



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Máster
CURSO 2017/2018

BUQUE BULKCARRIER DE 44.500 T.P.M.

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA

Lucía Cachaza Vázquez

TUTORAS/ES

Luis Manuel Carral Couce

FECHA

SEPTIEMBRE 2018



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2017/2018**

BUQUE BULKCARRIER DE 44.500 T.P.M.

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

CUADERNO 9

FRANCOBORDO Y ARQUEO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
PROYECTO FIN DE MASTER

CURSO 2.017-2.018

PROYECTO NÚMERO 18-03

TIPO DE BUQUE: Bulkcarrier

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: ABS SOLAS
MARPOL. DOBLE CASCO

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 44.500 T.P.M. Grano, mineral, carbón

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 15 nudos en servicio AL 85% MCR +15%. MM
15.000 millas a la velocidad de servicio.

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

PROPULSIÓN: Motor diesel acoplado a una hélice de paso fijo

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 28 personas

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

Ferrol, Octubre de 2.017

ALUMNO: D^a Lucía Cachaza

ÍNDICE

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Introducción | 5 |
| 2 | Francobordo | 6 |
| 2.1 | Cálculo de las características reglamentarias..... | 6 |
| 2.2 | Cálculo del francobordo | 7 |
| 2.3 | Correcciones | 9 |
| 2.3.1 | Corrección por Francobordo tipo B-60. | 9 |
| 2.3.2 | Francobordo para buques de eslora inferior a los 100 metros..... | 9 |
| 2.3.3 | Corrección por coeficiente de bloque. | 9 |
| 2.3.4 | Corrección por puntal. | 9 |
| 2.3.5 | Corrección por superestructuras. | 9 |
| 2.3.6 | Corrección por Arrufo | 11 |
| 2.3.7 | Altura mínima de proa. | 12 |
| 2.4 | Determinación de las líneas de carga | 14 |
| 3 | Arqueo | 16 |
| 3.1 | Cálculo de las características reglamentarias..... | 16 |
| 3.2 | Arqueo bruto | 16 |
| 3.3 | Arqueo neto..... | 17 |
| 4 | Referencias..... | 19 |
| | ANEXO I. Francobordo buques tipo A y tipo B..... | 20 |
| | ANEXO II. Tabla hidrostáticas | 22 |

1 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno procederemos al cálculo del francobordo, según el “*Convenio de 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 tiene las siguientes características principales:

$$DWT = 44500 \text{ t}$$

$$L_{pp} = 180,14 \text{ m}$$

$$B = 29,66 \text{ m}$$

$$D = 16,13 \text{ m}$$

$$T = 12,07 \text{ m}$$

2 FRANCOBORDO

El francobordo se define como la distancia vertical, medida en la sección media del buque, entre el borde superior de la línea de cubierta y el borde superior de la línea de francobordo.

En este apartado se va a calcular el francobordo según el “*Convenio Internacional de Líneas de Carga de 1966*” y se va a comprobar la altura de proa según el “*Protocolo de 1988*”.

2.1 Cálculo de las características reglamentarias

Previamente al cálculo del francobordo se definen los siguientes parámetros:

- ESLORA (Regla 3.1)

La dimensión fundamental para el cálculo del francobordo es la eslora de francobordo L , que se define como el mayor de estos 2 valores:

L_1 : que corresponde al 96% de la eslora total en una línea de flotación situada a una distancia de la quilla igual al 85% del puntal mínimo de trazado medida desde el canto alto de dicha quilla.

L_2 : la eslora de la cara de proa de la roda hasta el eje de la mecha del timón en dicha flotación.

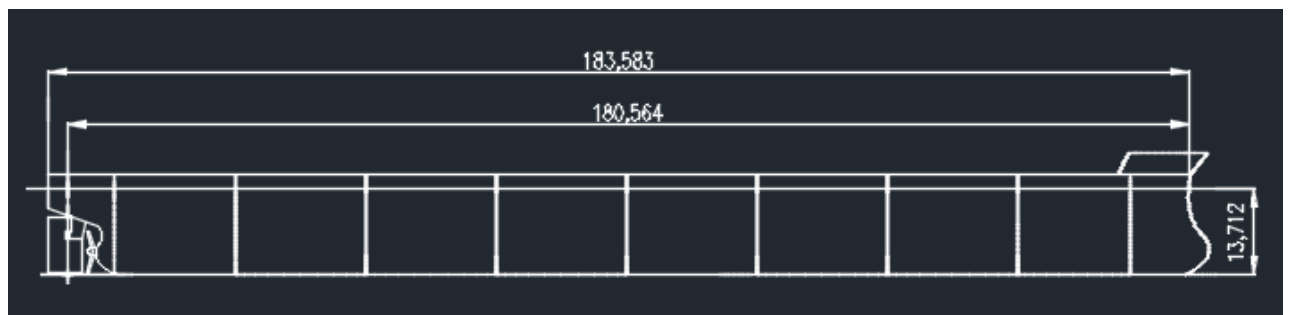
De esta forma obtenemos los siguientes valores:

$$0,85 \cdot D = 0,85 \cdot 16,13 = 13,7 \text{ m} \Rightarrow L_{85\%D} = 183,6 \text{ m}$$

$$L_1 = 0,96 \cdot 183,6 = 176,3 \text{ m}$$

$$L_2 = 180,6 \text{ m}$$

$$\text{Como } L_2 > L_1 \Rightarrow L = 180,6 \text{ m}$$



- PERPENDICULARES (Regla 3.2)

“Las perpendiculares de proa y de popa deberán tomarse en los extremos de proa y de popa de la eslora (L). La perpendicular de proa deberá coincidir con la cara de proa de la roda en la flotación en que se mide la eslora.”

Esta es la definición que aparece en la Regla 3, por lo que la perpendicular de popa es la única que puede alterar su posición. En este caso quedará definida en su situación natural, el eje de la mecha del timón.

- CENTRO DEL BUQUE (Regla 3.3)

“El centro del buque será el punto medio de la eslora L .”

- MANGA (Regla 3.4)

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

La manga máxima del buque tiene el valor de 29,660 m, siendo esta cifra la que se tomará como manga.

