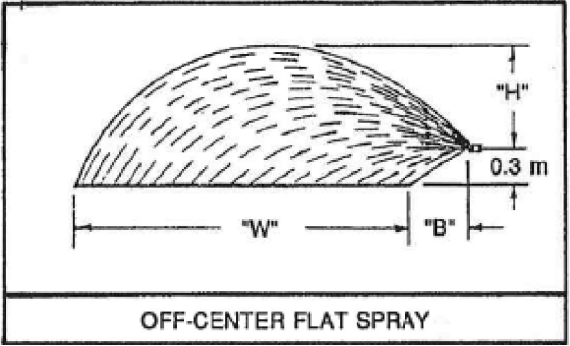
0	INICIAL	22/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

- RAM EPUYEN -
SISTEMA FIFI

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE	Gonzalo Abal		
FECHA	22/11/17		
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-PB-619-006	0		
ESCALA: S/E	ARCHIVO: 619-006	FORMATO: A3	



PROYECTO DE BUQUES



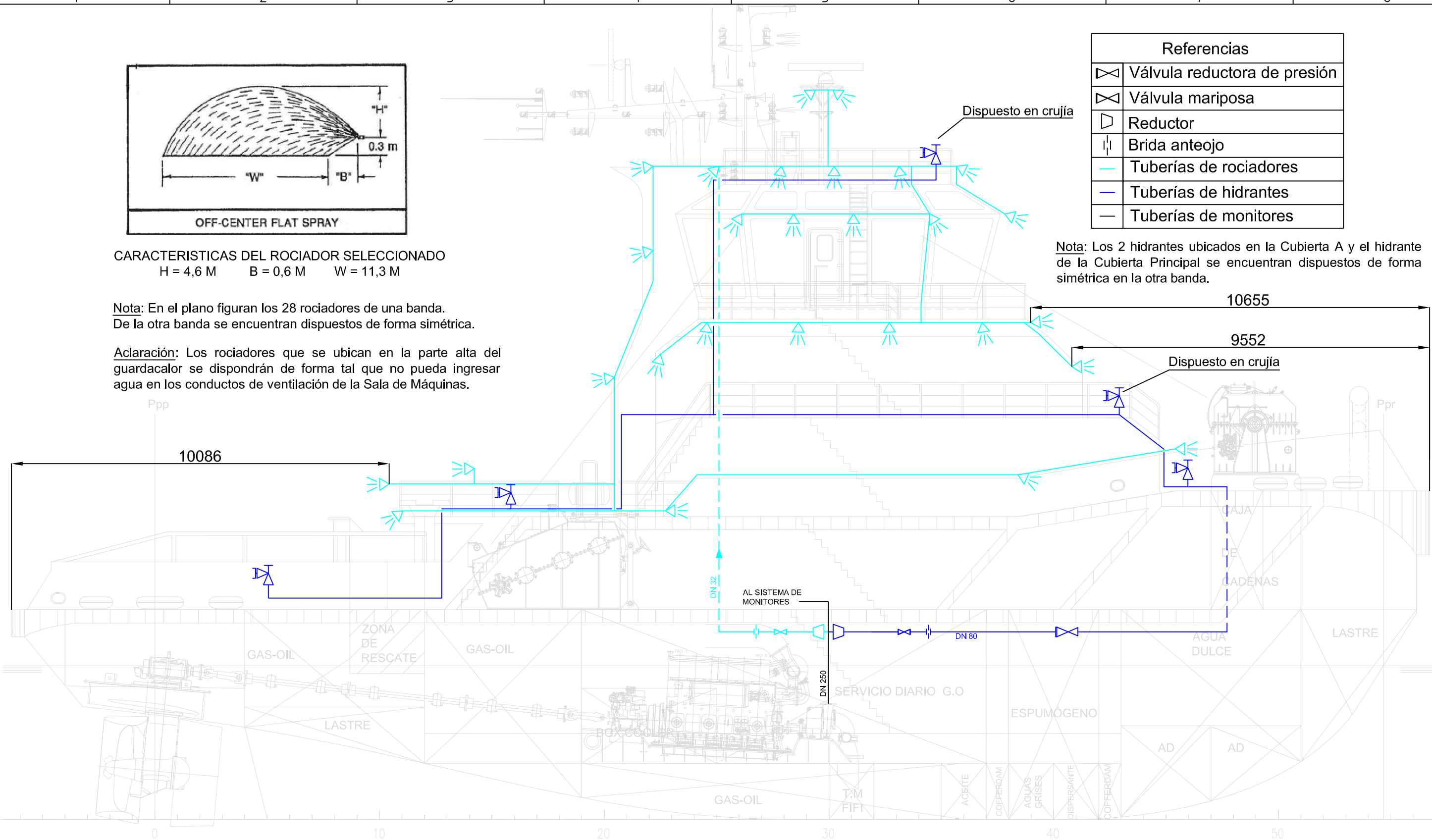
CARACTERISTICAS DEL ROCIADOR SELECCIONADO
H = 4,6 M B = 0,6 M W = 11,3 M

Nota: En el plano figuran los 28 rociadores de una banda.
De la otra banda se encuentran dispuestos de forma simétrica.

Aclaración: Los rociadores que se ubican en la parte alta del
guardacalor se dispondrán de forma tal que no pueda ingresar
agua en los conductos de ventilación de la Sala de Máquinas.

Referencias	
	Válvula reductora de presión
	Válvula mariposa
	Reductor
	Brida antejo
	Tuberías de rociadores
	Tuberías de hidrantes
	Tuberías de monitores

Nota: Los 2 hidrantes ubicados en la Cubierta A y el hidrante
de la Cubierta Principal se encuentran dispuestos de forma
simétrica en la otra banda.



REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
B	COMM NFI	20/11/17	GAB	NFI
A	Inicial	12/11/17	GAB	NFI
MODIFICACIONES				

- RAM EPUYEN -
SISTEMA DE PROTECCIÓN
DE INCENDIO EXTERNA

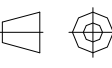
NOMBRE		VERIFICADO	APROBADO
Gonzalo Abal			
FECHA			
20/11/17			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-PB-619-007	B		
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
S/E	619-007	A3	



PROYECTO DE BUQUES

Índice

A	Introducción.....	3
	Desarrollo.....	3
	Especificación técnica y características particulares.....	3
B	Descripción General.....	3
	Notaciones de Clase.....	3
	Dimensiones Principales.....	4
	Capacidades de Tanques.....	4
	Velocidad y tiro a la bita (Bollard Pull).....	4
	Autonomía.....	4
C	Habilitación.....	4
	Bandera y Puerto de Matrícula.....	5
	Reglas y Regulaciones.....	5
	Área de Operación.....	5
	Materiales.....	5
D	Cubiertas.....	6
	Sala de Máquinas.....	6
	Dormido.....	6
	Basamento de Propulsores.....	6
	Tanques.....	6
	Equipamiento de Cubierta.....	7

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE Gonzalo Abal			
FECHA 20/11/17			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
GAB-011-003	0	1	17
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
	011-003	A4	



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

0	Inicial	20/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

Motores Propulsores.....	8
Propulsores Azimutales.....	9
Embrague.....	11
Ejes de Propulsores.....	11
Anclas y Cadenas.....	12
Motores Auxiliares y Generadores.....	13
Sistema de Aire Comprimido.....	13
Bombas de Incendio, Lastre y Achique.....	14
Bomba de Incendio de Emergencia.....	14
Separador de agua y aceite.....	15
Bomba de incendio FIFI.....	15
Monitores de Lucha Contra Incendio.....	16
Sistema de Agua Potable.....	16
Sistema de Sanidad.....	17
Baterías de CO2 Sala de Máquinas.....	17

Especificaciones Técnicas

Introducción

Se resumen las especificaciones técnicas del Remolcador de Salvamento Marítimo de modo de tener un conocimiento general de todas las características y equipamiento que posee el mismo.

Desarrollo

Especificación técnica y características particulares

El buque ha sido construido y se encuentra equipado con el propósito de utilizarlo principalmente para asistencia de buques en altamar. Asimismo podrá prestar servicios para operaciones de lucha contra incendios. Adicionalmente, mientras no se encuentre realizando asistencias de salvamento, efectuará remolque de puerto. El buque será de bandera Argentina y estará clasificado por el Bureau Veritas.

Descripción General

El buque cuenta con una cubierta principal de trabajo en la popa para realizar las maniobras de remolque ya sea con el guinche de remolque o el gancho. En la cubierta castillo se encuentra el guinche combinado para realizar remolques de puerto y maniobras de fondeo.

La Sala de Máquinas principal se ubica en la sección media del remolcador, ubicando una pequeña consola de máquinas en la proa sobre la banda de babor. El cuarto de Z-Peller se ubica a popa de la Sala de Máquinas principal.

El remolcador se encuentra propulsado mediante dos propulsores, los cuales son accionados por dos motores principales que cuentan con un embrague ya que los mismos también se encuentran acoplados a las tomas de fuerza y embrague de las bombas de lucha contra incendio (bombas FIFI). Este sistema le permite al remolcador una gran capacidad de tiro a la bita y maniobra necesaria para realizar sus operaciones.

El casillaje se ubica entre la cubierta principal y la timonera en mayor parte en la zona de sección media. La habilitación permite una tripulación fija de 12 personas y capacidad para albergar 38 náufragos.

Notaciones de Clase

La notación de Clase del buque es:

BUREAU VERITAS I + HULL + MACH + SALVAGE TUG, FIREFIGHTING SHIP 1, WATER SPRAY, UNRESTRICTED NAVIGATION, +AUT-UMS

Dimensiones Principales

Eslora Total:	37,18 metros
Eslora entre perpendiculares:	35,60 metros
Manga Total:	12,40 metros
Manga Moldeada:	12,00 metros
Puntal Moldeado:	5,60 metros
Calado operativo (a la quilla):	4,10 metros
Calado máximo (a Línea Base):	4,30 metros

Capacidades de Tanques

Combustible:	375,90 m ³
Agua Dulce:	61,60 m ³
Agua de Lastre:	47,00 m ³
Aguas negras:	5,40 m ³
Aguas grises:	5,40 m ³
Aceite Lubricante:	3,60 m ³
Aceite Sucio:	4,50 m ³
Aceite Lubricante Z- Peller:	3,00 m ³
Aceite hidráulico Z- Peller:	1,30 m ³
Aguas Oleosas:	1,80 m ³
Derrames:	1,20 m ³
Lodos:	1,50 m ³
Espuma:	17,60 m ³
Detergente:	9,20 m ³

Velocidad y tiro a la bita (Bollard Pull)

La velocidad en navegación libre en aguas tranquilas profundas, sin olas, viento, marejada ni corrientes, al calado de diseño, con los Motores Propulsores al 100% de su MCR (Potencia Máxima Continua), será aproximadamente de 13 nudos.

Con ambos Motores Propulsores al 100% de su MCR el remolcador genera un Tiro a la Bita (Bollard Pull) de aproximadamente 60 toneladas.

Autonomía

El remolcador cuenta con la capacidad necesaria de combustible, agua potable y provisiones para obtener una autonomía de navegación de 25 días a velocidad económica de 12 nudos.

Habilitación

La acomodación ha sido dispuesta para alojar 12 tripulantes más un camarote del armador, el cual puede ser utilizado para el baqueano, práctico o visitas. El Capitán, Jefe de Máquinas, 1er Oficial de Cubierta y 1er Oficial de Máquinas contarán con camarote individual.

Adicionalmente el buque cuenta con un local para albergar 38 náufragos con un gran espacio para aseos.

Además en la Cubierta Principal el buque posee un lavadero, sala de estar y una oficina.

Bandera y Puerto de Matrícula

El remolcador será registrado en Argentina y su Puerto de Matrícula será Buenos Aires.

Reglas y regulaciones

El buque se diseña y construye de acuerdo a los requerimientos de la Sociedad de Clasificación (Bureau Veritas) y las regulaciones estatutarias (Prefectura Naval Argentina) para obtener las certificaciones y notaciones de clase correspondientes.

Área de Operación

El remolcador prestara sus servicios normalmente en los principales puertos de Argentina (Buenos Aires, La Plata, Rosario, San Lorenzo, Bahía Blanca y Necochea). Además podrá efectuar operaciones de salvataje, contención de derrames y/o cualquier otra operación especial para la cual se encuentre capacitado dentro del Litoral Marítimo Argentino, Río Paraná y Río de La Plata.

Materiales

Casco y Estructuras

Para la construcción del casco y estructura del remolcador se utiliza acero naval “Grado A” certificado por Bureau Veritas.

Soldadura

La construcción del remolcador será realizada mediante unión soldada que cumpla con los requerimientos de la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas y la PNA.

