

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

BUQUE PORTACONTENEDORES
POST-PANAMAX
9000 TEU'S

CUADERNO 9. Francobordo y Arqueo.

PROYECTO NÚMERO: 15-13

Nadia Conde Alonso



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

ANTEPROYECTO Y PROYECTO FIN DE CARRERA

CURSO 2015-2016

PROYECTO NÚMERO 15-13

TIPO DE BUQUE: Buque Portacontenedores Post-panamax.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: Lloyd's Register.
Marpol. Solas.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 9000 TEUS.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: Velocidad máxima de 25,5 nudos, al 85% de MCR y 10% de margen de mar.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Sin grúas.

PROPULSIÓN: Motor acoplado a la línea de ejes.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 15 camarotes oficiales, 13 camarotes tripulación.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este tipo de buque.

Ferrol, Septiembre de 2015

ALUMNO: D^a Nadia Conde Alonso

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. CÁLCULO DEL FRANCOBORDO	5
2.1. CORRECCIONES AL FRANCOBORDO	7
2.1.1. CORRECCIÓN POR ESLORA MENOR DE 100 m.....	8
2.1.2. CORRECCIÓN POR COEFICIENTE DE BLOQUE.....	8
2.1.3. CORRECCIÓN POR PUNTAL.....	8
2.1.4. CORRECCIÓN POR SUPERESTRUCTURAS	9
2.1.5. CORRECCIÓN POR ARRUFO.....	9
2.2. DETERMINACIÓN DE LAS LINEAS DE CARGA.....	11
2.3. ALTURA MÍNIMA EN PROA.....	15
2.4. ALTURA EN PROA.....	16
3. CÁLCULO DEL ARQUEO.....	16
3.1. ARQUEO BRUTO	17
3.2. ARQUEO NETO	19

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*. También se procederá al cálculo del arqueo del buque utilizando el *Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques, 1969*.

Conocemos los siguientes datos del buque proyecto de cuadernos anteriores:

ESLORA TOT (<i>LOA</i>)	333,40 m.
ESLORA PERPENDICULARES (<i>LPP</i>)	318,40 m.
MANGA (<i>B</i>)	44,23 m.
PUNTAL (<i>D</i>)	26,41 m.
CALADO (<i>T</i>)	14,73 m.

2. CÁLCULO DEL FRANCOBORDO

El francobordo se define como la distancia medida verticalmente hacia abajo, en el centro del buque, desde el canto alto de la línea de cubierta hasta el canto alto de la línea de carga correspondiente. Para su cálculo debemos obtener primero una serie de características reglamentarias:

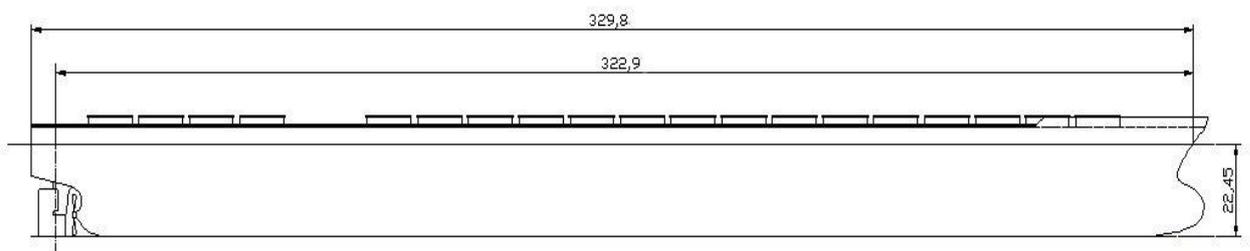
- *TIPO DE BUQUE.*

Será tipo B ya que, al contrario que para los buques del tipo A, no transporta carga líquida y no posee una alta integridad de la cubierta debido a las escotillas de carga.

- *ESLORA DE FRANCOBORDO.*

Se tomará esta eslora como el 96% de la eslora total medida en una flotación cuya distancia a la cara superior 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.

$$L_F = \max \{0,96 \times 329,84; 322,96\} = \max \{316,64; 322,96\} = \mathbf{322,96 \text{ m}}$$



- *PUNTAL DE FRANCOBORDO.*

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

$$D_F = 26,41 + 0,025 = 26,435 \approx \mathbf{26,44 \text{ m}}$$

- **FRANCOBORDO TABULAR.**

El siguiente paso a realizar es definir el francobordo tabular, función del tipo de buque (A o B) y de su eslora. Este valor se obtiene de una serie de tablas (28.2) del "Convenio Internacional sobre Líneas de Carga de 1966 y Protocolo de 1988".