- PUNTAL DE TRAZADO (Regla 3.5 a)

“Es 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”.

- PUNTAL DE FRANCOBORDO (Regla 3.6)

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

Puntal de trazado= 16,13 m

Espesor de la chapa de trancañil= 25 mm.

$$D= 16,13 \text{ m} + 0,025 \text{ m} = 16,16 \text{ m}$$

- COEFICIENTE DE BLOQUE (Regla 3.7)

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

$$C_B = \frac{\nabla}{L \times B \times d_1}$$

donde

d_1 : el 85% del puntal mínimo de trazado $\rightarrow d_1 = 0,85 \cdot 16,13 = 13,71 \text{ m}$

∇ : será el volumen del 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_1 . Introduciendo el valor de d_1 en el Maxsurf y para trimado 0, obtenemos que el valor del desplazamiento en este caso es $\rightarrow \nabla = 60458,98 \text{ m}^3$

$$C_b = \frac{60458,98}{180,6 \cdot 29,66 \cdot 13,71} = 0,80$$

2.2 Cálculo del francobordo

- FRANCOBORDO TABULAR (Regla 3.8)

“El francobordo asignado será 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 poder definirlo se necesita conocer donde se encuentran los puntos desde los que se va a medir, así como determinar las restricciones que va a sufrir debido al tipo de buque del que tratamos.

- CUBIERTA DE FRANCOBORDO (Regla 3.9)

Es aquella a la cual llegan los mamparos estancos, en este caso coincide con la cubierta principal situada a 16,13 m de la línea base.

- **SUPERESTRUCTURA (Regla 3.10)**

El buque no dispone de superestructuras puesto que según define el reglamento deben extenderse de banda a banda del buque o el forro lateral no debe estar separado del forro del costado más de un 4% de la manga.

En el presente Convenio se indica la forma de calcular el francobordo también por medio de tablas, dependiendo del tipo de buque que tengamos.

A efectos de francobordo existen dos Tipos de buques (Regla 27):

- *Buques de tipo "A"*. Aquellos proyectados para transportar solamente cargas líquidas a granel, y en el cual los tanques de carga tienen solo pequeñas aberturas de acceso cerradas por puertas de acero u otro material equivalente, estancas y dotadas de frisas.
- *Buques de tipo "B"*. Todos aquellos que no cumplen con las condiciones indicadas para los buques tipo "A".

En consecuencia el francobordo tabular Tipo B-60 (ANEXO I. Francobordo buques tipo A y tipo B), supuesto se cumplan las condiciones de resistencia a la inundación que requiere el Convenio 1966, será:

| FRANCOBORDO TABULAR | |
|-----------------------|------------------|
| Eslora del buque L(m) | Francobordo (mm) |
| 180 | 2915 |
| 181 | 2933 |

Tabla 1 Francobordo tabular tipo B-60

TABLA B (continuación)

| Eslora del buque (metros) | Francobordo (milímetros) | Eslora del buque (metros) | Francobordo (milímetros) | Eslora 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 |

Para $L=180,60$ m e interpolando se obtiene un francobordo tabular de $\rightarrow 2925,8$ mm ≈ 2926 mm.

2.3 Correcciones

2.3.1 Corrección por Francobordo tipo B-60.

Una vez obtenido el francobordo, podemos aplicar la corrección a la que hace referencia el apartado anterior:

| | Tipo B | Tipo A |
|--------------|-------------|-------------|
| L | francobordo | francobordo |
| 180 | 2915 | 2393 |
| 181 | 2933 | 2405 |
| 180,6 | 2926 | 2400 |

Tabla 2 Francobordo tabular Tipo B y Tipo A

Como dice en la regla 27, 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 B Y A (ANEXO I. Francobordo buques tipo A y tipo B) para las correspondientes esloras, es decir:

$$\text{Corrección} = 0,6 \cdot (2926 - 2400) = 316 \text{ mm.}$$

2.3.2 Francobordo para buques de eslora inferior a los 100 metros.

Se encuentra en la Regla 29. No se aplica a nuestro buque ya que la eslora supera los 100 m, siendo concretamente de 180,14 m.

2.3.3 Corrección por coeficiente de bloque.

Según indica la Regla 30 del Convenio, cuando el coeficiente de bloque sea superior a 0,68, el francobordo tabular especificado en la regla 28, después de ser modificado, si procede, por las reglas 27 8), 27 10) y 29, se multiplicará por el factor.

$$\text{Factor} = \frac{(Cb \text{ al } 85\% D + 0,68)}{1,36} = 1,01$$

2.3.4 Corrección por puntal.

Según la Regla 31, cuando D excede de $L/15$, el francobordo deberá aumentarse en $\rightarrow (D - \frac{L}{15}) \cdot R$ mm, donde:

$R = 250 \rightarrow$ para esloras de 120 m o mayores.

$$\text{En nuestro caso } \frac{L}{15} = \frac{180,60}{15} = 12,04 < D = 16,13 \text{ m}$$

En este caso el puntal excede $L/15$, por lo que francobordo deberá aumentar:

$$(D - \frac{L}{15}) \cdot R = (16,13 - 12,04) \cdot 250 = 1008 \text{ mm}$$

2.3.5 Corrección por superestructuras.

Atendiendo a la Regla 33 del Convenio, la altura normal de las superestructuras será la determinada por interpolación lineal en la siguiente tabla.

| 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 |

Para una eslora de $L_{FB} = 180,14$ m corresponde una altura normal de superestructura de $\rightarrow AN = 2,3$ m (en nuestro caso la altura real es = 3,3 m).

- LONGITUD DE LAS SUPERESTRUCTURAS Y LONGITUD EFECTIVA (Regla 34 – Regla 35)

En el caso del buque que estamos estudiando se considerará como superestructura la toldilla y el castillo.