Corrosión Galvánica

El remolcador cuenta con un sistema de ánodos de sacrificio para evitar la corrosión del casco y sus apéndices con una duración de 5 años hasta que el buque vuelva a salir en seco.

Pruebas

Para la aprobación de la construcción del buque por parte de la Sociedad de Clasificación se realizarán las siguientes pruebas:

- Ensayos no destructivos de las uniones soldadas para el casco y estructuras
- Pruebas hidráulicas en tanques y tuberías
- Prueba hidráulica con agua a presión para verificar estanqueidad de aberturas.

Luego de efectuar dichas pruebas y logrando un resultado satisfactorio se procederá a la etapa de pintado del buque.

Cubiertas

La Cubierta Principal no posee arrufo ni boleó. En la cubierta de trabajo (zona de popa) se dispone una tapa de escotilla estanca, atornillada y enrasada para estiba de repuestos y manipuleo durante tareas de mantenimiento.

Debajo del equipamiento para cubierta (bitas, roletes, portaespías, etc) se colocan insertos soldados y refuerzos internos locales. La maquinaria de cubierta como el guinche de remolque y el guinche combinado poseen basamentos con sus respectivos refuerzos.

Sala de Máquinas

La Sala de Máquinas se ubica en la zona de sección media del buque por debajo de la Cubierta Principal. La misma se encuentra entre el doble fondo y tanques laterales. En la proa, de la banda de babor se ubica la consola de máquinas. Hacia la popa, en primer lugar se ubica el taller de máquinas y luego el compartimiento de los propulsores Z- Peller, al cual se accede mediante una porta estanca.

Su acceso principal es mediante el tronco de escaleras del casillaje desde la Cubierta Principal. Además posee dos medios de evacuación, uno por la proa de la Sala de Máquinas, y el segundo se encuentra en el Cuarto de Z-Peller en la popa de la banda de babor. Ambos medios derivan en escotillas de cubiertas expuestas.

La distribución de la maquinaria y equipos dentro de la misma se dispone de forma tal para facilitar las tareas de mantenimiento.

Dormido

Se dispone de un dormido centrado en crujía integrado al casco. El dormido nace en el fondo del buque (cuaderna 28) a la altura de la línea base y se extiende a la largo de la misma hasta la cuaderna 5 donde con una leve inclinación se eleva hasta finalizar en el codaste (Ver Plano de Arreglo General).

Se instalan refuerzos internos para soportar las cargas actuantes durante maniobra del remolcador y las cargas para su varado en dique.

Basamento de propulsores

El casco del remolcador posee dos nichos circulares donde se alojan los propulsores mediante una brida perimetral, la cual posee orificios calibrados para los pernos de fijación. La estructura de los nichos se encuentra reforzada en sentido longitudinal y transversal.

Tanques

La disposición de tanques se puede apreciar en el Plano de Arreglo General y en el Plano de Capacidades.

Ubicación de Tanques:

Tanques de Servicio de Combustible: Se ubican en tanques laterales de la Sala de Máquinas.

Tanques de Almacén de Combustible: Se ubican en el doble fondo de la Sala de Máquinas y 4 tanques laterales a la altura del taller de la Sala de Máquinas.

Tanques de Líquido Espumígeno: Se ubican en tanques laterales dentro de la Sala de Máquinas

Tanques Varios (Aceite Sucio, Aceite, Derrames, Lodos, Reboses, Aguas Grises, Aguas Negras, Aguas Oleosas y Dispersante): Se ubican en el doble fondo de la Sala de Máquinas.

Tanques de Agua Potable: Se ubican en tanques laterales y en tanques de doble fondo en la proa de la Sala de Máquinas.

Tanques de Aceite Lubricante e Hidráulico para propulsores azimutales: Se ubican en el compartimiento de Z-Peller en tanques no estructurales.

Equipamiento de Cubierta

Cabrestante de Anclas y Guinche de Remolque Proa

Guinche horizontal combinado para fondeo de proa y remolque por proa, desde el cual también se realizan las maniobras de amarre del remolcador.

Marca: DMT Marine Equipment

Modelo: ATW 211 – H22

Accionamiento: Motor hidráulico rotativo a pistones radiales.

Capacidad de frenado: 22,4 Ton

Velocidad de cobrado del ancla: 16 m/min.

Fuerza de frenado del cabo: 150 Ton

Tiro de velocidad 1: 35 Ton hasta 9,2 m/min

Tiro de velocidad 2: 8,5 Ton hasta 28 m/min.

Guinche de Remolque de Popa

Guinche de remolque horizontal, el cual cuenta con dos tambores, un adjudador de cable y sistema hidráulico de liberación de freno.

Marca: DMT Marine Equipment

Modelo: WAHTW-H400 KN

Gonzalo G Abal
Legajo: 50107

GAB-PB-011-003

ITBA
Proyecto Final

Accionamiento: Motor hidráulico rotativo a pistones radiales.

Capacidad de tambor de remolque: 1000 metros de cable de $\varnothing$ 48 mm (10 capas).

Capacidad de tambor para maniobra de Anchor Handling: 1000 metros de cable de $\varnothing$ 48 mm (10 capas).

Fuerza de frenado (1ra capa): 1400 kN

Tiro y velocidad del guinche (1ra capa): 400 kN entre 0-10 m/min

Tiro y velocidad del guinche (5ta capa): 100 kN entre 0-45 m/min

Central hidráulica de guinches de cubierta

Se dispondrá una central hidráulica única para equipamiento de cubierta (guinche de remolque de popa y guinche combinado de amarre, fondeo y remolque de proa) ubicada en la Sala de Máquinas entre las cuadernas 43 y 47 sobre la banda de estribor enfrentado al cuarto de control de máquinas.

Grúa hidráulica de cubierta

Marca: PALFINGER

Modelo: PK 65002 M

Tipo: Grúa electrohidráulica de pluma telescópica

Cantidad: 1(Una)

Capacidad Máxima de Izaje: 22 Ton

Máximo brazo extendido: 20,5 m

Comando: Local sobre pedestal de la grúa.

Presión hidráulica de trabajo: 300 bar

Ubicación central hidráulica: Sala de Máquinas entre cuadernas #12 y #19.

Motores Propulsores

Marca: NIIGATA

Modelo: 6L28HX

Gonzalo G Abal
Legajo: 50107

GAB-PB-011-003

ITBA
Proyecto Final

Cantidad: 2 (Dos)

Potencia Máxima continua (MCR): 1.654 kW (2.218 HP) a 750 rpm por motor.

