



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2020/21**

---

*BULKCARRIER 100 000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNA/O**

Sofia Fraga Ludeiro

**TUTORAS/ES**

Marcos Míguez González

**FECHA**

Junio 2021



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2020/21**

---

*BULKCARRIER 100 000 T.P.M*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno 9**

**FRANCOBORDO Y ARQUEO**



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

*CURSO 2020-2021*

**PROYECTO NÚMERO**

**TIPO DE BUQUE:** Bulkcarrier

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

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 100 000 T.P.M Grano/ mineral

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos en servicio al 85% MCR +15% y 15.000 millas a la velocidad de servicio

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Escotillas de accionamiento hidráulico

**PROPULSIÓN:** Motor dual diésel y gas con hélice de paso fijo

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 13 tripulantes

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:**

Lo habitual en este tipo de buques

Ferrol, 2 Octubre 2020

ALUMNO/A: **D<sup>a</sup> SOFÍA FRAGA LUDEIRO**

## ÍNDICE

1	Introducción .....	5
2	Francobordo.....	5
2.1	Características reglamentarias .....	6
2.1.1	Eslora de francobordo.....	6
2.1.2	Manga de Francobordo.....	6
2.1.3	Puntal de trazado.....	7
2.1.4	Puntal de Francobordo .....	7
2.1.5	Coefficiente de bloque .....	7
2.1.6	Cubierta de Francobordo .....	8
2.2	Cálculo de Francobordo.....	8
2.3	Correcciones.....	10
2.3.1	Corrección por Francobordo tipo B-60 .....	10
2.3.2	Corrección por Eslora inferior a 100 m.....	11
2.3.3	Corrección por Coeficiente de bloque .....	11
2.3.4	Corrección por Puntal .....	11
2.3.5	Corrección por Altura de Superestructura .....	11
2.3.6	Corrección por Longitud de Superestructura.....	12
2.3.7	Corrección por Arrufo.....	12
2.3.8	Resultado final corrección Francobordo.....	14
2.3.9	Corrección Altura de Proa.....	14
2.4	Líneas de carga .....	15
2.4.1	Resumen de Líneas de carga .....	16
3	Arqueo .....	18
3.1	Características reglamentarias .....	18
4	Arqueo bruto .....	19
4.1	Arqueo Neto.....	20

## 1 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se realizará el cálculo del francobordo, siguiendo el *Convenio Internacional sobre Líneas de Carga de 1966* y *Protocolo de 1988*, así como del arqueo, a través del *Convenio Internacional de Arqueo de Buques de 1969*, correspondientes al buque proyecto.

El buque a proyectar dota de las siguientes características principales:

<b>Parámetros de forma del buque</b>	
<b>Eslora entre Perpendiculares</b>	241 m
<b>Manga</b>	38 m
<b>Calado</b>	15,15 m
<b>Puntal</b>	21 m
<b>Desplazamiento (<math>\Delta</math>)</b>	119786 t
<b>Superficie Mojada</b>	14483,269 m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente de Bloque</b>	0,838
<b>Coefficiente Prismático</b>	0,845
<b>Coefficiente de la Maestra</b>	0,996
<b>Coefficiente de Flotación</b>	0,908
<b>Velocidad</b>	15 nudos
<b>Semi ángulo de entrada</b>	36°
<b>Potencia al 85 % MCR</b>	20291,8 Kw
<b>RPM</b>	87 rpm



“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 metálicos, o hasta la superficie exterior del casco, en los buques con forro de otros materiales.”

Por tanto, se establece que, la manga del buque tendrá un valor de 38 m.

### 2.1.3 Puntal de trazado

Se establece en la regla 3.5 a del convenio de Líneas de Carga que:

“Es la distancia vertical medida desde el canto alto de la quilla hasta el canto alto del bao de cubierta de francobordo en el costado.”