En este caso la longitud efectiva coincidirá con la longitud real.

$$\text{Toldilla: } S_{\text{toldilla}} = E_{\text{toldilla}} = 25,0 \text{ m}$$

$$\text{Castillo: } S_{\text{castillo}} = E_{\text{castillo}} = 14,06 \text{ m}$$

- REDUCCIÓN POR SUPERESTRUCTURAS Y TRONCOS (Regla 37)

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 1.070 mm para 122 m de eslora y esloras superiores. Las reducciones correspondientes a esloras intermedias se obtendrán por interpolación lineal. La longitud total efectiva de las superestructuras en este buque:

$$\frac{L_{\text{EFECTIVA}}}{L} = \frac{39,06}{180,6} = 0,216$$

Por ser este valor inferior a 1,0 L se aplica a este buque el párrafo 2) de la presente regla, que dice:

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

Porcentaje de reducción para buques del tipo "B"

| | Línea | 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 |
| Buques con castillo y sin puente aislado | I | 0 | 5 | 10 | 15 | 23,5 | 32 | 46 | 63 | 75,3 | 87,7 | 100 |
| Buques con castillo y puente aislado | II | 0 | 6,3 | 12,7 | 19 | 27,5 | 36 | 46 | 63 | 75,3 | 87,7 | 100 |

Tabla 3 Reducción por superestructura

Entrando en esas tablas para buques tipo B con la longitud efectiva calculada, obtenemos el porcentaje de la reducción aplicada en el párrafo 1) de la Regla 37. A continuación se refleja un extracto de la tabla con los porcentajes.

| Longitud efectiva | Porcentaje |
|-------------------|-------------|
| 0,2L | 10 |
| 0,3L | 15 |
| 0,216L | 10,8 |

Tabla 4 Cálculo reducción por superestructura

Porque la reducción que debemos de aplicar es: $1070 \cdot 10,8 \% = 116 \text{ mm}$

2.3.6 Corrección por Arrufo

En la Regla 38 se define la corrección por arrufo, esta corrección se debe a la diferencia entre el arrufo que presenta el buque en nuestro caso nulo, y el arrufo definido como normal en la correspondiente regla del convenio.

| Arrufo normal | | | | |
|---------------|------------------|----------------|--------------|-------------|
| Mitad de popa | Situación | Ordenada en mm | Factor | Producto |
| | Ppp | 1755 | 1 | 1755 |
| | 1/6L desde Ppp | 779,22 | 3 | 2337 |
| | 1/3L desde Ppp | 196 | 3 | 588 |
| | Centro del buque | 0 | 1 | 0 |
| | | | Total | 4680 |
| Mitad de proa | Ppr | 3510 | 1 | 3510 |
| | 1/6L desde Ppr | 1558 | 3 | 4675 |
| | 1/3L desde Ppr | 393 | 3 | 1179 |
| | Centro del buque | 0 | 1 | 0 |
| | | | Total | 9364 |

Tabla 5 Corrección por arrufo

Suma total=14044

Por otra parte se tendrá en cuenta que, debido a que en nuestro buque no hay arrufo, la suma total de las ordenadas del arrufo real será nula.

La diferencia entre la suma de los productos así obtenidos y la de los productos correspondientes al arrufo normal, dividida por ocho, indica el defecto o exceso de arrufo en las mitades de proa o de popa. La media aritmética de los valores así obtenidos, expresa el exceso o defecto de arrufo de la cubierta.

Debido a que la altura del castillo es superior a la normal, tal y como se determinó en el apartado 2.3.5 *Corrección por superestructuras.*, se calculará el suplemento de arrufo en la proa con la siguiente expresión:

$$s = \frac{y}{3} \cdot \frac{L'}{L} = \frac{(3,3-2,3) \cdot 14}{3 \cdot 180,6} = 26 \text{ mm}$$

Teniendo en cuenta este suplemento en el arrufo en la proa (16 s = 416) tendremos que:

$$\text{Corrección} = ((14044-412,3)/16) \cdot (0,75 - (S/2 \cdot L))$$

Donde S es la longitud total de las superestructuras cerradas, en este caso = 39,06 m

$$\text{Corrección} = 546 \text{ mm}$$

2.3.7 *Altura mínima de proa.*

Siguiendo la Regla 39 del 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:

$$F_b = \left(6075 \times \left(\frac{L}{100} \right) - 1875 \times \left(\frac{L}{100} \right)^2 + 200 \times \left(\frac{L}{100} \right)^3 \right) \times \left(2,08 + 0,609 \times C_b - 1,603 \times C_{wf} - 0,0129 \times \left(\frac{L}{d_1} \right) \right)$$

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 $L/2 \rightarrow C_{wf} = A_{wf} / [(L/2) \cdot B] = 0,876$

A_{wf} el área de la flotación a proa de $L/2$ para el calado d_1 , en $m^2 \rightarrow$ se obtiene en las hidrostáticas al calado d_1 (4694,5 m^2)

$$F_b \text{ (altura mínima de proa)} = 6064,75 \text{ mm}$$

Comprobamos si debemos de corregir el francobordo por la altura mínima de proa.

Altura de Pr = 3,3 + 4,077 = 7,377 m > 6,065 m. Como la altura real es mayor a la mínima exigida no corrige.

Resumen de correcciones:

| Francobordo tabular | 2926 | | | |
|--------------------------------|------|------|-----|-------------------|
| CORRECCIÓN | COEF | + | - | |
| Corrección B-60 | | | 316 | |
| Corrección por Cof. bloque | 1,01 | | | |
| Corrección por puntal | | 1008 | | |
| Reducción por superestructuras | | | 116 | |
| Corrección por Arrufo | | 546 | | |
| Altura mínima de proa | - | - | - | - |
| FRANCOBORDO DE VERANO | | | | 4077,30 mm |

Tabla 6 Correcciones

El Francobordo de verano: es el francobordo tabular modificado por las correcciones:

$$FB_{\text{verano}} = 4077,30 \text{ mm} \approx 4080 \text{ mm}$$

$$\text{Máximo calado de verano} = \text{puntal de francobordo-francobordo de verano} = 16,160 - 4,077 = 12,08 \text{ m}$$

