



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2016/17**

---

*17-07 FERRY 1500 PAX Y 100 ML*

---

**Grado Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNO**

Marcos Covelo Fernández

**TUTOR**

Fernando Lago Rodríguez

**FECHA**

2017



## Resumen:

En este proyecto se diseña un buque tipo Ro-Pax. Dicho buque será diseñado con objeto de transportar 1500 pasajeros y 1000 metros lineales de carga rodada, que le permitan albergar 115 turismos y 30 tráileres simultáneamente. Estará destinado para trayectos relativamente largos, por lo que contará con acomodación adecuada para viajes nocturnos (todos los pasajeros dispondrán de camarotes o cómodas butacas) y de diversos servicios a bordo (restaurante, cafeterías, tiendas, zonas de ocio). Será dotado con propulsión dual-fuel en línea con las actuales exigencias medioambientales. El diseño se realizará de acuerdo a la Sociedad de clasificación DNV-GL y será conforme con Marpol y Solas (incluyendo el requerimiento de retorno seguro a puerto SRTP). La velocidad de servicio que deberá alcanzar será de 26 Kn con una autonomía de 3000 millas.

Neste proxecto diseñase un buque tipo Ro-Pax. Este buque estará deseñado para transportar 1500 pasaxeiros e 1000 metros lineais de carga rodada, o que lle permite acomodar 115 vehículos e 30 tráileres simultaneamente. Estará destinado a viaxes relativamente longas, polo que terá aloxamento adecuado para viaxes nocturnas (todos os pasaxeiros terán cabinas ou cómodos asentos) e varios servizos a bordo (restaurante, cafeterías, tendas, áreas de lecer). Estará equipado con propulsión de dobre combustible en liña cos requisitos ambientais actuais. O deseño realizarase segundo a sociedade de clasificación DNV-GL e estará de acordo con Marpol e Solas (incluído o requisito de retorno seguro a porto SRTP). A velocidade de servizo a alcanzar será de 26 Kn cunha autonomía de 3000 millas.

In this project a ship type Ro-Pax is designed. This vessel will be designed to carry 1500 passengers and 1000 linear meters of roll cargo, allowing it to accommodate 115 cars and 30 trailers simultaneously. It will be destined for long journeys, so it will have adequate accommodation for night trips (all passengers will have cabins or comfortable seats) and various services on board (restaurant, coffee shops, shops, leisure areas). It will be equipped with dual-fuel propulsion in line with current environmental requirements. The design will be made according to the DNV-GL classification society and will be in accordance with Marpol and Solas (including the safe return to port SRTP). The service speed to be achieved will be 26 knots with an autonomy of 3000 miles.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2016/17**

---

*17-07 FERRY 1500 PAX Y 1000 ML*

*CUADERNO 1*

*CIFRA DE MÉRITO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS*

---

**Grado Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNO**

Marcos Covelo Fernández

**TUTOR**

Fernando Lago Rodríguez

**FECHA**

2017



Escola Politécnica Superior  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

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

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-07**

**TIPO DE BUQUE:** RO-PAX

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV GL, Marpol, Solas. SRTP.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 1500 pasajeros, 1000 metros lineales que permitirán transportar 30 tráileres y 115 turismos simultáneamente.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 26 nudos al 90% MCR, 15% de margen de mar, autonomía de 3000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** los propios de este tipo de buque.

**PROPULSIÓN:** Dual-fuel (diésel/GNL).

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 1500 pasajeros y 55 tripulantes.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** los propios de este tipo de buque.

Ferrol, 28 Setiembre 2016

ALUMNO: **D. Marcos Covelo Fernández**



## ÍNDICE:

<b>1.Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Base de datos .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Dimensionamiento básico.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. Cálculo de la manga .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. Cálculo de la eslora .....</b>	<b>9</b>
<b>3.3. Cálculo del puntal .....</b>	<b>13</b>
<b>3.4. Cálculo del calado: .....</b>	<b>15</b>
<b>3. Resultados.....</b>	<b>18</b>
<b>4. Selección de alternativas .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1. Definición de las alternativas.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2. Cálculo de las dimensiones restantes.....</b>	<b>21</b>
<b>4.3. Cálculo de pesos y desplazamiento.....</b>	<b>22</b>
<b>4.4. Cálculo de costes.....</b>	<b>24</b>
<b>4.5. Elección de la alternativa óptima.....</b>	<b>27</b>
<b>5. Francobordo.....</b>	<b>30</b>
<b>6. Predicción de potencia .....</b>	<b>34</b>
<b>7. Estimación de pesos .....</b>	<b>36</b>
<b>8. Especificación .....</b>	<b>39</b>
<b>9. Croquis del buque .....</b>	<b>45</b>
<b>Anexo .....</b>	<b>47</b>



## 1. Introducción:

En este proyecto se diseña un buque tipo Ro-Pax. Dicho buque será diseñado con objeto de transportar 1500 pasajeros y 1000 metros lineales de carga rodada, que le permitan albergar 115 turismos y 30 tráileres simultáneamente. Estará destinado para trayectos relativamente largos, por lo que contará con acomodación adecuada para viajes nocturnos (todos los pasajeros dispondrán de camarotes o cómodas butacas) y de diversos servicios a bordo (restaurante, cafeterías, tiendas, zonas de ocio). Será dotado con propulsión dual-fuel en línea con las actuales exigencias medioambientales. El diseño se realizará de acuerdo a la Sociedad de clasificación DNV-GL y será conforme con Marpol y Solas (incluyendo el requerimiento de retorno seguro a puerto SRTP). La velocidad de servicio que deberá alcanzar será de 26 Kn con una autonomía de 3000 millas.

Neste proxecto diseñase un buque tipo Ro-Pax. Este buque estará deseñado para transportar 1500 pasaxeiros e 1000 metros lineais de carga rodada, o que lle permite acomodar 115 vehículos e 30 tráileres simultaneamente. Estará destinado a viaxes relativamente longas, polo que terá aloxamento adecuado para viaxes nocturnas (todos os pasaxeiros terán cabinas ou cómodos asentos) e varios servizos a bordo (restaurante, cafeterías, tendas, áreas de lecer). Estará equipado con propulsión de dobre combustible en liña cos requisitos ambientais actuais. O deseño realizarase segundo a sociedade de clasificación DNV-GL e estará de acordo con Marpol e Solas (incluído o requisito de retorno seguro a porto SRTP). A velocidade de servizo a alcanzar será de 26 Kn cunha autonomía de 3000 millas.

In this project a ship type Ro-Pax is designed. This vessel will be designed to carry 1500 passengers and 1000 linear meters of roll cargo, allowing it to accommodate 115 cars and 30 trailers simultaneously. It will be destined for long journeys, so it will have adequate accommodation for night trips (all passengers will have cabins or comfortable seats) and various services on board (restaurant, coffee shops, shops, leisure areas). It will be equipped with dual-fuel propulsion in line with current environmental requirements. The design will be made according to the DNV-GL classification society and will be in accordance with Marpol and Solas (including the safe return to port SRTP). The service speed to be achieved will be 26 knots with an autonomy of 3000 miles.



## 2. Base de datos:

Para el cálculo del dimensionamiento básico se ha partido de la base de datos de buques representativos, que se incluye debajo. Se han limitado los buques seleccionados a aquellos de características semejantes y de menos de 12 años:

Nombre del buque	RPA	Nº cub. carga rodada	Lt (m)	Lpp (m)	B (m)	D (m)	Td (m)	Ts (m)	Vs (Kn)	TPM
<b>Volcán de Taburiente</b>	1500 pax., 1200 ml +300 coches	2 + 1 cardeck	130,45	115,45	21,6	7,5	5		22,5	1745
<b>Armorique</b>	1500 pax., 1100 ml	3	168	155	26,8	9,3	6,3	8,5	23	4200
<b>SF Alhucemas</b>	1000 pax., 1367 ml +125 coches	2 + 1 cardeck	154,51	137	24,2	8,35	5,5	5,8	21,6	3200
<b>Martín i Soler</b>	1200 pax., 1711 ml +334 coches	3 + 1 cardeck	165,3	152,5	25,6	8,5	5,5	5,7	21,4	4370
<b>Volcán de Tinamar</b>	1500 pax., 1850 ml + 300 coches	3 + 1 cardeck	175,7	159	26,4	9,5	6,4		24	4850
<b>Volcán de Tijarafe</b>	1000 pax., 57 trailers + 174 coches	2 + 1 cardeck	154,51	137	24,2	8,53	5,5	5,8	23	3350
<b>Volcán de Timanfaya</b>	1000 pax., 1270 ml (3,0 m)	2 + 1 cardeck	142,45	125	24,2	8,35	5,7	6	22	3350
<b>Star</b>	1900 pax., 2010 ml	2	186	170	27,7	9,5	6,5	6,75	27	4700
<b>Silver princess</b>	900 pax., 92 trailers y 30 coches	3	150	137,5	25	8	5,7	5,85	20,5	4724
<b>Stavangerfjord</b>	1500 pax., 1350 ml + 600 coches	3 + 1 cardeck	170	148	27,5	9,3	6,35	6,5	21,5	3900
<b>Viking Grace</b>	2800 pax., 1275 ml + 300 coches	2 + 1 cardeck	218,5	200	31,8	9,8	6,8	7	22	6107



Nombre del buque	Trip. + pax.	Vcomb (m <sup>3</sup> )	Vlastre (m <sup>3</sup> )	Vad (m <sup>3</sup> )	Fuentes
<b>Volcán de Taburiente</b>	1500	358 FO, 47 DO	1130	66	H. J. Barreras <a href="http://www.hjbarreras.es/?page=list-ferries&amp;idp=30">http://www.hjbarreras.es/?page=list-ferries&amp;idp=30</a>
<b>Armorique</b>	1500	790 HFO, 170 DO	2060		Significant ships 2008
<b>SF Alhucemas</b>	1000	611 HFO, 92 DO		134	H. J. Barreras <a href="http://www.hjbarreras.es/?page=list-ferries&amp;idp=38">http://www.hjbarreras.es/?page=list-ferries&amp;idp=38</a>
<b>Martín i Soler</b>	1200	660 HFO, 90 MDO		100	H. J. Barreras <a href="http://www.hjbarreras.es/?page=list-ferries&amp;idp=35">http://www.hjbarreras.es/?page=list-ferries&amp;idp=35</a>
<b>Volcán de Tinamar</b>	1500	916 FO, 134 DO		160	H. J. Barreras <a href="http://www.hjbarreras.es/?page=list-ferries&amp;idp=42">http://www.hjbarreras.es/?page=list-ferries&amp;idp=42</a>
<b>Volcán de Tijarafe</b>	1000	616 FO, 92 DO	1826	93	H. J. Barreras <a href="http://www.hjbarreras.es/?page=list-ferries&amp;idp=34">http://www.hjbarreras.es/?page=list-ferries&amp;idp=34</a>
<b>Volcán de Timanfaya</b>	1000	621FO, 92 DO	1685	93	H. J. Barreras <a href="http://www.hjbarreras.es/?page=list-ferries&amp;idp=27">http://www.hjbarreras.es/?page=list-ferries&amp;idp=27</a>
<b>Star</b>	1900	975 HFO, 170 DO	3250		Significant ships 2007
<b>Silver princess</b>	900	612 HFO, 125 DO	3056		Significant ships 2012
<b>Stavangerfjord</b>	1500	600 LNG	1508		Significant ships 2013
<b>Viking Grace</b>	2800	470 HFO, 178 MGO, 400 LNG	1450		Significant ships 2013





### 3. Dimensionamiento básico:

Para el dimensionado básico del buque a diseñar, se ha partido de los valores de otros buques representativos ya construidos, y mediante regresiones se han obtenido las principales dimensiones.

#### 3.1. Cálculo de la manga:

Al tratarse de un buque ro-pax, la manga vendrá determinada por el número de carriles que se dispondrán en las cubiertas de carga rodada. Por ello, su cálculo se diferenciará de las demás dimensiones.

La manga de un buque de estas características viene determinada por:

$$B = b_c \cdot n_c + 2 \cdot b + b_{pas} + b_{guard}$$

Donde:

- $b_c$ : manga del carril ( 3,1 m para tráileres; 2,1 a 2,3 para coches)
- $n_c$ : número de carriles.
- $b$ : espacio entre los carriles extremos y el forro del casco.
- $b_{pas}$ : espacio para la circulación de los pasajeros de proa a popa ( 0,8 m)
- $b_{guard}$ : espacio destinado para el guardacalor (del ancho de un carril).

Por tanto, para determinar la manga del buque a proyectar deberemos definir el número de carriles y el espacio  $b$ .

- $n_c$ : el buque deberá disponer de 1000 metros lineales (que se distribuirán en dos cubiertas). Los barcos de la base de datos con capacidad de carga rodada similar (Volcán de Tijarafe, SF Alhucenas, Volcán de Timanfaya), cuentan con 7 carriles de 3,1 metros en su cubierta principal. Por tanto, se ha optado inicialmente por esta disposición, situando 7 carriles de 3,1 metros de ancho (6 carriles de 3,1 metros más el guardacalor en la zona central).
- $b$ : para estimar el espaciado lateral del buque, se ha calculado este valor en los barcos de referencia y se ha realizado la media de los valores obtenidos.

Se muestra a modo de ejemplo el cálculo para el buque Star:

- 1) Se conoce la manga total del buque, obtenida de la base de datos, de 27,70 metros.



2) Se comprobó el ancho y número de carriles que existen en la cubierta (ver apartado siguiente “2.2. Cálculo de la eslora” apartado 3).

3) El buque cuenta en su zona central con:

- 7 carriles de 3,1 metros de ancho.
- El guardacalor, que se considera del ancho de un carril (3,1 m).
- espacio para la circulación de los pasajeros de proa a popa. Se estimó de 0,8 m.

4) El espaciado lateral del buque resultará entonces de restarle a la manga total los valores anteriores:

$$\text{Esp. L} = 27,70 - (7 \cdot 3,1 + 3,1 + 0,8) = 2,1 \text{ m}$$

Y dividirlo entre dos (por ambos costados):

$$\mathbf{b = 2,1/2 = 1,05 \text{ m}}$$

Se repitió el proceso para todos los buques de la base de datos. Se muestran los valores obtenidos:

Buque	b (espacio lateral)
Volcán de Taburiente	1,1
Armorique	0,6
SF Alhucemas	0,85
Martín i Soler	0,8
Volcán de Tinamar	0,8
Volcán de Tijarafe	0,85
Volcán de Timanfaya	1,2
Star	1,05
Silver princess	1,25
Stavangerfjord	1,05
Viking Grace	1,1
<b>Valor medio</b>	<b>0,96</b>

La manga del buque resultará entonces:

$$B = 3,1 \cdot 6 + 2 \cdot 0,96 + 0,8 + 3,1$$

$$\mathbf{B = 24,4 \text{ m}}$$



## 3.2. Cálculo de la eslora:

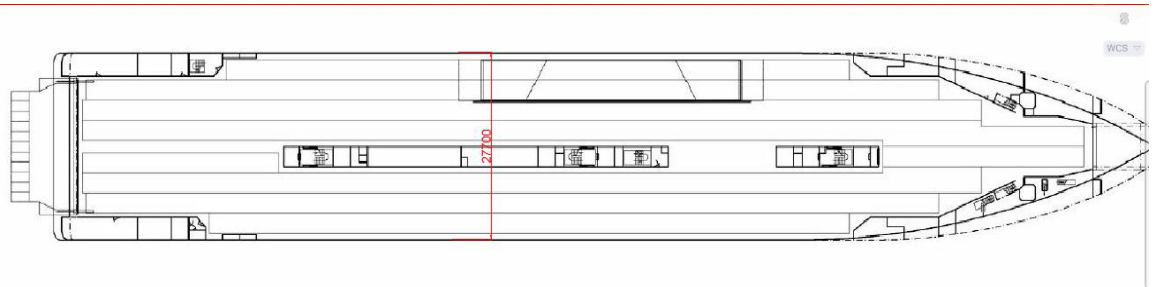
La estimación de la eslora entre perpendiculares (Lpp) se ha realizado mediante regresión con los datos de los buques de referencia. Para ello se consideraron dos parámetros:

- el área de cubierta, aproximándolo mediante  $L_{pp} \cdot B$ , enfrentado al área de carril disponible en una cubierta.
- El número de pasajeros, elevado a  $\frac{1}{2}$ , enfrentado a la eslora entre perpendiculares.

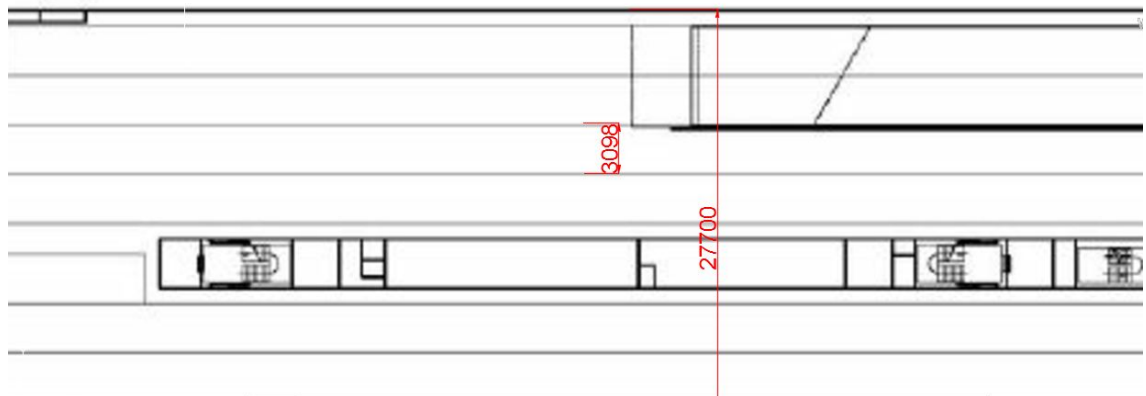
### Lpp · B vs área carril:

El área de carril de cada barco se ha obtenido a partir de los planos que se adjuntan en los anexos de la base de datos. Se ha medido sobre el plano el número de carriles y su longitud en la cubierta principal de cada buque. A continuación se muestra a modo de ejemplo como se ha calculado para el buque Star:

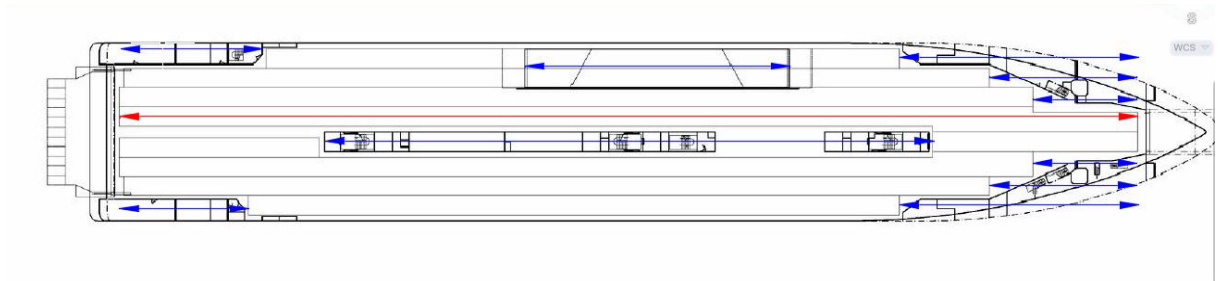
- 1) Las mediciones se realizaron con ayuda de software CAD (Autocad). Se tomó el plano de la cubierta principal del buque, incluido en el anexo, y se importó al programa.
- 2) Se escaló el plano a tamaño real (1:1), de forma que se pudiera medir sobre el las medidas reales.



- 3) Se comprobó el ancho de los carriles que se muestran en el plano, los cuales tienen 3,1 m (para tráileres), tal y como cabría esperar por las características de la carga que acredita. Por tanto, se identifican los carriles existentes en la cubierta y su ancho.



- 4) Se midió entonces la longitud de los carriles y de los obstáculos que los interrumpen (guardacalor, rampas, formas de proa/popa). Los valores se indican en el anexo:



La longitud de carril obtenida para la cubierta ppal resultó de:

$$L_c = 1120,43 \text{ m}$$

- 5) Dado que se conoce que los carriles en esta cubierta tienen 3,1 metros de ancho, el área de carril resulta de multiplicar la longitud de carril por su ancho:

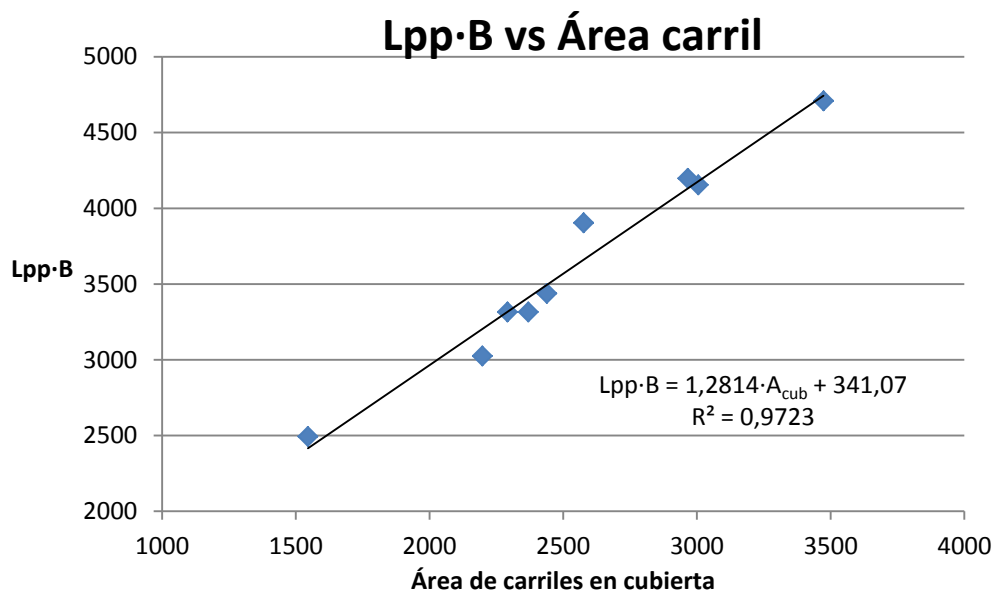
$$\text{Área de carril} = 1120,43 \cdot 3,1 = 3473,33 \text{ m}^2$$

El proceso se repitió para todos los buques de la base de datos. Los cálculos pormenorizados se indican en el anexo.