Tipo: Diesel - Carrera Vertical - 4 tiempos - 4 válvulas – Sobrealimentado con enfriador de aire de barrido.

Sobrealimentación: 1 (Un) turbosoplante x motor / Accionados por los gases de escape del motor / Con post enfriador de aire de barrido.

Cantidad de cilindros de cada motor: 6 (seis)

Posición de los cilindros: En línea

Diámetro de los cilindros: 280,00 mm

Carrera del pistón: 370,00 mm

Presión máxima combustión: 147 bar (14,7 MPa)

Presión media efectiva: 19,4 bar (1,936 MPa) a MCR

RPM máximas: 750 rpm

RPM Ralentí: 450 rpm

Sobrecarga: 110% MCR durante 1 hora cada 12 horas de marcha.

Velocidad media del pistón: 9,25 m/seg a MCR.

Sentidos de giro (Visto desde el volante en la parte posterior del motor):

Motor Babor: Horario.

Motor Estribor: Horario.

Peso Motor Vacío: 19,50 tons c/u. (Aproximado)

Inclinación Máxima: 3° hacia proa.

Propulsores Azimutales

Marca: NIIGATA

Modelo: ZP-31

Cantidad: 2 (Dos)

Tipo: Azimutal, de 360° de giro.

Gonzalo G Abal
Legajo: 50107

GAB-PB-011-003

ITBA
Proyecto Final

Construcción: Dos pares de engranajes helicoidales cónicos con dos etapas de reducción. Las patas de los propulsores y toberas que se encuentran debajo del agua, pueden ser izadas desde el casco para mantenimiento sin necesidad de tener que realizarlo en dique seco.

Potencia de entrada: 1.654 kW (2.218 HP)

RPM entrada: 750 rpm

RPM hélice: 274 rpm

Relación reducción: 2,741:1

Montaje modular sobre base circular plana al fondo del casco.

Hélices

Tipo: KAPLAN de 4 palas, fija.

Diámetro: 2300 mm

Material: Aleación de Bronce con Aluminio y Nickel (JIS-CAC703).

Sentido de giro (Visto desde popa hacia proa):

Hélice Babor: Horario

Hélice Estribor: Antihorario

Tobera

Tipo: Kort N° 30.

Material: Acero templado y Acero inoxidable (JIS Code SUS316) para el anillo interno de tobera.

Montaje modular sobre base circular plana al fondo del casco.

Sellos

Tipo: Lip Seal.

Material de galera: Acero Inoxidable

Cantidad de sellos:

- Lado aceite: 1 (Un) sello
- Lado agua salada: 2 (Dos) sellos

Accesorios para azimutales

Bomba de Lubricación

Gonzalo G Abal
Legajo: 50107

GAB-PB-011-003

ITBA
Proyecto Final

Filtro de Lubricación

Enfriador de aceite lubricante

Bomba hidráulica para sistema de gobierno

Tanque de aceite hidráulico

Enfriador de aceite hidráulico

Motor hidráulico

Herramientas hidráulicas para montaje y desmontaje de hélice

Guardacabos para los sellos

Panes de zinc

Instrumentación (presostatos y termostatos)

Embrague

Tipo: Embrague hidráulico multidisco, tipo húmedo con modulación dual y por resbalamiento, con Toma de Fuerza (PTO) para la bomba hidráulica de gobierno de los propulsores.

Marca: NIIGATA

Modelo: HLP80Y

Cantidad: 2 (Dos)

Potencia a Transmitir: 1.654 kW a 750 rpm.

Sistema Control Resbalamiento: Sistema Control hidráulico – electrónico con válvula proporcional. Sistema de Control con realimentación para mantener la velocidad de salida constante.

RPM encloche – desencloche: 400 rpm

Rangos de RPM de salida

Velocidad de resbalamiento en ralentí: 100 – 360 rpm (a 400 rpm del motor)

Velocidad de máxima resbalamiento: 188 – 675 rpm (a 750 rpm del motor)

Ejes de propulsores

Marca: NIIGATA

Cada una de las líneas de ejes consiste en un eje cardánico delantero, dos ejes Intermediarios y un eje cardánico trasero entre el Embrague y el Propulsor Azimutal.

Ejes Cardánicos:

Cantidad: 1 (uno) Delantero y 1 (uno) Trasero (2 unidades) por banda. 4 en total.

Tipo: Doble cruceta con horquilla.

Largo Eje: 1.160 mm

Angulo máximo de trabajo: 6,50°

Lubricación: Grasa.

Eje Intermediario:

Tipo acoplamiento: Con manchón de acoplamiento sin chaveta.

Material del eje: Acero Forjado

Diámetro mínimo: 139 mm

Longitud estándar: 2500 mm c/tramo.

Cantidad tramos por línea ejes: Tres (3) tramos.

Cojinetes Ejes intermediarios:

Tipo: Cojinete cilíndrico a rodillos.

Caja porta rodamiento: Partida.

Lubricación: Grasa.

Cantidad cojinetes: Seis (6) cojinetes por línea de ejes, de los cuales uno (1) autoalineante empuje.

Pasamamparos estancos:

Cantidad: 2 (Dos)

Anclas y cadenas

Anclas:

Cantidad: 3 (Tres)

Marca: DAMEN

Gonzalo G Abal
Legajo: 50107

GAB-PB-011-003

ITBA
Proyecto Final

Modelo: HYT-12 HHP

Tipo: Danforth completamente balanceada

Peso: 1305 Kg

Cadenas:

Los eslabones de las cadenas deben tener un diámetro de 32 mm para cumplir con los requerimientos de la Sociedad de Clasificación.

Motores Auxiliares y Generadores

Grupo electrógeno:

Cantidad: 3 (Tres)

Marca: VOLVO PENTA y alternador STAMFORD

Modelo: D9 MG / HCM434E-1

Tipo: Diesel - 4 tiempos – Inyección directa – Sobrealimentado con enfriador de aire de barrido.

Configuración de cilindros de cada motor: 6 (seis) cilindros en línea.

Diámetro de los cilindros: 120 mm

Carrera del pistón: 130 mm

Relación de compresión: 20,2:1

Potencia Máxima continua (MCR): 239 kW (320.5 HP) a 1500 rpm por motor.

Potencia de Salida del generador: 275 kVA (220 kWe) a 1500 rpm/ 400 V / 50 Hz.