### 2.1.4 Puntal de Francobordo

“Es el puntal de trazado en el centro del buque más el espesor de la plancha de trancañil de la cubierta de francobordo”

$$D = 21$$

El espesor de la traca de trancañil se calculó en el cuaderno 8 y se obtuvo un espesor:

$$e_{\text{trancañil}} = 11.5 \text{ mm}$$

$$D_{\text{francobordo}} = 21 = 21,115 \text{ m}$$

### 2.1.5 Coeficiente de bloque

El coeficiente de bloque se calculará para el 85% del puntal mínimo de trazado según la siguiente fórmula conocida:

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

$$C_b = \frac{141046,82}{234 * 38 * 17,85} = 0,8024$$

Donde:

- $D_1$  es el valor del puntal al 85%, el cual ya se ha calculado previamente y tiene un valor de 17,85 m
- $\nabla$ : Es el volumen de desplazamiento para el puntal al 85%, este valor se obtiene mediante el programa Maxsurf, introduciendo  $d_1$  y un trimado 0. Se obtiene un valor de 141046,82 m<sup>3</sup>

Hidrostáticas a 17,85 m	
Displacement t	144573
Volume (displaced) m <sup>3</sup>	141046,826
Heel deg	0,0
Draft at FP m	17,850
Draft at AP m	17,850
Draft at LCF m	17,850
Trim (+ve by stern) m	0,000
WL Length m	241,610
Beam max extents on WL m	38,694
Wetted Area m <sup>2</sup>	15577,221
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	8425,951
Block coeff. (Cb)	0,845

### 2.1.6 Cubierta de Francobordo

Es aquella a la cual llegan los mamparos estancos, en este caso coincide con la cubierta principal del buque a proyectar.

## 2.2 Cálculo de Francobordo

Para el cálculo del francobordo será necesario utilizar un francobordo tubular que viene recogido en la tabla del “*Convenio internacional sobre Líneas de Carga de 1966 y Protocolo de 1988*”.

Teniendo un valor de eslora de 231 m e interpolando el valor del francobordo tubular obtenido es el siguiente, será necesario obtenerlo tanto para la tabla A como para la tabla B:

$$\text{Francobordo tubular}_{\text{tabla A}} = 2880 \text{ mm}$$

$$\text{Francobordo tubular}_{\text{tabla B}} = 3795 \text{ mm}$$

Se adjunta tabla de los francobordos tubulares.

Esiora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)	Esiora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)	Esiora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)
129	1615	166	2212	203	2641
130	1632	167	2226	204	2650
131	1650	168	2240	205	2659
132	1667	169	2254	206	2669
133	1684	170	2268	207	2678
134	1702	171	2281	208	2687
135	1719	172	2294	209	2696
136	1736	173	2307	210	2705
137	1753	174	2320	211	2714
138	1770	175	2332	212	2723
139	1787	176	2345	213	2732
140	1803	177	2357	214	2741
141	1820	178	2369	215	2749
142	1837	179	2381	216	2758
143	1853	180	2393	217	2767
144	1870	181	2405	218	2775
145	1886	182	2416	219	2784
146	1903	183	2428	220	2792
147	1919	184	2440	221	2801
148	1935	185	2451	222	2809
149	1952	186	2463	223	2817
150	1968	187	2474	224	2825
151	1984	188	2486	225	2833
152	2000	189	2497	226	2841
153	2016	190	2508	227	2849
154	2032	191	2519	228	2857
155	2048	192	2530	229	2865
156	2064	193	2541	230	2872
157	2080	194	2552	231	2880
158	2096	195	2562	232	2888
159	2111	196	2572	233	2895
169	2126	197	2582	234	2903
161	2141	198	2592	235	2910
162	2155	199	2602	236	2918
163	2169	200	2612	237	2925
164	2184	201	2622	238	2932
165	2198	202	2632	239	2989

TABLA B (continuación)

