



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2017/18**

---

*Buque PSV. Buque de suministro a plataformas de 5000  
TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval Oceánica**

**CUADERNO 9  
Francobordo y arqueo**

**Sandra Allegue García**

**PROYECTO 18-02**

**GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**  
**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

*CURSO 2.017-2018*

**PROYECTO NÚMERO 18-02**

**TIPO DE BUQUE:** Buque PSV (Platform Vessel Supply). Buque de suministro a plataformas.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV GL, SOLAS, MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Carga líquida y seca a granel para suministro a plataformas, 5000 TPM.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 13 nudos en condiciones de servicio al 85% de MCR y 15% de margen de mar. 6000 millas a la velocidad de servicio

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Bombas para la carga y descarga de la carga líquida. Dos grúas.

**PROPULSIÓN:** Propulsión diésel-eléctrica. LNG para estancias en puerto

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 35 personas.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Sistema de posicionamiento dinámico con redundancia DP 3. FIFI

Ferrol, 2 Noviembre 2017

**ALUMNO/A: D<sup>a</sup> Sandra Allegue García**

# ÍNDICE

---

1	Introducción.....	4
2	Francobordo .....	5
2.1	Regla 3. Definición de los términos usados en los anexos .....	5
2.2	Regla 27. Tipo de buque .....	6
2.3	Regla 28. Tablas de francobordo.....	7
2.4	Regla 29. Corrección al francobordo para buques de eslora inferior a 100 m .....	7
2.5	Regla 30. Corrección por coeficiente de bloque.....	8
2.6	Regla 31. Corrección por puntal.....	8
2.7	Regla 32. Corrección por posición de línea de cubierta.....	8
2.8	Regla 32-1. Corrección por nicho en la cubierta de francobordo .....	9
2.9	Regla 33. Altura normal de las superestructuras .....	9
2.10	Regla 34/35. Longitud y longitud efectiva de las superestructuras .....	9
2.11	Regla 36. Troncos .....	10
2.12	Regla 37. Reducción por superestructuras y troncos.....	10
2.13	Regla 38. Arrufo .....	10
2.14	Regla 39. Altura mínima de proa y flotabilidad de reserva.....	12
2.15	Resumen correcciones de francobordo .....	13
2.16	Regla 40. Francobordos mínimos.....	15
2.17	Resumen francobordo .....	16
3	Arqueo.....	17
3.1	Arqueo bruto .....	17
3.2	Arqueo neto.....	19

## 1 INTRODUCCIÓN

---

En el presente Cuaderno se calculará le francobordo y el arqueo (neto y bruto) del buque proyecto. Para ello se utilizarán dos convenios:

- Para el cálculo del francobordo se utilizará el Convenio Internacional sobre Líneas de Carga de 1996.
- Para el cálculo del arqueo se utilizará el Convenio Internacional sobre arqueo de buques de 1969.

A continuación, se muestran las dimensiones principales del buque proyecto:

$L_{pp} = 78,58 \text{ m}$
$Loa = 85,78 \text{ m}$
$B = 19,13 \text{ m}$
$T = 6,58 \text{ m}$
$D = 8,26 \text{ m}$
$BHP = 1985 \text{ kW}$
$\Delta = 7.742 \text{ t}$
$F_n = 0,241$
$C_b = 0,764$
$C_m = 0,989$
$C_p = 0,772$
$C_f = 0,925$
$Acubierta = 0,7 \cdot L_{pp} \cdot 0,9 \cdot B = 947 \text{ m}^2$

## 2 FRANCOBORDO

Mediante el Convenio mencionado anteriormente se analizarán todas las normas aplicables al buque proyecto.

Como herramienta de cálculo se usará el Excel proporcionado en Proyectos de Buques y Artefactos Marinos 2. En cada regla se irán poniendo los resultados y finalmente se hará una comprobación del francobordo.

### 2.1 REGLA 3. DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS USADOS EN LOS ANEXOS

Para comenzar se definirán las dimensiones principales que se van a usar en el cálculo del francobordo.