A continuación, se muestra los datos para la regresión y la gráfica obtenida:



Buque	Área carril	Lpp·B
Volcán de Taburiente	1690	2493,72
Armorique	3004	4154
SF Alhucemas	2368	3315,4
Martín i Soler	2576	3904
Volcán de Tinamar	2965	4197,6
Volcán de Tijarafe	2291	3315,4
Volcán de Timanfaya	2197	3025
Star	3473	4709
Silver princess	2438	3437,5
Stavangerfjord	2505	4070
Viking Grace	4243	6360



Según se indica en la RPA, el buque deberá transportar 30 tráileres (que irán en la cubierta principal) y 115 turismos (en la cubierta superior a la ppal). Considerando 16 metros para la longitud de cada tráiler, resultan 480 metros lineales (siendo los restantes 520 metros lineales los correspondientes a los 115 turismos). Por tanto, el valor del área de la cubierta ppal del buque del proyecto es 1488 m<sup>2</sup> (correspondientes a 480 metros lineales de 3,1 metros de ancho). Con este valor, entrando en la gráfica, se obtiene:

$$Lpp \cdot B = 2421,8$$

$$Lpp = 113,7 \text{ m}$$

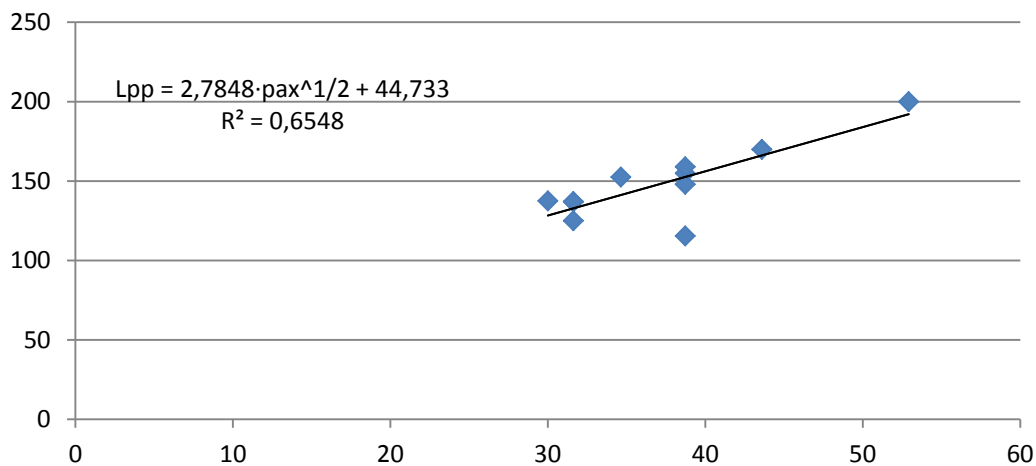


Lpp vs pax<sup>1/2</sup>:

Los valores de Lpp y pasajeros se indican en la siguiente tabla:

Buque	Pasajeros	Pax <sup>1/2</sup>	Lpp	Lpp/B
Volcán de Taburiente	1500	38,72	115,45	5,34
Armorique	1500	38,72	155	5,78
SF Alhucemas	1000	31,62	137	5,66
Martín i Soler	1200	34,64	152,5	5,95
Volcán de Tinamar	1500	38,72	159	6,02
Volcán de Tijarafe	1000	31,62	137	5,66
Volcán de Timanfaya	1000	31,62	125	5,16
Star	1900	43,58	170	6,13
Silver princess	900	30	137,5	5,5
Stavangerfjord	1500	38,72	148	4,33
Viking Grace	2800	52,91	200	4,67

### Lpp vs pax<sup>1/2</sup>



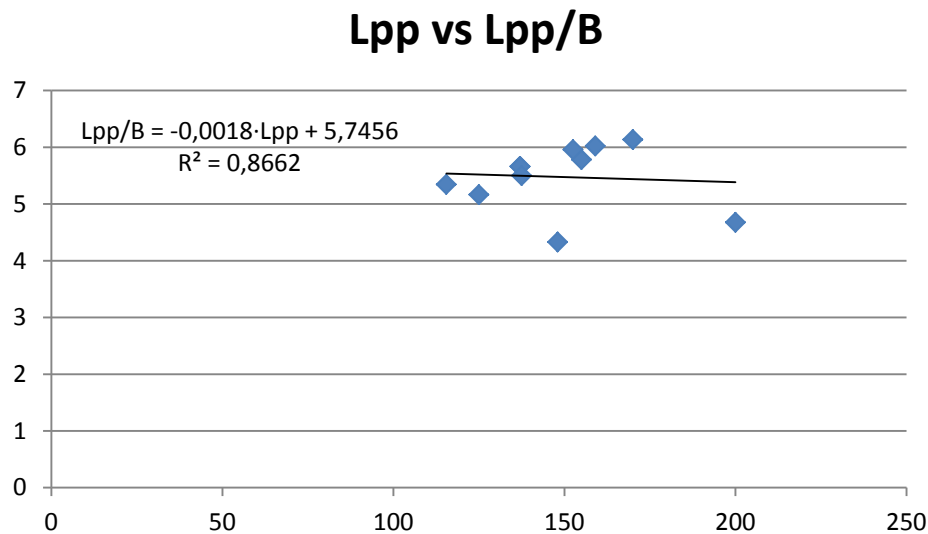
El buque proyecto debe transportar 1500 pasajeros, por lo que entrando con dicho valor en la gráfica se obtiene:

$$Lpp = 152,5 \text{ m}$$

Se observa por tanto que el número de pasajeros es más limitante que la carga rodada con respecto a las dimensiones del buque.



A modo de comprobación, se ha estimado también la eslora mediante la relación  $L_{pp}$  vs  $L_{pp}/B$ :



Entrando con el valor de la manga calculado en el anterior apartado, se obtiene:

$$L_{pp} = 134,46 \text{ m}$$

Resultando un valor intermedio a los dos obtenidos en las anteriores estimaciones.

Se escogió como valor para la  $L_{pp}$  el obtenido mediante la regresión de  $L_{pp}$  vs  $pax^{1/2}$ :

$$L_{pp} = 152,5 \text{ m}$$

### 3.3. Cálculo del puntal:

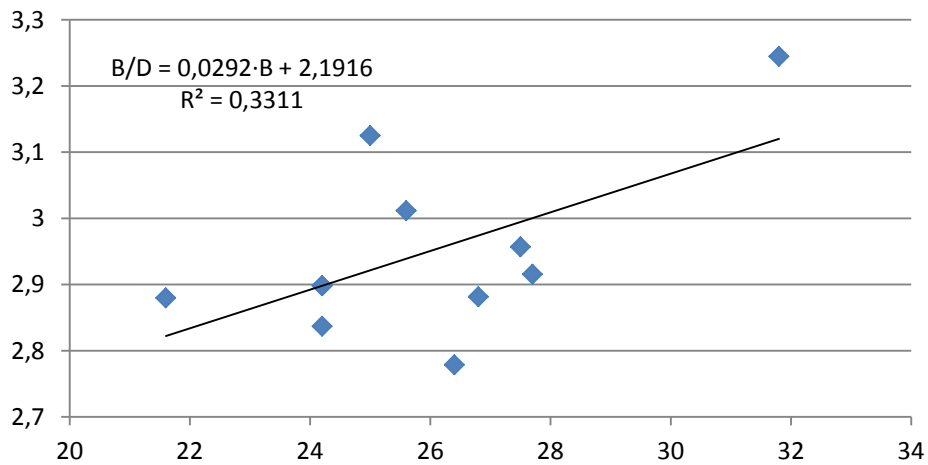
Para la estimación del puntal (D) se optó por enfrentar B contra la relación B/D,  $L_{pp}$  contra  $L_{pp}/D$  y D contra B.

Buque	$L_{pp}$	B	D	B/D	$L_{pp}/D$
Volcán de Taburiente	115,45	21,6	7,5	2,88	15,39
Armorique	155	26,8	9,3	2,881	16,66
SF Alhucemas	137	24,2	8,35	2,898	16,40
Martín i Soler	152,5	25,6	8,5	3,011	17,94



Volcán de Tinamar	159	26,4	9,5	2,778	16,73
Volcán de Tijarafe	137	24,2	8,53	2,837	16,06
Volcán de Timanfaya	125	24,2	8,35	2,898	14,97
Star	170	27,7	9,5	2,915	17,89
Silver princess	137,5	25	8	3,125	17,18
Stavangerfjord	148	27,5	9,3	2,956	15,91
Viking Grace	200	31,8	9,8	3,244	20,40

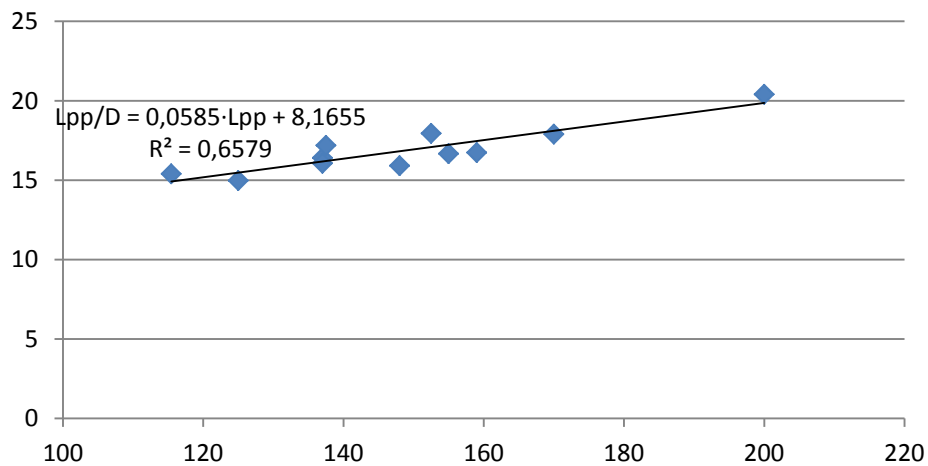
### B vs B/D



En este primer caso, el valor obtenido para el puntal es:

$$D = 7,41 \text{ m}$$

### Lpp vs Lpp/D



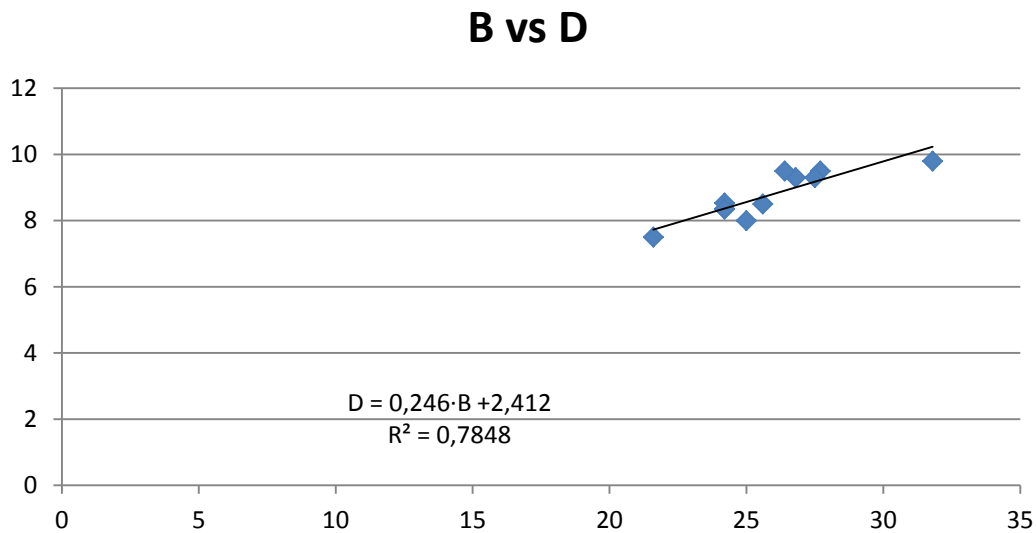




En este caso, el puntal obtenido es:

$$D = 7,92 \text{ m}$$

Finalmente, también se estimó mediante la relación D vs B:



Se obtiene el mismo valor que en el primer caso:

$$D = 7,42 \text{ m}$$

Por tanto, se tomará este como puntal:

$$D = 7,42 \text{ m}$$

### 3.4. Cálculo del calado:

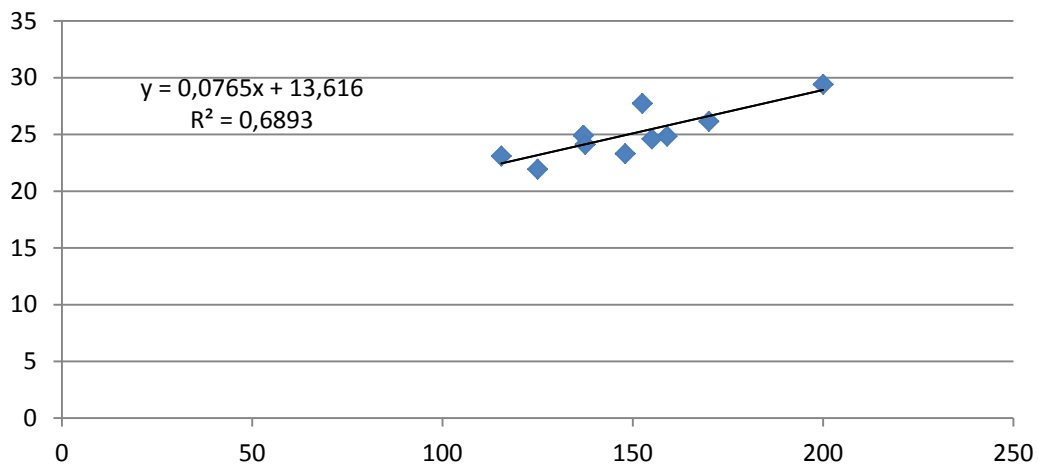
La estimación del calado (T) se realizó enfrentando Lpp con Lpp/D, B con B/T y D con T/D. Los resultados se muestran a continuación:

Buque	Lpp	B	D	Lpp/D	B/T	T/D
Volcán de Taburiente	115,45	21,6	7,5	15,39	4,32	0,666
Armorique	155	26,8	9,3	16,66	4,25	0,677
SF Alhucemas	137	24,2	8,35	16,40	4,4	0,658
Martín i Soler	152,5	25,6	8,5	17,94	4,65	0,647
Volcán de Tinamar	159	26,4	9,5	16,73	4,12	0,673



Volcán de Tijarafe	137	24,2	8,53	16,06	4,4	0,644
Volcán de Timanfaya	125	24,2	8,35	14,97	4,24	0,682
Star	170	27,7	9,5	17,89	4,26	0,684
Silver princess	137,5	25	8	17,18	4,38	0,7125
Stavangerfjord	148	27,5	9,3	15,91	4,33	0,682
Viking Grace	200	31,8	9,8	20,40	4,67	0,693

### Lpp vs Lpp/T

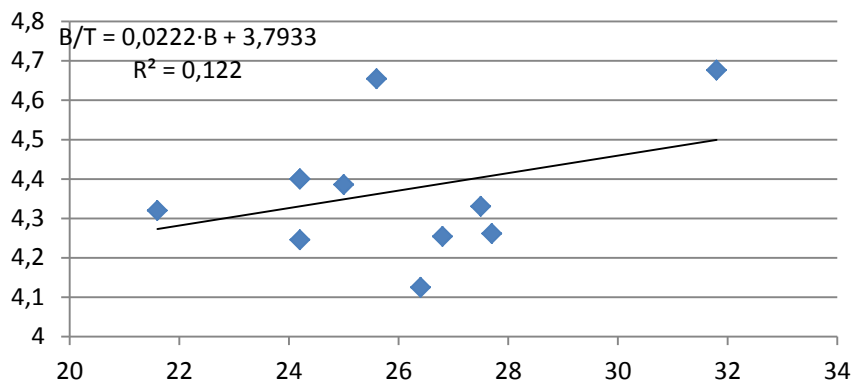


El calado resultante con esta regresión es:

$$Lpp/T = 25,28$$

$$T = 6,03 \text{ m}$$

### B vs B/T



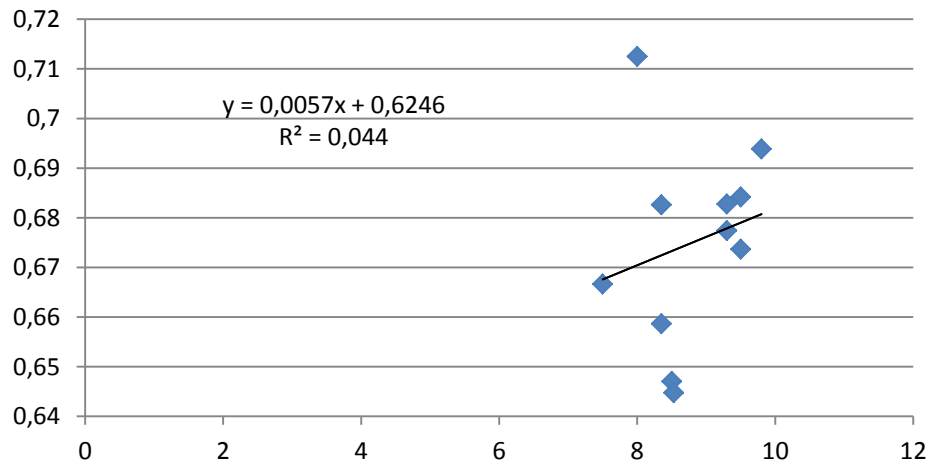


En este caso, el resultado es:

$$B/T = 4,51$$

$$T = 5,41 \text{ m}$$

### D vs T/D



El resultado obtenido será en este caso:

$$T/D = 0,672$$

$$T = 5,66 \text{ m}$$

Por tanto, se escoge este último por ser un valor intermedio entre todos los obtenidos:

$$T = 5,66 \text{ m}$$



## 4. Resultados:

El dimensionado básico del buque ro-pax resulta:

<b>Lpp</b>	<b>152,5 m</b>
<b>B</b>	<b>24,4 m</b>
<b>D</b>	<b>8,42 m</b>
<b>Td</b>	<b>5,66 m</b>
<b>Cb</b>	<b>0,545</b>
<b>Cm</b>	<b>0,971</b>
<b>Cp</b>	<b>0,561</b>
<b>Despl</b>	<b>9373 t</b>

- **Coefficiente de bloque:**

El coeficiente de bloque se ha obtenido mediante la fórmula de Luna:

$$Cb = 0,826 - 0,7 \cdot Fn + 0,01 \cdot \left(\frac{L - 100}{L}\right)^3$$

- **Coefficiente de la maestra:**

Se usó la fórmula de Schneekluth y Murray que relaciona el Cm con el número de Froude:

$$Cm = 1 - 2 \cdot Fn^4$$



para  $F_n$  entre 0 y 0,5.

- **Coefficiente prismático:**

El cálculo del  $C_p$  se realizó mediante su dependencia con los otros dos coeficientes:

$$C_p = C_b / C_m$$

- **Desplazamiento ( $\Delta$ ):**

Se calculó con la fórmula:

$$\text{Despl} = L \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot 1,025$$



## 4. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS:

Partiendo del buque obtenido en el dimensionamiento básico, se realiza la variación de las dimensiones principales, con objeto de obtener la mejor combinación de estas. El buque óptimo corresponderá a la combinación de dimensiones que hagan más favorable el valor de la cifra de mérito.

Para este proyecto, la cifra de mérito será:

**Cifra de mérito: coste de construcción (óptimo astillero)**

### 4.1. Definición de las alternativas:

La variación realizada en las dimensiones básicas ha sido:

- Eslora entre perpendiculares (Lpp): aproximadamente un 10% por encima y por debajo. Se ha desviado el rango hacia los valores menores a la vista de los valores obtenidos en el dimensionamiento básico:
  - $152,5 \cdot 1,08 = 164,5 \text{ m}$
  - $152,5 \cdot 0,85 = 130 \text{ m}$

Se tomaron diez valores en ese intervalo.

- Manga: Al tratarse de un buque ro-pax, la manga vendrá determinada por el número de carriles existentes en las cubiertas de carga rodada. Por tanto, la variación de la manga se realizará añadiendo o suprimiendo el espacio de un carril.
  - $24,4 + 3,1 = 27,5 \text{ m}$
  - $24,4 - 3,1 = 21,3 \text{ m}$

Se tomaron estos dos valores más el inicial de 24,4 m.



- Coeficiente de bloque: se varió el Cb un 10% por encima y por debajo.
  - $0,54 \cdot 1,1 = \mathbf{0,58}$
  - $0,54 \cdot 0,9 = \mathbf{0,48}$

Se tomaron once valores en ese intervalo.

## 4.2. Cálculo de las dimensiones restantes:

### - **Puntal:**

El cálculo del puntal se realizó considerando la relación L·B·D inicial constante en las distintas alternativas, de forma que para la L y B de cada una corresponde un puntal (D) que la cumple.

$$D = \frac{L_i \cdot B_i \cdot D_i}{L \cdot B}$$

### - **Calado:**

El cálculo del calado (T) se realizó mediante la fórmula del desplazamiento:

$$T = \frac{Despl}{1,025 \cdot L \cdot B \cdot Cb}$$

Tanto L, B como Cb vienen determinados con cada alternativa al ser los valores que las definen. El desplazamiento es obtenido tal y como se indica en el siguiente apartado.

### - **Coeficiente de la maestra:**

Se usó la fórmula de Schneekluth y Murray que relaciona el Cm con el número de Froude:

$$Cm = 1 - 2 \cdot Fn^4$$

para Fn entre 0 y 0,5.



- **Coeficiente prismático:**

El cálculo del  $C_p$  se realizó mediante su dependencia con los otros dos coeficientes:

$$C_p = C_b / C_m$$

### 4.3. Cálculo de pesos y desplazamiento:

Se han estimado los pesos de acero, maquinaria y equipos de cada una de las nuevas alternativas. Con estos se ha podido determinar el desplazamiento de cada una.

- **Peso del acero:**

El peso de la estructura de acero del buque se estimó mediante la fórmula de J. L. García Garcés para buques de carga rodada:

$$PS = 0,0384 \cdot L^{1,5} \cdot B \cdot D^{0,5}$$

- **Peso de la maquinaria:**

Para el cálculo del peso de la maquinaria es necesario estimar primero la potencia que necesitaría el buque para propulsarse. Esta estimación se realizó mediante el método de Hollenbach's:

$$BKW = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^3 \cdot \frac{B \cdot T}{10} \cdot C_R$$

Siendo:

$$C_R = \left(\frac{T}{B}\right)^{b_1} \cdot \left(\frac{B}{L}\right)^{b_2} \cdot \left(\frac{L_{os}}{L_{wl}}\right)^{b_3} \cdot \left(\frac{L_{wl}}{L}\right)^{b_4} \cdot K$$

Donde:

- T: calado de cada alternativa (m).
- B: manga de cada alternativa (m).
- L: eslora entre perpendiculares de cada alternativa (m).
- $L_{os}$ : eslora sobre la superficie de cada alternativa (m).





- $L_{wl}$ : eslora en la flotación de cada alternativa (m).
- $b_1, b_2, b_3, b_4$ : coeficientes de resistencia típicos para buques de doble hélice.
- K: constante en la que se incluye el resto de valores de la fórmula, que en esta etapa de diseño no se pueden determinar. Su valor se calculó aplicando la fórmula a un buque base, de características similares (Volcán de Taburiente), del cual se conoce la potencia:
  - Potencia Volcán de Taburiente = 18000 Kw
  - $L = L_{pp} = 115,45$  m
  - $B = 21,6$  m
  - $T = 5$  m
  - $V = 22,5$  Kn
  - $L_{os} = 125,13$  m, medido sobre plano
  - $L_{wl} = 125,13$  m, medido sobre plano, en este buque coincide con la anterior.

Sustituyendo en la fórmula:

$$18000 = \frac{1}{2} \cdot 1,025 \cdot 22,5^3 \cdot \frac{21,6 \cdot 5}{10} \cdot \left(\frac{5}{21,6}\right)^{-0,2748} \cdot \left(\frac{21,6}{115,45}\right)^{0,5747} \cdot \left(\frac{125,13}{125,13}\right)^{-6,761} \cdot \left(\frac{125,13}{115,45}\right)^{-4,3834} \cdot K$$

De donde se obtiene el valor de K:

$$\mathbf{K = 3,5197}$$

Una vez estimada la potencia, se determinó el peso de la maquinaria mediante la expresión:

$$PQ = 0,075 \cdot BKw + 300$$



- **Peso de equipos restantes:**

El peso de los equipos restantes se evaluó mediante la formulación:

$$PEr = 0,045 \cdot L_{pp}^{1,3} \cdot B^{0,8} \cdot D^{0,3}$$

- **Desplazamiento:**

Una vez estimados los pesos de las distintas alternativas, se procedió a calcular su desplazamiento. Para ello, se calculó la desviación de los pesos de cada alternativa con los de la inicial. El resultado se sumó o restó, dependiendo del caso, al desplazamiento del buque inicial.

$$\Delta despl = PS + PQ + PEr - (PS_{inicial} + PQ_{inicial} + PEr_{inicial})$$

$$Despl = Despl_{inicial} + \Delta despl$$

#### 4.4. Cálculo de costes:

Para la determinación de la cifra de mérito (coste de construcción), se deben estimar las distintas partidas de costes de cada alternativa. El coste de construcción está constituido por:

$$CC = CMg + CEq + CMo + CVa$$

A continuación se indica cómo se calcularon los costes de materiales a granel (CMg), mano de obra (CMo), equipos (CEq) y costes varios (CVa).

- **Coste de materiales a granel:**

El coste de los materiales a granel se ha estimado mediante la fórmula:

$$CMg = ccs \cdot cas \cdot cem \cdot ps \cdot PS$$



Siendo:

- ccs: coeficiente ponderado de chapas y acero de distintas calidades (1,1).
- cas: coeficiente de aprovechamiento de acero (1,115).
- cem: incremento por equipo metálico incluido en la estructura (1,065).
- ps: precio unitario del acero (600 €/t).
- PS: peso del acero, calculado en el anterior apartado.

- **Coste de la mano de obra de materiales a granel:**

El coste de la mano de obra encargada del montaje de los materiales a granel se determinó mediante:

$$CMm = chm \cdot chs \cdot PS$$

Siendo:

- chm: coste horario medio del astillero (60 €/horas).
- chs: coeficiente de horas por unidad de peso (60 horas/t).

- **Coste de equipos y su montaje:**

Para el cálculo del coste de los equipos y de su montaje se usó:

$$CEq + CMe = CEp + CHf + CEr$$

Donde:

- CEp: coste de los equipos de propulsión, auxiliares y montaje.

$$CEp = cep \cdot BKw$$

- cep: coste por unidad de potencia (400 €/Kw)

- CHf: coste de habilitación y montaje.

$$CHf = chf \cdot nch \cdot NT + chf_{pax} \cdot nch_{pax} \cdot NPAX$$



- chf: coeficiente unitario de habilitación por tripulante (33500 €/trip).
- nch: coeficiente de nivel de calidad de la habilitación (1,2).
- NT: número de tripulantes (50).
- $chf_{pax}$ : por pasajero (15000 €/pax).
- $Nch_{pax}$ : por pasajero (2).
- NPAX: número de pasajeros (1500).

- CEr: coste de equipos restantes.

$$CEr = ccs \cdot ps \cdot PER$$

- ccs: coeficiente ponderado de chapas y acero de distinta calidad (1,3)
- ps: precio unitario acero (600 €/t)
- PER: peso del equipo restante.