Esloza del buque (metros)	Francobordo (milímetros)	Esloza del buque (metros)	Francobordo (milímetros)	Esloza del buque (metros)	Francobordo (milímetros)
126	1815	163	2580	200	3264
127	1837	164	2600	201	3280
128	1859	165	2620	202	3296
129	1880	166	2640	203	3313
130	1901	167	2660	204	3330
131	1921	168	2680	205	3347
132	1940	169	2698	206	3363
133	1959	170	2716	207	3380
134	1979	171	2735	208	3397
135	2000	172	2754	209	3413
136	2021	173	2774	210	3430
137	2043	174	2795	211	3445
138	2065	175	2815	212	3460
139	2087	176	2835	213	3475
140	2109	177	2855	214	3490
141	2130	178	2875	215	3505
142	2151	179	2895	216	3520
143	2171	180	2915	217	3537
144	2190	181	2933	218	3554
145	2209	182	2952	219	3570
146	2229	183	2970	220	3586
147	2250	184	2988	221	3601
148	2271	185	3007	222	3615
149	2293	186	3025	223	3630
150	2315	187	3044	224	3645
151	2334	188	3062	225	3660
152	2354	189	3080	226	3675
153	2375	190	3098	227	3690
154	2396	191	3116	228	3705
155	2418	192	3134	229	3720
156	2440	193	3151	230	3735
157	2460	194	3167	231	3750
158	2480	195	3185	232	3765
159	2520	196	3202	233	3780
160	2520	197	3219	234	3795
161	2540	198	3235	235	3808
162	2560	199	3249	236	3821

## 2.3 Correcciones

### 2.3.1 Corrección por Francobordo tipo B-60

En la **regla 27** se explica que los buques de tipo B-60 no se reducirán en más de un 60% de la diferencia existente entre los valores indicados en las tablas para los tipos A y B.

Francobordo tubular L=234 m	
Tipo A	2903
Tipo B	3795

$$\text{Francobordo tubular}_{B60} = 3795 - 0,6 * (3795 - 2903) = \mathbf{3259,8 \text{ mm}}$$

### 2.3.2 Corrección por Eslora inferior a 100 m

**Regla 29.** Esta corrección no se aplica al tener el buque proyecto una eslora superior a 100 m

### 2.3.3 Corrección por Coeficiente de bloque

**Regla 30.** Esta regla establece que si el confidente de bloque es superior a 0,68 se tendrá que aplicar una corrección al francobordo tubular.

$$Cb > 0.68 \rightarrow \text{aplica corrección}$$

$$C1 = \frac{Cb + 0,68}{1,36} = \frac{0,844 + 0,68}{1,36} = 1,12$$

### 2.3.4 Corrección por Puntal

**Regla 31.** Esta regla se aplica si

$$D > \frac{L}{15} \rightarrow \text{Aplica corrección}$$

$$\text{Aumento} = C2 = \left(D - \frac{L}{15}\right) * R$$

$$C2 = \left(17.85 - \frac{234}{15}\right) * 250 = 595.83 \text{ mm}$$

Donde R para una eslora superior a 120 m toma el valor de 250

### 2.3.5 Corrección por Altura de Superestructura

**Regla 33 y 35.** La única superestructura del buque es el castillo de proa La altura normal de una superestructura según el Convenio se determinará mediante la siguiente tabla:

L (metros)	Saltillo	Todas las demás superestructuras
30 ó menos	0,90	1,80
75	1,20	1,80
125 ó más	1,80	2,30

En este caso se establece que la altura mínima es de 2.3 m, en este caso en particular la altura de la superestructura mide 3,7 m.

Como la altura del castillo de proa es mayor a la altura normal para esta eslora, y su manga es máxima, su longitud (S) es igual a la longitud efectiva de superestructura €. Por lo tanto:

$$E = S = 19.3 \text{ m}$$

### 2.3.6 Corrección por Longitud de Superestructura

#### Regla 37.

$$\text{Reducción (C3)} = De * \text{porcentaje}$$

Donde

- De: tendrá el valor de 1070 mm por ser la eslora del buque proyecto superior a 122 m
- E: es la longitud efectiva de la superestructura, que se ha establecido en el apartado anterior que tiene un valor de 19,3 m
- L: es la eslora de francobordo, que se ha establecido como 234 m

*Porcentaje de reducción para buques de tipo "A"*

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

$$\frac{E}{L} = \frac{19,3}{234} = 0,0824$$

Interpolando en la tabla se obtiene lo siguiente:

Interpolación regla 37= porcentaje	
E/L	%Reducción
0	0
0,0824	5,76
0,1*L	7

$$\text{Reducción (C3)} = 1070 * 0,0576 = 61,63 \text{ mm}$$

### 2.3.7 Corrección por Arrufo

**Regla 38.** Aplica debido al castillo de proa, por tanto.

Para determinar la curva de arrufo normal habrá que tener en cuenta lo siguiente:

	Situación	Fórmula de Ordenada	Factor	Producto
<b>Mitad de Popa</b>	Perpendicular Popa	$25 * (\frac{L}{3} + 10)$	1	2200
	1/6L desde Ppp	$11.1 * (\frac{L}{3} + 10)$	3	976,8
	1/3L desde Ppp	$2.8 * (\frac{L}{3} + 10)$	3	246,4
	Centro barco	0	1	0
	Total			
<b>Mitad de Proa</b>	Centro barco	0	1	0
	1/3L desde Ppp	$5.6 * (\frac{L}{3} + 10)$	3	492,8
	1/6L desde Pp	$22.2 * (\frac{L}{3} + 10)$	3	1953,6
	Perpendicular Proa	$50 * (\frac{L}{3} + 10)$	1	4400
	Total			

El buque no tiene arrufo, por tanto el arrufo real será 0, aunque se tendrá que tener en cuenta el arrufo virtual generado por el castillo de proa.

	Arrufo normal en mm	Arrufo real en mm
<b>Y popa</b>	3423,2	0
<b>Y proa</b>	6846,4	0

- *Arrufo real proa < Arrufo normal proa → Defecto de arrufo en proa*
- *Arrufo real popa < Arrufo normal popa → Defecto de arrufo en popa*

Como se debe tener en cuenta el arrufo virtual:

$$s' = \left( \frac{y * L'}{3 * L} \right) = \left( \frac{1.4 * 19.3}{3 * 234} \right) = 0.038 \text{ m}$$

Donde

- S'= suplemento de arrufo, a deducir o a añadir al exceso de arrufo
- Y: es la variación de altura entre la altura normal establecida para esloras superiores a 125 que corresponde a 2,3 m y la altura real del castillo en este caso,

$$Y = 3.7 - 2.3 = 1.4$$

La corrección por arrufo será el producto de la diferencia de los arrufos normal y real por  $(0.75 - s'/2 * L)$ .

$$\frac{(Anpr - Arpr) + (anpp - Arpp)}{16}$$

$$\frac{3423,2 + 6846,4}{16} - 38 = 603,85 \text{ mm}$$

$$Defecto (C4) = 0,603 * \left( 0,75 - \frac{s'}{2 * L} \right) = 0,45 \text{ m} = 450 \text{ mm}$$

### 2.3.8 Resultado corrección Francobordo

$$Fb_{\text{corrección}} = (\text{Francobordo tubular} * C1) + C2 - C3 + C4$$

$$Fb_{\text{corrección}} = 4602,578 * 1,09 + 595,83 - 61,63 + 450 = 5862,93 \text{ mm}$$

$$T_{fb} = 21.115 - 5,86 = 15,255 \text{ m}$$

### 2.3.9 Corrección Altura de Proa

Regla 39. La altura de proa se define 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:

$$Fb_1 = \left[ 6075 * \left( \frac{L}{100} \right) - 1875 * \left( \frac{L}{100} \right)^2 + 200 * \left( \frac{L}{100} \right)^3 \right] * [2,08 + 0,603 * C_b - 1,606 * C_{wf} - 0,0129 * \frac{L}{d_i}]$$