#### Eslora (L)

Según el convenio:

*“a) Se tomará como eslora (L) el 96% de la eslora total medida en la flotación cuya distancia al canto alto de la quilla sea igual al 85% del puntal mínimo de trazado, o la eslora medida en esa flotación desde la cara proel de la roda hasta el eje de la mecha del timón, si esta segunda magnitud es mayor.*

*b) En los buques sin mecha del timón, se tomará como eslora (L) el 96% de la flotación correspondiente al 85% del puntal mínimo de trazado.”*

El buque proyecto no consta de mecha del timón, debido a que sus propulsores son Azipods, por lo que la eslora es:

<b>Freeboard Length (L)</b>	<b>80,304 m</b>
-----------------------------	-----------------

#### Manga (B)

Según el convenio:

*“A menos que se indique expresamente otra cosa, la manga (B) será la manga máxima del buque, medida en el centro del mismo hasta la línea de trazado de la cuaderna, en los buques de forro metálico.”*

La manga del buque es:

<b>Moulded Breadth (B)</b>	<b>19,13 m</b>
----------------------------	----------------

#### Puntal

Según el convenio:

*“El puntal de trazado será la distancia vertical medida desde el canto alto de la quilla hasta el canto alto del bao de la cubierta de francobordo en el costado.”*

El puntal y el 85% del puntal del buque son:

<b>Least Moulded Depth</b>	<b>8,26 m</b>
<b>85% Least Moulded Depth</b>	<b>7,021 m</b>

### **Puntal de francobordo (D)**

Según el convenio:

*“El puntal de francobordo será el puntal de trazado en el centro del buque más el espesor de la cubierta de francobordo en el costado.”*

El espesor de la cubierta es de 18 mm, por lo que el puntal de francobordo del buque es:

Freeboard deck thickness at side	18 mm
<b>Freeboard Depth (D)</b>	<b>8,278 m</b>

### **Coefficiente de bloque (Cb)**

Según el convenio:

*“El coeficiente de bloque (Cb) vendrá dado por la fórmula:*

$$C_b = \frac{\nabla}{L \cdot B \cdot d_1}$$

*donde:*

*∇ = será el volumen des desplazamiento de trazado del buque, excluidos los apéndices, en un buque con forro metálico, y el volumen de desplazamiento de la superficie exterior del casco en los buques con forro de cualquier otro material, ambos tomados a un calado de trazado d<sub>1</sub>; siendo*

*d<sub>1</sub> = el 85% del puntal mínimo de trazado.”*

El volumen de desplazamiento se saca de las hidrostáticas al calado mencionado:

Volume without appendages at 7,021 m of depth	8133 m <sup>3</sup>
---	---------------------

El coeficiente de bloque es:

<b>Block coefficient</b>	<b>0,754</b>
--------------------------	--------------

### **Cubierta de francobordo discontinua. cubierta de francobordo escalonada.**

Según el convenio:

*“Si la cubierta de francobordo presenta un nicho que se extienda hasta el costado de buque tenga una longitud de más de un metro, la línea más baja de la cubierta expuesta y la prolongación de esa línea paralelamente a la parte más elevada de la cubierta se tomará como cubierta de francobordo.”*

El buque proyecto no consta de ninguna discontinuidad en la cubierta de francobordo:

Recess in freeboard deck, side to side, of	0 m < 1m
<i>Upper line of the exposed deck is the freeboard deck</i>	

## **2.2 REGLA 27. TIPO DE BUQUE**

Esta regla define, en función de la operación que va a realizar, el tipo de buque. Existen dos tipos de buque: A y B.

Se define como buque de tipo A el que:

- a) haya sido proyectado para transportar solamente cargas líquidas a granel;
- b) tenga una gran integridad en la cubierta expuesta y solo pequeñas aberturas de acceso a los compartimentos de carga, cerradas por tapas de acero otro material equivalente, estancias y dotadas de frisas; y
- c) tenga baja permeabilidad de los espacios de carga llenos.”

Los buques de tipo B serán los que:

“Los buques que no se ajusten a lo dispuesto para los buques de tipo ‘A’ y se considerarán de tipo ‘B’.”

Por lo tanto, como el buque transporta cargas a granel líquidas a granel, pero también transporta carga seca a granel, por lo tanto, el buque proyecto concuerda con la definición del buque tipo B.

### 2.3 REGLA 28. TABLAS DE FRANCOBORDO

En esta regla se obtiene el francobordo tabular. Sobre este francobordo se harán las correcciones que se obtienen de las normas posteriores para obtener el francobordo real del buque.

El francobordo tabular se obtiene interpolando con la eslora:

<i>Table</i>	
<i>L</i>	<i>freeboard</i>
80	887
81	905

El francobordo tabular, por lo tanto, es:

<i>L</i>	<i>freeboard</i>
<b>80,304</b>	<b>893</b>

### 2.4 REGLA 29. CORRECCIÓN AL FRANCOBORDO PARA BUQUES DE ESLORA INFERIOR A 100 M

Según el convenio:

“El francobordo tabular para buques de tipo ‘B’, de eslora comprendida entre 24 m y 100 m con superestructuras cerradas de una longitud efectiva de hasta el 35% de la eslora, se incrementará en la siguiente cantidad:

$$7,5 \cdot (100 - L) \cdot \left(0,35 - \frac{E_l}{L}\right) [mm]$$

siendo:

$L$  = eslora del buque en m; y

$E_l$  = longitud efectiva de las superestructuras en m, según se define en la regla 35, pero excluida la longitud de los troncos.”