Teniendo un valor de la eslora de 322,96 m e interpolando, el valor de nuestro francobordo tabular será:

$$FB \text{ tab} = 4878 \text{ mm}$$

Tabla 28.2

Tabla de francobordo para buques de tipo 'B' (Continuación)

Eslora del buque (m)	Francobordo (mm)	Eslora del buque (m)	Francobordo (mm)	Eslora del buque (m)	Francobordo (mm)
282	4420	310	4736	338	5035
283	4432	311	4748	339	5045
284	4443	312	4757	340	5055
285	4455	313	4768	341	5065
286	4467	314	4779	342	5075
287	4478	315	4790	343	5086
288	4490	316	4801	344	5097
289	4502	317	4812	345	5108
290	4513	318	4823	346	5119
291	4525	319	4834	347	5130
292	4537	320	4844	348	5140
293	4548	321	4855	349	5150
294	4560	322	4866	350	5160
295	4572	323	4878	351	5170
296	4583	324	4890	352	5180
297	4595	325	4899	353	5190
298	4607	326	4909	354	5200
299	4618	327	4920	355	5210
300	4630	328	4931	356	5220
301	4642	329	4943	357	5230
302	4654	330	4955	358	5240
303	4665	331	4965	359	5250
304	4676	332	4975	360	5260
305	4686	333	4985	361	5268
306	4695	334	4995	362	5276
307	4704	335	5005	363	5285
308	4714	336	5015	364	5294
309	4725	337	5025	365	5303

Los francobordos correspondientes a esloras intermedias se obtendrán por interpolación lineal.

Los francobordos de los buques de más de 365 m de eslora serán determinados por la Administración.

- *CUBIERTA DE FRANCOBORDO.*

La cubierta de francobordo será la cubierta completa más alta expuesta a la intemperie y a la mar. En el buque proyecto, la cubierta de francobordo será la cubierta al puntal de francobordo de 26,44 m.

- *VOLUMEN DE CARENA.*

Se tomará el volumen de carena para un calado igual al 85% del puntal, 22,45 m.

$$\nabla = 239.226 \text{ m}^3$$

- *MANGA DEL BUQUE.*

La manga del buque será la manga máxima medida en el centro del mismo.

$$B = 44,23 \text{ m.}$$

- *PUNTAL DE TRAZADO EN LA SECCIÓN MEDIA, D = 26,41 m.*

- *COEFICIENTE DE BLOQUE.*

Se tomará el coeficiente de bloque al 85% del puntal mediante la siguiente fórmula:

$$C_B = \frac{\nabla}{L \times B \times 85\%D} = \frac{239266}{322,96 \times 44,23 \times 22,45} = 0,746$$

2.1. CORRECCIONES AL FRANCOBORDO

Una vez conocidas las características anteriores es necesario aplicar una serie de correcciones al francobordo tabular calculado por las tablas del Convenio.

2.1.1. CORRECCIÓN POR ESLORA MENOR DE 100 m.

La corrección por puntal se encuentra en la regla 29 del Convenio. Se aplica sólo a buques tipo B cuya eslora sea menor de 100m. Como el buque proyecto tiene una eslora total de 333,37 m. no se aplica esta corrección.

2.1.2. CORRECCIÓN POR COEFICIENTE DE BLOQUE

La corrección por puntal se encuentra en la regla 30 del Convenio. Esta corrección se aplica a buques cuyo coeficiente de bloque al 85% del puntal es mayor de 0,68.

En el apartado anterior se obtuvo un coeficiente de bloque de:

$$C_B \text{ al } 85\% D = 0,746$$

Como este es superior a 0,68 se multiplicará el francobordo tabular calculado anteriormente por el factor:

$$C2 = \frac{C_B \text{ al } 85\% D + 0,68}{1,36} = 1,04852$$

2.1.3. CORRECCIÓN POR PUNTAL

La corrección por puntal se encuentra en la regla 31 del Convenio. Si el puntal del buque excede de $L/15$, el francobordo tabular se aumenta:

$$C3 = \left(D - \frac{L}{15}\right) \times R$$

Siendo $R = 250 \text{ mm}$ si $L \geq 120 \text{ m}$.