Peso: 2655 Kg

Sistema de aire comprimido

El sistema dispone de un servicio de aire comprimido de 30 Bar para el arranque de los 2 (Dos) Motores Principales y un servicio de aire comprimido de baja presión de 7 Bar para los servicios auxiliares del buque.

El sistema de aire comprimido se compone por:

- Dos compresores de aire principales alternativos de 2 etapas
- Dos botellones de aire principales

- Un compresor auxiliar
- Un botellón de aire auxiliar

Bombas de Incendio, Lastre y Achique

Cantidad: 2 (Dos)

Marca: GRUNDFOS

Modelo: NK 50-125

Tipo: Bomba centrífuga accionada por motor eléctrico

Diámetro del impulsor: 125 mm

Máximo caudal: 96 m³/h

ANPA: 4 metros

Velocidad de giro: 2900 rpm

Bomba de Incendio de Emergencia

Cantidad: 1 (Una)

Marca: Zhejiang WOQ Machinery Manufacture Co., Ltd.

Modelo: 9HP, LF177F

Tipo: Motobomba centrífuga, autoaspirante y portátil.

Máximo caudal: 480 litros/min (2,88 m³/h)

Presión de trabajo: 3 Bar (0,3 MPa)

Altura de succión: 7 metros

Tiempo de cebado: Menor a 20 segundos

Accionamiento: Motor Diesel de 9 HP con arranque eléctrico

Peso total de motobomba: 40 Kg

Separador de agua y aceite

Cantidad: 1 (Uno)

Marca: RWO VEOLIA

Modelo: OWS-COM Type 0.5

Caudal: 0,5 m3/h

Potencia necesaria: 3,2 kW

Peso del separador vacío: 195 Kg

Aprobado por todas la Sociedades de Clasificación (incluyendo Bureau Veritas) y la USCG.

Bomba de incendio FIFI

Cantidad: 2 (Dos)

Marca: JASON

Modelo: OGF 300X400

Tipo: Centrífuga, aspiración única y de una etapa. Acoplada al Motor Principal a través de la Toma de Fuerza.

Caudal: 1200 - 2100 m3/h

Presión de trabajo: 110-160 m.c.a

Velocidad de giro: 1200 – 1800 rpm

Potencia: 1150 kW (Máx)

Accionamiento: Motor Diesel de 9 HP con arranque eléctrico

Materiales:

Impulsor: Aleación de bronce al Ni-Al

Carcasa: Fundición de hierro nodular o Aleación de bronce al Ni-Al

Eje: Acero inoxidable

Cojinetes: Rodamientos de bolas lubricados con grasa.

Peso total: 630 Kg

Monitores de Lucha Contra Incendio

Cantidad: 2 (Dos)

Marca: JASON

Modelo: MM602HJF-F-C-02

Tipo: Monitor de flujo simple con sistema remoto de control electro-hidráulico compuesto con una tobera para generación de niebla de agua.

Caudal máximo: 1200 m³/h

Presión de trabajo: 12 bar

Movimiento vertical: -30°/+75°

Rotación horizontal: 330° máx

Largo del chorro: 130 m

Peso total: 150 Kg

Sistema de agua potable

El Sistema de agua potable cuenta con 6 tanques de agua potable, los cuales se ubican en la zona de proa debajo de la cubierta principal, alojando en tanques laterales al par de tanques 1, y a los pares de tanques 2 y 3 en el doble fondo (Ver Plano de Arreglo General o Plano de Capacidades).

El volumen de cada tanque se indica en la siguiente tabla :

Identificación del Tanque	Peso (T)	Volumen Neto (m ³)
FW1P	8.2	8.2
FW1S	8.2	8.2
FW2P	15.4	15.4
FW2S	15.4	15.4
FW3P	7.2	7.2
FW3S	7.2	7.2
Total FW	61.60	61.60

El sistema cuenta con una bomba de circulación, un tanque hidroneumático y un termotanque eléctrico.

Además el sistema posee un destilador de Osmosis Inversa con las siguientes características:

Destilador de Osmosis Inversa:

Cantidad: 1 (Uno)

Marca: GEFICO

Modelo: AQE-6D

Tipo: Destilador de osmosis inversa

Capacidad de producción: 4800 litros/día

Peso: 140 Kg

Sistema Sanitario

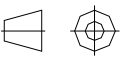
El Sistema de Agua de Sanidad para inodoros utiliza Agua de Mar, que se toma de una derivación del Colector Principal de Agua de Mar. Cuenta con una bomba de circulación y un Tanque Hidroneumático precargado a diafragma de Agua de sanidad.

Baterías CO2 Sala de Máquinas

Las baterías de CO2 para Sala de Máquinas consiste en 10 botellones de 45 Kg.

Índice

A	Introducción.....	2
	Datos del Buque.....	2
	Desarrollo.....	2
B	Actualización de valores.....	2
	Costos de Construcción.....	2
	Costo de adquisición.....	6
	Inversión total.....	6
	Gastos de explotación anuales.....	7
	Conclusión de costo de adquisición e inversión total.....	9
	Anexo.....	10
C	Bibliografía.....	11

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE Gonzalo Abal				
FECHA 17/11/17				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
GAB-011-004	0	1	11	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:		
	011-004	A4		
0	Inicial	17/11/17	GAB	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				



PROYECTO DE BUQUES

REMOLCADOR DE SALVAMENTO MARÍTIMO
- RAM EPUYEN -

ESTIMACIÓN DE COSTOS

Estimación de Costos

Introducción

Se realiza una estimación del valor del buque a partir de la información que brinda el libro “Proyecto Básico de un Buque Mercante - Meizoso” para luego ser comparada con valores de mercado actuales de remolcadores.