De la Regla 35 se obtiene:

Effective length of superstructure (E)	19 m
Length of trunks	0 m
Effective length of superstructure (E1)	19 m

La corrección que hay que aplicar es de:

<b>R-29</b>	<b>17</b>
-------------	-----------

## 2.5 REGLA 30. CORRECCIÓN POR COEFICIENTE DE BLOQUE

Según el convenio:

*“Cuando el coeficiente de bloque ( $C_b$ ) sea superior a 0,68, el francobordo tabular especificado en la regla 28, después de ser modificado, si procede, por las reglas 27 y 29, se multiplicará por el factor:*

$$\frac{C_b + 0,68}{1,36}$$

*El coeficiente de bloque no se supondrá superior a 1,0.”*

La corrección que hay que aplicar es de:

<b>R-30</b>	<b>50</b>
-------------	-----------

## 2.6 REGLA 31. CORRECCIÓN POR PUNTAL

Según el convenio:

*“Cuando  $D$  exceda de  $L/15$ , el francobordo se aumentará en:*

$$\left(D - \frac{L}{15}\right) \cdot R \text{ [mm]}$$

*siendo*

$$R = \frac{L}{0,48}$$

*para esloras inferiores a 120 m y 250 para esloras de 120 m o mayores.”*

Como en este caso:

$$D = 8,26 \text{ m}$$

$$\frac{L}{15} = \frac{80,304}{15} = 5,354 \text{ m}$$

Se observa que  $D > L/15$ , por lo tanto, la corrección que hay que aplicar al francobordo es:

<b>R-31</b>	<b>490</b>
-------------	------------

## 2.7 REGLA 32. CORRECCIÓN POR POSICIÓN DE LÍNEA DE CUBIERTA

Esta regla no es de aplicación ya que no hay diferencia entre la línea de cubierta y el puntal real.



## 2.8 REGLA 32-1. CORRECCIÓN POR NICHOS EN LA CUBIERTA DE FRANCOBORDO

Esta regla no es de aplicación ya que, como se ha mencionado anteriormente, no existe un nicho en la cubierta de francobordo.

## 2.9 REGLA 33. ALTURA NORMAL DE LAS SUPERESTRUCTURAS

Según el convenio:

*“La altura normal de una superestructura será la que se indica en la tabla siguiente:*

Altura normal (en m)		
L (m)	Cubierta de saltillo	Todas las demás superestructuras
30 o menos	0,9	1,8
75	1,2	1,8
125 o más	1,8	2,3

*Las alturas normales para esloras intermedias del buque se obtendrán por interpolación lineal.”*

En el caso del buque proyecto las correcciones a aplicar son:

<i>Raised quarterdeck</i>	<i>All Other superestructures</i>
2,7	1,853

## 2.10 REGLA 34/35. LONGITUD Y LONGITUD EFECTIVA DE LAS SUPERESTRUCTURAS

Según el convenio:

*“(…) La longitud de una superestructura (S) será la longitud media de las partes de la superestructura que quede dentro de la eslora (L).*

*“(…) La longitud efectiva (E) de una superestructura cerrada de altura normal será su longitud real.”*

El buque proyecto solo tiene una cubierta de castillo, introduciendo todos los valores necesarios se obtiene:

<i>Superestructure</i>	<i>Lenght (S)</i>	<i>Sup. br. (b)</i>	<i>Ship br. (Bs)</i>	<i>Height</i>	<i>Effective Lenght ( E )</i>
Forecastle	19	9,565	9,565	2,500	19
<i>center</i>					
Poop					

<i>Raised quarterdeck</i>	<i>Lenght (S)</i>	<i>Sup. br. (b)</i>	<i>Ship br. (Bs)</i>	<i>Height</i>	<i>Effective Lenght ( E )</i>

## 2.11 REGLA 36. TRONCOS

En el buque proyecto no existen troncos, por lo que esta regla no se aplicará.

## 2.12 REGLA 37. REDUCCIÓN POR SUPERESTRUCTURAS Y TRONCOS

Según el convenio:

1. Cuando la longitud efectiva de superestructuras y troncos sea igual a 1 L, la reducción del francobordo será de 350 mm para 24 m de eslora del buque, 860 mm para 85 m de eslora y 1070 mm para 122 m de eslora y esloras superiores. Las reducciones correspondientes a esloras intermedias se obtendrán por interpolación lineal.