- **Costes varios aplicados:**

Incluye otros gastos no incluidos en las partidas anteriores (seguros, SSCC, ensayos...). Se estimó como el 8% del coste de construcción.

$$CVa = 0,08 \cdot CC$$



#### 4.5. Elección de la alternativa óptima:

La elección de la mejor alternativa vendrá determinada, como se indicó, por el menor coste de construcción. Pero tiene que tenerse en cuenta que las dimensiones de esta estén dentro de los ratios establecidos con los buques de la base de datos. Para ello, se descartaron todas las alternativas cuyos valores de L/B, B/D, B/T y T/D no entraban dentro de dichos ratios.

	L/B	B/D	B/T	T/D
Máximo	6,137	3,244	4,676	0,712
Mínimo	4,330	2,778	4,125	0,644

Las alternativas que resultan válidas se muestran en la siguiente tabla:



	L	Ltotal	B	D	T	Cb	Cm	Cp	DESPL	PS	Fn	BKw	PQ	PER	dDESPI
1	133	148,61	24,40	7,67	5,30	0,57	0,96	0,59	10053	3981	0,370	23752,1	2381,4	616,0	679,5
2	133	148,61	24,40	7,67	5,41	0,56	0,96	0,58	10079	3981	0,370	24104,9	2407,9	616,0	705,9
3	130	145,67	24,40	7,85	5,26	0,58	0,96	0,60	9923	3891	0,375	23410,3	2355,8	602,1	550,2
4	130	145,67	24,40	7,85	5,37	0,57	0,96	0,59	9949	3891	0,375	23751,8	2381,4	602,1	575,8
5	130	145,67	24,40	7,85	5,48	0,56	0,96	0,58	9975	3891	0,375	24105,1	2407,9	602,1	602,3

	CPs	CPQ	CPER	Cva	CC
1	17449624	56510844	480499	5955277	80396244
2	17449624	56651941	480499	5966565	80548629
3	17056023	56374121	469660	5911984	79811789
4	17056023	56510718	469660	5922912	79959313
5	17056023	56652032	469660	5934217	80111933



De estas, se escoge como la alternativa óptima aquella que presenta un menor coste total de construcción.

Se ha comprobado que la opción seleccionada cumple con los criterios técnicos y permite transportar la carga rodada estipulada. Para ello, se usó la regresión L·B vs área de cubierta.

A continuación se muestran los datos de la opción seleccionada:

### Características buque

<b><math>L_{pp}</math></b>	130 m
<b><math>L_{total}</math></b>	145,6 m
<b>B</b>	24,4 m
<b>D</b>	7,84 m
<b>T</b>	5,26 m
<b><math>C_b</math></b>	0,58
<b><math>C_m</math></b>	0,960
<b><math>C_p</math></b>	0,60
<b>Despl</b>	9923,2 t
<b>CC</b>	79811789 €



## 5. FRANCOBORDO:

Para el cálculo del francobordo se ha tomado como referencia el Convenio internacional sobre líneas de carga de 1966.

### 5.1. Eslora de francobordo:

La eslora considerada en el cálculo del francobordo será la mayor de:

- 96% de la eslora total al 85% del puntal: 133,34 m.
- La Lpp al 85% del puntal: 131,2 m.

Por tanto, la eslora considerada será: 133,34 metros

### 5.2. Tipo de buque:

Según el Convenio internacional de líneas de carga se trata de un buque de tipo B, ya que no transportará cargas líquidas a granel.

### 5.3. Francobordo tabular:

Se obtiene de las tablas existentes en el convenio, en función de la eslora de francobordo. Para  $L = 133,34$  m se obtiene:

$$Fb_{\text{tabular}} = 1966 \text{ mm}$$

### 5.4. Correcciones:

Al francobordo tabular obtenido se le deben realizar las correcciones oportunas en función de lo que se diferencia el buque del proyecto del buque tipo del convenio.

#### 5.4.1. Corrección por puntal:

Dado que el buque cuenta con una superestructura cerrada que cubre toda la eslora, el francobordo se reduce en:

$$\left(D - \frac{L}{15}\right) \cdot \frac{L}{0.48}$$

$$\text{Corrección por puntal} = - 260 \text{ mm}$$





#### 5.4.2. Reducción por superestructuras y troncos:

La longitud efectiva de superestructuras es de  $1 L = 133,34$ , no se consideran troncos en el buque del proyecto. La reducción correspondiente se obtiene por interpolación lineal en función de la citada eslora, según los valores del convenio:

$$\text{Reducción por superestructuras} = -1070 \text{ mm.}$$

#### 5.4.3. Arrufo:

El buque no cuenta con arrufo en su cubierta, pero cuenta con una superestructura extendida por toda su eslora y cuya altura excede la normal según el convenio ( $5,4 > 2,214$  m). Por ello, la diferencia entre la altura real y la normal (Z) se añade al arrufo como indica el convenio:

<b>After perpendicular</b>	Z	3100
<b>1/6 L from A.P.</b>	0,444·Z	1376
<b>1/3 L from A.P.</b>	0,111·Z	344
<b>Amidships</b>	0	0
<b>Amidships</b>	0	0
<b>1/3 L from F.P.</b>	0,111·Z	344
<b>1/6 L from F.P.</b>	0,444·Z	1376
<b>Forward perpendicular</b>	Z	3100

Se obtiene por tanto un exceso de arrufo. Con estos valores, realizada la función de Simpson correspondiente, y multiplicada por:

$$\left(0,75 - \frac{L}{2 \cdot L}\right)$$

Se calcula la corrección por arrufo:

$$\text{Corrección por arrufo} = -88 \text{ mm.}$$

#### 5.4.4. Altura mínima de proa:

El convenio determina la altura mínima en la perpendicular de proa, entre la flotación correspondiente al francobordo de verano y la cubierta de intemperie. Se obtiene mediante una fórmula, en este caso el valor resulta:



Altura mínima de proa = 4873 mm.

Esta distancia se consigue con los valores de francobordo contemplados por lo que no es necesario modificarlos.

#### 5.4.5. Flotabilidad de reserva:

Al tratarse de un buque tipo B se debe garantizar una flotabilidad de reserva en el extremo de proa. Para ello, en la sección a  $0,15 \cdot L$  a popa de la perpendicular de proa, el área proyectada entre la flotación en carga de verano y la superestructura debe ser superior a la calculada como:

$$\left( 0,15 \cdot F_{min} + 4 \cdot \left( \frac{L}{3} + 10 \right) \right) \cdot \frac{L}{100}$$

El área mínima obtenida es:

$$\text{Área proyectada mínima} = 62,16 \text{ m}^2$$

Teniendo en cuenta la altura de la superestructura del buque, este valor de área se alcanza sin problema en las diferentes condiciones del buque, con lo que la reserva de flotabilidad está garantizada.

#### 5.5. Francobordos mínimos:

Con todo ello, los valores obtenidos finalmente para el francobordo son:

<b>Calado de verano</b>	<b>7297 mm</b>
<b>Francobordo de verano</b>	<b>553 mm</b>
<b>Francobordo tropical</b>	<b>396 mm</b>
<b>Francobordo de invierno</b>	<b>701 mm</b>
<b>Francobordo invierno Atl. Norte</b>	<b>701 mm</b>
<b>Francobordo agua dulce</b>	<b>535 mm</b>

Los valores obtenidos no limitan las cifras de calado con los que se ha venido trabajando hasta ahora. Estos valores deberán ser modificados en función de la



estructura del buque ya que no se diseñará para que este navegue con tanto calado como el francobordo permitiría.

El cálculo pormenorizado se encuentra en los anexos de este documento.



## 6. PREDICCIÓN DE POTENCIA:

Se ha realizado la estimación de la potencia necesaria para el buque del proyecto, con objeto de determinar la planta propulsora necesaria. La estimación se ha realizado mediante el software HydroComp Navcad.

La metodología utilizada ha sido Holtrop, por adaptarse adecuadamente a las características del buque.

Los valores necesarios para el cálculo de los que no se disponía se han obtenido de la siguiente forma:

- Centro de carena: mediante la formulación de L. Troost

$$XB = 17,5 \cdot Cp + 12,5 = -1,9 \% \text{ de } L$$

- Centro de flotación: se ha supuesto el mismo que el centro de carena.
- Dimensiones del bulbo: se han tomado del croquis del buque y de buques base representativos.

Los cálculos pormenorizados se incluyen en el anexo.

El valor de potencia de servicio obtenido es:

$$Ps = 24862,3 \text{ Kw}$$

La MCR necesaria resulta (15% margen de mar y 90% régimen motor):

$$MCR = \frac{Ps \cdot MM}{RM} = \frac{24862,3 \cdot 1.15}{0.9} = 31768,6 \text{ Kw}$$

Con este valor se decide cuál va a ser la planta propulsora del buque.

Este contará con dos líneas de ejes y sus correspondientes hélices. Los motores deberán además ser Dual-fuel, permitiendo operar con HFO y GNL. Se decide propulsar el buque con 4 motores, acoplados a cada eje mediante reductora. El modelo escogido, que se adapta a las necesidades del buque es:

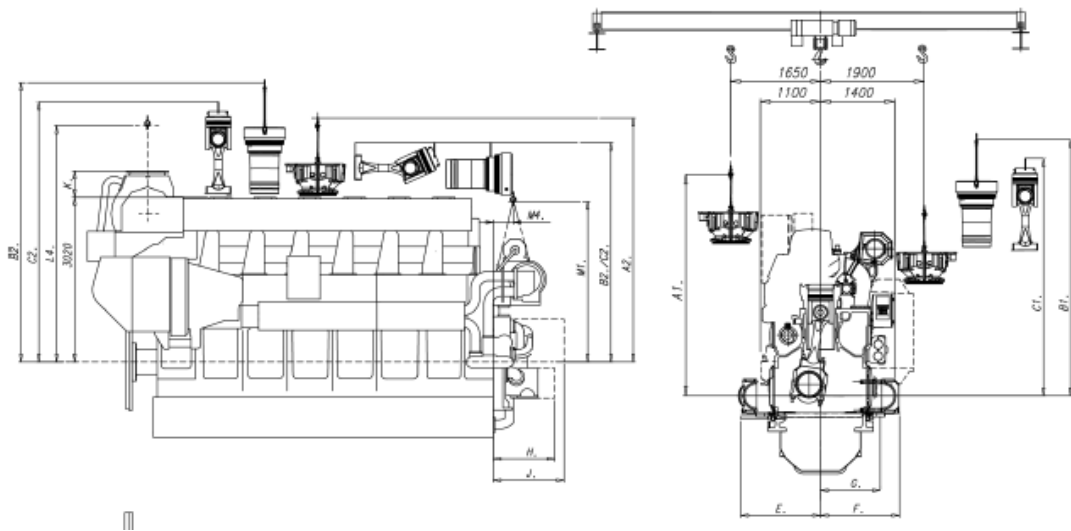


### Wärtsilä 8L46DF (9160 Kw)

Cylinder configuration	IMO Tier 2	
	kW	bhp
W 6L46DF	6870	9340
W 7L46DF	8015	10900
W 8L46DF	9160	12450
W 9L46DF	10305	14010
W 12V46DF	13740	18680
W 14V46DF	16030	21790
W 16V46DF	18320	24910

The Wärtsilä 46DF is a 4-stroke, non-reversible, turbocharged and intercooled diesel engine with direct fuel injection (twin pump).

Cylinder bore	460 mm
Stroke	580 mm
Piston displacement	96.4 l/cyl
Number of valves	2 inlet valves and 2 exhaust valves
Cylinder configuration	6, 7, 8 and 9 in-line; 12, 14 and 16 in V-form
Direction of rotation	clockwise, counter-clockwise on request
Speed	600 rpm
Mean piston speed	11.6 m/s





## 7. ESTIMACIÓN DE PESOS:

Se procede a estimar los pesos del buque en la situación actual del proyecto. Para este cálculo se usarán los apuntes facilitados en la asignatura “Proyectos del buque y artefactos marinos”.

Los pesos del buque se dividen en peso en rosca y peso muerto, siendo:

$$\Delta = PR + PM$$

Se obtiene el desplazamiento en esta fase del proyecto como:

$$\Delta = L \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot k$$

siendo  $k = 1,03$ ; según los apuntes mencionados.

$$\Delta = 9923 \text{ t}$$

Para la estimación de PR y PM se han calculado las distintas partidas que los componen. Se ha usado en algunas de ellas el método indicado en los apuntes basado en coeficientes que permiten obtener pesos en función de volúmenes, áreas. Otra partidas se obtuvieron por formulación o de los propios datos ya conocidos del diseño del buque.

### - Peso en rosca:

- Estructura del casco: se calcula en función del volumen, considerando casco hasta la altura del puntal.

$$V_{\text{casco}} = 14439 \text{ m}^3 \quad \text{Coef.} = 0,085 \quad \text{Peso} = 1227 \text{ t}$$

- Superestructura: en función del volumen. Se considera el resto de cubiertas a partir de la principal, las medidas se toman del croquis.

$$V_{\text{sup}} = 50727 \text{ m}^3 \quad \text{Coef.} = 0,06 \quad \text{Peso} = 3043,6 \text{ t}$$

Se observa que el valor total del PS obtenido no difiere del ya calculado en el apartado 4.3 por la fórmula de J. L. García Garcés.

- Habitación: se calcula en función de la superficie, según los valores de  $\text{kg/m}^2$  dados en el libro “Cálculo del desplazamiento” de F. Junco.

$$A_{\text{hab}} = 8052 \text{ m}^2 \quad \text{Camarote tripulación} = 160 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{Comedores y salones} = 120 \text{ Kg/m}^2$$



Peso = 1073 t

- Maquinaria: a partir del peso de los motores, que es conocido, y de la maquinaria restante mediante la fórmula:

$$PQR = K \cdot (MCR)^{0,7}$$

$$\text{Peso} = 520 + 1133 = 1653 \text{ t}$$

- Resto de equipamiento del barco: en función del volumen total del barco, aplicando coeficiente.

$$V_{\text{buque}} = 65167 \text{ m}^3 \quad \text{Coef} = 0,006 \quad \text{Peso} = 391 \text{ t}$$

- **PR TOTAL = 7758,76 t**

- Peso muerto:

- Carga rodada: 25 toneladas por tráiler y 2 por turismo (30 tráileres y 115 turismos).

$$\text{Peso} = 980 \text{ t}$$

- Personas: se considera tripulación y pasaje, 1555 personas, con un peso medio de 100 Kg (incluye posible equipaje).

$$N^{\circ} = 1555 \quad \text{Coef} = 0,1 \quad \text{Peso} = 155,5 \text{ t}$$

- Provisiones y víveres: se calculó en función de los valores obtenidos del libro "El proyecto básico del buque mercante", donde se indica una cifra de 15 Kg por persona y día en buques de pasaje. Dado que la autonomía es de 3000 millas y que a la velocidad de servicio (26 nudos), la duración de la navegación máxima sería de casi 5 días. Se calcularon los víveres para esa duración.

$$N^{\circ} \text{ personas} = 1555 \quad \text{Viveres} = 15 \text{ Kg/per} \cdot \text{día} \quad \text{Dur} = 4,8 \text{ días}$$

$$\text{Peso} = 111 \text{ t}$$



- HFO/GNL: Se calculó con los consumos del motor seleccionado (182 g/Kwh) y la autonomía de 3000 millas (RPA). Dado que a estas alturas del proyecto se desconoce el porcentaje de GNL que se usará, el cálculo se realizó para la situación más desfavorable, suponiendo que todo el trayecto se realiza con HFO (menor poder calorífico).

Peso = 710 t

- Lub oil: se considera el 4% del peso del combustible, según indica del libro “El proyecto básico del buque mercante”.

Peso = 28,43 t

- Agua fresca: se consideran 125 litros por persona y día.

Peso = 194 t

- **PM TOTAL = 2181 t**

**PR + PM = 9940 t**

Se observa que resulta un valor cercano al desplazamiento calculado con anterioridad.





## 8. ESPECIFICACIÓN:

### 8.1. General:

#### 8.1.1. Tipo de buque:

El presente proyecto define el diseño de un ferry para el transporte de carga rodada y personas.

El buque tendrá capacidad para transportar un total de 1500 pasajeros y 55 tripulantes. Además contará con 1000 metros lineales para el transporte de carga rodada, permitiéndole albergar 30 tráileres y 115 turismos de forma simultánea.

La carga se distribuirá en dos cubiertas de carga rodada (cubierta principal y la inmediatamente superior) y 4 cubiertas donde se situarán los pasajeros, que se encuentran por encima de las anteriores. Por debajo de la cubierta principal se situará la cámara de máquinas y los tanques necesarios.

El buque contará con accesos y sus respectivas rampas de entrada a proa y popa, permitiendo la carga y descarga sin necesidad de maniobrar los vehículos en su interior. Las rampas de entrada y salida formarán parte de la estructura del buque.

La propulsión proyectada para este buque es de tipo dual fuel, en la que los motores instalados podrán ser alimentados tanto con gas natural como con HFO. La planta propulsora contará con 4 motores que moverán 2 líneas de ejes con sus respectivas hélices. Además se instalarán hélices en proa para facilitar la maniobra del barco.

#### 8.1.2. Características principales:

- Eslora entre perpendiculares: 130 m
- Eslora total: 145,6 m
- Manga: 24,4 m
- Puntal a cubierta ppal: 7,84 m
- Calado de trazado: 5,26 m
- Coeficiente de bloque: 0,58
- Coeficiente de la maestra: 0,96
- Coeficiente prismático: 0,61



- Desplazamiento: 9923 t
- Peso muerto: 2181t
- Velocidad de servicio: 26 nudos al 90% MCR
- Propulsión: 31768 Kw
- Capacidad combustible: 710 m<sup>3</sup>
- Clasificación: DNV GL

#### 8.1.3. Tripulación:

El buque albergará un total de 55 tripulantes, los cuales contarán con camarotes adecuados y los servicios necesarios para su estancia.

#### 8.1.4. Formas y estabilidad:

Se dotará al buque de unas formas hidrodinámicas que minimicen la resistencia al avance de este, y faciliten alcanzar la velocidad de servicio estipulada. La proa llevará bulbo y las cubiertas no dispondrán de arrufo.

Además deberá cumplir con los criterios de estabilidad generales, asimismo de los de buques de pasaje.

#### 8.1.5. Potencia y velocidad:

Se dotará al buque de 4 motores dual-fuel capaces de aportar 31768 Kw, permitiéndole desplazarse a 26 nudos al 90% MCR y con 15% margen de mar.

#### 8.1.6. Vibraciones:

Se deberán limitar los niveles de ruido y vibraciones todo lo que sea posible, para asegurar el confort de la tripulación y, además, de los pasajeros.

Se prestará especial atención al proyecto estructural de las zonas de proa y popa para evitar vibraciones debidas a las hélices.

Se evitará que las frecuencias críticas de la instalación propulsora coincidan con las rpm normales o de maniobra.



#### 8.1.7. Clasificación, inspección y reglamentos de aplicación:

El buque, con todo su equipo y maquinaria, será construido de acuerdo con los Reglamentos y bajo vigilancia especial del DNV GL, a fin de alcanzar la cota:

+ A1 Ferry (A) E0 Gas-fuelled RP(2) NAUT(OC) Clean (Tier III)

El convenio SOLAS (Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar) será de obligado cumplimiento así como la normativa de Safe Return to Port (SRTP).

En cuanto a protección medioambiental, se regirá por el Convenio MARPOL de 1973 y sus enmiendas.

#### 8.1.8. Pruebas:

Además de las pruebas exigidas por la Sociedad de Clasificación, el buque será sometido a una serie de pruebas antes de su entrega de las que posteriormente se enuncian las principales:

- Pruebas de equipos y servicios
- Pruebas de taller
- Pruebas de motor propulsor
- Otros equipos e instalaciones
- Pruebas en el muelle
- Estabilidad
- Pruebas sobre amarras
- Funcionamiento general
- Pruebas de mar

#### 8.1.9. Suministros del armador:

- Todos los efectos portátiles de derrota
- Todas las cartas de navegación
- Uniforme de los tripulantes
- Todos los consumibles
- Respetos que excedan las exigencias determinadas por la Sociedad de Clasificación y de los estándares suministrados por los fabricantes de los equipos.



## 8.2. Casco:

### 8.2.1. Materiales:

El casco se construirá con chapas y perfiles de acero naval, que cumplan con lo exigido por la Sociedad de Clasificación para buques de este tipo. La construcción será totalmente soldada.

La habilitación en su conjunto estará dividida en tres zonas verticales separadas por mamparos transversales resistentes al fuego con categoría A-60, tal y como exige el SOLAS. A su vez, por debajo de la cubierta principal el compartimentado será suficiente para cumplir con los requisitos de estabilidad en averías.

### 8.2.2. Cubiertas:

Todas las cubiertas serán totalmente de acero.

Las cubiertas de carga rodada serán calculadas para soportar el peso de los vehículos descritos anteriormente.

### 8.2.3. Mamparos:

El buque tendrá mamparos transversales estancos en sala de máquinas y en los tanques de lastre y de combustibles. Así como los necesarios para cumplir con los criterios de estabilidad.

### 8.2.4. Preparación de superficies, pintado y galvanizado:

La pintura utilizada para la zona del casco que pueda estar en contacto con el agua, cumplirá el convenio MARPOL y no sobrepasará los niveles permitidos de contaminación.

La pintura con la que se pinte la zona de carriles por donde transitarán los vehículos deberá ser antideslizante y adherente, para prevenir dificultades en las maniobras de los mismos.

Los tanques de combustibles, agua dulce y aceites deberán ir pintados de tal forma que la propia pintura no se disuelva en el fluido del tanque que contiene.



### **8.3. Equipo, armamento y remolque:**

#### **8.3.1. Equipo de amarre y fondeo:**

Se dispondrá del equipo necesario para el correcto amarre y fondeo del buque durante su operación.

#### **8.3.2. Medios de salvamento:**

Se dispondrá de los medios de salvamento adecuados para el buque según las prescripciones de las normativas bajo las que se construye. El buque contará tanto con botes salvavidas total o parcialmente cerrados como sistemas de evacuación MES.

#### **8.3.3. Aire acondicionado y ventilación:**

Se instalará aire acondicionado en el puente y la zona de pasajeros, así como también de calefacción, que aseguren el confort en estas estancias.

La cámara de máquinas y las cubiertas de carga rodada dispondrán de la ventilación necesaria.

#### **8.3.4. Equipos de navegación y comunicaciones:**

Se dotará al barco de todos los equipos de navegación y comunicaciones necesarios para lograr una navegación eficiente y segura, y que indique la normativa.

#### **8.3.5. Medios contraincendios:**

Se dispondrá de un sistema de extinción de incendios adecuado así como de un sistema de detección y alarma. Todo ello de acuerdo con los requerimientos de las normativas.

#### **8.3.6. Equipos de elevación:**

Se dotará al buque con ascensores para el desplazamiento de los pasajeros a través de la habilitación. Dichos ascensores podrán ser usados por personas



con minusvalías. El buque también contará con los elevadores necesarios para el transporte de víveres, pertrechos...

## **8.4. Maquinaria auxiliar:**

### **8.4.1. Generador de emergencia:**

Se dispondrá de un generador de emergencia que cumpla los requerimientos de las diversas normas.

### **8.4.2. Lastre:**

Si es necesario, se montará un servicio de lastre que podrá realizar el lastrado y deslastrado de todos los tanques destinados a tal fin.

### **8.4.3. Sentinas:**

Se dispondrá de una instalación de achique y tratamiento del agua de sentinas, de acuerdo con la normativa.

### **8.4.4. Sondas:**

Todos los tanque que contengan líquidos (lastre, combustible, aceite, agua dulce) llevarán sondas a distancia que indiquen el nivel en el tanque.

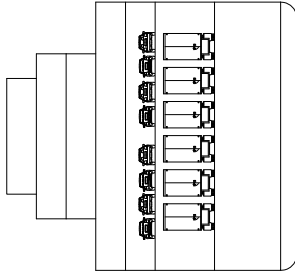
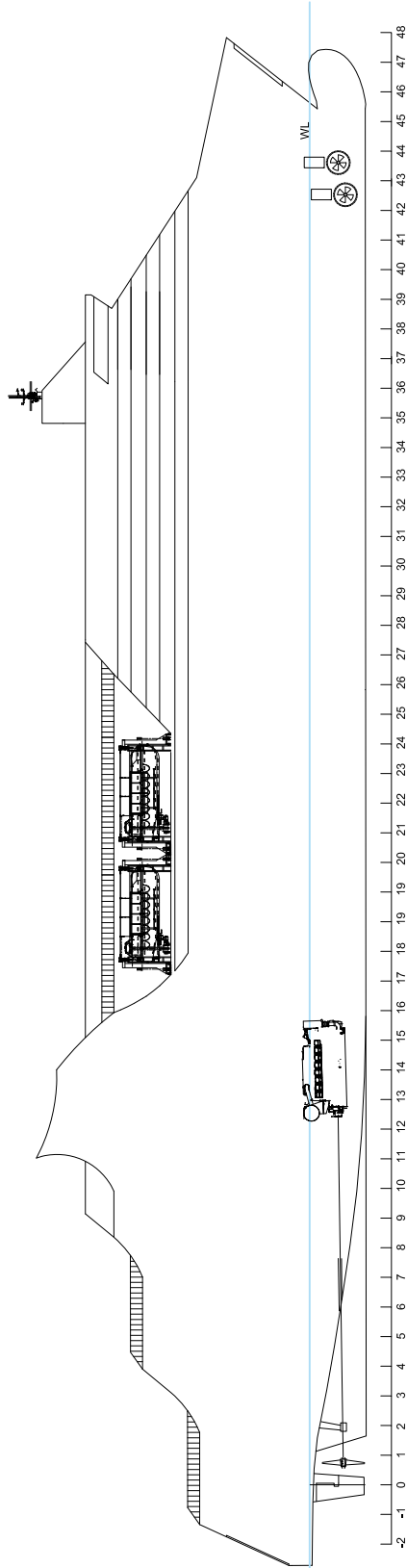
### **8.4.5. Planta de tratamiento de aguas residuales:**

Se llevará a bordo una planta de tratamiento de aguas residuales que cumpla las disposiciones del MARPOL.