En el caso de nuestro buque:

$$26,41 > 21,53 \rightarrow D > L/15$$

por lo que al francobordo tabular habrá que aplicarle una corrección de:

$$C3 = \left(26,41 - \frac{322,96}{15} \right) \times 250 = \mathbf{1220 \text{ mm.}}$$

2.1.4. CORRECCIÓN POR SUPERESTRUCTURAS

La reducción por superestructuras se encuentra en la regla 37 del Convenio. En el caso del buque proyecto la única superestructura a considerar será el castillo de proa cuya eslora será de:

$$L_{\text{castillo}} (E) = \mathbf{17,40 \text{ m}}$$

Según *el Convenio internacional sobre Líneas de Carga de 1966*, en los buques tipo B, no se permite reducción alguna si la longitud efectiva del castillo de proa es inferior al 7% de L.

Siendo la longitud efectiva de una superestructura cerrada (E) su longitud real tenemos que:

$$0,07 \times 322,96 = \mathbf{22,61 \text{ m} > 17,40 \text{ m}}$$

Por lo tanto no existe corrección por superestructura en el buque proyecto.

2.1.5. CORRECCIÓN POR ARRUFO

La corrección por arrufo se encuentra en la regla 38 del Convenio. Nuestro buque posee cubiertas rectas pero, al poseer cubierta castillo, tenemos una altura real de la superestructura mayor que la altura normal, por lo que se tendrá que aplicar una corrección por arrufo.

A continuación se realizará la curva de arrufo normal:

	SITUACIÓN	ORDENADA	FACTOR	
MITAD DE PROA	1/3 L desde Ppr	659	3	1977
	1/6 L desde Ppr	2612	3	7836
	Perpendicular	5883	1	5883
	TOTAL			15696

	SITUACIÓN	ORDENADA	FACTOR	
MITAD DE POPA	Perpendicular	2941	1	2941
	1/6 L desde Ppp	1306	3	3918
	1/3 L desde Ppp	329	3	987
	TOTAL			7846

En cuanto a la curva de arrufo real el buque proyecto no tiene arrufo, por lo que no habrá que penalizar el francobordo. La curva de arrufo será cero, sin embargo deberá tenerse en cuenta el castillo como un arrufo virtual:

$$s = \frac{y \times L'}{3 \times L} = \frac{0,7 \times 17,40}{3 \times 322,96} = 0,0126 \text{ m} = 12,6 \text{ mm}$$

- y: (altura real castillo)-(altura normal reglamentaria) = 3- 2,3 = 0,7 m.
- L': Longitud media castillo = 17,40 m.
- s: Suplemento por arrufo.

La corrección por arrufo será el producto de la diferencia de los arrufos normal y real por $(0,75 - S/2 \times L)$, siendo S la longitud total de las superestructuras:

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

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

$$\frac{(15696 + 7846)}{16} - 12,6 = 1459 \text{ mm}$$

$$C5 (\text{defecto}) = 1,459 \times \left(0,75 - \frac{S}{2 \times L}\right) = 1,055 \text{ m} = \mathbf{1055 \text{ mm}}$$

2.2. DETERMINACIÓN DE LAS LINEAS DE CARGA

Una vez realizadas todas las correcciones se aplicarán al francobordo tabular, obteniendo un valor del francobordo de:

$$FB_{CORRECCIONES} = 4878 \times 1,04852 + 1220 + 1055 = \mathbf{7390 \text{ mm}}$$

FRANCOBORDO TABULAR TIPO B	4878
	CORRECCION
CORRECCION POR CB	1,04852 x
CORRECCION POR PUNTAL	1220 +
LONGITUD EFECTIVA DE SUPERESTRUCTURAS	0 -
CORRECCION POR ARRUFO	1055 +

Con esto obtenemos los valores de los distintos francobordos mínimos:

- Francobordo de verano: Será el francobordo tabular modificado por las correcciones.