2. Cuando la longitud total efectiva de superestructuras y troncos sea inferior a 1 L, la reducción será un porcentaje obtenido de la tabla siguiente:

	Longitud efectiva de superestructuras y troncos										
	0	0,1L	0,2L	0,3L	0,4L	0,5L	0,6L	0,7L	0,8L	0,9L	1L
Porcentaje de reducción para todos los tipos de superestructura	0	7	14	21	31	41	52	63	75,3	87,7	100

1. En los buques de tipo 'B' no se permite reducción alguna si la longitud efectiva del castillo de proa es inferior a 0,07L."

Introduciendo los datos del buque proyecto y con las anteriores reglas se tiene:

<i>Lenght of Superstructure</i>	15,22 m
<i>Lenght of Trunks</i>	0 m
<i>Effective Lenght ( E )</i>	15,22 m
<i>Effective Lenght ( E )</i>	0,2366 *L
Deduction for 1L	820 mm

E	%
0,1	7
0,2366	16,6
0,3	21

La corrección que hay que aplicar es de:

<b>R-37</b>	<b>-137</b>
-------------	-------------

## 2.13 REGLA 38. ARRUFOS

Según el convenio:

"1. Las ordenadas de la curva de arrufo normal se dan en la tabla siguiente:

SANDRA ALLEGUE GARCÍA  
CUADERNO 9

	<i>Situación</i>	<i>Ordenada (en mm)</i>	<i>Factor</i>
<i>Mitad de popa</i>	<i>Perpendicular de popa</i>	<i>25 (L/3+10)</i>	<i>1</i>
	<i>1/6L desde la P de pp</i>	<i>11,1 (L/3+10)</i>	<i>3</i>
	<i>1/3L desde la P de pp</i>	<i>2,8 (L/3+10)</i>	<i>3</i>
	<i>Centro del buque</i>	<i>0</i>	<i>1</i>
<i>Mitad de proa</i>	<i>Centro del buque</i>	<i>0</i>	<i>1</i>
	<i>1/3L desde la P de pr</i>	<i>5,6 (L/3+10)</i>	<i>3</i>
	<i>1/6L desde la P de pp</i>	<i>22,2 (L/3+10)</i>	<i>3</i>
	<i>Perpendicular de proa</i>	<i>50 (L/3+10)</i>	<i>1</i>

2. Cuando se conceda un exceso de arrufo por una toldilla o un castillo, se utilizará la siguiente fórmula:

$$s = \frac{y \cdot L'}{3 \cdot L}$$

siendo:

*s = el suplemento de arrufo, a deducir del defecto, o añadir al exceso de arrufo;*

*y = la diferencia entre las alturas real y normal de la superestructura en la perpendicular de popa o de proa;*

*L' = la longitud media de la parte cerrada de la toldilla o castillo, hasta un máximo de 0,5 L;*

*L = la eslora del buque, según se define en la regla 3."*

Introduciendo los datos del buque proyecto se obtiene:

<i>Standard Sheer Profile</i>					
<i>Station</i>	<i>Ordinate</i>	<i>Factor</i>	<i>Product</i>		
After perpendicular	919	1	919		
1/6 L from A.P.	408	3	1224		
1/3 L from A.P.	103	3	309		
Amidships	0	1	0	After Sheer	2452
Amidships	0	1	0		
1/3 L from A.P.	206	3	618		
1/6 L from A.P.	816	3	2448		
Forward perpendicular	1838	1	1838	Forward Sheer	4904

Forward and After corrections for Sheer be allowed

Corrected After Product Difference	-2452
Corrected Forward Product Difference	-4904

Sheer credit for poop or forecastle

	<b>Real</b>	<b>Standard</b>	<b>Difference</b>	<b>s</b>
<b>Forecastle</b>	2500	1853	647	41
<b>Poop</b>	0	1853	-1853	-309

La corrección que hay que aplicar es de:

<b>R-38</b>	<b>372</b>
-------------	------------

## 2.14 REGLA 39. ALTURA MÍNIMA DE PROA Y FLOTABILIDAD DE RESERVA

Según el convenio:

*“La altura de proa ( $F_b$ ), definida como la distancia vertical en la perpendicular de proa entre la línea de flotación correspondiente al francobordo de verano asignado y al asiento proyectado y la parte superior de la cubierta de intemperie en el costado, no será inferior a:*

$$F_b = (6075(L/100) - 1875(L/100)^2 + 200(L/100)^3)(2,08 + 0,609C_{b1} - 1,603C_{wf} - 0,0129(L/d_1))$$

Siendo:

$F_b$  = la altura mínima de proa calculada, en mm;

$L$  = la eslora definida en la regla 3, en m;

$B$  = la manga de trazado definida en la regla 3, en m;

$d_1$  = el calado en el 85% del puntal  $D$ , en m;

$C_b$  = el coeficiente de bloque definido en la regla 3;

$C_{wf}$  = el coeficiente del área de la flotación a proa de  $L/2$ :  $C_{wf} = A_{wf} / \{(L/2) \cdot B\}$ ; y

$A_{wf}$  = el área de la flotación a proa de  $L/2$  para el calado  $d_1$ , en  $m^2$ .”