## 9. CROQUIS DEL BUQUE:

En la siguiente página se muestra un croquis informativo del buque en su estado de diseño actual. Se muestra el perfil y la cuaderna maestra.



Proyecto: Ferry 1500 pax y 1000 ml	Fecha:
Autor: Marcos Covelo Fernández	
Petitionario:	
E.P.S.	<b>CROQUIS</b>
	Plano Nº 1
	Escala: 1:450





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2016/17**

---

*17-07 FERRY 1500 PAX 1000 ML*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Documento**

**ANEXO**



## Main Particulars:



*Length Overall (with appendixes):* 130.45 m  
*Length Overall (hull):* 126.10 m  
*Length between Perpendiculars:* 115.45 m  
*Moulded Breadth:* 21.60 m  
*Depth to the Deck No. 3 (main deck):* 7.50 m  
*Depth to the Deck No. 5 (upper deck):* 12.80 m  
*Total Number of Decks:* 8  
*Design Draught:* 5.00 m  
*Summer Draught:* 5.00 m  
*Deadweight at Summer Draught:* 1745 T  
*Service Speed:* 22.5 knots  
*Service Range:* 2000 miles approx.  
*Number of Superstructure Decks:* 3

## Classification:

Bureau Veritas: I\*HULL \*MACH, RO-RO PASSENGER SHIP, UNRESTRICTED NAVIGATION, AUT-UMS

## Propulsion & Manoeuvring Equipment:

*Main Engines:* 4 x 4500 kW at 600 rpm  
*Generating Sets:* 2 x 1080 kW at 1000 rpm  
*Emergency Genset:* 1 x 310 kW at 1500 rpm  
 2 x CP Main Propellers, 4 Blades, 3700 mm Diameter  
 2 x 720 kW CP Bow Tunnel Thrusters

## Cargo Capacity:

*Max. Capacity (crew + passengers):* 1500 people  
*Number of Cargo Decks:* 2 + 1 cardeck  
*Cargo Capacity with Cars and Trailers:*  
*Cars Capacity:* 213 / *Trailers Capacity:* 16  
*Max. Cargo Capacity for Trailers of 16 m and Cars:*  
*Trailers Capacity:* 28 / *Cars Capacity:* 103  
*Max. Cargo Capacity with Only Cars:*  
*Capacity for Cars:* 305

## Cargo Equipment:

2 Stern Ramp Doors: 9.5 m length x 6.0 m width  
 Tilting Ramp for Access to Upper Deck  
 Fore Ramp-door with Bow Visor for the Access of Cars from Dock  
 A Movable Ramp (cardeck) in Garage between upper Deck No. 3 and 5 for transport of cars of 2 T weight

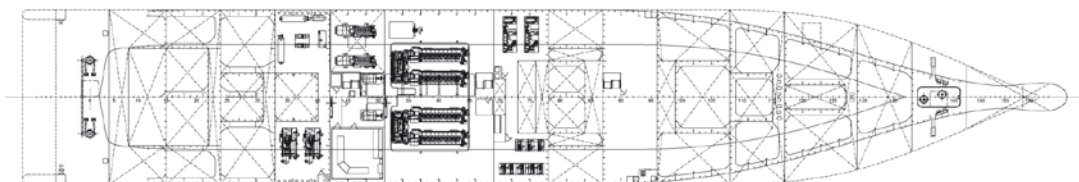
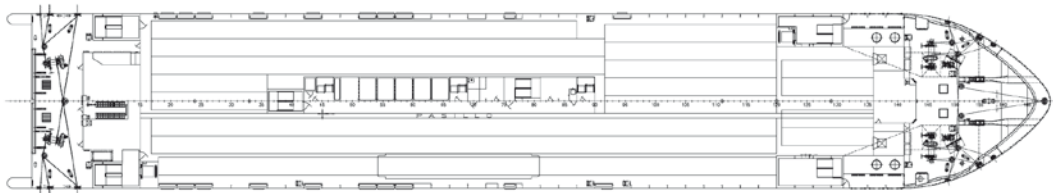
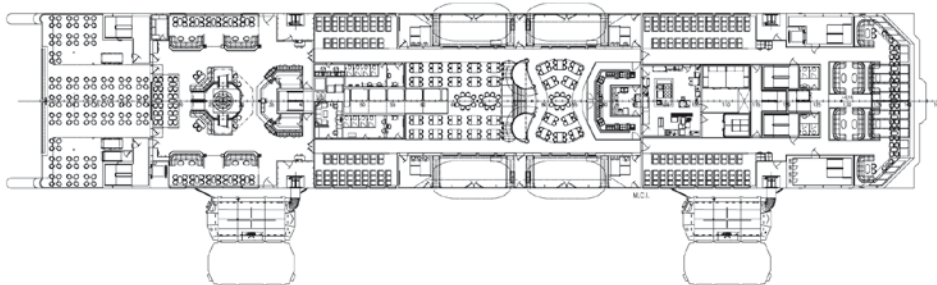
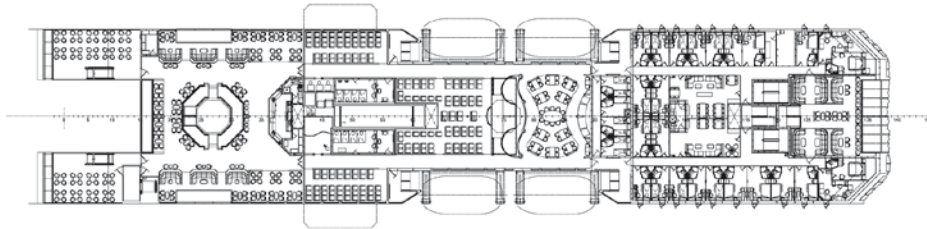
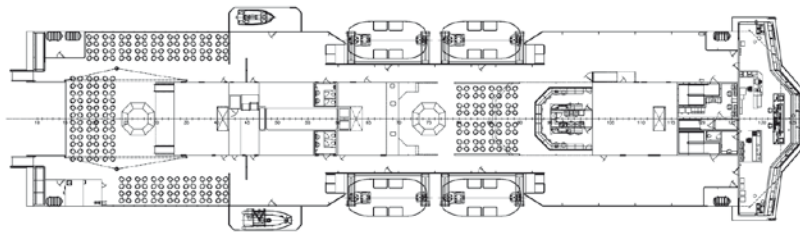
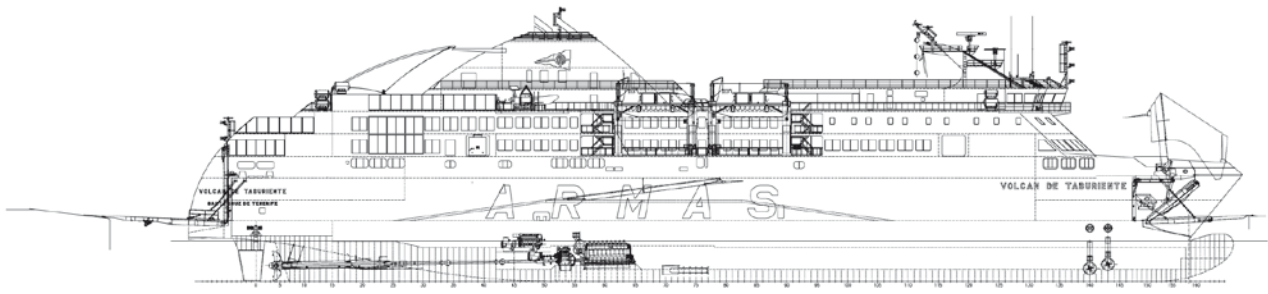
## Tanks Capacity:

*Fuel Capacity (Fuel-oil):* 358 m<sup>3</sup> / *Fuel Capacity (Diesel-oil):* 47 m<sup>3</sup>  
*Lub. Oil Capacity:* 42 m<sup>3</sup>  
*Fresh Water Capacity:* 66 m<sup>3</sup>  
*Ballast Water Capacity:* 1130 m<sup>3</sup>

Hull N°:  
1650

Name:  
VOLCÁN DE TABURIENTE

Built:  
2006





# ARMORIQUE: new ro-pax ferry for Plymouth-Roscoff route

Shipbuilder: ..... **Aker Yards (Helsinki yard), Finland**  
 Vessel's name: ..... **Armorique**  
 Hull number: ..... **1362**  
 IMO number: ..... **9364980**  
 Owner/operator: ..... **Brittany Ferries, France**  
 Designer: ..... **AIA Architects, France**  
 Model test establishment used: ..... **Force Technology, Denmark**  
 Flag: ..... **France**  
 Total number of sister ships already completed: ..... **Nil**  
 Total number of sister ships still on order: ..... **Nil**

ORIGINALLY ordered from Aker Yards (today STX Europe) as a freight-ferry sister to *Cotentin* (*Significant Ships of 2007*), *Armorique* resulted from a contract quickly changed to create a full ro-pax design for Brittany Ferries to satisfy the company's more urgent requirement for a vessel to operate on its Plymouth-Roscoff service. The conversion was facilitated by retaining the basis hull of *Cotentin*, but modifying and restyling the spaces above deck 5.

A new profile is now presented, with decks 7 to 10 extended right aft, to provide accommodation for 1500 passengers, 780 of whom can be carried as 'overnight' travellers using 248 cabins, including some suites. Once onboard, passengers have the use of a cinema, and a variety of bars, lounges and restaurants, with dedicated areas arranged for teenagers. A large shopping area is also provided and reclining seats are available for day passengers.

Vehicles are carried on three fixed decks offering a total of 1100 lane metres, equating to a total of 500 cars or some 60 trucks and, with a fast turnaround in port a requirement, two-level access is provided at both bow and stern. MacGregor supplied the access equipment, which includes a bow door and door ramp, a stern door/ramp, a ramp cover for the lower hold fixed ramp and a tilting ramp between decks 3 and 5.

The machinery installation follows closely that of *Cotentin* and uses the same MaK 12VM43C main engines, manufactured by Caterpillar Motoren GmbH, the organisation now controlling MaK, following its acquisition by the Caterpillar Group. The two engines fitted in the three-quarter aft machinery space each develop 12,000kW, and are coupled to twin CP propellers through Flender gearboxes which reduce engine speed to 153rev/min. When running at 85% MCR, a service speed of 23knots is attained.

Alternator capacity has been increased above that for *Cotentin* and consists of a Leroy Somer 2800kW alternator driven from a PTO on each gearbox, and three Wärtsilä/A van Kaick 1152kW diesel-driven sets. Environmental issues have been paramount in the

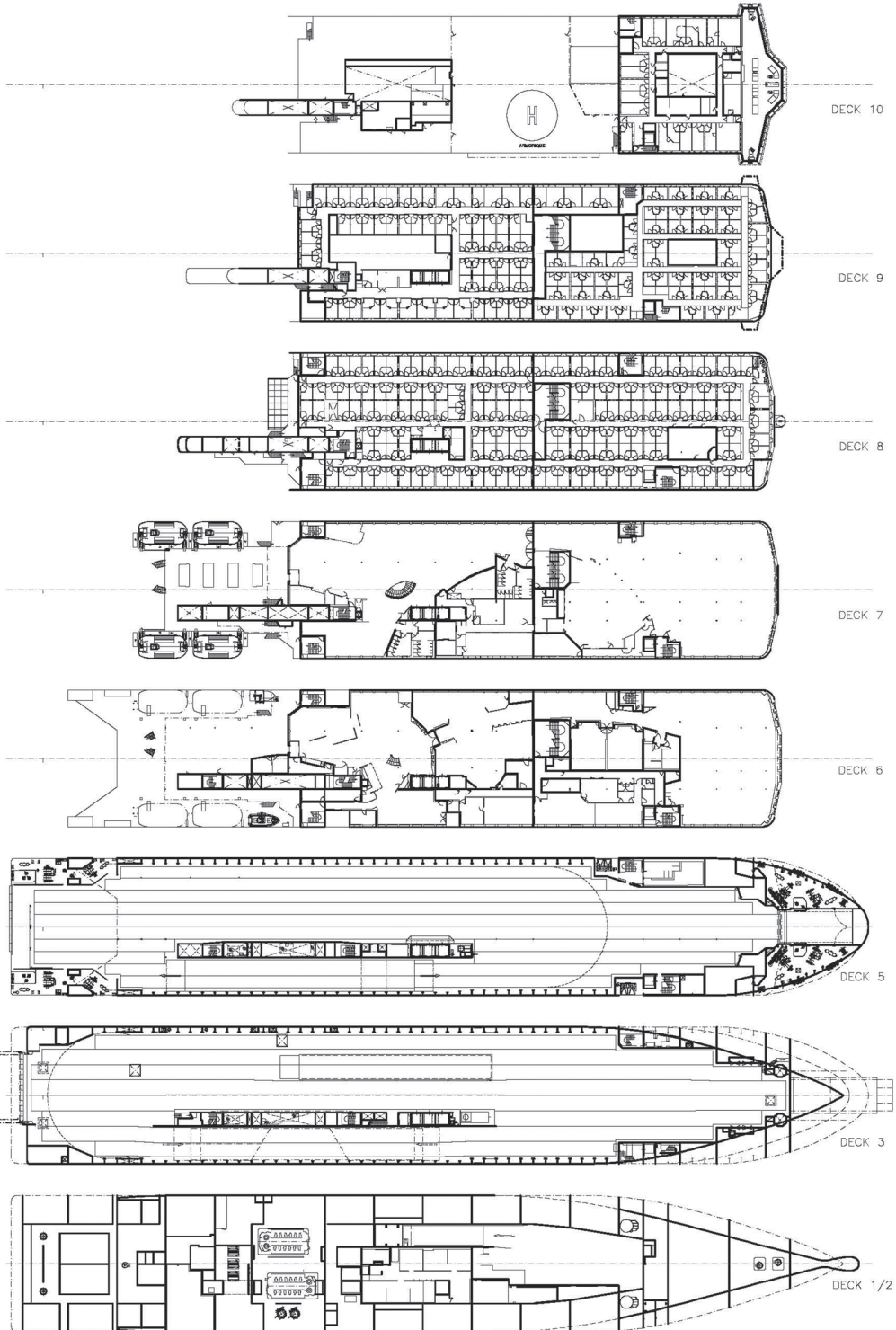
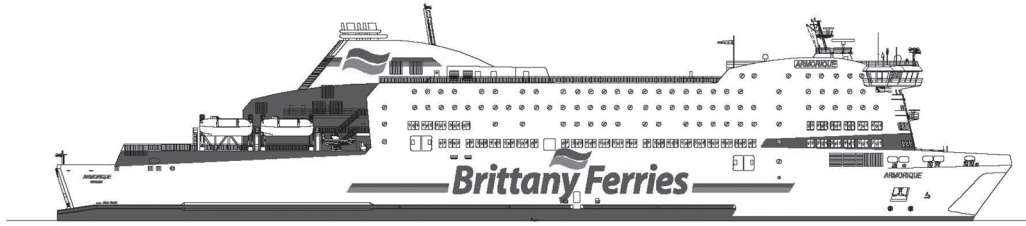
development of the design of both *Cotentin* and *Armorique*, with particular attention paid to CO<sub>2</sub> emissions.

Two bow thrusters and one stern unit, supplied by Wärtsilä Lips, are installed, the former producing 1200kW each, and the stern unit 900kW. Passenger comfort is a particular consideration, and a pair of fin stabilisers is fitted; heeling tanks are also included for stability control during cargo handling. Lifesaving equipment supplied includes four RDF MES installations with vertical chutes: two arranged for 430 persons each and two of 321 person capacity. Four 150 person Umoe Schat-Harding lifeboats are also carried.

## TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa ..... 168.00m  
 Length, bp ..... 155.00m  
 Breadth, moulded ..... 26.80m  
 Depth, moulded  
 to main deck ..... 9.30m  
 to upper deck ..... 10.30m  
 Draught  
 design ..... 6.30m  
 scantling ..... 8.50m  
 Gross ..... approx 28,500gt  
 Deadweight, design ..... 4200dwt  
 Speed, service, 85% MCR ..... 23knots  
 Bunkers  
 heavy oil ..... 790m<sup>3</sup>  
 diesel oil ..... 170m<sup>3</sup>  
 Water ballast ..... 2060m<sup>3</sup>  
 Fuel consumption  
 main engines only ..... 110tonnes/day  
 auxiliaries ..... 9tonnes/day  
 Classification ..... Bureau Veritas I, +Hull, Ro-Ro Passenger Ship, Unrestricted Navigation, +MACH, +AUT-IMS, +AUT-PORT, SYSNEQ-1, MON-SHAFT  
 Heel control equipment ..... Two pairs of heeling tanks  
 Roll-stabilisation equipment ..... Fin stabilisers  
 Main engines  
 Design ..... MaK  
 Model ..... 12VM43C  
 Manufacturer ..... Caterpillar Motoren GmbH  
 Number ..... 2  
 Type of fuel ..... HFO  
 Output ..... 2 x 12,000kW  
 Gearboxes  
 Make ..... Flender  
 Model ..... Navilus GHCK  
 Number ..... 2  
 Output speed ..... 153rev/min  
 Propellers  
 Material ..... CuNiAl  
 Designer/manufacturer ..... Wärtsilä  
 Number ..... 2  
 Pitch ..... Controllable  
 Diameter ..... 4800mm  
 Speed ..... 153rev/min  
 Main-engine driven alternators  
 Number ..... 2  
 Make ..... Leroy Somer  
 Output/speed ..... 2 x 2800kW/1500rev/min

Diesel-driven alternators  
 Number ..... 3  
 Engine make/type ..... Wärtsilä/6L20C  
 Type of fuel ..... HFO  
 Output/speed ..... 3 x 1200kW/1000rev/min  
 Alternator make/type ..... A van Kaick/DSG 86/L1-6W  
 Output/speed ..... 3 x 1152kW/1000rev/min  
 Boilers  
 Number/type ..... 2 x convection tube  
 Make ..... Aalborg  
 Output ..... 2 x 3100kg/h  
 Mooring equipment  
 Number of units ..... 8  
 Make ..... Rolls-Royce  
 Type ..... Electro-hydraulic  
 Lifesaving equipment  
 MES stations ..... RFD: 2 x 430person; 2 x 321person vertical chutes  
 Lifeboats ..... Umoe Schat-Harding: 4 x 150 person  
 Vehicles  
 Number of vehicle decks ..... 3 x fixed  
 Total lane length ..... 1100m  
 Total cars ..... 500  
 Total freight vehicles ..... 60  
 Access equipment  
 Designer ..... MacGregor  
 Number/type ..... 1 x bow door; 1 x bow ramp; 1 x stern door/ramp; 1 x cover for lower hold fixed ramp; 1 x tiltable ramp  
 Complement  
 Officers ..... 24  
 Crew ..... 82  
 Passengers ..... 1500  
 Total number of cabins ..... 248  
 Bow thrusters  
 Make ..... Wärtsilä Lips  
 Number ..... 2  
 Output ..... 2 x 1200kW  
 Stern thruster  
 Make ..... Wärtsilä Lips  
 Number ..... 1  
 Output ..... 900kW  
 Bridge control system  
 Make ..... Sperry  
 One man operation ..... Yes  
 Fire detection system  
 Make/type ..... Autronica/BS-320  
 Fire extinguishing systems ..... Novenco  
 Radars  
 Number ..... 3  
 Make ..... Sperry Marine  
 Models ..... BridgeMaster  
 Integrated bridge system ..... Sperry Marine  
 Waste disposal plant  
 Cardboard compactor ..... Usion  
 Waste shredder ..... Usion dry water chute  
 Glass chute with crusher ..... Usion  
 Sewage treatment system ..... Evac MPS 800  
 Contract date ..... 19 January 2006  
 Launch/float-out date ..... 7 August/11 September 2008  
 Delivery date ..... December 2008





## Main Particulars:



*Length Overall (with appendixes):* 154.51 m

*Length Overall:* 150.91 m

*Length between Perpendiculars:* 137.00 m

*Moulded Breadth:* 24.20 m

*Depth to Upper Deck:* 13.55 m

*Depth to Main Deck:* 8.35 m

*Extreme Draught:* 5.80 m

*Design Moulded Draught:* 5.50 m

*Deadweight at 5.50 m approx.:* 3200 T

*Service Speed:* 21.60 knots

*Range at Service Speed:* 3000 miles

## Classification:

Bureau Veritas: 1✳Hull✳MACH Ro-Ro passenger ship, unrestricted navigation, AUT-UMS, AUT-PORT, MON-SHAFT, INWATER SURVEY

## Propulsion & Manoeuvring Equipment:

*Main Engines:* 2 x 9000 kW at 500 rpm

*Generating Sets:* 3 x 1140 kW at 1000 rpm

*Emergency Gensets:* 1 x 280 kW at 1500 rpm

2 x CP Main Propellers, 4 Blades, 4200 mm Diameter

2 x 1000 kW CP Bow Tunnel Thrusters

## Cargo Capacity:

*Max. Capacity (crew + passengers):* 1000 people

*No. of Cabins:* 46 x 4 pax cabins, 8 x 2 pax cabins and

2 x 3 pax cabins for disabled people

*Number of Cargo Decks:* 2 + 1 cardeck

*Maximum Cargo Capacity for Cars:* 125 cars (2.1 m width)

*Maximum Cargo Capacity for Trailers:* 1367 LM (3.0 m width)

## Cargo Equipment:

2 Stern Ramp-Doors: 16.00 m length x 8.0 m wide

1 Movable Cardeck in Garage between Deck No. 4 and 6

Fore Ramp-Door "Clamp Type" for the access of cars from shore

2 Tilting Ramps between Deck No. 3 and 4

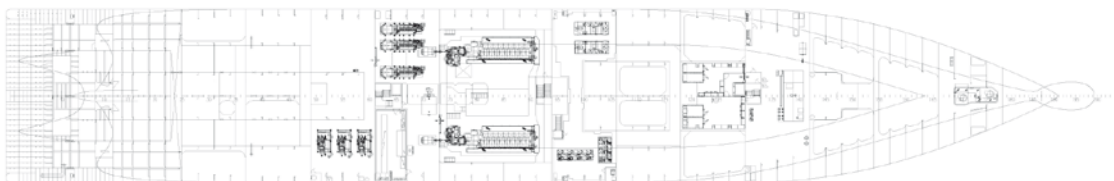
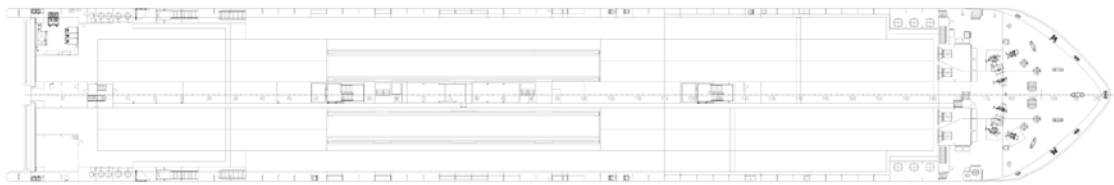
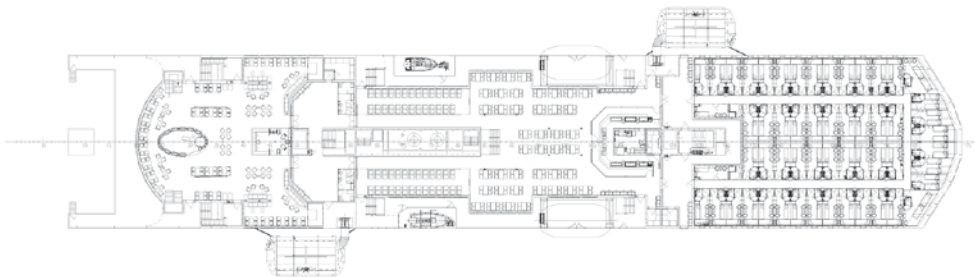
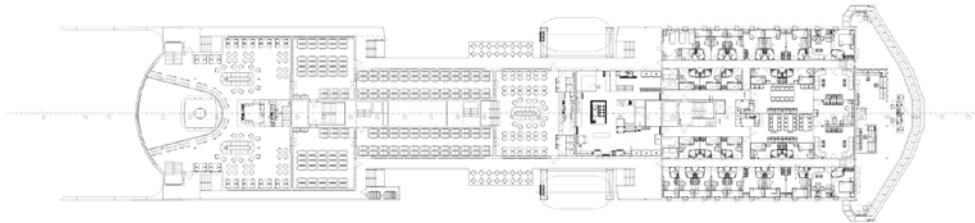
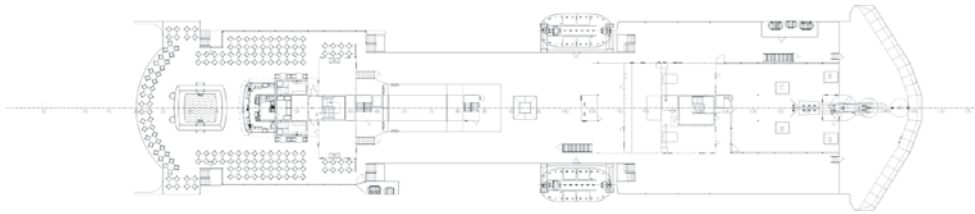
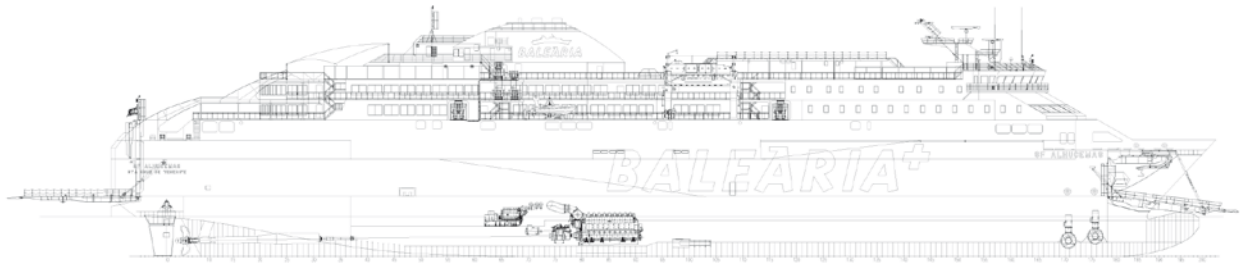
## Tanks Capacity:

*HFO Capacity:* 611 m<sup>3</sup>

*DO Capacity:* 92 m<sup>3</sup>

*Lub. Oil Capacity:* 50 m<sup>3</sup>

*Fresh Water Capacity:* 134 m<sup>3</sup>



Hull Nº  
**1655**

PASSENGER FERRY VESSEL  
Shipowner:  
EUROLÍNEAS MARÍTIMAS S.A.

**MARTÍN i SOLER**

Built:  
2009



Hull Nº  
**1655**

## Main Particulars:



*Length Overall (with appendixes):* 165.30 m

*Length Overall:* 161.70 m

*Length between Perpendiculars:* 152.50 m

*Moulded Breadth:* 25.60 m

*Depth to Upper Deck:* 13.80 m

*Depth to Main Deck:* 8.50 m

*Extreme Draught:* 5.70 m

*Design Moulded Draught:* 5.50 m

*Deadweight at 5.70 m approx.:* 4370 T

*Service Speed:* 21.40 knots

*Range at Service Speed:* 3200 miles

## Classification:

Bureau Veritas: 1\*Hull\*MACH Ro-Ro passenger ship, unrestricted navigation, AUT-UMS, AUT-PORT, INWATER SURVEY

## Propulsion & Manoeuvring Equipment:

*Main Engines:* 2 x 9000 kW at 500 rpm

*Generating Sets:* 3 x 1100 kW at 1000 rpm

*Emergency Gensets:* 1 x 280 kW at 1500 rpm

2 x CP Main Propellers, 4 Blades, 4250 mm Diameter

2 x 1000 kW CP Bow Tunnel Thrusters

## Cargo Capacity:

*Max. Capacity (crew + passengers):* 1200 people

*No. of Cabins:* 40 x 4 pax cabins, 4 x 2 pax cabins and 2 x 2 pax cabins for disabled people

*Number of Cargo Decks:* 3 + 1 cardeck

*Maximum Cargo Capacity for Cars:* 334 cars (2.2 m width)

*Maximum Cargo Capacity for Trailers:* 1711 LM (2.9 m width)

## Cargo Equipment:

2 Stern Ramp-Doors: 15.50 m length x 9.5 m wide

1 Movable Cardeck in Garage between Deck No. 5 and 7

Fore Ramp-Door "Clamp Type" for the access of cars from shore

Tilting Ramp between Deck No. 2 and 3

## Tanks Capacity:

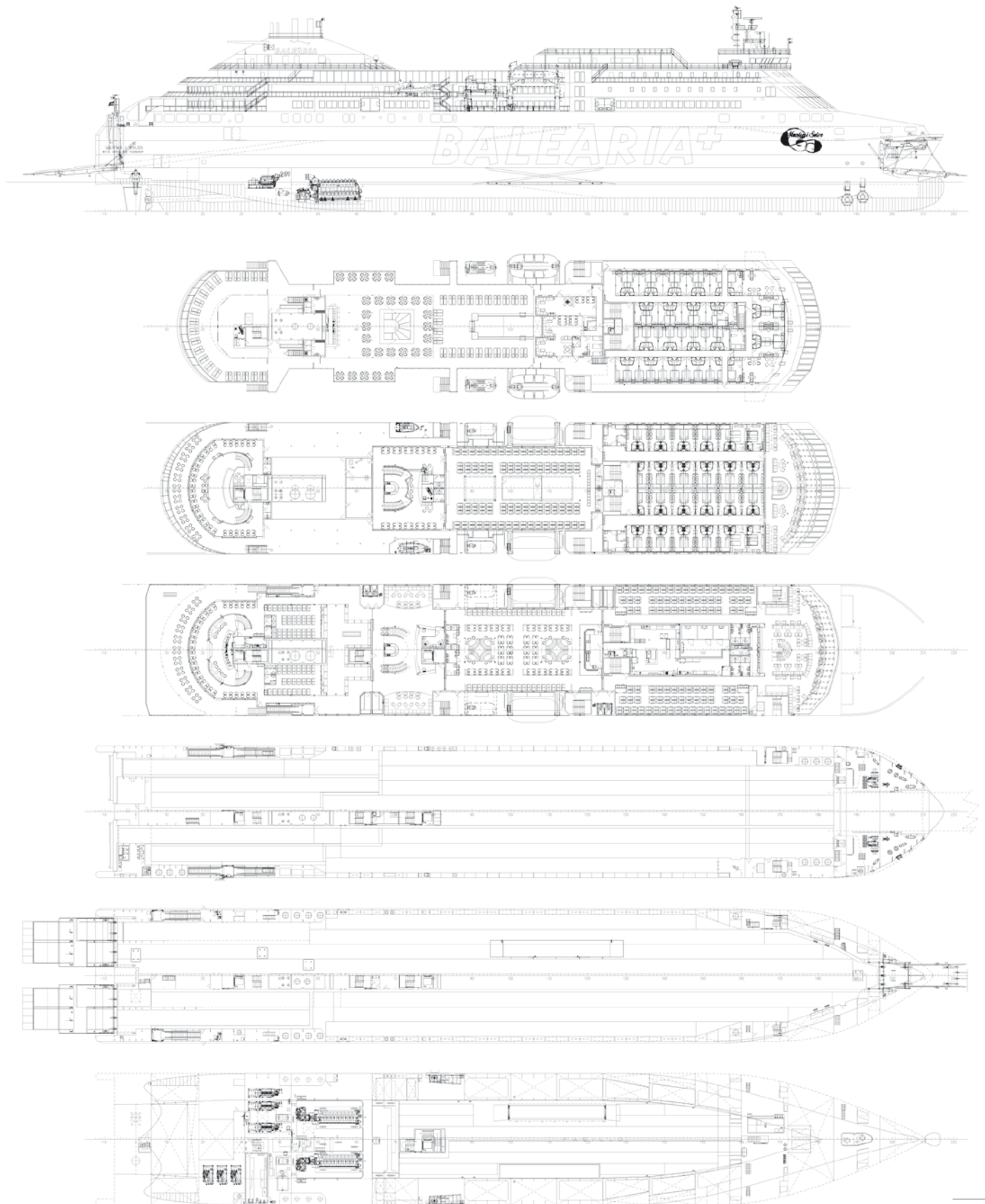
*HFO Capacity:* 660 m<sup>3</sup>

*MDO Capacity:* 90 m<sup>3</sup>

*Lub. Oil Capacity:* 28 m<sup>3</sup>

*Fresh Water Capacity:* 100 m<sup>3</sup>







## Main Particulars:



*Length Overall (with appendixes):* 175.70 m

*Length Overall:* 171.55 m

*Length between Perpendiculars:* 159.00 m

*Moulded Breadth:* 26.40 m

*Depth to upper Deck:* 14.94 m

*Depth to main Deck:* 9.50 m

*Design Moulded Draught:* 6.40 m

*Deadweight at 6.40 m approx.:* 4850 T

*Service Speed:* 24.00 knots

*Range at Service Speed:* 3600 miles

## Classification:

Bureau Veritas: 1✱Hull✱MACH Ro-Ro passenger ship, unrestricted navigation, AUT-UMS, MON SHAFT, INWATER SURVEY

## Propulsion & Manoeuvring Equipment:

*Main Engines:* 4 x 8400 kW at 500 rpm

*Generating Sets:* 2 x 1100 kW at 1000 rpm

*Emergency Gensets:* 1 x 270 kW at 1500 rpm

2 x CP main propellers, 4 blades, 4800 mm diameter

2 x 1100 kW CP Bow Tunnel Thrusters

## Cargo Capacity:

*Max. Capacity (Crew + Passengers):* 1500 people

*No. of Cabins:* 114 x 4 pax cabins, 4 x 2 pax cabins, 2 x 4 pax cabins for disabled people and 2 x 2 penthouse

*No. of Cargo Decks:* 3 + 1 cardeck

*Maximum Cargo Capacity for Cars with Unhoistable Cardeck:* 353 units (2.2 m width)

*Maximum Cargo Capacity for Trailers with Unhoistable Cardeck:* 1578 ml (3 m width)

*Maximum Cargo Capacity for Trailers with Hoistable Cardeck:* 2010 ml (3 m width)

## Cargo Equipment:

2 *Stern Ramp-Doors:* 16.00 m length x 8.0 m wide

1 *Movable Cardeck* in Garage between Deck No. 5 and 7

2 *Fixed Ramps between Deck No. 3 and 5:* 41 m length x 3.5 m wide

## Tanks Capacity:

*Fuel-Oil Capacity:* 916 m<sup>3</sup>

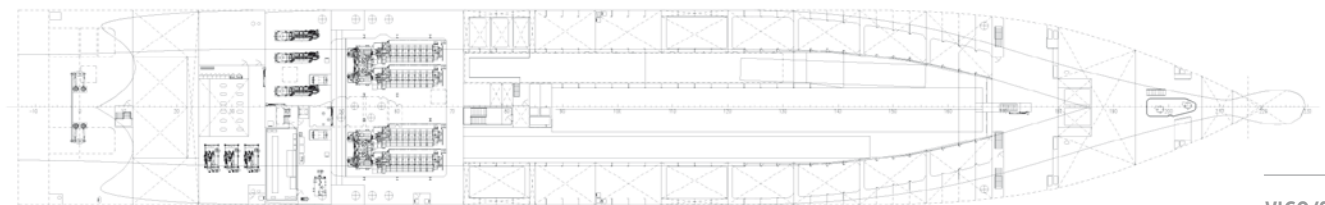
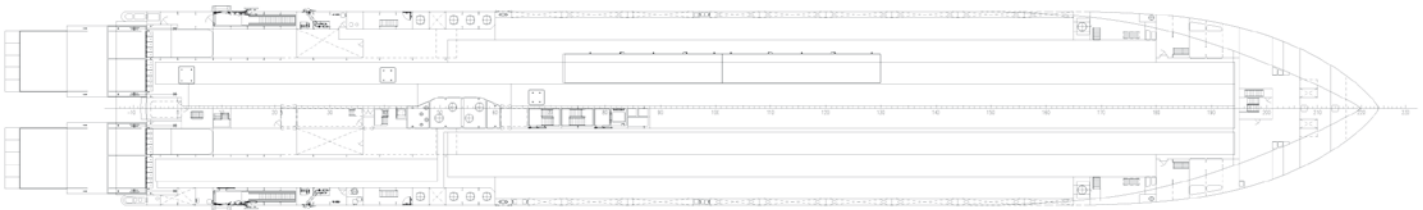
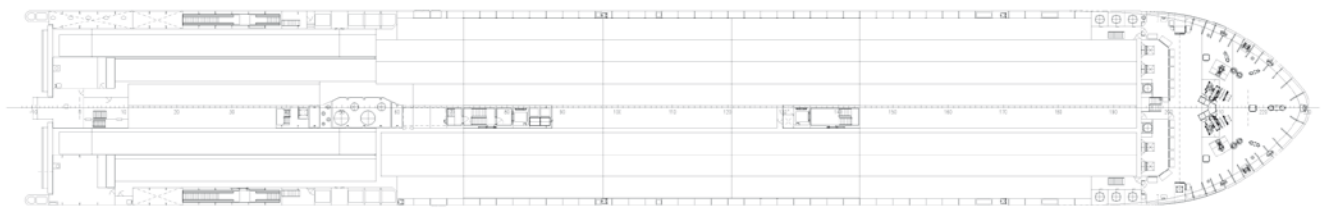
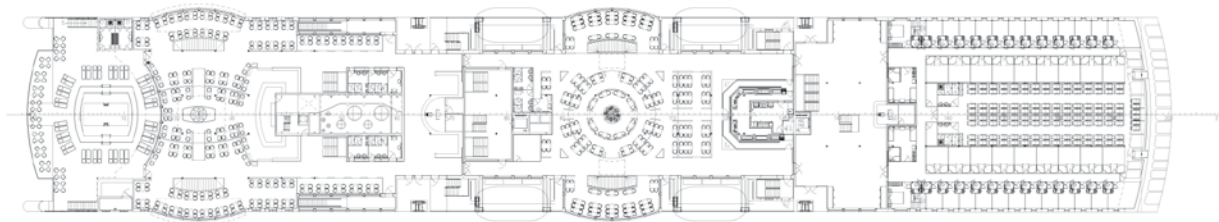
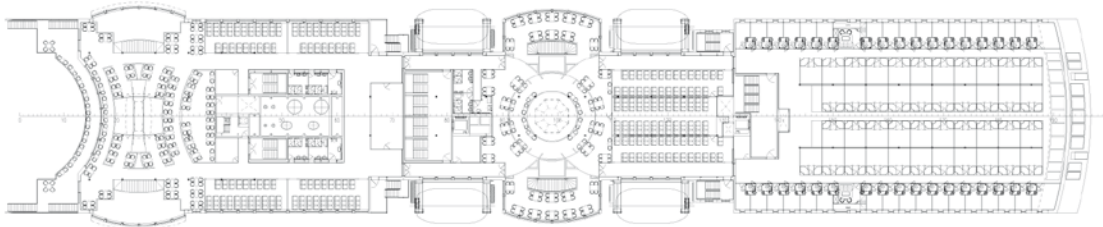
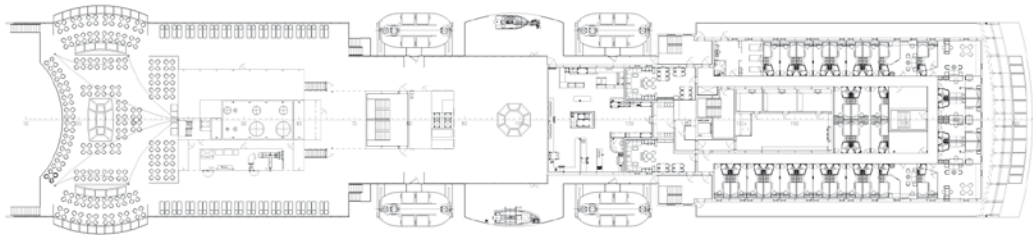
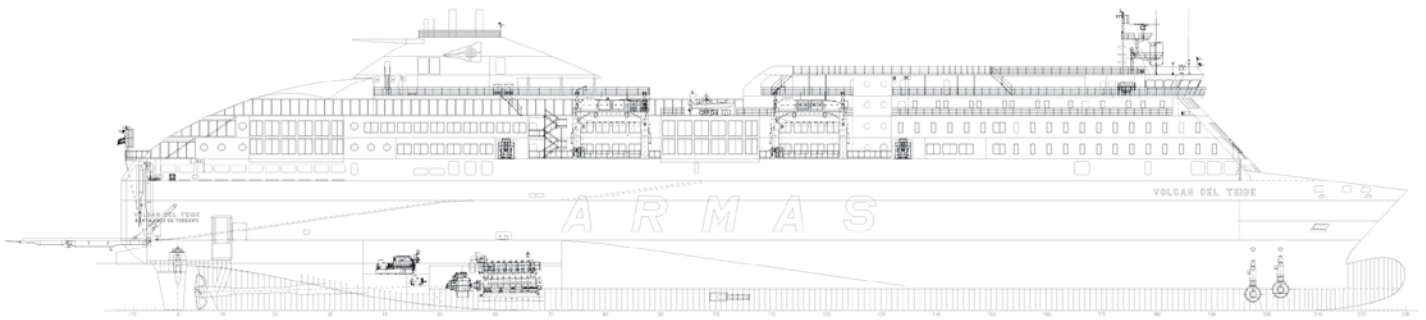
*Diesel-Oil Capacity:* 134 m<sup>3</sup>

*Lub. Oil Capacity:* 63 m<sup>3</sup>

*Fresh Water Capacity:* 160 m<sup>3</sup>

Hull Nº: 1666 / Name: VOLCÁN DEL TEIDE / Built: 2011

Hull Nº: 1667 / Name: VOLCÁN DE TINAMAR / Built: 2011



Hull Nº  
**1653**

PASSENGER FERRY VESSEL

Shipowner:  
NAVIERA ARMAS

**VOLCAN DE TAMADABA**

Built:  
2007

Hull Nº  
**1654**

**VOLCAN DE TIJARAFE**

Built:  
2008



Hull Nº  
**1653**

## Main Particulars:



*Length Overall:* 154.51 m

*Length between Perpendiculars:* 137.00 m

*Moulded Breadth:* 24.20 m

*Depth to Main Deck:* 8.53 m

*Extreme Draught:* 5.80 m

*Design Moulded Draught:* 5.50 m

*Deadweight at 5.50 m approx.:* 3350 T

*Service Speed:* 23 knots

*Range at Service Speed:* 2200 miles

## Classification:

I\*Hull\*MACH Ro-Ro passenger ship, Unrestricted navigation, AUT-UMS, MON-SHAFT, INWATER SURVEY

## Propulsion & Manoeuvring Equipment:

*Main Engines:* 2 x 11700 kW at 500 rpm

*Generating Sets:* 2 x 1200 kW at 1000 rpm

*Emergency Gensets:* 1 x 250 kW at 1500 rpm

2 x CP Main Propellers, 4 Blades, 4200 mm Diameter

2 x 1000 kW CP Bow Tunnel Thrusters

## Cargo Capacity:

*Max. Capacity (crew + passengers):* 1000 people

*No. of Cabins:* 46 x 4 pax cabins, 8 x 2 pax cabins and 8 x 2 pax cabins for disabled people

*No. of Cargo Decks:* 2 + 1 cardeck

*Cargo Capacity with Cars and Trailers:* 174 cars and 57 trailers

*Cargo Capacity only with Trailers:* 80 Trailers

## Cargo Equipment:

2 *Stern Ramp-Coors:* 16 m length x 8 m wide

1 movable Cardeck in Garage between Upper Deck No. 4 and Deck No. 6

## Tanks Capacity:

*Fuel-Oil Capacity:* 616 m<sup>3</sup>

*Diesel-Oil Capacity:* 92 m<sup>3</sup>

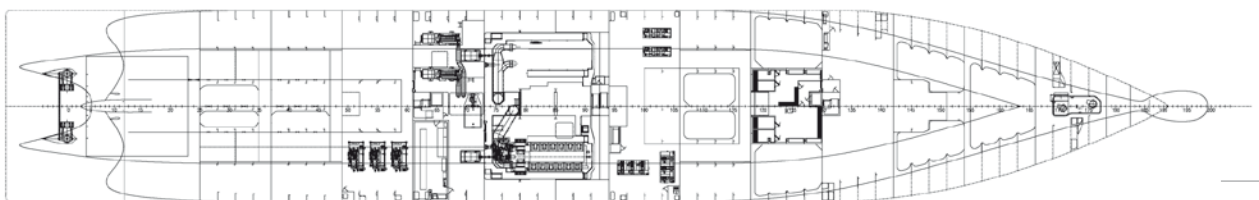
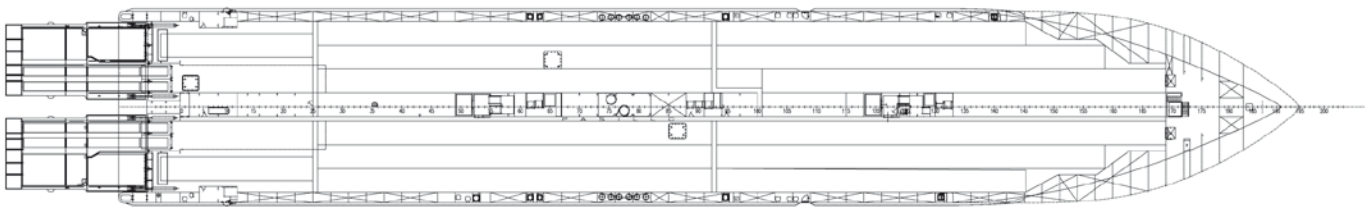
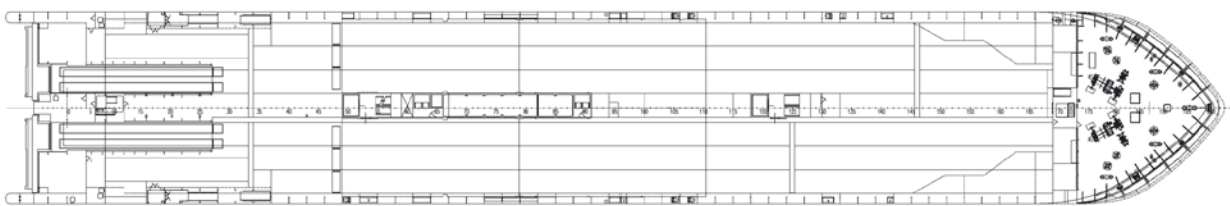
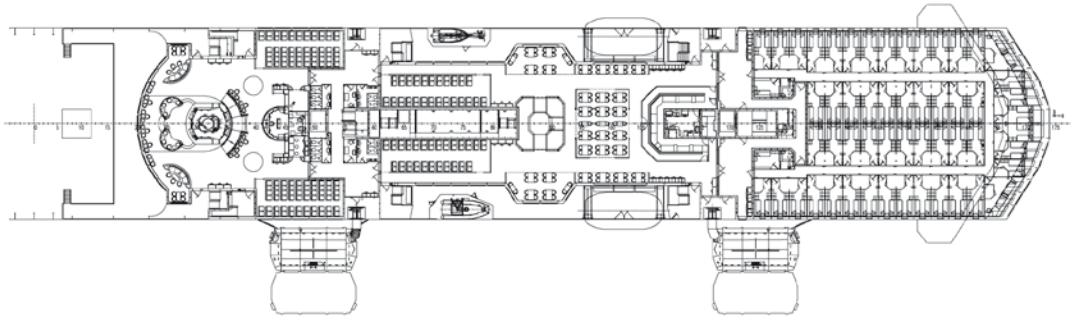
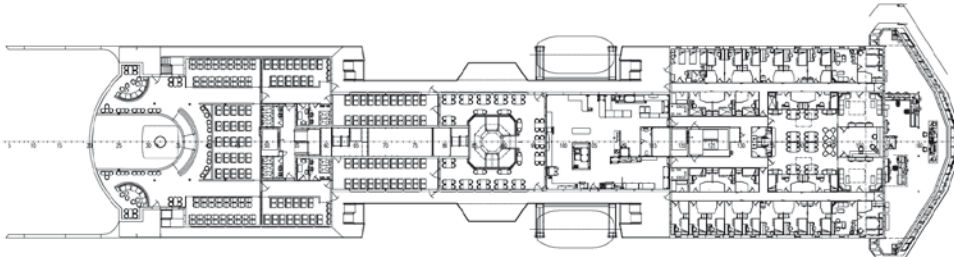
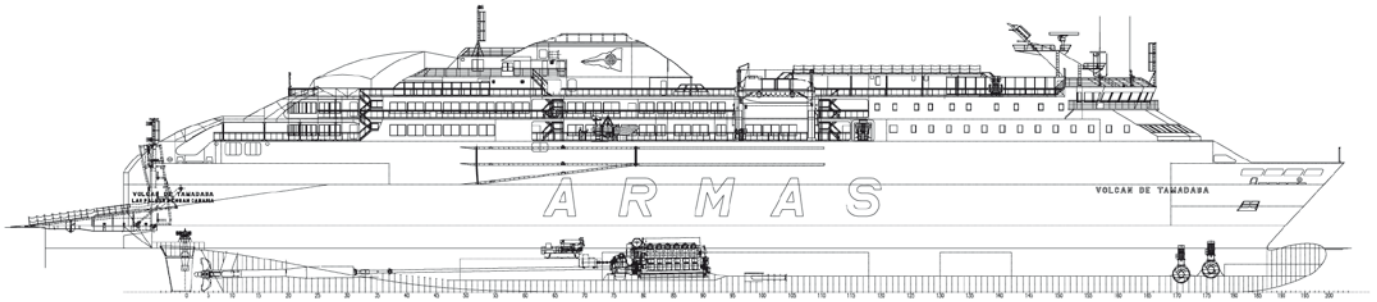
*Lub. Oil Capacity:* 54 m<sup>3</sup>

*Fresh Water Capacity:* 93 m<sup>3</sup>

*Ballast Water Capacity:* 1826 m<sup>3</sup>

Hull Nº: 1653 / Name: VOLCAN DE TAMADABA / Built: 2007

Hull Nº: 1654 / Name: VOLCAN DE TIJARAFE / Built: 2008





## Main Particulars:



*Length Overall:* 142.45 m  
*Length between Perpendiculars:* 125.00 m  
*Moulded Breadth:* 24.20 m  
*Depth to Deck No. 3 (Main Deck):* 8.35 m  
*Depth to Deck No. 4 (Upper Deck):* 13.55 m  
*Total Number of Decks:* 8  
*Design Draught:* 5.70 m  
*Scantling Draught:* 6.00 m  
*Summer Draught:* 5.70 m  
*Deadweight at Summer Draught:* 3350 T  
*Service Speed:* 22 knots  
*Number of Superstructure Decks:* 3

## Classification:

Bureau Veritas: I ✽HULL ✽MACH, RO-RO PASSENGER SHIP, UNRESTRICTED NAVIGATION, INWATER SURVEY, AUT-UMS

## Propulsion & Manoeuvring Equipment:

*Propelling Power:* 2 x 8400 kW = 16800 kW  
*Generating Sets:* 2 x 1100 kW at 1000 rpm  
*Number of Propellers:* 2  
*Propeller Revolutions:* 176 rpm  
*Emergency Genset:* 1 x 270 kW at 1500 rpm  
*Bow Thrusters:* 2 transverse variable pitch bow thrusters x 1000 kW each, electrically driven

## Cargo Capacity:

*Max. Capacity (Crew + Passengers):* 1000 people  
*Cabins:* 46x4 pax, 8x2 pax, 2x3 pax for disabled people  
*Number of Cargo Decks:* 2 + 1 cardeck  
*Cargo Capacity with Cars and Trailers:*  
*Lanes length of 2.10 m wide:* 1970 m / *Lanes length of 3.00 m wide:* 600 m  
*Capacity for Cars:* 404 / *Capacity for Trailers:* 33  
*Cargo Capacity Only with Trailers:*  
*Lanes Length of 3.00 m wide:* 1270 m / *Trailers Capacity:* 69

## Cargo Equipment:

2 Stern Ramp-Doors: 16.0 m length x 8.0 m width  
 2 Fixed Ramps: 38.0 m length x 3.5 m width  
 1 Hoistable Cardeck between Upper Deck and Deck 6  
 2 Hoistable Ramps for Access to the Cardeck from Upper Deck Aft  
 2 Hoistable Ramps for Access to the Cardeck from Upper Deck Fore

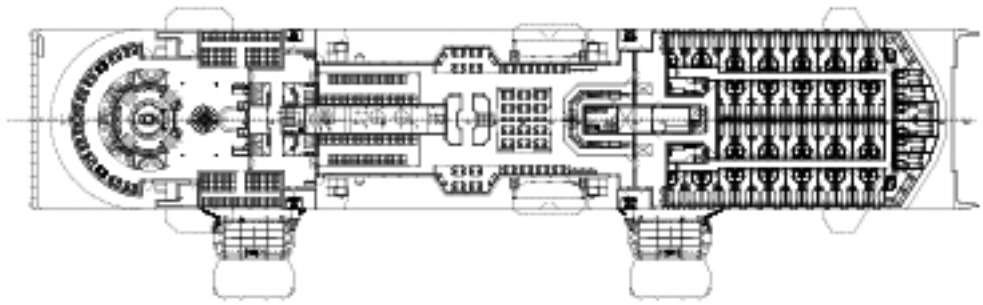
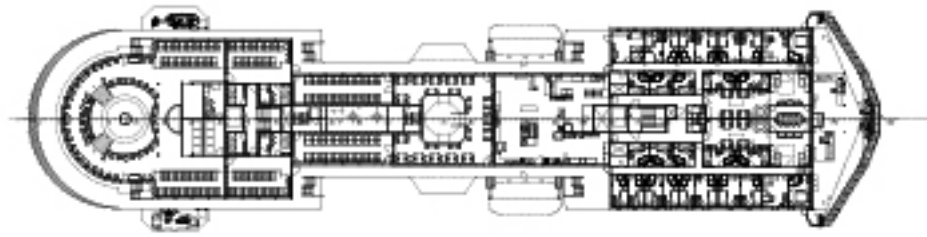
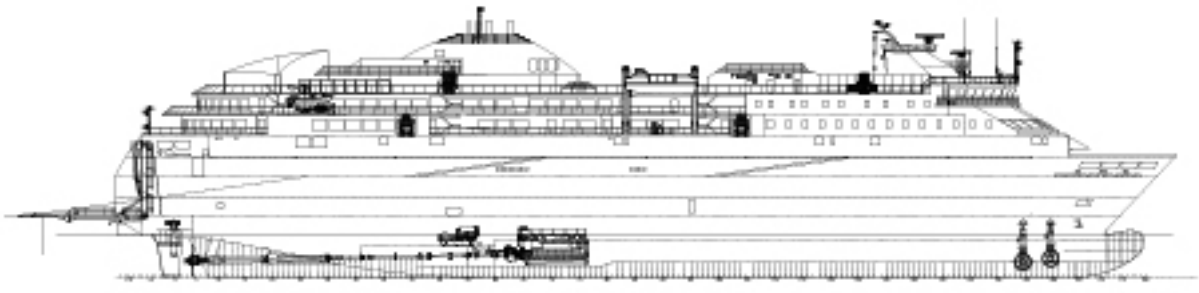
## Tanks Capacity:

*Fuel-Oil Capacity:* 621 m<sup>3</sup> / *Diesel-Oil Capacity:* 92 m<sup>3</sup> / *Lub. Oil Capacity:* 45 m<sup>3</sup>  
*Fresh Water Capacity:* 93 m<sup>3</sup> / *Ballast Water Capacity:* 1685 m<sup>3</sup>

Hull Nº:  
**1626**

Name:  
**VOLCAN DE TIMANFAYA**

Built:  
**2005**



VIGO/SPAIN

T: +34 986 213 297

actilero@hjbarreras.es

www.hjbarreras.es



## STAR: new-concept ferry for Estonia to Finland route

Shipbuilder: ..... **Aker Yards Oy (Helsinki yard), Finland**  
 Vessel's name: ..... **Star**  
 Hull number: ..... **1356**  
 IMO number: ..... **9364722**  
 Owner/operator: ..... **Tallink Group, Estonia**  
 Designer: ..... **Aker Yards Oy, Finland**  
 Flag: ..... **Estonia**  
 Total number of sister ships already completed: ..... **Nil**  
 Total number of sister ships still on order: ..... **1 option**

ESTONIAN ferry group Tallink's recent acquisition of a number of its competitors trading in the Gulf of Finland and Baltic Sea areas, has made this, still comparatively young, company, the largest operator in the region, with its rapid expansion marked by a continuing newbuilding programme of ro-pax and cruise ferries, designed for service on routes linking Estonia with Finland and Sweden; Sweden with Latvia and Finland, and Finland with Germany. The first newbuilding was *Romanika*, presented in *Significant Ships of 2002*.

Latest entry into the fleet, *Star*, introduces a new dimension into these operations by providing a high-speed 'shuttle' connection between the Finnish and Estonian capitals, Helsinki and Tallinn, which completes the 80km journey in only two hours, giving rise to the claim that she is 'the fastest conventional ferry yet built for operation over such a short distance'. An important feature of the specification is the inclusion of Finnish Ice Class 1A requirements, which means that the vessel will be able to operate this unique service all year round.

*Star* will make three departures daily from each of the two termini, travelling at a service speed of 27knots, derived from a conventional machinery installation based on four MaK 12M43C main engines manufactured by Caterpillar Motoren, Rostock. Each develops 12,000kW at 514rev/min, and they are connected in pairs, through a twin input/single output gearbox, to a Wärtsilä CP propeller running at 144.3rev/min.

Wärtsilä also supplied three thrusters: two with an output of 1500kW installed at the bow; and one of 1000kW positioned aft. A further aid to manoeuvring comes from two Becker hinged-flap rudders, whilst passenger comfort on the relatively short journey is assisted by fitting a set of Blohm +Voss Industries retractable fin stabilisers. Electrical services are supplied from three 1688kVA Wärtsilä/A van Kaick diesel-alternator sets.

Although specifically intended for operation on a daytime, short sea shuttle run, *Star* is fully equipped to offer an alternative service of short, overnight cruises out of Tallinn if required, and for this purpose 64 x 4-berth outside, and 65 x 4-berth inside cabins, plus

two x 2-berth handicapped-traveller cabins have been provided as modular units, complete with en-suite facilities, by subcontractors Kaefer and Parmanne. In all, 1900 passengers and 100 crew can be carried, making use of a pizzeria, three restaurants, pub, business lounge, observation lounge, perfume shop and a 1500m<sup>2</sup> market area, on decks 7, 8, and 9 of the 11-deck hull whilst onboard. Four 150 person lifeboats and four MES chutes cover lifesaving requirements.

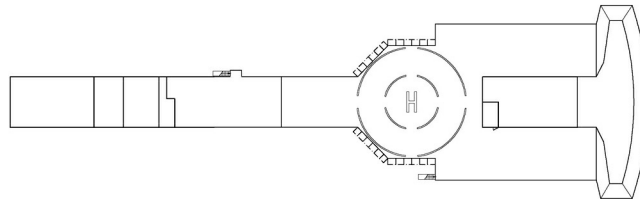
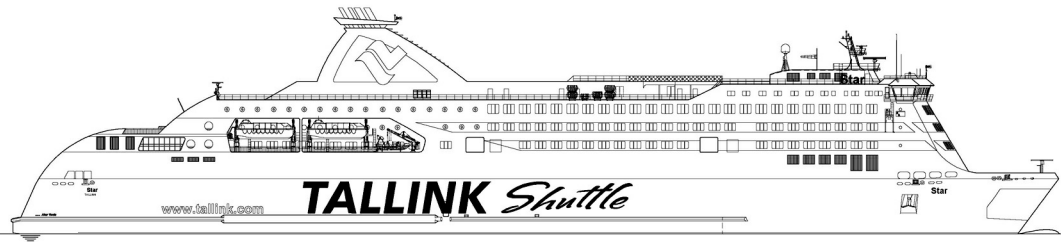
*Star* also provides fast transit for motor vehicles, carried on the main and upper decks, with access from shore over a 18m x 4.7m bow ramp, and a 11m x 18m stern ramp, both supplied by TTS. A 49m x 6m hoistable internal ramp allows movement between the decks. With over 2000 lane metres of vehicle deck space available, up to 120 trucks or freight units, or 450 private cars can be loaded.

### TECHNICAL PARTICULARS

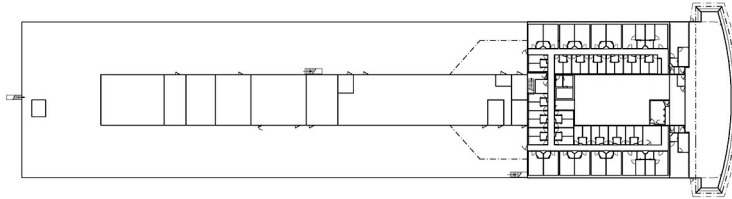
Length, oa ..... 186.00m  
 Length, bp ..... 170.00m  
 Breadth, moulded ..... 27.70m  
 Depth, moulded  
 to main deck (No 3) ..... 9.50m  
 to upper deck (No 5) ..... 20.90m  
 Draught  
 design ..... 6.50m  
 scantling ..... 6.75m  
 Gross ..... 36,250gt  
 Deadweight, design ..... 4700dwt  
 Speed, service ..... 27knots  
 Bunkers  
 heavy oil ..... 975m<sup>3</sup>  
 diesel oil ..... 170m<sup>3</sup>  
 Water ballast ..... 3250m<sup>3</sup>  
 Fuel consumption, main engines only ..... 195tonnes/day  
 Classification ..... Bureau Veritas 1 + Hull Ro-Ro, Passenger Ship, + MACH, AUT, UMS, SYS-NEQ-1, Finnish Ice Class 1A  
 Percentage of high-tensile steel used in construction ..... 28%  
 Roll stabilisation equipment ..... Blohm + Voss Industries fins  
 Main engines  
 Design ..... MaK  
 Model ..... 12M43C  
 Number ..... 4  
 Manufacturer ..... Caterpillar Motoren  
 Type of fuel used ..... HFO and MDO  
 Output ..... 4 x 12,000kW/514rev/min  
 Gearboxes  
 Make ..... Fender  
 Model ..... GVLO 1300  
 Number ..... 2 x twin input/single output  
 Output speed ..... 144.3rev/min  
 Propellers  
 Material ..... Stainless steel  
 Designer/manufacturer ..... Wärtsilä  
 Number ..... 2

Pitch ..... Controllable  
 Diameter ..... 5300mm  
 Speed ..... 144.3rev/min  
 Diesel-driven alternators  
 Number ..... 3  
 Engine make/type ..... Wärtsilä/BL20  
 Type of fuel used ..... HFO and MDO  
 Output/speed ..... 3 x 1420kW/1000rev/min  
 Alternator make/type ..... A van Kaick/DSG 59 K1-6W  
 Output/speed ..... 3 x 1688kVA/1000rev/min  
 Boilers  
 Number ..... 2  
 Type ..... CHB 5000  
 Make ..... Aalborg Industries  
 Output ..... 2 x 5000kg/h  
 Vehicles  
 Number of vehicle decks ..... 2  
 Total lane length ..... 2010m  
 Total cars ..... 450  
 Total freight units ..... 120  
 Doors/ramps  
 Number/type ..... 1 x stern/1 x bow door ramp, 1 x internal ramp  
 Designer ..... TTS Ships Equipment  
 Complement  
 Officers ..... 17  
 Crew ..... 83  
 Passengers  
 Total ..... 1900  
 Accommodated in cabins ..... 520  
 Number of cabins ..... 131  
 Bow thrusters  
 Make ..... Wärtsilä  
 Number/type ..... 2 x CT 225  
 Output ..... 2 x 1500kW  
 Stern thruster  
 Make ..... Wärtsilä  
 Number/type ..... 1 x CT 200  
 Output ..... 1000kW  
 Bridge control system  
 Make ..... Kelvin Hughes  
 Type ..... Manta  
 One man operation ..... No  
 Fire detection system ..... Consilium  
 Fire extinguishing systems  
 Vehicle spaces ..... Novenco drencher  
 Accommodation ..... Novenco sprinkler  
 Engine room ..... Minimax CO<sub>2</sub>  
 Radars ..... 3 x Kelvin Hughes Manta  
 Integrated bridge system ..... Kelvin Hughes Manta  
 Waste disposal plant  
 Waste compactors ..... 2 x Kapasity 103  
 Sewage plan ..... 1 x Evac Bio Unit MSP VIII  
 Contract date ..... 1 August 2005  
 Launch/float-out date ..... 23 November 2006  
 Delivery date ..... 10 April 2007

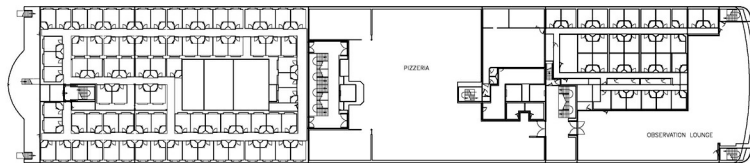




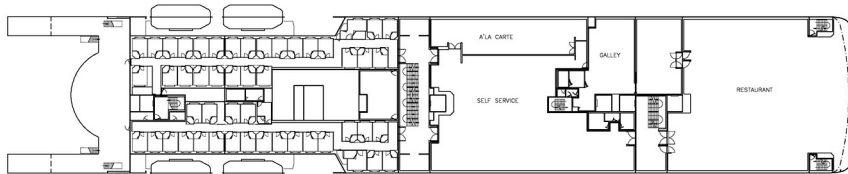
DECK 11



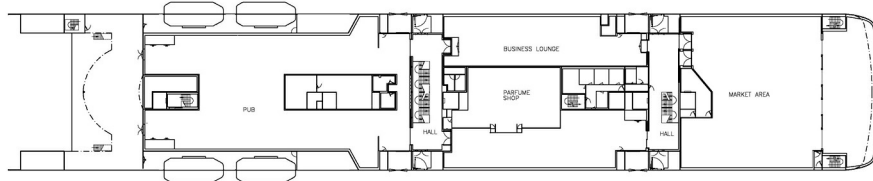
DECK 10



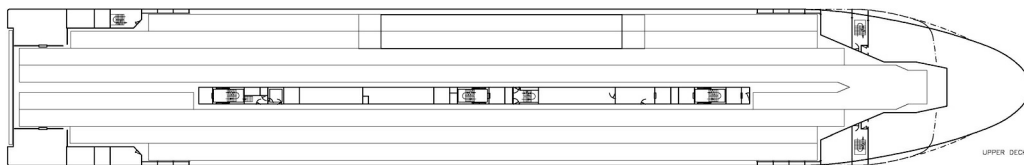
DECK 9



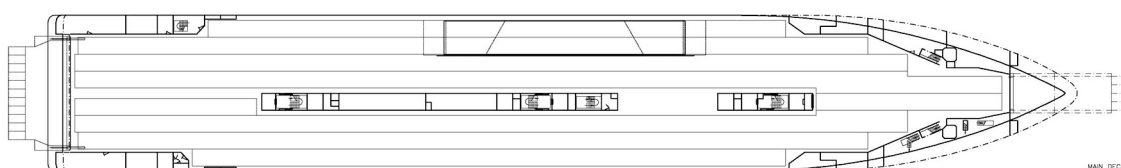
DECK 8



DECK 7



UPPER DECK (5)



MAIN DECK (5)



# SILVER PRINCESS: advanced ro-pax from Japan

Shipbuilder: ..... **Mitsubishi Heavy Industries Ltd**  
 Vessel's name: ..... **Silver Princess**  
 Hull No: ..... **1158**  
 Owner/operator: **Kawasaki Kinkai Kisen Kaisya Ltd**  
 Country: ..... **Japan**  
 Designer: ..... **Mitsubishi Heavy Industries Ltd**  
 Country: ..... **Japan**  
 Model test establishment used: ..... **MHI Nagasaki R&D Centre, Japan**  
 Flag: ..... **Japan (Hachinohe)**  
 IMO number: ..... **9597616**  
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): ..... **nil**  
 Total number of sister ships still on order: ..... **nil**

**SILVER Princess** is a ro-pax ferry, for Kawasaki Kinkai Kisen Kaisya Ltd that services the Tomakomai to Hachinohe route. The vessel was designed and built at the Shimonoseki Shipyard & Machinery Works of Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. (MHI), and delivered to the owner on 5 April.

The vessel which is a one off design for the owners, has been further optimised with the hull form of *Silver Princess* enhanced through model tank testing which, was used to significantly improve the fuel oil consumption.

The propulsion system installed on the vessel is a combination of two main engines and two controllable pitch propellers driven through two reduction gears. The latest medium speed diesel engines give a service speed of 20.5 knots at 85% power. The highly skewed controllable pitch propellers contribute to the reduction in the propeller surface force.

In addition to the above, the ship is equipped with two bow thrusters manufactured by Kawasaki Heavy Industries to enable smooth manoeuvring in harbour. A pair of fin stabilisers have been installed in order to reduce the rolling of the vessel and to increase the comfort level during the voyage.

The maximum loading capacity of vehicles onboard is 92 trailers/trucks and 30 passenger cars. Two outboard ramps on Deck-3 and three inboard ramp ways are arranged to give better loading/unloading at the quays on the vessel's regular route.

There are various cabin types onboard for passengers, such as deluxe class, first class and economy class cabins. The passengers can enjoy the time onboard at various public spaces such as the restaurant, grand bath with ocean view, entrance, lobby, kid's room and other areas. Furthermore, the Japanese barrier free rule has been applied to the vessel, so that all passengers including the handicapped can move about the vessel safely and enjoy the

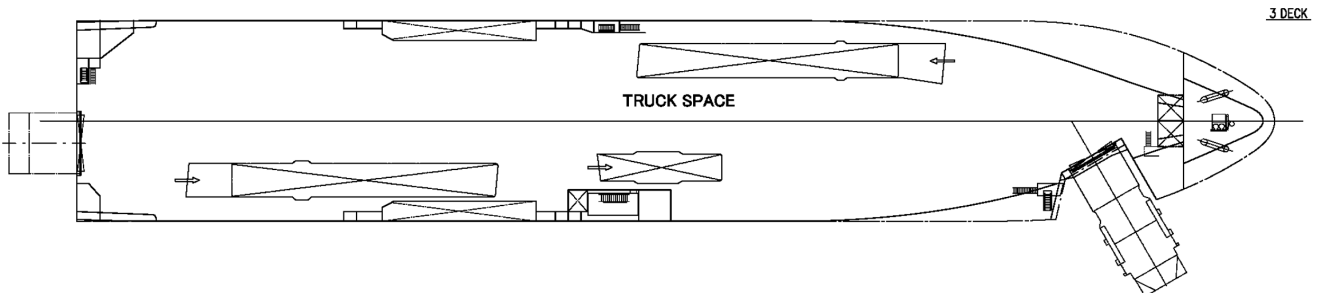
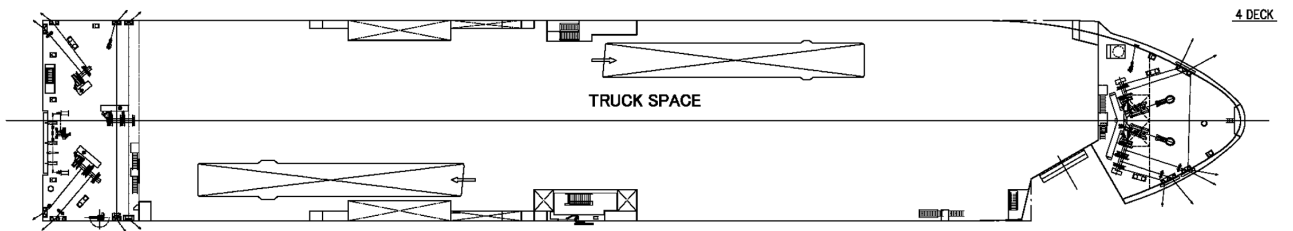
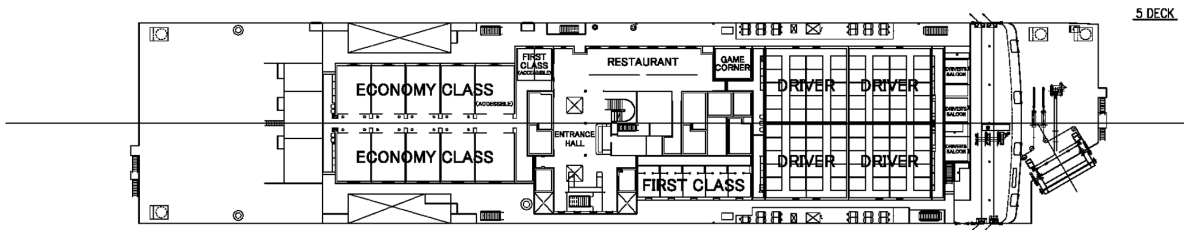
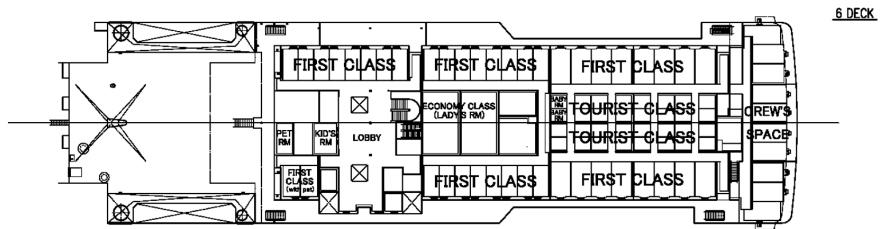
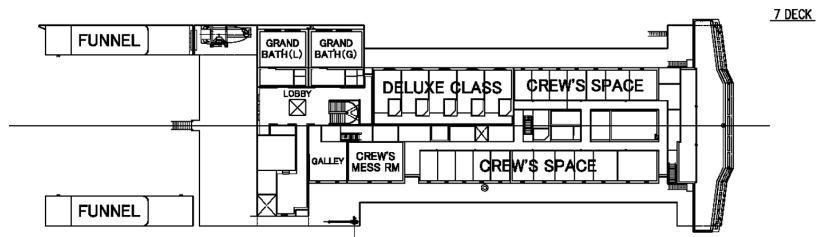
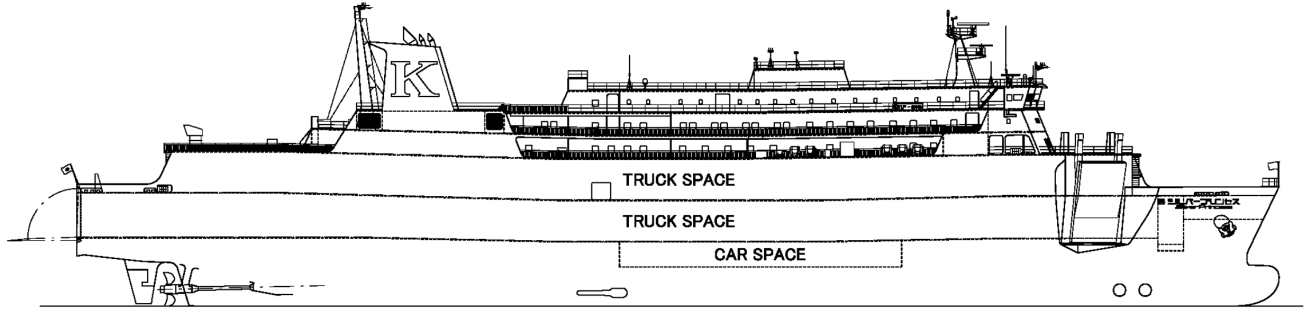
facilities onboard. Two elevators are fitted allowing passenger's to board and disembark and to move around the vessel's accommodation area.

## TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: ..... 150.00m  
 Length bp: ..... 137.50m  
 Breadth moulded: ..... 25.00m  
 Depth moulded  
 To main deck: ..... 8.00m  
 To upper deck: ..... 13.15m  
 Draught  
 Scantling: ..... 5.85m  
 Design: ..... 5.70m  
 Gross: ..... 10,536gt  
 Deadweight  
 Design: ..... 4,315dwt  
 Scantling: ..... 4,724dwt  
 Speed, service: ..... 20.5knots  
 Bunkers  
 Heavy oil: ..... 612.3m<sup>3</sup>  
 Diesel oil: ..... 124.8m<sup>3</sup>  
 Water ballast: ..... 3,056.2m<sup>3</sup>  
 Daily fuel consumption  
 Main engine only: ..... 55.1tonnes/day  
 Main engine  
 Design: ..... S.E.M.T – Pielstick  
 Model: ..... 12PC2-6B  
 Manufacturer: ..... JFE Engineering Corporation  
 Number: ..... 2  
 Type of fuel: ..... HFO, MDO  
 Output of each engine: ..... 7,200kW  
 Gearboxes  
 Make: ..... Kitachi Nico Transmission Co., Ltd  
 Model: ..... MGP1843H50  
 Number: ..... 2  
 Propellers  
 Material: ..... ALB3  
 Designer/manufacturer: ..... Kawasaki Heavy Industries  
 Number: ..... 2  
 Fixed/controllable pitch: ..... Controllable  
 Diameter: ..... 4.2m  
 Main-engine driven alternators  
 Number: ..... 2  
 Make/type: ..... Nishiba Electric Co., Ltd  
 Diesel-driven alternators  
 Number: ..... 3  
 Engine make/type: ..... Daihatsu Diesel MFG. Co. Ltd/ 5DK-20e  
 Type of fuel: ..... HFO, MDO

Output/speed of each set: ..... 900rpm  
 Boilers  
 Number: ..... 1  
 Make: ..... Muira Co., Ltd  
 Output, each boiler: ..... 3,000kg/h  
 Mooring equipment  
 Number: ..... 4  
 Make: ..... Manabe Zoki Co., Ltd  
 Type: ..... Electric-hydraulic  
 Special lifesaving equipment  
 Number of each and capacity: ..... MES-2  
 Make: ..... Fujikura Rubber Ltd  
 Type: ..... FSMES-160 N  
 Vertical or sloping chutes: ..... Vertical  
 Vehicles  
 Number of vehicle decks: ..... 3  
 Total cars: ..... 30  
 Total freight: ..... 92  
 Doors/ramps/lifts/movable car decks  
 Number of each: ..... 2 x ramps, 2 x movable car decks  
 Ballast control system  
 Make: ..... NYK Trading Corporation  
 Complement  
 Officers: ..... 9  
 Crew: ..... 11  
 Passengers  
 Total: ..... 900  
 Number of cabins: ..... 176  
 Stern appendages/ special rudders: ..... Mariner  
 Bow thruster  
 Make: ..... Kawasaki Heavy Industries  
 Number: ..... 2  
 Bridge control system  
 Make: ..... Nabtesco  
 Type: ..... electric  
 Fire detection system  
 Make: ..... Nippon Hakuyo Electronics  
 Type: ..... Smoke detector type & Temperature type  
 Fire extinguishing systems  
 Engine room: ..... Air Water Safety Service/ CO<sub>2</sub>  
 Vehicle spaces: ..... Nohmi Bosai Ltd/ sprinkler  
 Cabins/public spaces: ..... Yamato Protec/ Portable  
 Radars  
 Number: ..... 3  
 Make: ..... JRC  
 Contract date: ..... 26 March 2010  
 Launch/float-out date: ..... 11 November 2011  
 Delivery date: ..... 5 April 2012

# SILVER PRINCESS





## STAVANGERFJORD: LNG ferry for Norway

Shipbuilder: ..... **Bergen Group Fosen**  
 Vessel's name: ..... **Stavangerfjord**  
 Hull No: ..... **87**  
 Owner/operator: ..... **Fjord Line**  
 Country: ..... **Norway**  
 Designer: ..... **Bergen Group Fosen**  
 Country: ..... **Norway**  
 Model test establishment used: ..... **Marintek**  
 Flag: ..... **Denmark**  
 IMO number: ..... **9586605**  
 Total number of sister ships already completed  
 (excluding ship presented): ..... **nil**  
 Total number of sister ships still on order: ..... **1**

**N**ORWAY is taking the lead when it comes to environmental shipping and *Stavangerfjord*, is another example of this initiative. The vessel was delivered to Fjord Line in July after some delay due to further testing of its LNG powered engines. *Stavangerfjord* is the first of a series of two vessels constructed at Bergen Group, Norway with the initial steel work carried out at Stocznia Gdansk shipyard. The second in the series *Bergensfjord* was launched just after *Stavangerfjord*.

*Stavangerfjord* is one of the most environmentally friendly passenger ships in international operation, powered by LNG enabling it to eliminate its SOx emissions as well as reducing the CO<sub>2</sub> emissions by 23%, NOx emissions by 92% and particulate emissions by 98%, compared to ships powered by traditional heavy fuel oil. The waste heat recovery system (WHRS) that has also been installed provides both electricity from a steam generator and heating from warm water in the accommodation areas.

Both the vessels are powered by four Bergen gas engines individually rated at 5,600kW, driving Promas integrated rudder and propeller propulsion systems for optimal fuel efficiency. Originally the ferries were ordered with diesel engines, but Fjord Line made the decision to replace these with Bergen BV35:40P12G gas engines, to pre-empt the emission regulations for emission control areas (ECAs) when they come into effect that will limit NOx and SOx emissions in those areas.

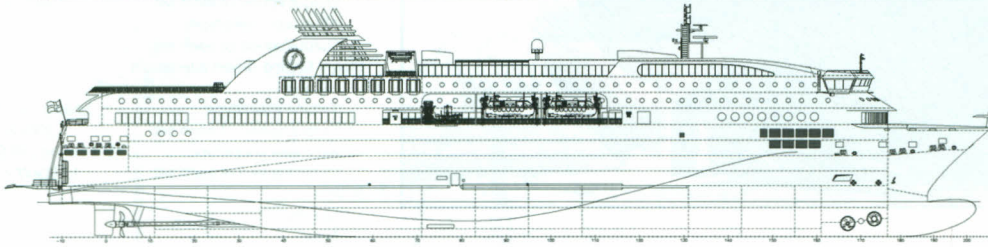
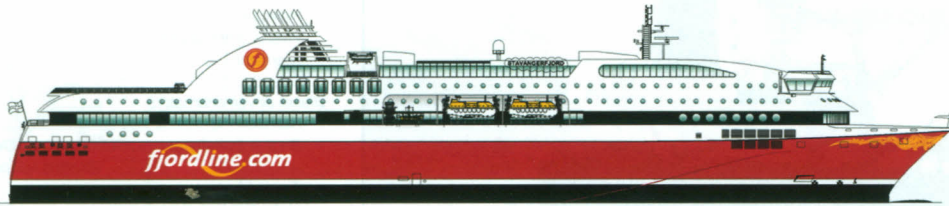
Each ship has 306 cabins, many of which will be suites, and can accommodate 1,500 passengers. The cargo decks have a total lane capacity of 1,350m<sup>2</sup>, which has capacity for 600 vehicles or alternately a smaller number of vehicles in combination with larger

trucks and cargo. *Stavangerfjord* will service the routes between Hirtshal, Denmark and Stavanger, Norway and Hirtshal and Langesund, Norway.

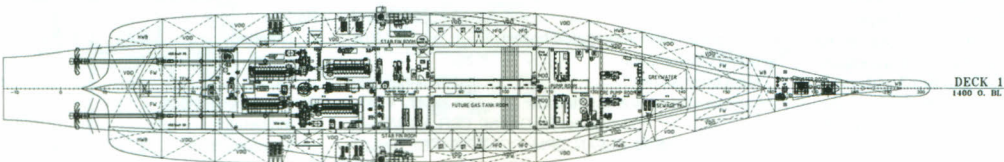
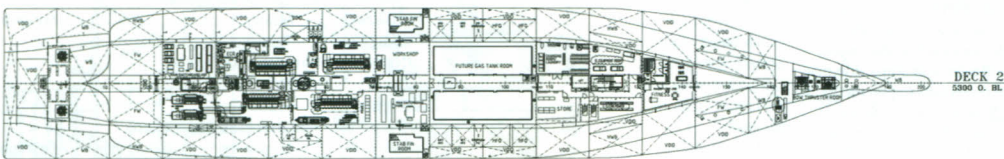
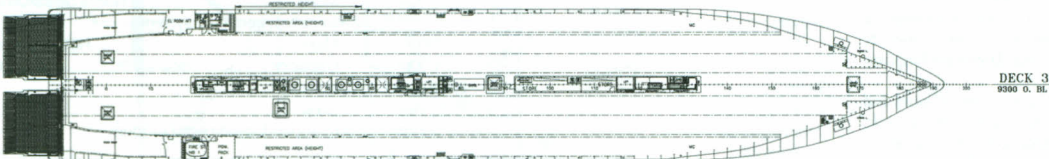
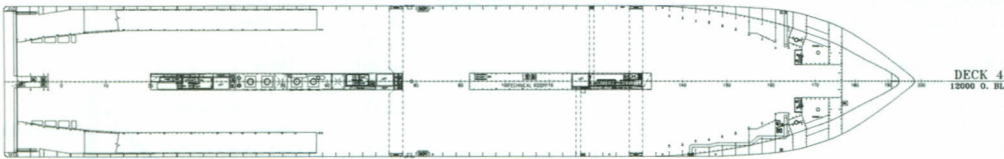
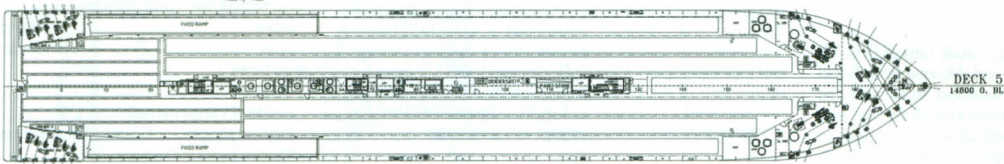
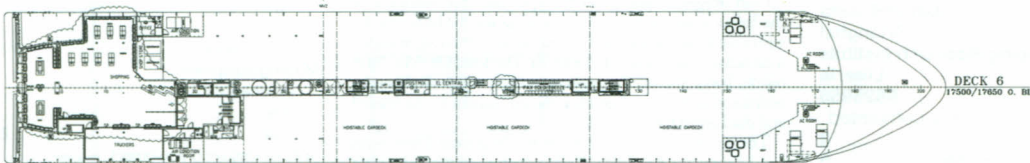
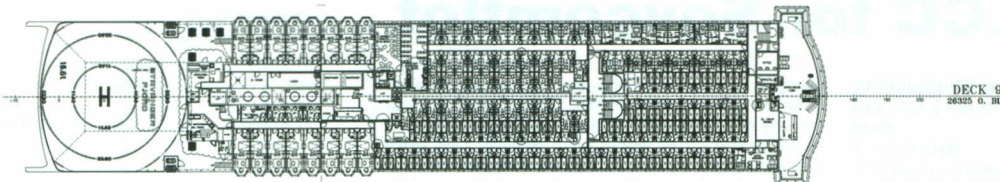
### TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: ..... 170.00m  
 Length bp: ..... 148.00m  
 Breadth moulded: ..... 27.50m  
 Depth moulded  
 To main deck: ..... 9.30m  
 Draught  
 Scantling: ..... 6.50m  
 Design: ..... 6.35m  
 Gross: ..... 31,678gt  
 Displacement: ..... 15,712tonnes  
 Lightweight: ..... 12,243tonnes  
 Deadweight  
 Design: ..... 36,200dwt  
 Block co-efficient: ..... 0.5977  
 Speed, service: ..... 21.5knots  
 Bunkers  
 LNG: ..... 600m<sup>3</sup>  
 Water ballast: ..... 1,508m<sup>3</sup>  
 Classification society and notations: DNV \*1A1, ICE 1B, Car Ferry A, E0, Gas Fuelled, CLEAN, NAUT-AW, WBR, MCDK, TMON, F-M, COMF V(2)  
 Heel control equipment: ..... Frank Mohn  
 Main engine  
 Make: ..... B35: 4 OV 12 PG  
 Manufacturer: ..... Rolls-Royce Marine  
 Number: ..... 4  
 Type of fuel: ..... LNG  
 Output of each engine: ..... 6,400kW  
 Gearboxes  
 Make: ..... MAN Diesel & Turbo  
 Model: ..... 888 783/100  
 Number: ..... 2  
 Propeller  
 Designer/manufacture: ..... Rolls-Royce  
 Number: ..... 2  
 Fixed/controllable pitch: ..... Controllable  
 Diameter: ..... 4.7m  
 Shaft generators  
 Number: ..... 2  
 Make/type: ..... Rolls-Royce/ Marelli  
 Output/speed of each set: ..... 1,850kW

Boilers  
 Number: ..... 1  
 Type: ..... Mission  
 Make: ..... Aalborg Industries  
 Capacity: ..... 3.8tonnes/h  
 Other cranes  
 Number: ..... 1  
 Make: ..... Fuchs Fördertechnik  
 Type: ..... Telescopic  
 Tasks: ..... Provisions  
 Performance: ..... 7.5tonnes  
 Mooring equipment  
 Number: ..... 8  
 Make: ..... Rolls-Royce Marine  
 Type: ..... MW160E  
 Special lifesaving equipment  
 Number of each and capacity: ..... 4 x 151 persons  
 ..... 6 x 153 persons  
 ..... 4 x 51 persons  
 Make: ..... Fassmer/ Viking Lifesaving  
 Hatch covers  
 Manufacturer: ..... TTS Marine  
 Vehicles  
 Total lane length: ..... 1,350m  
 Total cars: ..... 600  
 Doors/ramps/lifts/movable car decks  
 Type: ..... Movable car deck (Deck 6)  
 Designer: ..... TTS Marine  
 Ballast control system  
 Make: ..... Panasia  
 Water ballast treatment system  
 Make: ..... Panasia  
 Complement  
 Crew: ..... approx. 100  
 Passengers  
 Total: ..... 1,200/1,500  
 Number of cabins: ..... 303  
 Bow thrusters  
 Make: ..... Rolls-Royce  
 Number: ..... 2  
 Output: ..... 1,600kW  
 Fire detection system  
 Make: ..... Honeywell Life Safety  
 Contract date: ..... 16 March 2010  
 Launch/float-out date: ..... 12 April 2012  
 Delivery date: ..... 4 July 2013



- DECK 11
- DECK 10
- DECK 9
- DECK 8
- DECK 7
- DECK 6
- DECK 5
- DECK 4
- DECK 3
- DECK 2
- DECK 1





## VIKING GRACE: Largest LNG ferry for Finland

Shipbuilder:..... **STX Finland, Turku**  
 Vessel's name:..... **Viking Grace**  
 Hull No:..... **1376**  
 Owner/operator:..... **Viking Line**  
 Country:..... **Finland**  
 Designer:..... **STX Turku**  
 Country:..... **Finland**  
 Model test establishment used:..... **MARIN**  
 Flag:..... **Finnish**  
 IMO number:..... **9606900**  
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented):..... **nil**  
 Total number of sister ships still on order:..... **nil**

**V**IKING Grace heralded a new era for passenger ferries when it was launched. Deemed as one of the most advanced vessels of the time due to the use of LNG to power the vessel, Viking Grace also made the record books because the vessel is one of the longest LNG powered vessels ever constructed.

Viking Grace, built by STX Finland, has replaced Isabella on the Turku-Stockholm route, the shortest connection between Sweden and Finland. The route is demanding for the ships due to the tight schedule with as little as one hour harbour time for unloading and loading passengers and ro-ro cargo.

The ferry's main machinery is based on a cruise ship-type power plant principle, consisting of four 8-cylinder dual fuel engines driving generating sets. The power plant's principle optimal engine load on its complex route has operating speeds varying from 8knots to 15 and up to 22knots in addition to the high degree of safety and redundancy.

The engine runs off LNG, which has been pitched as the fuel of the future due to its ability to reduce a ship's emissions dramatically. The fuel in Viking Grace is stored in the aft end of the ship, on the open deck in two 200m<sup>3</sup> LNG-tanks.

The ship's propulsion consists of two five-bladed stainless steel fixed-pitch propellers with modern high-lift flap rudders, which also fulfils the requirements of Finnish-Swedish Ice class 1A Super and Lloyd's Register's highest passenger comfort rating. For better harbour manoeuvring three thrusters have installed, one aft and two forward.

The latest energy-saving technologies have been applied in the ship's design: various energy management systems, LEDs used in lighting, elevators with energy recovery, high efficiency pumps and fans, just to name a few. Excess heat produced by machinery during the voyage is stored in specific heat accumulator tanks and the stored heat is used during the time in port for pre-heating the air-conditioned air. The cold

from the LNG is also used for cooling the air-conditioned air in summertime.

The public spaces are arranged on the uppermost decks to provide the most spectacular scenery as well as direct access to the outer decks. Dining facilities are located forward and entertainment facilities aft. The venues are organised around service hubs, located internally on each deck for easy and efficient access. The hubs are supported from vertically connected logistics centres, located below the ro-ro decks.

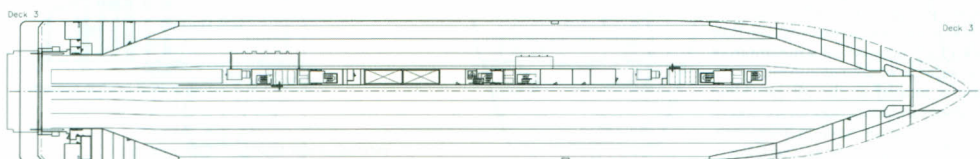
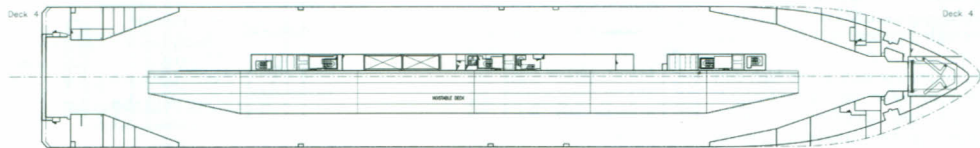
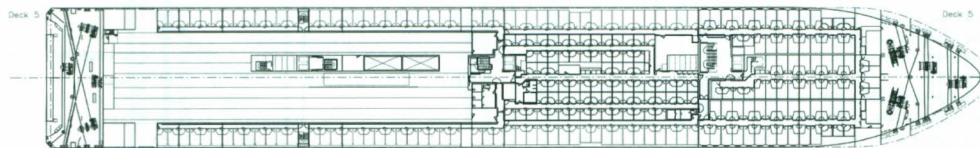
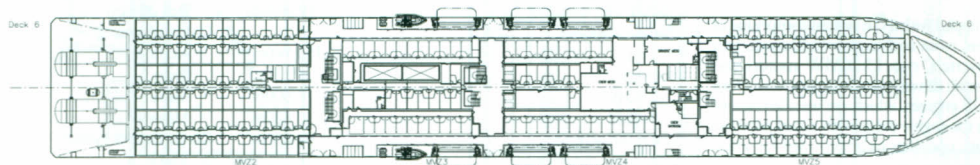
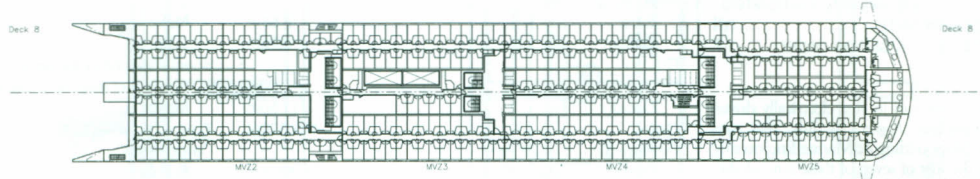
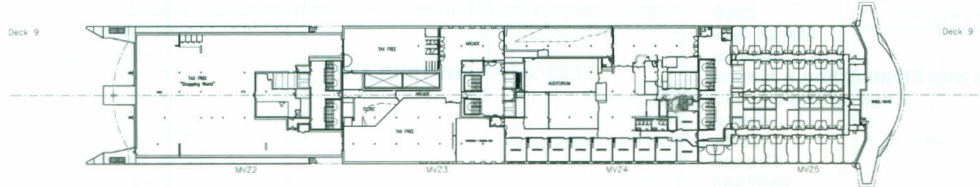
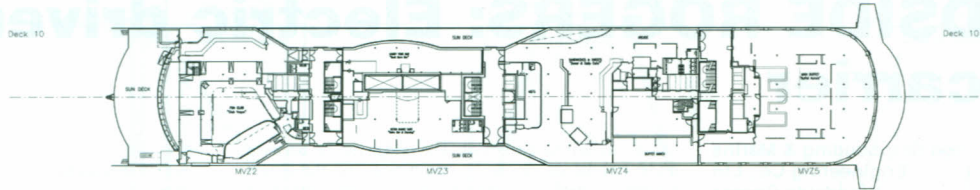
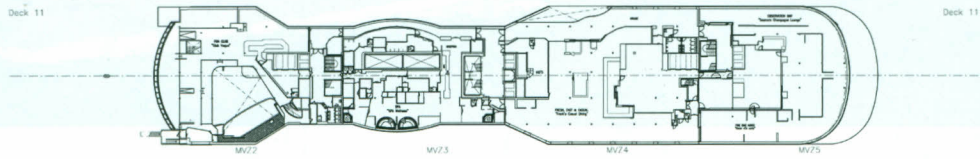
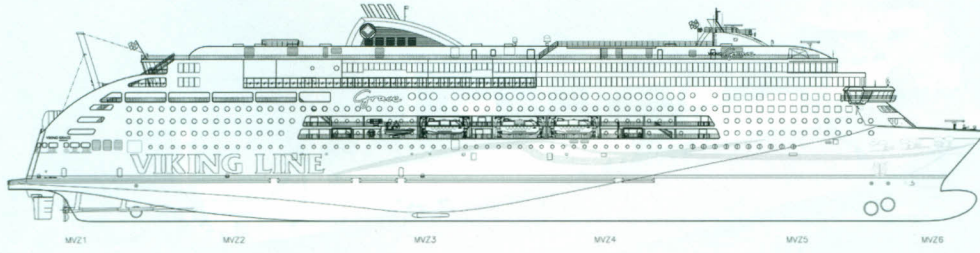
Passenger cabin areas extend from deck 5 to deck 9. A large variety of cabins are offered, including bigger cabins in the forward section accommodating cruise ship-like double beds. Crew cabins, which are required to have windows, are located sides of the private car garage on deck 5 and on life boat decks 6 and 7 with restricted view.

### TECHNICAL PARTICULARS

Length oa:..... 218.50m  
 Length bp:..... 200.00m  
 Breadth moulded:..... 31.80m  
 Depth moulded  
 To main deck:..... 9.80m  
 Draught  
 Scantling:..... 7.00m  
 Design:..... 6.80m  
 Gross:..... 57,565gt  
 Deadweight  
 Design:..... 50,300dwt  
 Scantling:..... 60,800dwt  
 Speed, service:..... 22knots  
 Bunkers  
 LNG:..... 2 x 200m<sup>3</sup>  
 Diesel oil:..... MGO: 178m<sup>3</sup> HFO: 470m<sup>3</sup>  
 Water ballast:..... 1,450m<sup>3</sup> + heeling 670m<sup>3</sup>  
 Daily fuel consumption  
 LNG:..... 45-48tonnes/day  
 Pilot fuel (MGO):..... 0.5tonnes/day  
 Classification society and notations:..... Lloyd's Register of Shipping + 100A1 Passenger and vehicle ferry, IWS, ICE, 1AS, +LMC, UMS, IBS, PCAC12, PSMR\*, Green passport, Movable car decks, GF  
 Heel control equipment:..... Hoppe Bordmesstechnik GmbH  
 Roll stabilisation equipment:..... Blohm & Voss, fin stabilisers, Simplex-compact s600-9m<sup>2</sup>  
 Main engines  
 Model:..... 8L50DF  
 Manufacturer:..... Wärtsilä  
 Number:..... 4  
 Type of fuel:..... LNG/NG backup fuel MGO  
 Output of each engine:..... 7,400kW

Exhaust gas system  
 Manufacturer:..... Wärtsilä  
 Model:..... Compact silencer system (CSS)  
 Number:..... 4  
 Type:..... Optimal noise attenuation, less than 50dB at 100m  
 Propulsion motors  
 Make:..... ABB  
 Model:..... AMZ 1600 2XW 12LSB  
 Number:..... 2  
 Output speed:..... 10.5MW x 128rpm  
 Propellers  
 Designer/manufacturer:..... Wärtsilä  
 Material:..... Stainless steel  
 Number:..... 2  
 Fixed/controllable pitch:..... Fixed  
 Diameter:..... 5.2m  
 Speed:..... 130rpm  
 Special adaptations:..... 5 bladed built up propeller  
 Main generators  
 Number:..... 4  
 Make/type:..... ABB/AMG 1120 ME 12LSE  
 Output/speed of each set:..... 8.191 x 500rpm  
 LNG tanks & related equipment  
 Manufacturer/type:..... Wärtsilä LNGPac  
 Capacity:..... 2 x 200m<sup>3</sup>  
 Boilers  
 Number:..... 2 x dual fuel  
 Type:..... FMB-VM-7/7  
 Make:..... Saacke  
 Output, each boiler:..... 7,000kg/h at 7bar  
 Type of fuel:..... LNG/NG/MGO  
 Mooring equipment  
 Number:..... 2 x combined anchor windlasses/ self tensioning mooring winches  
 6 x 250kN self tensioning mooring winches  
 Make/type:..... NDM/Electrical  
 Special lifesaving equipment  
 Number of each and capacity: 2 x 316, 2 x 237, spare rafts  
 4pcs 158 persons, 4 for 50 persons  
 Make/type:..... RFD Beaufort/Marine Ark MK 2 MES  
 Hatch covers  
 Manufacturer/type:..... TTS/2 x on deck 3  
 Vehicles  
 Number of vehicle decks:..... 2 x fixed, 1 x movable  
 Total lane length:..... 1,275  
 Total cars:..... 300  
 Doors/ramps/lifts/movable car decks  
 Number of each:..... 1 x Bow doors, 1 x bow ramp/door,  
 1 x stern ramp/door, 1 x hoistable car deck,  
 2 x provisions lifts, 1 x cargo lift  
 Designer/manufacturer:..... TTS  
 Lifts  
 Number of each:..... 14  
 Manufacturer:..... Kone  
 Passengers  
 Total:..... 2,800  
 Number of cabins:..... 880  
 Percentage/number onboard:..... 34%  
 Rudders  
 Make:..... Van der Velden Barkemeyer  
 Rudder type:..... TTA 35057-23/20  
 Rudder area:..... 20m<sup>2</sup>  
 Bow thruster  
 Make:..... Wärtsilä  
 Number:..... 2  
 Output:..... 2,300kW  
 Type:..... CT2755H  
 Propeller diameter:..... 2.75m  
 Propeller speed:..... 243rpm  
 Stern thruster  
 Make:..... Wärtsilä  
 Number:..... 1  
 Output:..... 1,500kW  
 Type:..... CT225H  
 Propeller Diameter:..... 2.25m  
 Propeller speed:..... 243rpm  
 Bridge control system  
 Make:..... L3 SAM Electronics  
 Type:..... NACOS Platinum  
 One-man operation:..... Yes  
 Integrated automation system  
 Make/type:..... L3 SAM Electronics Valmatic Platinum  
 Fire detection system  
 Make/type:..... Autronica Autromaster 5000  
 Fire extinguishing system  
 Make/Type:..... Marioff/Hi-Fog  
 Radar  
 Number:..... 4  
 Make/model:..... L3 SAM Electronics NACOS Platinum  
 Contract date:..... 25 November 2010  
 Launch/float-out date:..... 17 August 2012  
 Delivery date:..... 10 January 2013

# VIKING GRACE





	<b>Guardacalor</b>	<b>Deducción carriles en proa/popa</b>		<b>Long. Carril total</b>	<b>Área total(m<sup>2</sup>)</b>
<b>Volcán de Taburiente</b>	35,19	23,46		108,50	<b>1545,46</b>
<b>Armorique</b>	64,62	17,23	34,46	146,46	<b>3004,62</b>
<b>SF Alhucemas</b>	61,01	19,27	6,42	125,22	<b>2368,97</b>
<b>Martín i Soler</b>	61,45	38,81	22,64	132,59	<b>2576,53</b>
<b>Volcán de Tinamar</b>	69,28	46,19	23,09	148,46	<b>2965,84</b>
<b>Volcán de Tijarafe</b>	61,09	21,38	18,33	128,29	<b>2291,44</b>
<b>Volcán de Timanfaya</b>	64,44	10,18	20,35	122,10	<b>2197,46</b>
<b>Star</b>	101,86	26,57	39,86	168,29	<b>3473,33</b>
<b>Silver princess</b>	39,80	9,18	39,80	137,76	<b>2438,88</b>
<b>Stavangerfjord</b>	92,47	15	19	147,63	<b>2505,59</b>
<b>Viking Grace</b>	124,72	21,24	16,78	189,27	<b>4243,04</b>



# Propulsion

19 jun 2017 05:15

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **prediccion potencia - nuevs dimensiones.hcnc**

## Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	Fixed RPM
Max prop diam:	4500,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Custom	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	<b>Water properties</b>	
Hull form factor:	1,228	Water type:	Salt
Corr allowance:	0,000287	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[On] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

## Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,37	0,60	5,33	4,64*
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

## Prediction results [System]

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE				
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]	
10,00	620,1	0,1014	0,1135	0,9718	616	1331,8	---	0,0	
15,00	2179,1	0,1008	0,1135	0,9718	800	3351,7	---	0,0	
18,00	4290,4	0,1006	0,1135	0,9718	800	4633,3	---	0,0	
20,00	6694,7	0,1005	0,1135	0,9718	800	6202,1	---	0,0	
23,00	11202,0	0,1003	0,1135	0,9718	800	9309,7	---	0,0	
24,00	13290,4	0,1002	0,1135	0,9718	800	10833,1	---	0,0	
25,00	16024,9	0,1002	0,1135	0,9718	800	12927,0	---	0,0	
+ 26,00 +	19651,4	0,1001	0,1135	0,9718	800	15884,3	---	0,0	
26,50	21875,9	0,1001	0,1135	0,9718	800	17873,8	---	0,0	
27,00	24411,7	0,1001	0,1135	0,9718	800	20389,5	---	0,0	
POWER DELIVERY									
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN.m]	QENG [kN.m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
10,00	147	79,74	19,06	1266,0	1291,8	2583,6	2663,5	188,0	2025,3
15,00	191	154,62	36,96	3186,1	3251,2	6502,3	6703,4	112,0	2379,5
18,00	191	213,74	51,09	4404,4	4494,3	8988,6	9266,6	97,2	2974,6
20,00	191	286,12	68,39	5895,7	6016,1	12032,1	12404,2	80,7	3443,4
23,00	191	429,48	102,65	8849,8	9030,4	18060,7	18619,3	61,8	4165,7
24,00	191	499,76	119,45	10297,9	10508,1	21016,2	21666,2	55,5	4441,5
25,00	191	596,35	142,54	12288,4	12539,2	25078,4	25854,0	48,4	4761,6
+ 26,00 +	191	732,78	175,15	15099,6	15407,8	30815,5	31768,6	41,0	5144,7
26,50	191	824,56	197,09	16990,8	17337,6	34675,2	35747,6	37,1	5384,1
27,00	191	940,60	224,82	19382,2	19777,8	39555,6	40779,0	33,1	5678,1
EFFICIENCY									
SPEED [kt]	EFFICIENCY				THRUST				
	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]			
10,00	0,2555	0,9700	0,2400	0,1128	67,99	120,54			
15,00	0,3569	0,9700	0,3351	0,16071	159,27	282,39			
18,00	0,5085	0,9700	0,4773	0,24434	261,33	463,33			
20,00	0,5929	0,9700	0,5564	0,30378	367,00	650,68			
23,00	0,6610	0,9700	0,6202	0,35519	533,98	946,73			
24,00	0,6740	0,9700	0,6324	0,37008	607,14	1076,44			
25,00	0,6811	0,9700	0,6390	0,38622	702,78	1246,00			
+ 26,00 +	0,6798	0,9700	0,6377	0,40245	828,67	1469,20			
26,50	0,6725	0,9700	0,6309	0,40824	905,07	1604,66			
27,00	0,6579	0,9700	0,6171	0,4102	991,28	1757,50			

# Propulsion

19 jun 2017 05:15

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **prediccion potencia - nuevs dimensiones.hcnc**

## Prediction results [Propulsor]

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
10,00	0,4183	0,0268	0,00698	0,15313	0,095405	0,38995	1,5708	3,60e7	
15,00	0,4838	0,0373	0,00804	0,15924	0,071003	0,40549	1,1691	4,69e7	
18,00	0,5807	0,0612	0,01112	0,18133	0,056754	0,46177	0,93444	4,73e7	
20,00	0,6454	0,0859	0,01488	0,20621	0,055357	0,52511	0,91143	4,77e7	
23,00	0,7423	0,1250	0,02233	0,22678	0,054602	0,57748	0,899	4,82e7	
24,00	0,7746	0,1421	0,02599	0,23678	0,055911	0,60295	0,92056	4,84e7	
25,00	0,8070	0,1645	0,03101	0,25256	0,059017	0,64313	0,97171	4,86e7	
+ 26,00 +	0,8393	0,1939	0,03811	0,2753	0,064458	0,70105	1,0613	4,88e7	
26,50	0,8554	0,2118	0,04288	0,28943	0,068497	0,73703	1,1278	4,89e7	
27,00	0,8716	0,2320	0,04891	0,30535	0,073871	0,77757	1,2163	4,90e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
10,00	11,84	2,07	0,41	34,71	0,145	5,14	2,0	2,0	2051,0
15,00	5,26	1,23	0,24	45,05	0,237	12,03	2,0	2,0	2379,1
18,00	3,65	1,23	0,24	45,05	0,340	19,75	2,0	2,0	2886,4
20,00	2,95	1,23	0,23	45,05	0,448	27,73	2,0	2,0	3245,3
23,00	2,23	1,23	0,23	45,05	0,619	40,35	2,2	2,2	3768,0
24,00	2,05	1,23	0,23	45,05	0,695	45,88	3,3	3,3	3949,6
25,00	1,89	1,23	0,22	45,05	0,795	53,10	5,5	5,5	4143,1
+ 26,00 +	1,75	1,23	0,22	45,05	0,927	62,61	9,4	9,4	4351,3
26,50	1,68	1,23	0,22	45,05	1,007	68,39	12,9	12,9	4461,5
27,00	1,62	1,23	0,22	45,06	1,098	74,90 !	18,3	18,3	4575,7

Report ID20170619-1715

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.S1002.539

# Propulsion

19 jun 2017 05:15

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **prediccion potencia - nuevs dimensiones.hcnc**

## Hull data

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	<i>Proj chine length:</i>	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	<i>Proj bottom area:</i>	<b>0,0 m2</b>
Length on WL:	<b>130,000 m</b>	<i>LCG fwd TR:</i>	<b>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</b>
Max beam on WL:	<b>[LWL/BWL 5,328] 24,400 m</b>	<i>VCG below WL:</i>	<b>0,000 m</b>
Max molded draft:	<b>[BWL/T 4,639] 5,260 m</b>	<i>Aft station (fwd TR):</i>	<b>0,000 m</b>
Displacement:	<b>[CB 0,580] 9923,20 t</b>	<i>Deadrise:</i>	<b>0,00 deg</b>
Wetted surface:	<b>[CS 2,777] 3114,0 m2</b>	<i>Chine beam:</i>	<b>0,000 m</b>
<b>ITTC-78 (CT)</b>		<i>Chine ht below WL:</i>	<b>0,000 m</b>
LCB fwd TR:	<b>[XCB/LWL 0,480] 62,400 m</b>	<i>Fwd station (fwd TR):</i>	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR:	<b>[XCF/LWL 0,480] 62,400 m</b>	<i>Deadrise:</i>	<b>0,00 deg</b>
Max section area:	<b>[CX 0,960] 123,2 m2</b>	<i>Chine beam:</i>	<b>0,000 m</b>
Waterplane area:	<b>[CWP 0,699] 2218,3 m2</b>	<i>Chine ht below WL:</i>	<b>0,000 m</b>
Bulb section area:	<b>7,0 m2</b>	<i>Propulsor type:</i>	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>3,000 m</b>	<i>Max prop diameter:</i>	<b>4500,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>135,300 m</b>	<i>Shaft angle to WL:</i>	<b>0,00 deg</b>
Imm transom area:	<b>[ATR/AX 0,000] 0,0 m2</b>	<i>Position fwd TR:</i>	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL:	<b>[BTR/BWL 0,000] 0,000 m</b>	<i>Position below WL:</i>	<b>0,000 m</b>
Transom immersion:	<b>[TTR/T 0,000] 0,000 m</b>	<i>Transom lift device:</i>	<b>Flap</b>
Half entrance angle:	<b>7,00 deg</b>	<i>Device count:</i>	<b>0</b>
Bow shape factor:	<b>[BTK flow] -1,0</b>	<i>Span:</i>	<b>0,000 m</b>
Stern shape factor:	<b>[WL flow] 1,0</b>	<i>Chord length:</i>	<b>0,000 m</b>
		<i>Deflection angle:</i>	<b>0,00 deg</b>
		<i>Tow point fwd TR:</i>	<b>0,000 m</b>
		<i>Tow point below WL:</i>	<b>0,000 m</b>

## Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	<b>2</b>	<i>Oblique angle corr:</i>	<b>Off</b>
Propulsor type:	<b>Propeller series</b>	<i>Shaft angle to WL:</i>	<b>0,00 deg</b>
Propeller type:	<b>CPP</b>	<i>Added rise of run:</i>	<b>0,00 deg</b>
Propeller series:	<b>B Series</b>	<i>Propeller cup:</i>	<b>0,0 mm</b>
Propeller sizing:	<b>By power</b>	<i>KTKQ corrections:</i>	<b>Custom</b>
Reference prop:		<i>Scale correction:</i>	<b>None</b>
Blade count:	<b>5</b>	<i>KT multiplier:</i>	<b>1,000</b>
Expanded area ratio:	<b>0,8321</b>	<i>KQ multiplier:</i>	<b>1,000</b>
Propeller diameter:	<b>4500,0 mm</b>	<i>Blade T/C [0.7R]:</i>	<b>0,00</b>
Propeller mean pitch:	<b>[P/D 1,1692] 5261,5 mm</b>	<i>Roughness:</i>	<b>0,00 mm</b>
Hub immersion:	<b>3000,0 mm</b>	<i>Cav breakdown:</i>	<b>On</b>
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition</b>	
Engine data:		<i>Max prop diam:</i>	<b>4500,0 mm</b>
Rated RPM:	<b>0 RPM</b>	<i>Design speed:</i>	<b>26,00 kt</b>
Rated power:	<b>0,0 kW</b>	<i>Reference power:</i>	<b>0,0 kW</b>
Gear efficiency:	<b>0,970</b>	<i>Design point:</i>	<b>0,000</b>
Load correction:	<b>Off</b>	<i>Reference RPM:</i>	<b>800,0</b>
Gear ratio:	<b>4,184</b>	<i>Design point:</i>	<b>1,000</b>
Shaft efficiency:	<b>0,980</b>		

Report ID20170619-1715

HydroComp NavCad 2014 14.02.0029.S1002.539

# Propulsion

19 jun 2017 05:15

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **prediccion potencia - nuevs dimensiones.hcnc**

## Symbols and values

SPEED = Vessel speed

PETOTAL = Total vessel effective power  
WFT = Taylor wake fraction coefficient  
THD = Thrust deduction coefficient  
EFFR = Relative-rotative efficiency

RPMENG = Engine RPM  
PBPROP = Brake power per propulsor  
FUEL = Fuel rate per engine  
LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM

RPMPROP = Propulsor RPM  
QPROP = Propulsor open water torque  
QENG = Engine torque  
PDPROP = Delivered power per propulsor  
PSPROP = Shaft power per propulsor  
PSTOTAL = Total vessel shaft power  
PBTOTAL = Total vessel brake power  
TRANSP = Transport factor

EFFO = Propulsor open-water efficiency  
EFFG = Gear efficiency (load corrected)  
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]  
MERIT = Propulsor merit coefficient

THRPROP = Open-water thrust per propulsor  
DELTHR = Total vessel delivered thrust

J = Propulsor advance coefficient  
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]  
KQ = Propulsor torque coefficient  
KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio  
KQJ3 = Propulsor torque loading ratio  
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient  
CP = Propulsor thrust loading coefficient  
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R

SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed  
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM  
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R  
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed  
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria  
PRESS = Average propeller loading pressure  
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage  
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]  
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation

+ = Design speed indicator  
\* = Exceeds recommended parameter limit  
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]  
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]  
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]  
--- = Insignificant or not applicable

**INTERNATIONAL CONVENTION ON LOAD LINES 1966/1988**

Moulded Breadth (B)	24,4 m	
Least Moulded Depth	7,84 m	
85% Least Moulded Depth	6,664 m	
Freeboard deck thickness at side	10 mm	
Freeboard Depth (D)	7,85 m	
Lenght of the waterline at 6,664 m of depth	138,9 m	
Lenght betw. Perp. at 6,664 m of depth	131,2 m	
Freeboard Lenght (L)	133,344 m	12575,53
Volume without appendages at 6,664 m of depth	12286,81 m <sup>3</sup>	
Block coefficient	0,5667	
hueco		
Recess in freeboard deck, side to side, of <i>Upper line of the exposed deck is the freeboard deck</i>	0 m < 1m	

<b>R-27 Types of ships</b>	<i>Applicable</i>
----------------------------	-------------------

Type of ship (A,B,Br,B60) **B**

<b>R-28 Tabular Freeboard</b>	<i>Applicable</i>
-------------------------------	-------------------

Table	
L	freeboard
133	1959
134	1979

L	freeboard
133,344	1966

<b>R-28</b>	1966
-------------	------

<b>R-29 Correction for ships under 100 m in lenght</b>	<i>Not Applicable</i>
--	-----------------------

Effective lenght of superstructure (E)	133,344 m
Lenght of trunks	0 m
Effective lenght of superstructure (E1)	133,344 m

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

<b>R-30 Correction for block coefficient</b>	<i>Not Applicable</i>
--	-----------------------

<b>R-28</b>	1966
<b>R-29</b>	
<i>freeboard</i>	1966

Factor 1

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

<b>R-31 Correction for depth</b>	<i>Applicable</i>
----------------------------------	-------------------

Enclosed superstructure lenght	133,344 m	>0.6*L
Height of superstructure	5,400 m	
Standard Height	2,3 m	

R	250	Standard Height correction	1
Correction	-260		

<b>R-31</b>	-260
-------------	------

<b>R-32 Correction for position of deck line</b>	<i>Not Applicable</i>
--	-----------------------

<b>R-32</b>
-------------

<b>R-32.1 Correction for recess in freeboard deck (not side to side)</b>	<i>Not Applicable</i>
--	-----------------------

Volume of the recess m<sup>3</sup>

Waterplane area at 6,664 m draft

m<sup>2</sup>

R-32.1

**R-33 Standard height of superstructure (in m)** *Applicable*

<i>Raised quarterdeck</i>	<i>All Other superstructures</i>
1,8	2,3

**R-34/35 Effective length of superstructure (in m)** *Applicable*

<i>Superstructure</i>	<i>Lenght (S)</i>	<i>Sup. br. (b)</i>	<i>Ship br. (Bs)</i>	<i>Height</i>	<i>Effective Lenght ( E )</i>
Forecastle	0,000	24,400	24,400	5,400	0,000
center	133,344	24,400	24,400	5,400	133,344
Poop	0,000	24,400	24,400	5,400	0,000

<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>

**R-36 Effective length of trunks (in m)** *Applicable*

<i>Trunk</i>	<i>Lenght (S)</i>	<i>Sup. br. (b)</i>	<i>Ship br. (Bs)</i>	<i>Height</i>	<i>Effective Lenght ( E )</i>
Centre	0,000	24,400	5,400	0,000	0,000

**R-37 Deduction for superstructures and trunks** *Applicable*

- Lenght of Superstructure* 133,344 m
- Lenght of Trunks* 0 m
- Effective Lenght ( E )* 133,344 m
- Effective Lenght ( E )* 1 \*L
- Deduction for 1L* 1070 mm

<i>E</i>	<i>%</i>
1	100
1	100
1	100

R-37 -1070

**R-38 Sheer** *Applicable*

<i>Standard Sheer Profile</i>					
<i>Station</i>	<i>Ordinate</i>	<i>Factor</i>	<i>Product</i>		
After perpendicular	1361	1	1361		
1/6 L from A.P.	604	3	1812		
1/3 L from A.P.	152	3	456		
Amidships	0	1	0	After Sheer	3629
Amidships	0	1	0		
1/3 L from A.P.	305	3	915		
1/6 L from A.P.	1209	3	3627		
Forward perpendicular	2722	1	2722	Forward Sheer	7264

Sheer Profile					
Station	Ordinate	Sum for Le=L	Total	Factor	Product
After perpendicular	0	3100	3100	1	3100
1/6 L from A.P.	0	1376	1376	3	4128
1/3 L from A.P.	0	344	344	3	1032
Amidships	0	0	0	1	0
Amidships	0	0	0	1	0
1/3 L from F.P.	0	344	344	3	1032
1/6 L from F.P.	0	1376	1376	3	4128
Forward perpendicular	0	3100	3100	1	3100

After Sheer      8260

Forward Sheer      8260

Forward and After corrections for Sheer be allowed

Corrected After Product Difference      4631  
Corrected Forward Product Difference      996

Sheer credit for poop or forecastle

	Real	Standard	Difference	s
<b>Forecastle</b>	5400	2300	3100	0
<b>Poop</b>	5400	2300	3100	0

After Sheer variation      578  
Forward Sheer variation      124  
Sheer variation      351

Total length of enclosed superstructures (S1)      133,344 m  
Extension in midships of superstructures (over L)      1 \*L

Factor      0,25 Correction      -88 mm  
Freeboard correction with superstructure length correction is -88 mm

Freeboard correction      -88 mm  
Maximum freeboard correction for Sheer is -167 mm

R-38      -88

R-39.1 Minimum bow height      *Applicable*

Waterplane area forward of L/2 at draught d1 (A<sub>wf</sub>)      1255,77 m<sup>2</sup>

L      133,344      d1      6,664      2511,549  
B      24,4      Cb      0,5667      0,721972      0,719261073      0,711133  
Cwf      0,7719      Schneeklut Schneekluth 7-65

Minimum bow height (F<sub>b</sub>)      4873 mm

Bow depth corrected for R39      13,24 m  
Minimum bow height freeboard      -1703 mm  
Salt water freeboard      548 mm

R-39.1      0

R-39.2 Reserve of buoyancy      *Applicable*

F0      1966 mm  
f1      1  
f2      -260 mm  
fmin      1706 mm      100,008

Minimum projected area      63,16 m<sup>2</sup>  
Actual projected area      63,21 m<sup>2</sup>  
Freeboard correction      3160 mm

R-39.2      0

**R-40 Minimum freeboards**

*Applicable*

Minimum freeboard without R-32

50 mm

R-28	1966 mm
R-29	mm
R-30	mm
R-31	-260 mm
R-32.1	mm
R-37	-1070 mm
R-38	-88 mm
<b>Sum</b>	<b>548 mm</b>

Freeboard in Salt Water 548 mm

<i>Minimum Summer Freeboard</i>	<i>548 mm</i>
<i>Maximum Summer Draught</i>	<i>7302 mm</i>

R-39.1	0 mm
R-39.2	0 mm
<b>Sum</b>	<b>548 mm</b>
R-32	0 mm

<b>Summer Freeboard</b>	<b>548 mm</b>
<b>Summer Draught</b>	<b>7302 mm</b>
<b>Tropical Freeboard</b>	<b>396 mm</b>
<b>Winter Freeboard</b>	<b>701 mm</b>
<b>Winter N. Atlantic Freeboard</b>	<b>701 mm</b>
<b>Fresh Water</b>	<b>535 mm</b>