En la siguiente tabla se recogen los calados obtenidos en las distintas condiciones de carga estudiadas en el *Cuaderno nº 5*:

| CONDICIÓN | T _{medio} |
|------------------------|--------------------|
| Salida mineral | 12,071 |
| Llegada mineral | 12,029 |
| Salida grano 45pc/lit | 12,069 |
| Llegada grano 45pc/lit | 11,926 |
| Salida grano 50pc/lit | 11,364 |
| Llegada grano 50pc/lit | 11,004 |
| Salida grano 55pc/lit | 11,434 |
| Llegada grano 55pc/lit | 11,062 |
| Salida grano 65pc/lit | 10,462 |
| Llegada grano 65pc/lit | 10,080 |
| Salida lastre | 5,639 |
| Llegada lastre | 5,182 |

Tabla 7 Calados correspondientes a las Condiciones de carga

Como puede observarse el mayor calado que tiene el buque corresponde a la condición Salida de puerto con mineral y tiene un valor de 12,071 m. Teniendo en cuenta este dato, comprobamos que el calado de verano obtenido es ligeramente mayor al calado para dicha condición de carga.

$$FB \text{ (REAL)} = 16,16 - 12,071 = 4,089 \text{ m}$$

El francobordo geométrico obtenido corresponde a 4,077 m y el francobordo real 4,089 m

2.4 Determinación de las líneas de carga

Con lo calculado en el anterior apartado se pueden obtener a continuación todos los francobordos mínimos.

- FRANCOBORDO DE VERANO

- 1) 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.
- 2) El francobordo en agua salada, calculado de acuerdo con el párrafo 1), pero sin la corrección por línea de cubierta que se indica en la regla 32, no será inferior a 50 mm.

$$FB_{\text{verano}} = 4080 \text{ mm}$$

Por otra parte, el francobordo mínimo de verano asignado permite la colocación de la marca de francobordo definida de acuerdo con la Regla 5, de modo que las líneas de carga que indican los francobordos asignados de acuerdo con el Anexo I y cuya colocación en el casco viene definida en la Regla 6 serán:

- Línea de carga de verano.
- Línea de carga de invierno.
- Línea de carga de invierno en el Atlántico Norte.
- Línea de carga tropical.
- Línea de carga de verano en agua dulce.
- Línea de carga en agua dulce tropical.

Las zonas y regiones a que hacen mención las líneas de carga anteriores son las definidas en el Anexo II del Convenio, Reglas 46 a 52. La línea de carga de verano se situará a la altura del calado de verano y será:

$$T_{\text{VERANO}} = D_{\text{FB}} - FB_{\text{verano}} = 12080 \text{ mm}$$

- FRANCOBORDO TROPICAL

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.

$$FB_{\text{tropical}} = FB_{\text{verano}} - \left(\frac{T_{\text{verano}}}{48}\right)$$

$$FB_{\text{tropical}} = 3828 \text{ mm}$$

$$T_{\text{tropical}} = D_{\text{FB}} - FB_{\text{tropical}} = 12331 \text{ mm}$$

El único francobordo que se admite que puede sobrepasar al de verano es el de agua dulce, pero en el tropical pondremos el mismo valor que el francobordo de verano, y que para sobrepasarlo habría que calcular una nueva condición de carga, y poner un calado de escantillonado que soporte esa nueva condición. Por lo tanto:

$$FB_{\text{tropical}} = 4080 \text{ mm}$$

$$T_{\text{tropical}} = 12080 \text{ mm}$$

- FRANCOBORDO DE INVIERNO

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.

$$FB_{\text{invierno}} = FB_{\text{verano}} + \left(\frac{T_{\text{verano}}}{48}\right)$$

$$FB_{\text{invierno}} = 4332 \text{ mm}$$

$$T_{\text{invierno}} = D_{FB} - FB_{\text{invierno}} = 11828 \text{ mm}$$

- FRANCOBORDO ATLÁNTICO NORTE, INVIERNO

Como nuestro buque a proyectar no tiene una eslora inferior a 100 m no será necesario incrementar el francobordo de invierno en caso de navegar por cualquier parte del Atlántico Norte, por lo que este francobordo resulta ser igual al francobordo de invierno.

$$FB_{AN \text{ invierno}} = FB_{\text{invierno}}$$

$$FB_{ANi} = 4332 \text{ mm}$$

$$T_{ATLANTICO \text{ NORTE}} = T_{INVIERNO} = 11828 \text{ mm}$$

- FRANCOBORDO DE AGUA DULCE

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

$$FB_{AD} = FB_{\text{verano}} - (\Delta / 40 \cdot T)$$

Donde

Δ : desplazamiento en agua salada, en toneladas, en la flotación de carga de verano → 52486,48 m² (ANEXO II. Tabla hidrostáticas)

T: toneladas por centímetro de inmersión en agua salada en la flotación en carga de verano (ANEXO II. Tabla hidrostáticas) -> 48,455

$$FB_{AD} = 4080 - 270,8 = 3809,2 \text{ mm}$$

$$T_{\text{agua dulce}} = 12350,8 \text{ mm}$$

Resumen francobordos mínimos:

| | Francobordo (mm) | Calado(mm) |
|------------------------|------------------|------------|
| Verano | 4080 | 12080 |
| Tropical | 4080 | 12080 |
| Invierno | 4332 | 11828 |
| Atlántico Norte | 4332 | 11828 |
| Agua dulce | 3809 | 12351 |

Tabla 8 Francobordo y calado mínimos (mm)

3 ARQUEO

El concepto de arqueo indica el tamaño de un buque y se emplea para determinar reglamentariamente muchas características técnicas y para aplicar las tarifas de uso de puertos, canales, remolcadores, etc.

En este apartado se calcula el Arqueo según el “Convenio Internacional de Arqueo de Buques de 1969”, firmado en Londres el 23 de junio de 1969 por los países representados en la OMI.

En el arqueo se distinguen dos valores, llamados arqueo bruto y arqueo neto, con los que se intentan definir el tamaño total de un buque y su tamaño utilizado, respectivamente.

3.1 Cálculo de las características reglamentarias

- CUBIERTA DE ARQUEO.

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

- ESLORA.

Se tomará esta eslora como la eslora de francobordo calculada en el apartado 2.1 *Cálculo de las características reglamentarias*.

L= 180,6 m.