Introduciendo los valores del buque proyecto:

Waterplane area forward of $L/2$ at draught $d_1$ ( $A_{wf}$ )	697,00 $m^2$
--	--------------

L	80,304	$d_1$	7,021
B	19,13	$C_b$	0,7923
		$C_{wf}$	0,9074

<b>Minimum bow height (<math>F_b</math>)</b>	<b>3624 mm</b>
--	----------------

Además, se indica en el convenio:

*“Todos los buques a los que se les haya asignado un francobordo tipo ‘B’, salvo los petroleros, quimiqueros y gaseros, tendrán una flotabilidad de reserva adicional en el extremo proel. en la sección delimitada por  $0,15L$  a popa de la perpendicular de proa, la suma del área proyectada entra la flotación de carga de verano y el borde de la cubierta ( $A_1$  y  $A_2$  en la figura 39.3) y al área proyectada de una superestructura cerrada ( $A_3$ ), si existe, no será inferior a:*

$$\left( 0,15 \cdot F_{min} + 4 \cdot \left( \frac{L}{3} + 10 \right) \right) \cdot \frac{L}{1000} \text{ [m}^2\text{]}$$

siendo:

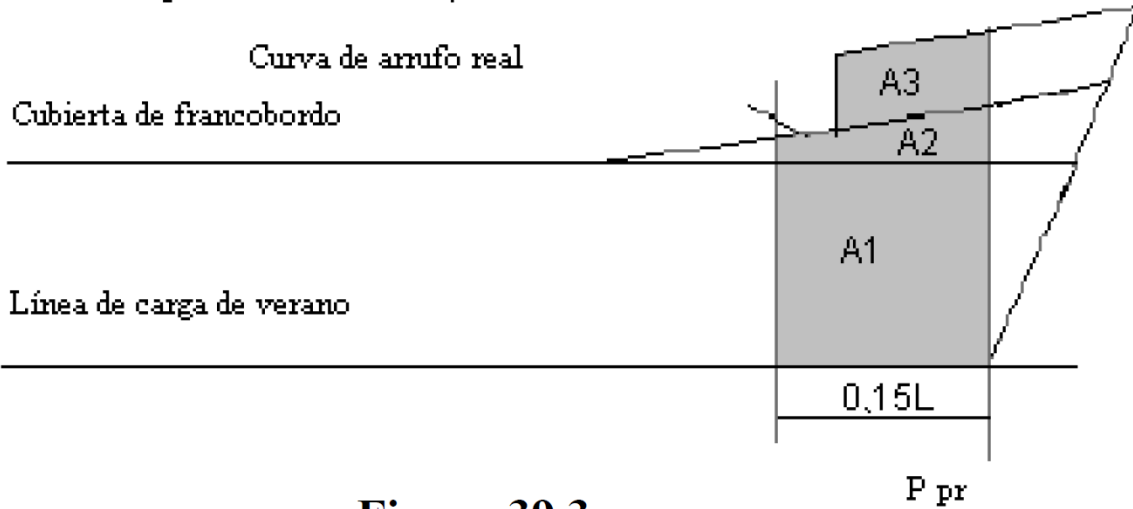
$$F_{min} = (F_0 \cdot f_1) + f_2;$$

$F_0$  = francobordo tabular, en mm, obtenido (...), corregido con arreglo a la regla 27, según sea el caso;

$f_1$  = corrección por coeficiente de bloque indicada en la regla 30; y

$f_2$  = corrección por puntal, en mm, indicada en la regla 31."

Superestructura cerrada, si existe



**Figura 39.3**

Introduciendo los valores del buque proyecto se obtiene:

F0	846 mm
f1	1,0545
f2	490 mm
fmin	1383 mm

Minimun projected area	29,06 m <sup>2</sup>
Actual projected area	130,14 m <sup>2</sup>

Cumple con el valor mínimo.