Datos del Buque

<i>Características Generales del Remolcador de Salvamento Marítimo</i>		
Dimensiones	Valor	unidades
<i>Eslora total (LOA)</i>	37.175	<i>m</i>
<i>Eslora entre perpendiculares (LPP)</i>	32.8	<i>m</i>
<i>Eslora en flotación (LWL)</i>	35.6	<i>m</i>
<i>Manga (B)</i>	12	<i>m</i>
<i>Puntal (D)</i>	5.6	<i>m</i>
<i>Calado de diseño (T)</i>	4.1	<i>m</i>
<i>Coefficiente de sección media (CM)</i>	0.898	-
<i>Coefficiente prismático (CP)</i>	0.635	-
<i>Coefficiente de bloque (CB)</i>	0.571	-

Desarrollo

Actualización de valores

Tipo de cambio histórico de pesetas españolas (1997)

1 USD (1997) = 144.37 pesetas españolas

Actualización de dólar americano al año 2017:

1 USD (1997) = 1,546 USD (2017) (Ver tabla en anexo)

Para pasar de pesetas españolas a dólares americanos se va a utilizar el siguientes factor de tipo de cambio actualizado:

$$FTCA = 1,546 \text{ USD} / 144,37 \text{ pesetas españolas} = 0,01071 \text{ USD} / \text{pesetas españolas}$$

Costos de Construcción

$$CC = CMg + CEq + CMo + CVa$$

Donde

$CC \rightarrow$ Costo de construcción

$CMg \rightarrow$ Costos de material a granel

$CEq \rightarrow$ Costos de equipamiento

$CMo \rightarrow$ Costos de mano de obra

$CVa \rightarrow$ Otros varios costos aplicados

Costos de Mano de Obra

$$CMo = CmM + CmE$$

Donde

$CmM \rightarrow$ Costo de montaje de material a granel

$CmE \rightarrow$ Costos de montaje de equipos

Coste de Montaje de material a granel

$$CmM = chm \times csh \times WST =$$

$CmM \rightarrow$ Costo de montaje de material a granel

$chm \rightarrow$ Costo de horario medio

$csh \rightarrow$ Coeficiente de horas por unidad de peso $(20 - 80 \frac{\text{horas}}{\text{ton}})$

$$chm = 4500 \frac{\text{ptas}}{\text{hora}} \times FTCA = 4500 \frac{\text{ptas}}{\text{hora}} \times 0,01071 \frac{\text{USD}}{\text{ptas}} = 48,2 \frac{\text{USD}}{\text{hora}}$$

Dicho valor se corroboró con valores extraídos de astilleros locales donde la hora hombre con cargas sociales incluidas ronda los 43 USD, con lo cual el resultado obtenido es aceptable.

$csh = 70 \frac{\text{horas}}{\text{ton}}$, valor extraído de astillero Argentino

$$CmM = 48,2 \frac{\text{USD}}{\text{hora}} \times 70 \frac{\text{horas}}{\text{ton}} \times 323 \text{ ton} = 1.089.802 \text{ USD}$$

A demás se le agrega el extra costo de curvado de chapa que es de 200 USD/ton (extraído de valores de astilleros locales). Como el casco del remolcador posee mucha forma la mayoría de la chapa debe ser curvada, por ende se estima alrededor de plegado de 200 ton de chapa de casco.

$$CmM = 1.089.802 \text{ USD} + 200 \frac{\text{USD}}{\text{ton}} \times 200 \text{ ton} = 1.129.802 \text{ USD}$$

Costos de equipos y su montaje

$$CEq + CmE = CEc + CEp + CHf + CEr$$

Donde

$CEc \rightarrow$ Costo de manipulación y almacenamiento de la carga

$CEp \rightarrow$ Costos de equipos de propulsión y sus auxiliares

$CHf \rightarrow$ Costo de habilitación y fonda

$CEr \rightarrow$ Costos de equipos restantes

Costos de equipos de propulsión y sus auxiliares incluyendo montaje

$$CEp = cep \times PB$$

Donde

para motores de 2T, $50.000 < cep < 60.000$ ptas/kW

para motores de 4T, $40.000 < cep < 50.000$ ptas/kW

$$CEp = 50.000 \frac{ptas}{kW} \times 2 \times 1654 kW \times 0,01071 \frac{USD}{ptas} = 1.771.434 USD$$

Costos de la habilitación y fonda incluyendo montaje

$$CHf = chf \times nch \times NT$$

Donde

$$0,90 < nch < 1,20$$

$$chf = 6.250 \text{ kptas / tripulante (en 1996)}$$

El número de tripulantes es $NT = 12$.

$$CHf = 6.250.000 \frac{ptas}{trip} \times 1,1 \times 12 trip \times 0,01071 \frac{USD}{ptas} = 883.575 USD$$

Costos de equipo restante instalado

$$CEr = cpe \times pst \times Wer$$

Donde

$cpe \rightarrow$ coeficiente de comparación del coste de equipo restante

$pst \rightarrow$ costo unitario del acero montado

$W_{Er} \rightarrow$ *Peso del equipo restante*

En W_{Er} incluye: cabrestante, guiche remolque, eq de salvamento, defensas y otros eq CCMM

$$C_{Er} = 1,3 \times 431.127 \frac{\text{ptas}}{\text{ton}} \times 0,01071 \frac{\text{U\$D}}{\text{ptas}} \times 92 \text{ ton} = 552.237 \text{ U\$D}$$

Costos de equipo de manipulación y contención de la carga

Para C_{Ec} se incluye el costo de la grúa de 100.000 U\\$D, el cual fue estimado a partir de valores de grúas similares a la seleccionada y además otros equipamientos utilizados para operaciones especiales como ser buceo y de contención para derrames 150.000 U\\$D.

$$C_{Ec} = 100.000 \text{ U\$D} + 150.000 \text{ U\$D} = 250.000 \text{ U\$D}$$

Finalmente el costo de equipos y su montaje resulta:

$$C_{Eq} + C_{mE} = C_{Ec} + C_{Ep} + C_{Hf} + C_{Er}$$

$$C_{Eq} + C_{mE} = 250.000 + 1.771.434 + 883.575 + 552.237 = 3.457.246 \text{ U\$D}$$

Costos de Material a granel

$$C_{Mg} = cmg \times WST = ccs \times cas \times cem \times ps \times WST$$

Donde

$WST \rightarrow$ *Peso del acero del buque*

$cmg \rightarrow$ *coeficiente de costo de material a granel*

$ccs \rightarrow$ *coeficiente de aprovechamiento del acero*

$cas \rightarrow$ *relación peso bruto, peso neto y de incremento por equipo metálico*

$cem \rightarrow$ *peso unitario del acero de referencia*

$ps \rightarrow$ *chapa de acero calidad A*

- $1,05 < ccs < 1,10$; si no se utiliza acero de alta resistencia y/o alta resiliencia, llegando a coeficientes de 1,50 o superiores en estos casos.
- $1,08 < cas < 1,15$; según tamaño de buque.
- $1,03 < cem < 1,10$; según tamaño de buque.
- $ps = 85.000$ pesetas/tonelada, en 1996.