$$FB_{VERANO} = 4878 \times 1,04852 + 1220 + 1055 = \mathbf{7390 \text{ mm}}$$

- Máximo calado de verano, d :

$$d = D_F - FB_V = 26440 - 7390 = 19050 \text{ mm} = \mathbf{19,05 \text{ m}}$$

- Francobordo de invierno: Será el francobordo de verano modificado.

$$FB_{INVIERNO} = FB_V + \frac{d}{48} = 7390 + \frac{19050}{48} = \mathbf{7787 \text{ mm}}$$

- Máximo calado de invierno, T_I :

$$T_I = D_F - FB_I = 26440 - 7787 = 18653 \text{ mm}$$

- Francobordo tropical: Será el francobordo de verano modificado.

$$FB_{TROPICAL} = FB_V - \frac{d}{48} = 7390 - \frac{19050}{48} = \mathbf{6993 \text{ mm}}$$

- Máximo calado tropical, T_T :

$$T_T = D_F - FB_T = 26440 - 6993 = 19447 \text{ mm}$$

- Francobordo de invierno en el Atlántico Norte: Para buques de eslora superior a 100m. este francobordo será igual al francobordo de invierno.
- Francobordo en agua dulce: El francobordo mínimo en agua dulce de densidad igual a la unidad se obtendrá restando del francobordo mínimo en agua salada:

$$\frac{\Delta}{40 \times T} = \frac{199129}{40 \times 132} = 37,71 \text{ cm} = \mathbf{377 \text{ mm}}$$

Siendo Δ , el desplazamiento en agua salada al calado de verano y T las toneladas por cm de inmersión al calado de verano. Estos resultados se obtienen a partir de la opción "Upright Hydrostatics" del *Maxsurf Stability* que se muestra a en la tabla:

Draft Amidships m	19,05
Displacement t	199129
Heel deg	0
Draft at FP m	19,05
Draft at AP m	19,05
Draft at LCF m	19,05
Trim (+ve by stern) m	0
WL Length m	327,334
Beam max extents on WL m	44,23
Wetted Area m ²	21886,56
Waterpl. Area m ²	12887,51
Prismatic coeff. (Cp)	0,73
Block coeff. (Cb)	0,721
Midship Sect. area coeff. (Cm)	0,992
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,912
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	147,074
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	141,015
KB m	10,434
KG m	14,73
BMt m	9,759
BML m	499,199
GMt m	5,463
GML m	494,904
KMt m	20,193
KML m	509,634
Immersion (TPc) tonne/cm	132,097
MTc tonne.m	3095,495
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	18986,56
Max deck inclination deg	0
Trim angle (+ve by stern) deg	0

$$FB_{AGUA\ DULCE} = FB_V - \frac{\Delta}{40 \times T} = 7390 - 377 = 7013\ mm$$

- Máximo calado agua dulce, T_{AD} :

$$T_{AD} = D_F - FB_{AD} = 26440 - 7013 = 19427\ mm$$

Se muestra a continuación una tabla resumen con los resultados de cada línea de carga:

FRANCOBORDO DE VERANO	7390 mm
FRANCOBORDO DE INVIERNO	7787 mm
FRANCOBORDO TROPICAL	6993 mm
FRANCOBORDO AGUA DULCE	7013 mm
FRANCOBORDO INVIERNO AT. NORTE	7787 mm

CALADO DE VERANO	19,09 m
CALADO DE INVIERNO	18,69 m
CALADO TROPICAL	19,49 m
CALADO AGUA DULCE	19,43 m
CALADO INVIERNO AT. NORTE	18,69 m

Pese a que el convenio permite un calado de verano de 19,09 m el francobordo deberá sancionarse por estabilidad, ya que el mayor calado estudiado es de 18,33 m, correspondiente a la condición de máxima carga con consumos al 100% estudiada en el Cuaderno 5. Por lo tanto:

CALADO MÁXIMO CONDICIONES DE CARGA	18,33 m
FRANCOBORDO DE VERANO	8110 mm

Entonces las marcas definitivas quedarán como sigue:

FRANCOBORDO DE VERANO	8110 mm
FRANCOBORDO DE INVIERNO	8492 mm
FRANCOBORDO TROPICAL	7728 mm
FRANCOBORDO AGUA DULCE	8074 mm
FRANCOBORDO INVIERNO AT. NORTE	8492 mm