## 2.15 RESUMEN CORRECCIONES DE FRANCOBORDO

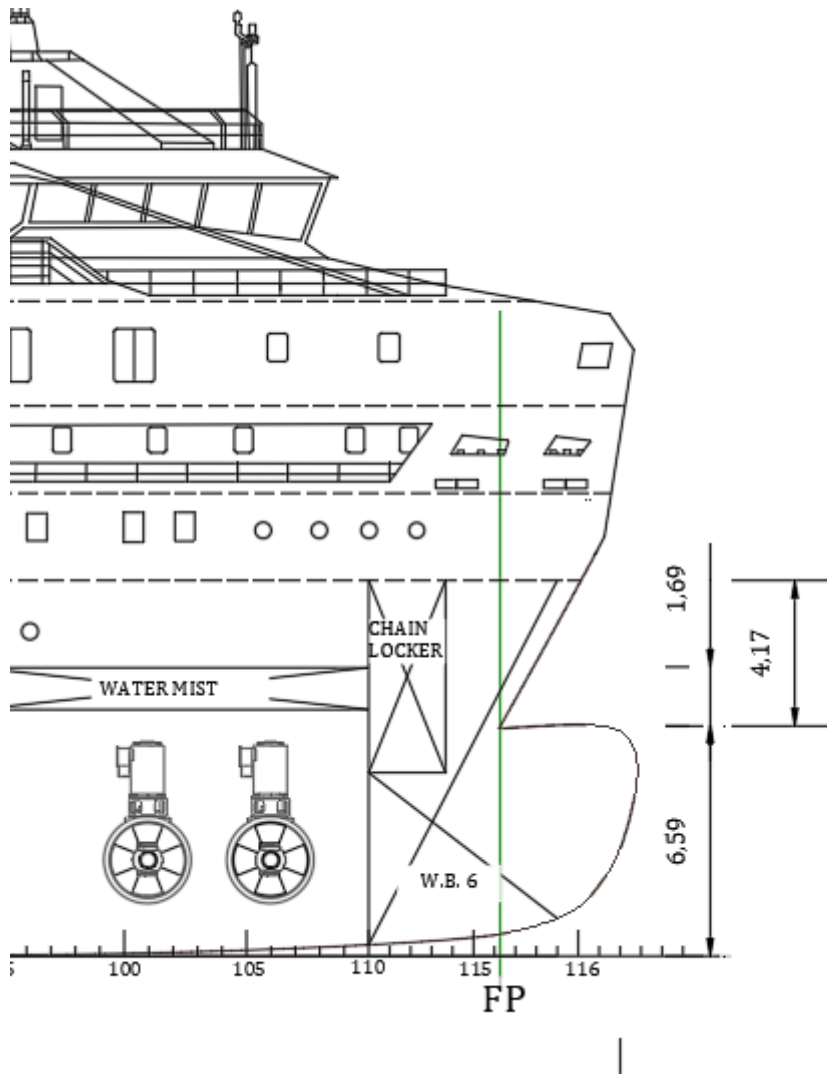
Todas las correcciones que hay que hacer al francobordo son:

R-28	893 mm
R-29	17 mm
R-30	50 mm
R-31	490 mm
R-32.1	0 mm
R-37	-137 mm
R-38	372 mm
<b>Sum</b>	<b>1685 mm</b>

Freeboard in Salt Water	1685 mm
-------------------------	---------

<b>Minimun Summer Freeboard</b>	<b>1685 mm</b>
<b>Maximun Summer Draught</b>	<b>6593 mm</b>

Sabiendo el francobordo mínimo se comprueba que se cumple la altura mínima en proa y se observa que cumple, ya que la altura es de 4170 mm y la mínima es de 3624 mm:



Comparando el calado máximo de 6,593 m con los obtenidos en las condiciones de carga:

<b>Condición de carga 1</b>	<b>6,588 m</b>
Condición de carga 2	5,879 m
Condición de carga 3	4,697 m
Condición de carga 4	4,082 m
Condición de carga 5	5,837 m
Condición de carga 6	5,231 m

La condición de carga más restrictiva es la condición de carga 1 y se cumple el calado máximo.

## 2.16 REGLA 40. FRANCOBORDOS MÍNIMOS

### Francobordo de verano

*“a) El francobordo mínimo de verano será el francobordo obtenido de las tablas de la regla 28, modificado por las correcciones de las reglas 27, en la medida en que sea aplicable, 29, 30, 31, 32, 37, 38 y, si procede, la regla 39.*

*b) El francobordo en agua salada, calculado de acuerdo con el párrafo 1), pero sin la corrección por la línea de cubierta que se indica en la regla 32, no será inferior a 50 mm. Para los buques que tengan en emplazamientos de clase 1 escotillas con tapas que no cumplan las prescripciones de la regla 16, párrafos 1) a 5), o la regla 26, el francobordo no será inferior a 150 mm.”*