$$Fb_1 = 5915,31 \text{ mm}$$

Donde,

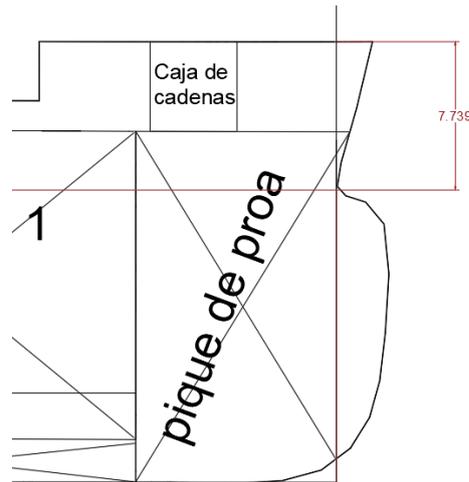
- $F_{b1}$  : ls altura mínima de proa calculada en mm
- $D_1$  : es el puntal al 85% en m
- $C_b$  es el definido según la regla 3
- $C_{wf}$ : es el coeficiente del área de la flotación a proa de L/2 tal que,

$$C_{wf} = \left( \frac{A_{wf}}{L * B} \right) * 2$$

$$C_{wf} = \frac{4212,9}{232 * 38} * 2 = 0,9465$$

- $A_{wf}$ : Es el área de la flotación a proa de L/2 de la flotación "d<sub>1</sub>", se obtiene extrayendo una línea de agua por el calado "d<sub>1</sub>" del plano de formas del buque de la cual nos quedamos con la mitad de proa y se calcula el área de la misma, esto se obtiene de las hidrostáticas en Maxsurf, se obtiene por tanto un área de 4212,9 m<sup>2</sup>

Ahora se comprobará si se debe corregir por altura mínima de proa, se mide en Autocad desde el calado de verano y se obtiene lo siguiente, se muestra croquis:



$$H \text{ proa} > \text{Altura mínima}$$

$$7,739 > \text{Altura mínima} \rightarrow 7,739 \text{ m} > 5,915 \text{ m} \quad \text{CUMPLE}$$

Por tanto, el buque a proyectar no corrige por altura en proa.

### 2.3.10 Corrección por Estabilidad

Como se ha visto en el Cuaderno 5 al estudiar las diferentes condiciones de carga del buque, la condición donde se alcanzará un mayor calado será la de “Llegada a plena carga con el 10% de provisiones y combustible con carga Homogénea” donde se obtiene un calado de 15,61 m.

Draft Amidships m	15,117
Displacement t	125494
Heel deg	0,0
Draft at FP m	16,970
Draft at AP m	14,264
Draft at LCF m	15,638
Trim (+ve by stern) m	-2,706
WL Length m	241,452
Beam max extents on WL m	38,698
Wetted Area m <sup>2</sup>	14481,286
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	8346,366
Prismatic coeff. (Cp)	0,795
Block coeff. (Cb)	0,839

La corrección de estabilidad por tanto será:

$$Fb_{\text{corrección}} = 4602,578 * 1,09 + 595,83 - 61,63 + 450 = \mathbf{5862,93 \text{ mm}}$$

$$T_{\text{verano}} = D_f - F_{\text{ver}} = 21,115 - 5,86 = 15,255 \text{ m}$$

$$\text{Corrección estabilidad} = (T_{fb} - T_{cc}) = 15,255 - 15,117 = 0,078\text{m} = 78 \text{ mm}$$

### 2.3.11 Valor final del francobordo

$$\text{Francobordo final} = 5862,93 + 78 = 5940.93 \text{ mm}$$

## 2.4 Líneas de carga

Con los cálculos obtenidos hasta el momento se pueden obtener todos los francobordos mínimos.

-Línea de carga de verano

- Línea de carga de invierno
- Línea de carga Atlántico Norte
- Línea de carga tropical
- Línea de carga de agua dulce

Las zonas y regiones a las que se hacen referencia las anteriores líneas de carga son las definidas en el Anexo II del Convenio de Líneas de Carga, más concretamente las reglas 46 a la 52.