CALADO DE VERANO	18,33 m
CALADO DE INVIERNO	17,95 m
CALADO TROPICAL	18,71 m
CALADO AGUA DULCE	18,37 m
CALADO INVIERNO AT. NORTE	17,95 m

2.3. ALTURA MÍNIMA EN PROA

La altura mínima en proa se calcula a partir de la fórmula indicada en la regla 39:

$$F_b = \left(6075 \times \left(\frac{L}{100} \right) - 1875 \times \left(\frac{L}{100} \right)^2 + 200 \times \left(\frac{L}{100} \right)^3 \right) \\ \times \left(2,08 + 0,609 \times C_B - 1,603 \times C_{wf} - 0,0129 \times \left(\frac{L}{d1} \right) \right)$$

donde:

- L , eslora de francobordo, 322,96 m.
- B , manga del buque, 44,23 m.
- $d1$, calado al 85% del puntal, 22,45 m.
- C_b , coeficiente de bloque.
- C_{wf} , coeficiente del área de flotación a proa de $L/2$.

$$C_{wf} = \frac{A_{wf}}{B \times \frac{L}{2}} = \frac{6052}{44,23 \times \frac{322,96}{2}} = 0,847$$

con A_{wf} , área de flotación a proa de $L/2$ para el calado $d1$, que obtendremos del plano de formas del buque.

$$F_b = \left(6075 \times \left(\frac{322,96}{100} \right) - 1875 \times \left(\frac{322,96}{100} \right)^2 + 200 \times \left(\frac{322,96}{100} \right)^3 \right) \\ \times \left(2,08 + 0,609 \times 0,746 - 1,603 \times 0,847 - 0,0129 \times \left(\frac{322,96}{22,45} \right) \right) \\ = \mathbf{6738 \text{ mm}}$$

2.4. ALTURA EN PROA

La altura mínima en proa del buque será la correspondiente al francobordo de verano:

$$FB_{\text{verano}} > \text{Altura mínima requerida} \rightarrow \mathbf{8,11\ m} > \mathbf{6,74\ m}$$

Siendo mayor que la altura mínima en proa requerida.

3. CÁLCULO DEL ARQUEO

En este apartado se realizará el cálculo del arqueo, tanto bruto como neto, del buque mediante el *Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques de 1969*. Para su cálculo debemos obtener primero una serie de características reglamentarias:

- *CUBIERTA DE ARQUEO.*

La cubierta de arqueo será la cubierta completa más alta expuesta a la intemperie y a la mar.

- *ESLORA.*

Se tomará esta eslora como el 96% de la eslora en una flotación situada a una altura sobre el canto superior de la quilla igual al 85% del puntal mínimo de trazado, o la distancia desde la cara de proa de la roda al eje de la mecha del timón en esa flotación, si este último valor es mayor.

Será la eslora de francobordo, $L = \mathbf{322,96\ m}$.

- *MANGA.*

La manga del buque será la manga máxima medida en el centro del mismo.

$$B = \mathbf{44,23\ m}$$

- *PUNTAL DE TRAZADO.*

Será la distancia vertical medida desde el canto alto de la quilla hasta la cara inferior de la cubierta superior en el costado.

$$D = 26,44 \text{ m}$$

- *CALADO DE TRAZADO.*

El calado de trazado, d , será para buques sujetos a el *Convenio Internacional sobre Líneas de Carga* el correspondiente al calado de la línea de carga de verano.

$$d = 19,05 \text{ m}$$

- *NÚMERO DE PASAJEROS.*

Se considerará pasajero toda aquella persona que no sea el capitán y la tripulación u otras personas contratadas para realizar labores en el buque o un niño menor de un año. En buque proyecto es un buque de carga por lo que no tendrá pasajeros.

3.1. ARQUEO BRUTO

Se define el arqueo bruto, GT , como la expresión del tamaño total de un buque determinada de acuerdo con las disposiciones del Convenio. Este se calcula aplicando la siguiente fórmula presente en la Regla 3:

$$GT = K_1 \times V$$

en la cual:

- V , es el volumen total de todos los espacios cerrados del buque en metros cúbicos. Se consideran como espacios cerrados los siguientes:

	VOLUMEN, m3
CARENA	294.568
BRAZOLAS	20.848
CASTILLO	1.729
HABILITACIÓN CUB PPAL	1.680
HABILITACIÓN	4.982
PUENTE	554
GUARDACALOR	1.919
TOTAL	326.279

siendo el volumen bajo la cubierta de arqueo la carena y sobre la cubierta de arqueo el resto de volúmenes.

El volumen de la carena se obtiene mediante el programa *Maxsurf Stability* y la opción "Upright Hydrostatics", utilizando un calado de 26,44 m que sería el puntal del buque. Obtenemos la siguiente tabla:

Draft Amidships m	26,44
Displacement t	301932
Heel deg	0
Draft at FP m	26,44
Draft at AP m	26,44
Draft at LCF m	26,44
Trim (+ve by stern) m	0
WL Length m	317,285
Beam max extents on WL m	39,45
Wetted Area m ²	32017,835
Waterpl. Area m ²	11388,369
Prismatic coeff. (Cp)	0,797
Block coeff. (Cb)	0,788
Midship Sect. area coeff. (Cm)	0,989
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,806
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	147,366
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	162,484
KB m	14,645
KG m	14,73
BMt m	4,647
BML m	305,127
GMt m	4,562
GML m	305,042
KMt m	19,292
KML m	319,772
Immersion (TPc) tonne/cm	116,731
MTc tonne.m	2892,969
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	24036,83
Max deck inclination deg	0
Trim angle (+ve by stern) deg	0

$$\nabla = \frac{\Delta}{\rho} = \frac{301932}{1.025} = 294.568 \text{ m}^3$$

- K_1 , se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$K_1 = 0,2 + 0,02 \times \log_{10} V = 0,2 + 0,02 \times \log_{10} 326279 = 0,31027$$

$$GT = K_1 \times V = 0,31027 \times 326279 = 101.235$$

3.2. ARQUEO NETO

Se define el arqueo neto, NT , como la expresión de la capacidad utilizable de un buque, para el transporte de carga, determinada de acuerdo con las disposiciones del Convenio. Este se calcula aplicando la siguiente fórmula presente en la Regla 4:

$$NT = K_2 \times V_C \times \left(\frac{4d}{3D}\right)^2 + K_1 \times \left(N_1 + \frac{N_2}{10}\right)$$

donde:

- K_2 , se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$K_2 = 0,2 + 0,02 \times \log_{10} V_C = 0,2 + 0,02 \times \log_{10} 186383 = 0,30541$$

- d , es el calado de trazado que según el Convenio será el calado correspondiente a la línea de carga de verano, como se ha definido anteriormente, 19,05 m.
- D , es el puntal de trazado en el centro del buque, como se ha definido anteriormente, 26,44 m.

- V_C , es el volumen total de los espacios de carga en metros cúbicos. Este se obtiene mediante el programa *Maxsurf Stability* en la opción "Tank Calibration":

BODEGA	ZONA	VOLUMEN, m^3
1	1	5921
	2	6886
2	3	8186
	4	9820
3	5	12753
	6	13088
4	7	13088
	8	13088
5	9	13088
	10	13088
6	11	13088
	12	12251
7	13	11917
	14	10913
8	15	9487
	16	7533
9	17	5898
	18	3442
10	19	2849
TOTAL		186383

El segundo término de esta fórmula será cero ya que el buque, según la definición de pasajero dada anteriormente, no es un buque de pasaje.

$$NT = K_2 \times V_C \times \left(\frac{4d}{3D}\right)^2 = 0,30541 \times 186383 \times \left(\frac{4 \times 19,05}{3 \times 26,44}\right)^2 = 52.533$$

Según el reglamento se debe de cumplir lo siguiente:

- El factor $(4d/3D)^2$, no se tomará 1.
- El término $K_2 \times V_c \times (4d/3D)^2$, no se tomará inferior a 0,25GT.
- NT no se tomará inferior a 0,30GT.

Se muestra en la siguiente tabla un resumen de las condiciones y de que estas se cumplen:

CONDICIONES	OBTENIDO	REQUERIDO	CUMPLE
$(4d/3D)^2$	0,9606	< 1	SI
$K_2 \times V_c \times (4d/3D)^2$	52.533	> 25.243	SI
NT	52.533	> 30.292	SI