<b>Summer Freeboard</b>	<b>1685 mm</b>
-------------------------	----------------

### Francobordo tropical

*“c) El francobordo mínimo en la zona tropical será el francobordo obtenido restando del francobordo de verano 1/48 del calado de verano, medido desde el canto alto de la quilla al centro del anillo de la marca de francobordo.*

*d) El francobordo en agua salada, calculado de acuerdo con el párrafo 3), pero sin la corrección por la línea de cubierta que se indica en la regla 32, no será inferior a 50 mm. Para los buques que tengan en emplazamientos de clase 1 escotillas con tapas que no cumplan las prescripciones de la regla 16, párrafos 1) a 5), o la regla 26, el francobordo no será inferior a 150 mm.”*

<b>Tropical Freeboard</b>	<b>1548 mm</b>
---------------------------	----------------

### Francobordo de invierno

*“e) El francobordo mínimo de invierno será el francobordo obtenido añadiendo al francobordo de verano 1/48 del calado de verano, medido desde el canto alto de la quilla al centro del anillo de la marca de francobordo.”*

<b>Winter Freeboard</b>	<b>1823 mm</b>
-------------------------	----------------

### Francobordo de invierno en el Atlántico Norte

*“f) El francobordo mínimo para buques de eslora no superior a 100 m que naveguen por cualquier parte del Atlántico Norte, definido en la regla 52 (Anexo II), durante el periodo estacional de invierno, será el francobordo de invierno más 50 mm. Para los demás buques el francobordo de invierno en el Atlántico Norte será el francobordo de invierno.”*

<b>Winter N. Atlantic Freeboard</b>	<b>1873 mm</b>
-------------------------------------	----------------

### Francobordo de agua dulce

“g) El francobordo mínimo en agua dulce de densidad igual a la unidad se obtendrá restando del francobordo mínimo en agua salada:

$$\frac{\Delta}{40T} \text{ [cm]}$$

siendo:

$\Delta$  = el desplazamiento en agua salada, en toneladas, en la flotación en carga de verano; y

$T$  = las toneladas por centímetro de inmersión en agua salada, en la flotación en carga de verano.”

<b><i>Fresh Water</i></b>	<b><i>1672 mm</i></b>
---------------------------	-----------------------

## 2.17 RESUMEN FRANCOBORDO

A continuación, se muestra una tabla resumen con todos los resultados obtenidos y comprobación de cumplimiento:

Francobordo	Valor, en mm	Valor mínimo, en mm	Cumplimiento
Verano	1685	50	Si
Tropical	1548	50	Si
Invierno	1823	50	Si
Invierno Atlántico Norte	1873	50	Si
Agua dulce	1672		



### 3 ARQUEO

---

En este apartado se obtendrá tanto el arqueo bruto como el arqueo neto del buque utilizando el Convenio Internacional sobre Arqueo de buques de 1969

#### 3.1 ARQUEO BRUTO

El valor del arqueo bruto viene dado por la expresión:

$$GT = K \cdot V$$

“Siendo:

$$K = 0,2 + 0,02 \cdot \log(V)$$

*V = volumen de todos los espacios cerrados que se encuentren en el interior del buque expresado en m<sup>3</sup>.*”

Par el cálculo del volumen hasta la cubierta principal se utiliza el Maxsurf ay que se tienen las formas del buque proyecto. Para esto se calculan las curvas hidrostáticas con un calado de 8,26 m, el puntal a la cubierta principal y se obtiene:

SANDRA ALLEGUE GARCÍA  
CUADERNO 9

<b>Draft Amidships m</b>	<b>8,260</b>
<b>Displacement t</b>	<b>10111</b>
Heel deg	0,0
Draft at FP m	8,260
Draft at AP m	8,260
Draft at LCF m	8,260
Trim (+ve by stern) m	0,000
WL Length m	17,906
Beam max extents on WL m	16,589
Wetted Area m <sup>2</sup>	3854,360
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	203,738
Prismatic coeff. (Cp)	0,806
Block coeff. (Cb)	0,911
Max Sect. area coeff. (Cm)	1,130
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,156
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	35,950
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	68,677
KB m	4,499
KG m	6,578
BMt m	0,296
BML m	0,480
GMt m	-1,783
GML m	-1,599
KMt m	4,795
KML m	4,979
Immersion (TPc) tonne/cm	2,088
MTc tonne.m	-2,058
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	-314,648
Max deck inclination deg	0,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0000