- Francobordo de Verano: Será el francobordo tubular modificado por las correcciones.

$$Fb_{Ver} = 5940,93 \text{ mm}$$

- Máximo calado de verano,  $T_{verano} = D_f - F_{ver} = 21,115 - 5,94 = 15,17 \text{ m}$

- Francobordo Invierno

$$Fb_{INV} = Fb_{Verano} + \frac{T_{Verano}}{48} = 5940,93 + \frac{15177}{48} = 6257,11 \text{ m}$$

- Máximo Calado de Invierno:  $T_{invierno} = 21,115 - 6,25 = 14,93 \text{ m}$

- Francobordo de Tropical

$$Fb_{TRO} = Fb_{Verano} - \frac{T_{Verano}}{48} = 5624,74 \text{ mm}$$

- Máximo Calado Tropical:  $T_{trop} = 21,115 - 5,62 = 15,49 \text{ m}$

- Francobordo del Atlántico Norte

Para buques de más de 100 m de eslora este es el mismo que el obtenido para el francobordo de invierno

$$Fb_{At.Norte} = Fb_{INV}$$

- Francobordo de Agua dulce

$$Fb_{A.Dulce} = Fb_{Verano} - \frac{\Delta}{40 * TCI} = 5940 - \frac{133274}{40 * 86,093} = 5901,29 \text{ mm}$$

Donde,

- $\Delta$ : es el desplazamiento en agua salada para el calado de verano 133274 toneladas A partir del programa de Maxsurf.
- TCI: son las toneladas por centímetro de inmersión, que se obtiene mediante el programa Maxsurf, obteniendo un valor de 86.093 tonn/cm

- Máximo Calado de Agua dulce:  $T_{dulce} = 21,115 - 5,90 = 15,215 \text{ m}$

### 2.4.1 Resumen de Líneas de carga

RESULTADOS LÍNEAS DE CARGA		
Línea de carga	Francobordo obtenido	Calado Máximo obtenido
Verano	5862,93	15,255
Invierno	5545,11	15,66

Tropical	6180,7	14,93
Atlántico Norte	5545,11	15,66
Agua Dulce	5824,22	15,29

### 3 ARQUEO

El concepto de arqueo indica el tamaño de un buque y se emplea para determinar reglamentariamente una gran mayoría de características técnicas además de ser necesario para tarifas en puertos y canales entre otros.

En este apartado se procede a calcular el Arqueo Según el “*Convenio Internacional de Arqueo de Buques de 1969*”, firmado en Londres el 23 de junio de 1969 por aquellos países representados en la OMI.

#### 3.1 Características reglamentarias

Para el cálculo óptimo de del arqueo es necesario primero establecer una serie de características que serán necesarias para su cálculo entre ellas las siguientes:

- *CUBIERTA DE ARQUEO*

Definida como la cubierta completa más alta expuesta a la intemperie y a la mar.

- *ESLORA*

Esta será la misma que en el apartado de francobordo, es decir, se tomará

$$L = 234 \text{ m.}$$

- *MANGA*

Al igual que en el apartado anterior se tomará un valor de

$$B = 38 \text{ m.}$$

- *PUNTAL DE TRAZADO*

$$D = 21.115 \text{ m.}$$

- *CALADO DE TRAZADO*

El calado de trazado, para buques sujetos al “Convenio Internacional sobre Líneas de Carga” es el correspondiente al calado de la línea de carga de verano.

$$T_{\text{verano}} = 15,255 \text{ m}$$

- *NÚMERO DE PASAJEROS*

Se considerará pasajero a toda aquella persona que no sea el capitán y la tripulación u otras personas controladas para realizar labores en el buque o niño menor de un año. En el buque a proyectar, al ser un buque de carga no tendrá pasajeros.

## 4 ARQUEO BRUTO

Según la regla 3 del Convenio anteriormente mencionado el arqueo bruto del buque se obtiene de la siguiente fórmula:

$$GT = K_1 * V$$

Donde;

- V es el volumen de todos los espacios cerrados del buque en metros cúbicos.

En cuanto a los espacios cerrados sobre cubierta encontramos los siguientes elementos, cuyas dimensiones se han obtenido del cuaderno 7.

	VOLUMEN m <sup>3</sup>
Castillo	203,16
Zona de Habilitación	6196,5
Guarda Calor	98,4
Total	6498,06

En este caso el volumen de la carena se obtiene mediante el programa "MAxsurf Stability", utilizando un calado de 21 m que equivale al puntal del buque, y se obtiene la siguiente tabla.