Los mayores coeficientes, **cas** y **cem**, son para los buques pequeños.

$$C_{Mg} = 1,08 \times 1,15 \times 1,10 \times 85000 \frac{\text{ptas}}{\text{ton}} \times 323 \text{ ton} \times 0,01071 \frac{\text{U\$D}}{\text{ptas}} = 401.721 \text{ U\$D}$$

Costos varios aplicados

$$CVa = cva \times CCe$$

$$cva \rightarrow 0,05 < cva < 0,1$$

$CCe \rightarrow$ Costo de Construcción estimando valor CVa 10% (iteración para obtener valor viable)

$$CCe = CMg + CmM + (CEq + CmE) \times 1,1$$

$$CCe = 401.721 + 1.089.802 + (3.457.246) \times 1,1 = 5.443.646 \text{ U\$D}$$

$$CVa = 0,075 \times 5.443.646 \text{ U\$D} = 408.273 \text{ U\$D}$$

Costo de Construcción

$$CC = CMg + CmM + (CEq + CmE) + CVa$$

$$CC = 401.721 + 1.129.802 + (3.457.246) + 408.273 = 5.397.042 \text{ U\$D}$$

Costo de adquisición

$$CA = CC + BI$$

Donde

$CA \rightarrow$ Costos de adquisición

$BI \rightarrow$ Beneficio industrial

Beneficio Industrial

$$BI = bi \times CC$$

$bi \rightarrow$ varía entre el 5 % y el 20%

$$BI = 0,15 \times 5.357.042 \text{ U\$D} = 809.556 \text{ U\$D}$$

Costo de adquisición

$$CA = 5.397.042 + 809.556 = 6.206.598 \text{ U\$D}$$

Inversión total

$$IT = CA + GA$$

Donde

$IT \rightarrow$ Inversión total

$CA \rightarrow$ Costos de adquisición

$GA \rightarrow$ Gastos del armador

Gastos del armador

$$GA = ga \times IT$$

$ga \rightarrow$ varía entre el 20% y el 25%

Preliminarmente se estima IT como un 20% mayor al costo de adquisición

$$GA = ga \times 1,2 \times CA$$

$$GA = 0,225 \times 1,2 \times 5.397.042 \text{ U\$D} = 1.675.782 \text{ U\$D}$$

Inversión total

$$IT = 5.397.042 + 1.675.782 = 7.882.380 \text{ U\$D}$$

Gastos de explotación anuales

$$GEi = Gti + Gci + Gpi + Gmi + Gsi + Gvi$$

Gastos de tripulación

$$Gti = gti \times NT$$

$gti \rightarrow$ costo anual medio por tripulante con víveres incluidos ($5.500.000 \frac{\text{ptas}}{\text{año}}$)

$NT \rightarrow$ Cantidad de tripulantes

$$Gti = 5.500.000 \text{ ptas} \times 0,01071 \frac{\text{U\$D}}{\text{ptas}} \times 12 = 706.860 \text{ U\$D}$$

Gastos de consumo

$$Gci = gci \times PB$$

$gci \rightarrow$ coeficiente del gasto anual en consumos ($12.000 < gci < 15.000 \frac{\text{ptas}}{\text{año.kW}}$)

$PB \rightarrow$ Cantidad de tripulantes

$$Gci = 14.000 \frac{\text{ptas}}{\text{año.kW}} \times 0,01071 \frac{\text{U\$D}}{\text{ptas}} \times 3308 \text{ kW} = 496.002 \text{ U\$D}$$

Gastos portuarios anuales

A partir de información obtenida de las planillas contables de Antares Naviera S.A se calculó un promedio entre el total de gastos portuarios de todos los remolcadores de la flota que operan en distintos puertos del país (Buenos Aires, San Lorenzo, Bahía Blanca).

$$G_{pi} = 126.778 \text{ U\$D}$$

Gastos de mantenimiento y reparaciones

$$G_{mi} = g_{mi} \times IT$$

$$g_{mi} \rightarrow 0,015 < g_{mi} < 0,020$$

Contrastando con valores promedio en remolcadores de la flota de Antares Naviera S.A se decide ajustar el valor del coeficiente g_{mi} a un 0,025.

$$IT \rightarrow \text{Inversión total}$$

$$G_{mi} = 0,025 \times 7.882.380 = 197.059 \text{ U\$D}$$

Gastos anuales de seguro

$$G_{si} = g_{si} \times IT$$

$$g_{si} \rightarrow 0,01 < g_{si} < 0,015$$

$$IT \rightarrow \text{Inversión total}$$

$$G_{si} = 0,012 \times 7.882.380 = 94.589 \text{ U\$D}$$

El valor del coeficiente g_{si} se ajustó contrastando con valores anuales de seguro de un remolcador de Antares Naviera S.A.

Gastos anuales en pertrechos y varios

$$G_{vi} = g_{vi} \times IT$$

$$g_{vi} \rightarrow 0,01 < g_{vi} < 0,015$$

$$IT \rightarrow \text{Inversión total}$$

$$G_{vi} = 0,0145 \times 7.882.380 = 114.295 \text{ U\$D}$$

Gastos anuales de explotación

$$GEi = G_{ti} + G_{ci} + G_{pi} + G_{mi} + G_{si} + G_{vi}$$

$$GEi = 1.735.582 \text{ U\$D}$$

Conclusión del costo de adquisición e inversión total

El costo de adquisición obtenido para el remolcador de proyecto de 6.206.598 U\$D se compara con los valores del mercado actual.

Costos Actuales:

- Remolcador Serie María de Maeztu – Astillero Boluda – España → 10.000.000 U\$D
- Remolcador Serie Damen 2810 – Astillero SPI – Argentina → 6.000.000 U\$D
- Remolcador Offshore Ship Designers – Astillero – China → 6.000.000 U\$D

A partir de los valores actuales y de los valores de buques similares se concluye que el costo de adquisición estimado es viable para llevar a cabo el proyecto y podría ser una buena opción en una licitación dentro de la Argentina, ya que su valor no es tan alto y por la cantidad de equipamiento que posee respecto de la Serie DAMEN 2810 resultaría barato comparado con este.