$$V_{hasta\ cub.princ.} = \frac{10111}{1,025} = 9864,4\ m^3$$

Para el volumen de la habitación se usarán los planos del buque base utilizado en el Cuaderno 7, ya que el buque proyecto no está completamente definido. Se examinará el volumen de espacio cerrado en cada cubierta:

$$V_{cub.3} = 1544,4 \text{ m}^3$$

$$V_{cub.4} = 762,6 \text{ m}^3$$

$$V_{cub.5} = 764,4 \text{ m}^3$$

$$V_{cub.6} = 1161,6 \text{ m}^3$$

$$V_{puente} = 450,58 \text{ m}^3$$

Además, también se consideran espacio cerrado la chimenea y los polines de las grúas, como no se conocen estos valores se estiman como:

$$V_{chimeneas} = 30 \text{ m}^3$$

$$V_{polineas \text{ grúas}} = 2 \cdot 15 = 30 \text{ m}^3$$

El volumen total de espacios cerrados es:

$$V_{total} = 9864,4 + 1544,4 + 762,6 + 764,4 + 1161,6 + 450,58 + 30 + 30 = \mathbf{14554 \text{ m}^3}$$

Sustituyendo en la expresión:

$$GT = [0,2 + 0,02 \cdot \log(14554)] \cdot 14554$$

$$\mathbf{GT = 4122}$$

### 3.2 ARQUEO NETO

El valor del arqueo neto se determina mediante la expresión:

$$NT = K_2 \cdot V_c \cdot \left(\frac{4d}{3D}\right)^2 + K_3 \cdot \left(N_1 + \frac{N_2}{10}\right)$$

“Siendo:

$$K_2 = 0,2 + 0,02 \cdot \log(V_c)$$

$V_c$  = volumen de espacios de carga

$d$  = calado de verano en metros

$D$  = puntal de trazado en metros

$$K_3 = 1,25 \cdot \frac{GT + 100000}{10000}$$

$GT$  = arqueo bruto del buque

$N_1$  = es el número de pasajeros alojados en camarotes de menos de ocho literas

$N_2$  = el resto de los pasajeros”

#### **Consideraciones:**

i) el factor  $\left(\frac{4d}{3D}\right)^2$  no se tomará superior a 1;

ii) el término  $K_2 \cdot V_c \cdot \left(\frac{4d}{3D}\right)^2$  no se tomará inferior a 0,25 GT

iii) NT no se tomará inferior a 0,30GT

*iv) cuando  $N1+N2$  sea inferior a 13 las magnitudes  $N1$  y  $N2$  se considerarán iguales a cero."*

Tomando como pasajeros el personal que se transporta hasta la plataforma, se tienen un total de 10 pasajeros. Como se indica en el párrafo anterior,  $N1+N2$  se tomará 0 ya que hay menos de 13 pasajeros a bordo, por lo que el segundo término de la ecuación queda eliminado quedando:

$$NT = K_2 \cdot V_c \cdot \left(\frac{4d}{3D}\right)^2$$

El volumen de los espacios de carga es:

SANDRA ALLEGUE GARCÍA  
CUADERNO 9

Tanques	Volumen (m3)
MUD 1 BR	65,595
MUD 1 ER	65,595
MUD 2 BR	65,595
MUD 2 ER	65,595
MUD 3 BR	65,595
MUD 3 ER	65,595
DO/BO BR	64,319
DO/BO ER	64,319
MET BR	101,283
MET ER	101,283
BO/SP BR	101,283
BO/SP ER	101,283
FW 1 BR	82,548
FW 1 ER	69,847
FW 2 ER	33,477
FW 3 BR	33,066
FW 4 BR	34,742
FW 4 ER	34,742
FW 5 ER	85,973
DO 2 ER	156,894
DO 3 ER	144,086
DO 4 ER	79,18
CEM 1 BR	52,339
CEM 1 CE	52,339
CEM 1 ER	52,339
CEM 2 BR	52,339
CEM 2 CE	52,339
CEM 2 ER	52,339
<b>TOTAL Vc</b>	<b>1995,929</b>

Sustituyendo en las expresiones:

$$\left(\frac{4 \cdot 6,593}{3 \cdot 8,26}\right)^2 = 1,13 > 1$$

Por lo que el valor de esa expresión se tomará 1.

$$[0,2 + 0,02 \cdot \log(1995,929)] \cdot 1995,929 \cdot 1 = 531$$

$$0,25 \cdot GT = 0,25 \cdot 4122 = 1030,5$$

El valor calculado es menor que  $0,25GT$  por lo que este última sería el valor del arqueo, pero como también ha de cumplir:

$$NT > 0,30 \cdot GT = 0,30 \cdot 4122 = 1236,6$$

Se toma como valor final de arqueo:

$$NT = 1236$$