- MANGA.

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

B=29,66m

- PUNTAL DE TRAZADO

“Es 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”.

D=16,16 m

- CALADO DE TRAZADO

Este calado, *d*, será para buques que siguen el *Convenio Internacional sobre Líneas de Carga* el calado máximo de verano.

d=12,08 m

- NÚMERO DE PASAJEROS

Se considera pasajero a todas las personas que no sean la tripulación u personas contratadas para realizar labores en el buque. Para nuestro proyecto, ya que se trata de un buque de carga, el número de pasajeros es 0.

3.2 Arqueo bruto

Según el *Convenio de 1969* el arqueo bruto (GT) es el tamaño total de un buque. Se determina por la fórmula:

$$GT = k_1 \cdot V$$

donde

$$k_1 = [0,2 + 0,02 \cdot \log_{10} V]$$

V: volumen total de todos los espacios cerrados del buque, expresado en m³. Estos datos se han calculado previamente, de donde obtenemos directamente los datos.

El volumen bajo la cubierta, se trata del volumen de 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*”, empleando el puntal de trazado 16,16 m.

$$\nabla = \frac{\Delta}{\rho} = \frac{73385}{1.025} = 71.595 \text{ m}^3$$

Definición de los espacios cerrados del buque:

| | |
|--|------------------|
| VOLUMEN SOBRE CUBIERTA(m ³) | 7.345,31 |
| VOLUMEN BAJO CUBIERTA(m ³) | 71.595 |
| <u>VOLUMEN TOTAL(m³)</u> | 78.940,31 |

Tabla 9 Volumen total de los espacios cerrados del buque

De esta forma obtenemos el siguiente arqueo bruto:

$$k_1 = 0,2 + 0,02 \cdot \log_{10} 78940,31 = 0,298$$

$$\text{GT} = k_1 \cdot V = 0,298 \cdot 78940 = 23.520$$

3.3 Arqueo neto

El arqueo neto (NT) se define como la expresión de la capacidad utilizable de un buque, para el transporte de carga, determinada de acuerdo con las disposiciones del Convenio. Se calcula a través de la fórmula:

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

donde:

V_c: Volumen total en los espacios de carga en m³. Se resumen en la tabla que sigue a continuación:

| | |
|--------------------------------------|------------------|
| BODEGA 1 | 5574,390 |
| BODEGA 2 | 7840,577 |
| BODEGA 3 | 7846,443 |
| BODEGA 4 | 7846,443 |
| BODEGA 5 | 7846,443 |
| BODEGA 6 | 7845,343 |
| BODEGA 7 | 7455,437 |
| VOLUMEN TOTAL (m³) | 52255,076 |

Tabla 10 Volumen de los espacios de carga

$$K_2 = 0,2 + 0,02 \cdot \log_{10} V_C \rightarrow k_2 = 0,2 + 0,02 \cdot \log_{10} 52255 = 0,294$$

$$K_3 = 1,25 \cdot \frac{(GT + 10.000)}{10000} \rightarrow k_3 = 1,25 \cdot \frac{(23520 + 10.000)}{10000} = 4,19$$

D: Puntal del buque= 16,13 m

d: Calado del buque= 12,07 m

N₁: Número de pasajeros en camarotes que no tengan más de 8 literas

N₂: Número de los demás pasajeros.

N₁ y N₂ se refieren al número de pasajeros en diferentes condiciones. Al ser éste un buque de carga sólo hay tripulación, por lo que se consideran ambos cero y este término queda anulado → N₁ = N₂ = 0

GT: Arqueo bruto → GT = 23.520

Además se deben de cumplir las siguientes características:

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

Conocidas ya todos los valores, tenemos que el arqueo neto para el presente buque es de:

$$NT = K_2 \times V_C \times \left(\frac{4d}{3D}\right)^2 = 0,294 \times 52255 \times \left(\frac{4 \times 12,07}{3 \times 16,13}\right)^2$$

$$NT = 15.261$$

Comprobamos ahora que el resultado del Arqueo Neto es válido, si se cumplen las características anteriormente expuestas:

| CONDICIÓN | REQUERIDO | RESULTADO | CUMPLE |
|-----------------------------------|-------------------|-----------|--------|
| $(4d/3D)^2$ | < 1 | 0,992 | SÍ |
| $K_2 \times V_C \times (4d/3D)^2$ | > 0,25GT -> 5880 | 15.261 | SÍ |
| NT | > 0,30GT -> 7.056 | 15.261 | SÍ |

Tabla 11 Comprobación resultado AN

4 REFERENCIAS

Resolución MSC. 143(77) (adoptada el 5 de junio de 2003). Adopción de Enmiendas al Protocolo de 1988 Relativo al *Convenio Internacional sobre Líneas de Carga, 1966*.

Convenio Internacional 23 de junio de 1969, sobre Arqueo de Buques hecho en Londres. B.O.del E.- Núm. 221.

Alvariño, Ricardo; Azpiroz, Juan José; Meizoso, Manuel. *El Proyecto Básico Del Buque Mercante*. Fondo editorial de Ingeniería Naval, Colegio Oficial de Ingenieros Navales (edit.). Madrid: 1997. ISBN: 84-921750-2-8.