Anexo

Tabla resumen de Costos de Construcción

Descripción	USD	% Total
Costo material a granel	401.721	6%
Costo de montaje de material a granel	1.129.802	18%
Costos de equipo y su montaje	3.457.246	56%
Costo de manipulación de carga	250.000	
Costo equipos de propulsión y sistemas auxiliares	1.771.434	
Costo de habilitación y fonda	883.575	
Costo de equipos restantes	552.237	
Costos varios aplicados	408.273	7%
Costo de construcción	5.397.042	87%
Costo adquisición	6.206.598	100%
Beneficio Industrial	809.556	13%
Inversión total	7.882.380	
Gastos del armador	1.675.782	

Costos para adquisición del remolcador

Costo total adquisición = 6.206.598 U\$D (100%)

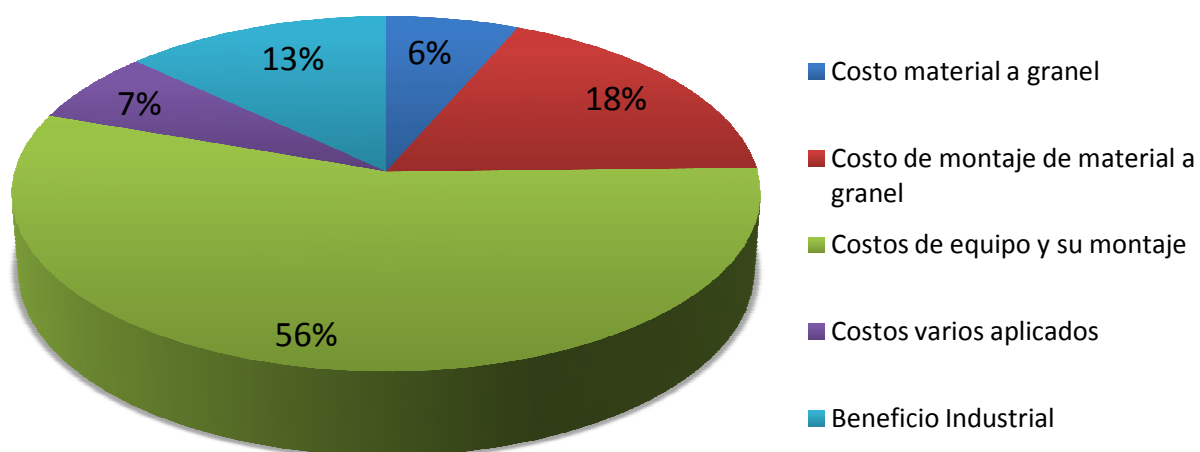
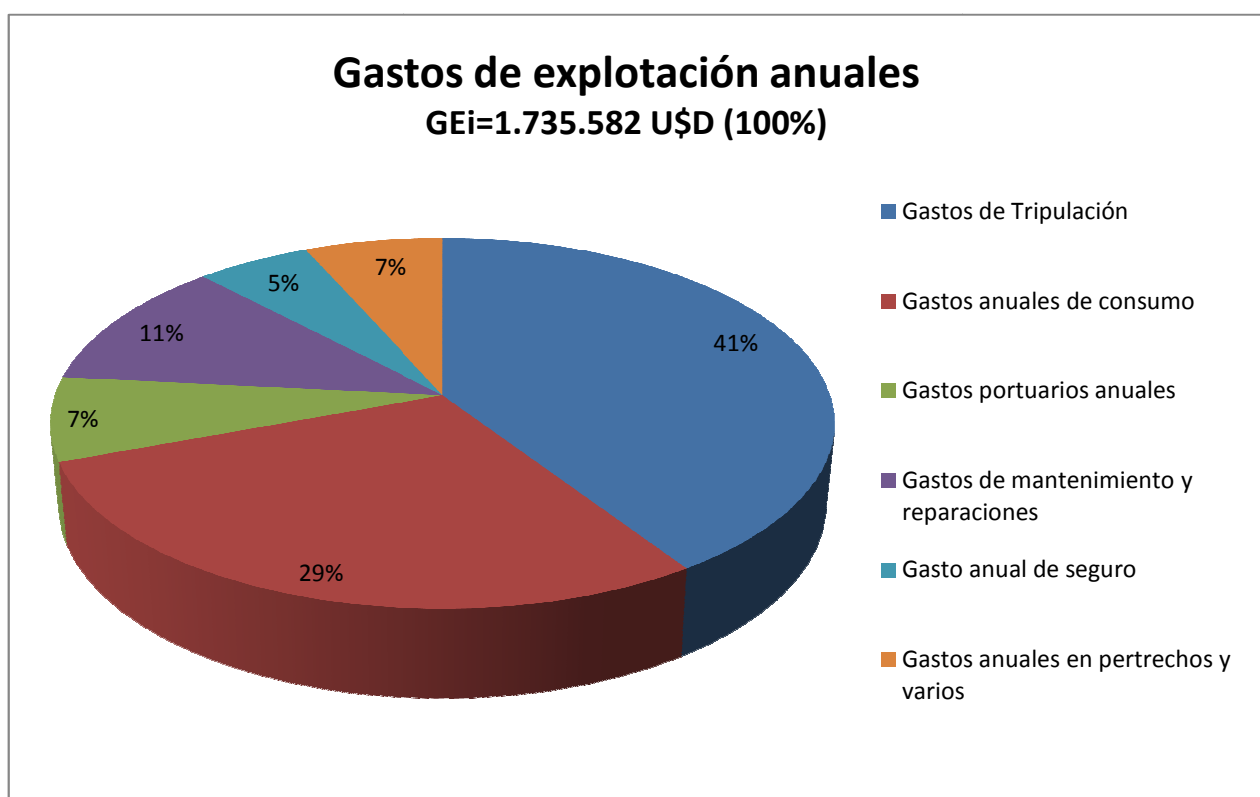


Tabla resumen de Gastos de Explotación Anuales

Descripción	USD	% Total
Gastos de Tripulación	706.860	41%
Gastos anuales de consumo	496.002	29%
Gastos portuarios anuales	126.778	7%
Gastos de mantenimiento y reparaciones	197.059	11%
Gasto anual de seguro	94.589	5%
Gastos anuales en pertrechos y varios	114.295	7%
Gastos de explotación anuales	1.735.582	100%



Bibliografía

- <http://www.inflation.eu/inflation-rates/united-states/historic-inflation/cpi-inflation-united-states.aspx>
- <http://fxtop.com/es/convertidor-divisas-pasado.php?A=1&C1=ESP&C2=USD&DD=10&MM=06&YYYY=1997&B=1&P=&I=1&btnOK=Ir>
- Planillas contables de Antares Naviera S.A