<b>Draft Amidships m</b>	<b>21,00</b>
<b>Displacement t</b>	<b>163627</b>
<b>Heel deg</b>	0,0
<b>Draft at FP m</b>	21,000
<b>Draft at AP m</b>	21,000
<b>Draft at LCF m</b>	21,000
<b>Trim (+ve by stern) m</b>	0,000
<b>WL Length m</b>	229,717
<b>Beam max extents on WL m</b>	32,613
<b>Wetted Area m<sup>2</sup></b>	32254,685
<b>Waterpl. Area m<sup>2</sup></b>	407,811
<b>Block coeff. (Cb)</b>	0,000
<b>LCB from zero pt. (+ve fwd) m</b>	123,219
<b>LCF from zero pt. (+ve fwd) m</b>	226,465
<b>KB m</b>	10,319
<b>BMt m</b>	0,155

$$\nabla = \frac{\Delta}{\rho} = \frac{1701125.06}{1.25} = \mathbf{136100,048 m^3}$$

Por otro lado K1 se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$K_1 = 0,2 + 0,02 * \log_{10} V = 0.2 + 0.02 * \log_{10} 136100,048 = 0,3026$$

Finalmente aplicando la fórmula indicada al principio se obtiene un arqueo bruto tal que:

$$\mathbf{GT = 0,30 * 136100,48 = 41194,37 GT}$$

## 4.1 Arqueo Neto

Se define arqueo Neto como la expresión de la capacidad utilizable de un buque, para transporte de carga, determinada de acuerdo con las disposiciones del convenio.

Teniendo en cuenta la regla 4 que nos indica:

$$NT = K_2 * V_c * \left(\frac{4 * d_c}{3 * D}\right)^2 + K_1 * \left(N_1 + \frac{N_2}{10}\right)$$

Donde:

- K<sub>2</sub> se obtiene de la siguiente expresión:

$$K_2 = 0,2 + 0,02 * \log_{10} * V_c$$

$$K_2 = 0,2 + 0,02 * \log_{10} * 60831,08 = 0,2956$$

Donde:

- D, es el calado de trazado que según el Convenio será el calado correspondiente a la línea de carga de verano, en este caso
- D, es el puntal de trazado del buque, que se ha establecido ya en 21 m
- V<sub>c</sub>, es el volumen total de los espacios de carga den metros cúbicos. Y este se ha obtenido previamente en Maxsurf en el Cuaderno 4.

NOMBRE	VOLUMEN m <sup>3</sup>
Bodega 7	9650,553
Bodega 6	11065,868
Bodega 5	11013,853
Bodega 4	10961,648
Bodega 3	10909,253
Bodega 2	10856,667
Bodega 1	7282,499
<b>Total</b>	<b>60831,08</b>

Para obtener el Arqueo neto es necesario además cumplir una serie de requisitos que se enuncian a continuación.

1.  $\left(\frac{4*d_c}{3*D}\right)^2 < 1 \rightarrow \left(\frac{4*15.255}{3*21.115}\right)^2 = 0.9279 \rightarrow \mathbf{CUMPLE}$
2.  $K_2 * V_c * \left(\frac{4*d_c}{3*D}\right)^2 > 0.25 * GT \rightarrow 16229.73 > 10298.52 \rightarrow \mathbf{CUMPLE}$
3.  $NT \text{ no se tomará inferio a } 0.30 * GT \rightarrow 12358.3 < 19830.78 \rightarrow \mathbf{CUMPLE}$

Además, destacar que, debido a la ausencia de pasajeros por la condición de buque de carga, la segunda parte de la fórmula será cero por tanto se obtiene lo siguiente.

$$NT = K_2 * V_c * \left(\frac{4 * d_c}{3 * D}\right)^2 = 0,2956 * 60831.08 * \left(\frac{4 * 16,54}{3 * 21}\right)^2 = \mathbf{19830.78 NT}$$