ANEXO I. FRANCOBORDO BUQUES TIPO A Y TIPO B

BUQUES TIPO A

| Eslora (m) | Frbordo. (mm) | Eslora (m) | Frbordo. (mm) | Eslora (m) | Frbordo. (mm) | Eslora (m) | Frbordo. (mm) | Eslora (m) | Frbordo. (mm) |
|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|
| 24 | 200 | 93 | 1029 | 162 | 2155 | 231 | 2880 | 300 | 3262 |
| 25 | 208 | 94 | 1044 | 163 | 2169 | 232 | 2888 | 301 | 3266 |
| 26 | 217 | 95 | 1059 | 164 | 2184 | 233 | 2895 | 302 | 3270 |
| 27 | 225 | 96 | 1074 | 165 | 2198 | 234 | 2903 | 303 | 3274 |
| 28 | 233 | 97 | 1089 | 166 | 2212 | 235 | 2910 | 304 | 3278 |
| 29 | 242 | 98 | 1105 | 167 | 2226 | 236 | 2918 | 305 | 3281 |
| 30 | 250 | 99 | 1120 | 168 | 2240 | 237 | 2925 | 306 | 3285 |
| 31 | 258 | 100 | 1135 | 169 | 2254 | 238 | 2932 | 307 | 3288 |
| 32 | 267 | 101 | 1151 | 170 | 2268 | 239 | 2939 | 308 | 3292 |
| 33 | 275 | 102 | 1166 | 171 | 2281 | 240 | 2946 | 309 | 3295 |
| 34 | 283 | 103 | 1181 | 172 | 2294 | 241 | 2953 | 310 | 3298 |
| 35 | 292 | 104 | 1196 | 173 | 2307 | 242 | 2959 | 311 | 3302 |
| 36 | 300 | 105 | 1212 | 174 | 2320 | 243 | 2966 | 312 | 3305 |
| 37 | 308 | 106 | 1228 | 175 | 2332 | 244 | 2973 | 313 | 3308 |
| 38 | 316 | 107 | 1244 | 176 | 2345 | 245 | 2979 | 314 | 3312 |
| 39 | 325 | 108 | 1260 | 177 | 2357 | 246 | 2986 | 315 | 3315 |
| 40 | 334 | 109 | 1276 | 178 | 2369 | 247 | 2993 | 316 | 3318 |
| 41 | 344 | 110 | 1293 | 179 | 2381 | 248 | 3000 | 317 | 3322 |
| 42 | 354 | 111 | 1309 | 180 | 2393 | 249 | 3006 | 318 | 3325 |
| 43 | 364 | 112 | 1326 | 181 | 2405 | 250 | 3012 | 319 | 3328 |
| 44 | 374 | 113 | 1342 | 182 | 2416 | 251 | 3018 | 320 | 3331 |
| 45 | 385 | 114 | 1359 | 183 | 2428 | 252 | 3024 | 321 | 3334 |
| 46 | 396 | 115 | 1376 | 184 | 2440 | 253 | 3030 | 322 | 3337 |
| 47 | 408 | 116 | 1392 | 185 | 2451 | 254 | 3036 | 323 | 3339 |
| 48 | 420 | 117 | 1409 | 186 | 2463 | 255 | 3042 | 324 | 3342 |
| 49 | 432 | 118 | 1426 | 187 | 2474 | 256 | 3048 | 325 | 3345 |
| 50 | 443 | 119 | 1442 | 188 | 2486 | 257 | 3054 | 326 | 3347 |
| 51 | 455 | 120 | 1459 | 189 | 2497 | 258 | 3060 | 327 | 3350 |
| 52 | 467 | 121 | 1476 | 190 | 2508 | 259 | 3066 | 328 | 3353 |
| 53 | 478 | 122 | 1494 | 191 | 2519 | 260 | 3072 | 329 | 3355 |
| 54 | 490 | 123 | 1511 | 192 | 2530 | 261 | 3078 | 330 | 3358 |
| 55 | 503 | 124 | 1528 | 193 | 2541 | 262 | 3084 | 331 | 3361 |
| 56 | 516 | 125 | 1546 | 194 | 2552 | 263 | 3089 | 332 | 3363 |
| 57 | 530 | 126 | 1563 | 195 | 2562 | 264 | 3095 | 333 | 3366 |
| 58 | 544 | 127 | 1580 | 196 | 2572 | 265 | 3101 | 334 | 3368 |
| 59 | 559 | 128 | 1598 | 197 | 2582 | 266 | 3106 | 335 | 3371 |
| 60 | 573 | 129 | 1615 | 198 | 2592 | 267 | 3112 | 336 | 3373 |
| 61 | 587 | 130 | 1632 | 199 | 2602 | 268 | 3117 | 337 | 3375 |
| 62 | 600 | 131 | 1650 | 200 | 2612 | 269 | 3123 | 338 | 3378 |
| 63 | 613 | 132 | 1667 | 201 | 2622 | 270 | 3128 | 339 | 3380 |
| 64 | 626 | 133 | 1684 | 202 | 2632 | 271 | 3133 | 340 | 3382 |
| 65 | 639 | 134 | 1702 | 203 | 2641 | 272 | 3138 | 341 | 3385 |
| 66 | 653 | 135 | 1719 | 204 | 2650 | 273 | 3143 | 342 | 3387 |
| 67 | 666 | 136 | 1736 | 205 | 2659 | 274 | 3148 | 343 | 3389 |
| 68 | 680 | 137 | 1753 | 206 | 2669 | 275 | 3153 | 344 | 3392 |
| 69 | 693 | 138 | 1770 | 207 | 2678 | 276 | 3158 | 345 | 3394 |
| 70 | 706 | 139 | 1787 | 208 | 2687 | 277 | 3163 | 346 | 3396 |
| 71 | 720 | 140 | 1803 | 209 | 2696 | 278 | 3167 | 347 | 3399 |
| 72 | 733 | 141 | 1820 | 210 | 2705 | 279 | 3172 | 348 | 3401 |
| 73 | 746 | 142 | 1837 | 211 | 2714 | 280 | 3176 | 349 | 3403 |
| 74 | 760 | 143 | 1853 | 212 | 2723 | 281 | 3181 | 350 | 3406 |
| 75 | 773 | 144 | 1870 | 213 | 2732 | 282 | 3185 | 351 | 3408 |
| 76 | 786 | 145 | 1886 | 214 | 2741 | 283 | 3189 | 352 | 3410 |
| 77 | 800 | 146 | 1903 | 215 | 2749 | 284 | 3194 | 353 | 3412 |
| 78 | 814 | 147 | 1919 | 216 | 2758 | 285 | 3198 | 354 | 3414 |
| 79 | 828 | 148 | 1935 | 217 | 2767 | 286 | 3202 | 355 | 3416 |
| 80 | 841 | 149 | 1952 | 218 | 2775 | 287 | 3207 | 356 | 3418 |
| 81 | 855 | 150 | 1968 | 219 | 2784 | 288 | 3211 | 357 | 3420 |
| 82 | 869 | 151 | 1984 | 220 | 2792 | 289 | 3215 | 358 | 3422 |
| 83 | 883 | 152 | 2000 | 221 | 2801 | 290 | 3220 | 359 | 3423 |
| 84 | 897 | 153 | 2016 | 222 | 2809 | 291 | 3224 | 360 | 3425 |
| 85 | 911 | 154 | 2032 | 223 | 2817 | 292 | 3228 | 361 | 3427 |
| 86 | 926 | 155 | 2048 | 224 | 2825 | 293 | 3233 | 362 | 3428 |
| 87 | 940 | 156 | 2064 | 225 | 2833 | 294 | 3237 | 363 | 3430 |
| 88 | 955 | 157 | 2080 | 226 | 2841 | 295 | 3241 | 364 | 3432 |
| 89 | 969 | 158 | 2096 | 227 | 2849 | 296 | 3246 | 365 | 3433 |
| 90 | 984 | 159 | 2111 | 228 | 2857 | 297 | 3250 | | |
| 91 | 999 | 160 | 2126 | 229 | 2865 | 298 | 3254 | | |
| 92 | 1014 | 161 | 2141 | 230 | 2872 | 299 | 3258 | | |

BUQUES TIPO B

MSC 77/26/Add.1
 ANEXO 3
 Página 50

| (cont.) | | | | | |
|----------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|
| Eslora del buque (m) | Francobordo (mm) | Eslora del buque (m) | Francobordo (mm) | Eslora del buque (m) | Francobordo (mm) |
| 49 | 432 | 95 | 1172 | 141 | 2130 |
| 50 | 443 | 96 | 1190 | 142 | 2151 |
| 51 | 455 | 97 | 1209 | 143 | 2171 |
| 52 | 467 | 98 | 1229 | 144 | 2190 |
| 53 | 478 | 99 | 1250 | 145 | 2209 |
| 54 | 490 | 100 | 1271 | 146 | 2229 |
| 55 | 503 | 101 | 1293 | 147 | 2250 |
| 56 | 516 | 102 | 1315 | 148 | 2271 |
| 57 | 530 | 103 | 1337 | 149 | 2293 |
| 58 | 544 | 104 | 1359 | 150 | 2315 |
| 59 | 559 | 105 | 1380 | 151 | 2334 |
| 60 | 573 | 106 | 1401 | 152 | 2354 |
| 61 | 587 | 107 | 1421 | 153 | 2375 |
| 62 | 601 | 108 | 1440 | 154 | 2396 |
| 63 | 615 | 109 | 1459 | 155 | 2418 |
| 64 | 629 | 110 | 1479 | 156 | 2440 |
| 65 | 644 | 111 | 1500 | 157 | 2460 |
| 66 | 659 | 112 | 1521 | 158 | 2480 |
| 67 | 674 | 113 | 1543 | 159 | 2500 |
| 68 | 689 | 114 | 1565 | 160 | 2520 |
| 69 | 705 | 115 | 1587 | 161 | 2540 |
| 162 | 2560 | 225 | 3660 | 288 | 4490 |
| 163 | 2580 | 226 | 3675 | 289 | 4502 |
| 164 | 2600 | 227 | 3690 | 290 | 4513 |
| 165 | 2620 | 228 | 3705 | 291 | 4525 |
| 166 | 2640 | 229 | 3720 | 292 | 4537 |
| 167 | 2660 | 230 | 3735 | 293 | 4548 |
| 168 | 2680 | 231 | 3750 | 294 | 4560 |
| 169 | 2698 | 232 | 3765 | 295 | 4572 |
| 170 | 2716 | 233 | 3780 | 296 | 4583 |
| 171 | 2735 | 234 | 3795 | 297 | 4595 |
| 172 | 2754 | 235 | 3808 | 298 | 4607 |
| 173 | 2774 | 236 | 3821 | 299 | 4618 |
| 174 | 2795 | 237 | 3835 | 300 | 4630 |
| 175 | 2815 | 38 | 3849 | 301 | 4642 |
| 176 | 2835 | 239 | 3864 | 302 | 4654 |
| 177 | 2855 | 240 | 3880 | 303 | 4665 |
| 178 | 2875 | 241 | 3893 | 304 | 4676 |
| 179 | 2895 | 242 | 3906 | 305 | 4686 |
| 180 | 2915 | 243 | 3920 | 306 | 4695 |
| 181 | 2933 | 244 | 3934 | 307 | 4704 |
| 182 | 2952 | 245 | 3949 | 308 | 4714 |
| 183 | 2970 | 246 | 3965 | 309 | 4725 |
| 184 | 2988 | 247 | 3978 | 310 | 4736 |
| 185 | 3007 | 248 | 3992 | 311 | 4748 |
| 186 | 3025 | 249 | 4005 | 312 | 4757 |
| 187 | 3044 | 250 | 4018 | 313 | 4768 |
| 188 | 3062 | 251 | 4032 | 314 | 4779 |
| 189 | 3080 | 252 | 4045 | 315 | 4790 |
| 190 | 3098 | 253 | 4058 | 316 | 4801 |
| 191 | 3116 | 254 | 4072 | 317 | 4812 |
| 192 | 3134 | 255 | 4085 | 318 | 4823 |
| 193 | 3151 | 256 | 4098 | 319 | 4834 |
| 194 | 3167 | 257 | 4112 | 320 | 4844 |
| 195 | 3185 | 258 | 4125 | 321 | 4855 |
| 196 | 3202 | 259 | 4139 | 322 | 4866 |

I:\MSC\7726AD1\AN3.DOC

ANEXO II. TABLA HIDROSTÁTICAS

| Draft Amidships m | 7,000 | 7,500 | 8,000 | 8,500 | 9,000 | 9,500 | 10,000 | 10,500 | 11,000 | 11,500 | 12,000 | 12,500 | 13,000 | 13,500 | 14,000 |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Displacement t | 28763 | 31015 | 33280 | 35562 | 37866 | 40191 | 42538 | 44904 | 47286 | 49685 | 52098 | 54526 | 56967 | 59422 | 61891 |
| Heel deg | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Draft at FP m | 7,000 | 7,500 | 8,000 | 8,500 | 9,000 | 9,500 | 10,000 | 10,500 | 11,000 | 11,500 | 12,000 | 12,500 | 13,000 | 13,500 | 14,000 |
| Draft at AP m | 7,000 | 7,500 | 8,000 | 8,500 | 9,000 | 9,500 | 10,000 | 10,500 | 11,000 | 11,500 | 12,000 | 12,500 | 13,000 | 13,500 | 14,000 |
| Draft at LCF m | 7,000 | 7,500 | 8,000 | 8,500 | 9,000 | 9,500 | 10,000 | 10,500 | 11,000 | 11,500 | 12,000 | 12,500 | 13,000 | 13,500 | 14,000 |
| Trim (+ve by stern) m | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| WL Length m | 176,422 | 176,333 | 177,677 | 179,822 | 182,010 | 183,851 | 183,726 | 183,630 | 183,559 | 183,512 | 183,491 | 183,498 | 183,519 | 183,559 | 183,614 |
| Beam max extents on WL m | 29,546 | 29,553 | 29,561 | 29,574 | 29,585 | 29,604 | 29,618 | 29,629 | 29,637 | 29,643 | 29,649 | 29,654 | 29,658 | 29,663 | 29,668 |
| Wetted Area m ² | 078,523 | 261,444 | 445,511 | 641,479 | 839,745 | 039,666 | 238,170 | 435,722 | 632,610 | 829,031 | 025,192 | 220,816 | 416,452 | 611,771 | 806,879 |
| Waterpl. Area m ² | 381,831 | 408,660 | 432,768 | 473,205 | 516,019 | 558,701 | 597,874 | 632,828 | 665,369 | 694,815 | 722,950 | 750,518 | 776,833 | 804,153 | 831,127 |
| Prismatic coeff. (Cp) | 0,803 | 0,807 | 0,805 | 0,799 | 0,792 | 0,788 | 0,791 | 0,795 | 0,799 | 0,802 | 0,805 | 0,808 | 0,811 | 0,814 | 0,817 |
| Block coeff. (Cb) | 0,769 | 0,774 | 0,773 | 0,767 | 0,762 | 0,758 | 0,762 | 0,767 | 0,771 | 0,775 | 0,778 | 0,782 | 0,785 | 0,789 | 0,792 |
| Max Sect. area coeff. (Cm) | 0,976 | 0,976 | 0,976 | 0,975 | 0,975 | 0,975 | 0,976 | 0,975 | 0,976 | 0,978 | 0,980 | 0,982 | 0,983 | 0,984 | 0,985 |
| Waterpl. area coeff. (Cwp) | 0,841 | 0,846 | 0,844 | 0,841 | 0,839 | 0,838 | 0,845 | 0,851 | 0,858 | 0,863 | 0,868 | 0,873 | 0,878 | 0,882 | 0,887 |
| LCB from zero pt. (+ve fwd) m | 95,608 | 95,442 | 95,275 | 95,102 | 94,913 | 94,711 | 94,499 | 94,285 | 94,071 | 93,860 | 93,654 | 93,455 | 93,262 | 93,077 | 92,902 |
| LCF from zero pt. (+ve fwd) m | 93,472 | 93,117 | 92,859 | 92,299 | 91,710 | 91,135 | 90,645 | 90,225 | 89,865 | 89,553 | 89,283 | 89,055 | 88,870 | 88,733 | 88,637 |
| KB m | 3,684 | 3,943 | 4,202 | 4,462 | 4,723 | 4,985 | 5,248 | 5,511 | 5,775 | 6,040 | 6,304 | 6,569 | 6,834 | 7,099 | 7,364 |
| KG m | 12,000 | 12,000 | 12,000 | 12,000 | 12,000 | 12,000 | 12,000 | 12,000 | 12,000 | 12,000 | 12,000 | 12,000 | 12,000 | 12,000 | 12,000 |
| BMt m | 9,733 | 9,119 | 8,591 | 8,131 | 7,724 | 7,358 | 7,027 | 6,719 | 6,437 | 6,174 | 5,935 | 5,718 | 5,519 | 5,343 | 5,183 |
| BML m | 310,790 | 292,473 | 275,641 | 264,472 | 255,099 | 246,849 | 238,833 | 231,124 | 223,816 | 216,915 | 210,451 | 204,391 | 198,643 | 193,213 | 188,080 |
| GMt m | 1,418 | 1,062 | 0,793 | 0,593 | 0,447 | 0,343 | 0,274 | 0,230 | 0,212 | 0,214 | 0,239 | 0,286 | 0,352 | 0,442 | 0,547 |
| GML m | 302,474 | 284,416 | 267,843 | 256,934 | 247,821 | 239,834 | 232,081 | 224,635 | 217,591 | 210,955 | 204,755 | 198,960 | 193,477 | 188,311 | 183,444 |
| KMt m | 13,418 | 13,062 | 12,793 | 12,593 | 12,447 | 12,343 | 12,274 | 12,230 | 12,212 | 12,214 | 12,239 | 12,286 | 12,352 | 12,442 | 12,547 |
| KML m | 314,474 | 296,416 | 279,843 | 268,934 | 259,821 | 251,834 | 244,081 | 236,635 | 229,591 | 222,955 | 216,755 | 210,960 | 205,477 | 200,311 | 195,444 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 44,914 | 45,189 | 45,436 | 45,850 | 46,289 | 46,727 | 47,128 | 47,486 | 47,820 | 48,122 | 48,410 | 48,693 | 48,963 | 49,243 | 49,519 |
| MTc tonne.m | 483,332 | 490,058 | 495,210 | 507,617 | 521,329 | 535,514 | 548,457 | 560,384 | 571,615 | 582,293 | 592,632 | 602,691 | 612,325 | 621,661 | 630,755 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m | 711,605 | 574,568 | 460,628 | 368,112 | 295,574 | 240,652 | 203,591 | 180,046 | 175,163 | 185,539 | 216,969 | 272,486 | 350,198 | 458,494 | 590,872 |
| Max deck inclination deg | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |