



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2021/22

***BUQUE TANKER LNG 140000 m³ Y DISEÑO DE UNA
PLANTA GENERADORA DE POTENCIA CON
TURBINA DE GAS Y CICLO REGENERATIVO***

Número 2122-TFG-73

**Programa de simultaneidad de ingeniería naval y oceánica e
ingeniería mecánica**

ALUMNA/O

Marina de la Peña Herrero

TUTORAS/ES

Pablo Fariñas Alvariño

Alberto Arce Ceinos

FECHA

2022

BUQUE TANKER LNG 140000 M3 Y DISEÑO DE UNA PLANTA GENERADORA DE POTENCIA CON TURBINA DE GAS Y CICLO REGENERATIVO. RESUMEN

En primer lugar, se desarrollará el proyecto de un buque tanker LNG. La particularidad de este buque es su carga, ya que requieren unas características muy concretas, debido a su temperatura, presión y flash point.

Una vez completado el proyecto de diseño del tanker de LNG, se desarrollará el diseño de una planta de potencia para la propulsión del buque, que se estima en un mínimo de 25 MW, basada en turbina de gas regenerativa empleando el propio LNG transportado como combustible. Esta turbina de gas regenerativa operará con dos compresores con una etapa de enfriamiento entre ambas compresiones y los gases de escape calientes se emplearán para precalentar el aire comprimido antes de entrar en la cámara de combustión.

En el diseño de esta planta de potencia se dimensionarán tanto en enfriador con agua de mar como del intercambiador gases-aire. Se compararán los resultados obtenidos en función de cómo los parámetros de diseño (relación de compresión, temperatura máxima, caudal de aire...) afecten a la eficiencia térmica de la planta. La comparación con turbina de gas simple y motor diésel se llevará a cabo en términos de eficiencia, coste y emisiones, estableciéndose las posibles ventajas e inconvenientes



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2021/22**

***BUQUE TANKER LNG 140000 m³ Y DISEÑO DE UNA
PLANTA GENERADORA DE POTENCIA CON
TURBINA DE GAS Y CICLO REGENERATIVO***

Número 2122-TFG-73

**Programa de simultaneidad de ingeniería naval y oceánica e
ingeniería mecánica**

Documento

CUADERNO 3: DISEÑO DE FORMAS

CONTENIDO

Buque tanker LNG 140000 m ³ y diseño de una planta generadora de potencia con turbina de gas y ciclo regenerativo. Resumen	2
REQUISITOS PREVIOS DE OPERACIÓN. RPA.....	5
PARÁMETROS DE FORMA DEL BUQUE	6
INTRODUCCIÓN	7
1 COEFICIENTES	8
1.1 Coeficiente de bloque	8
1.2 Coeficiente de la maestra	8
1.3 Coeficiente prismático.....	9
1.4 Coeficiente de la flotación	10
2 CONTORNOS DE PROA.....	11
2.1 Perfil de proa	11
2.2 Altura de proa	11
2.3 Bulbo de proa	12
2.3.1 Rangos de aplicación del bulbo	13
2.3.2 Parámetros del bulbo.....	14
3 CONTORNO DE POPA	16
3.1 Perfil de popa.....	16
3.2 Diámetro de la hélice	16
3.3 Huelgos mínimos	16
4 GENERACIÓN DE LAS FORMAS DEL BUQUE.....	18
4.1 Transformación paramétrica	18
4.2 Cartilla de trazado.....	18
4.2.1 Secciones transversales	18
4.2.2 Líneas de agua	22
4.2.3 Longitudinales	22
4.2.4 Cartilla de trazado.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3 Curva de áreas seccionales.....	22
4.4 Radio de pantoque.....	24
4.5 Características finales.....	24
4.5.1 Valoración de los resultados obtenidos.....	25

REQUISITOS PREVIOS DE OPERACIÓN. RPA

A continuación, se presentarán los requisitos previos iniciales en los que se basará el diseño del buque:

Tipo de buque

Buque Transporte de LNG - 140000 m³

Clasificación y cotas

SOLAS, CIG, Bureau Veritas, MARPOL

Características de la carga

Tanques membrana

Velocidad y autonomía

Velocidad servicio de 17,2 nudos, 85% MCR 10 MM. Autonomía 10.000 millas

Propulsión

Diesel eléctrico

Tripulación y pasaje

28 tripulantes

PARÁMETROS DE FORMA DEL BUQUE

A continuación, se muestra una tabla con los datos del buque que se han ido obteniendo en los cuadernos anteriores:

	Lpp	B	D	T	CB	CM	CP	LBD	Desplazamiento
Inicial	285.45	46.6	27	12	0.81	0.998	0.849	359153.2	132854.8
Final	255.1	41.972	30	12.2	0.81	0.99	0.81	321211,12	108749,5

INTRODUCCIÓN

En el siguiente documento se definen las formas del buque de proyecto a partir de las dimensiones definidas en cuadernos anteriores. Después, a partir de las formas, se estudia el comportamiento del buque en distintas situaciones para comprobar que cumple con los requisitos de un buque.

Las formas de un buque son muy importantes ya que influyen en factores como la estabilidad y el comportamiento del buque en el mar, la resistencia al avance y fenómenos de cavitación, vibraciones o turbulencias en el casco del buque.

Se utilizará el software Maxsurf, que genera las formas del buque proyectado a partir de las dimensiones estimadas en documentos previos y de series sistemáticas que posee la base de datos del programa formadas por las formas que adoptan buques del mismo tipo.

Teniendo unas formas aproximadas, se estudiará si es necesario o no la modificación de dichas formas para instalar bulbo, además de definir algunas medidas de la zona de popa. Finalmente, obtendremos unas formas definitivas a partir de las cuales se definirá en documentos posteriores como se distribuirán los distintos espacios del buque.

1 COEFICIENTES

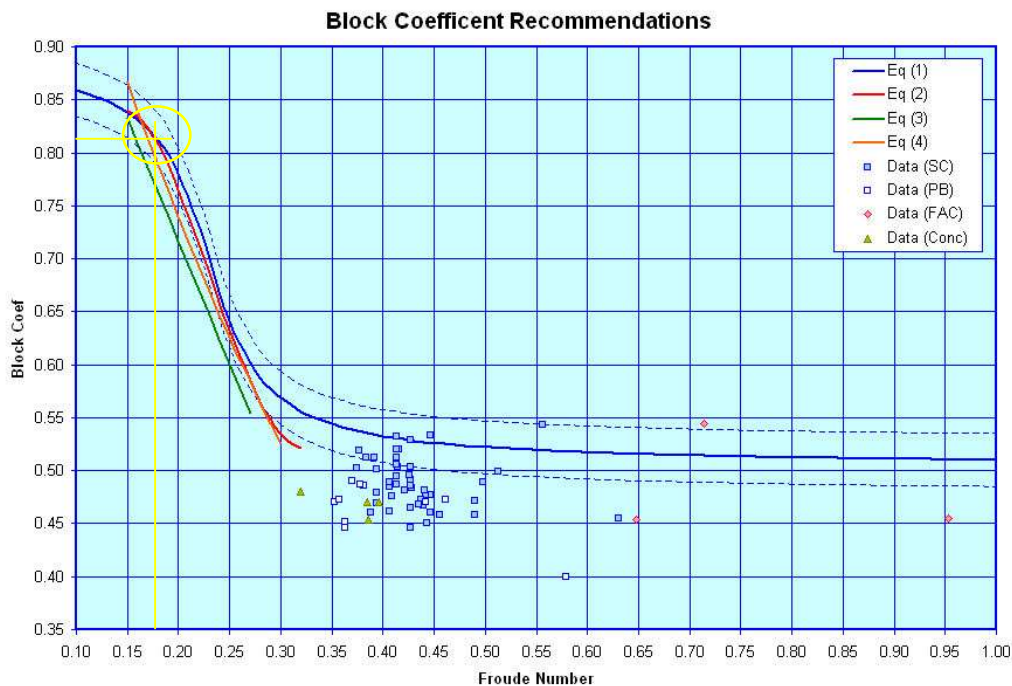
En este apartado se pretende comprobar que los resultados obtenidos en cuadernos anteriores sobre los coeficientes están dentro de los rangos aceptables. Esta comprobación se realiza a partir de gráficas obtenidas de los apuntes de la asignatura “Proyectos de buques y artefactos marinos I”.

1.1 Coeficiente de bloque

El coeficiente de bloque del buque proyectado definido en cuadernos previos se define como:

$$Cb = 0.81$$

A continuación, se muestra un gráfico que se utiliza para comprobar que el valor obtenido es adecuado y que esta dentro del rango recomendable.



El parámetro con el que se entra en la gráfica anterior es el número de Froude del buque proyectado, que se obtiene a partir de datos ya calculados:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g \times L}} = \frac{17.2 \times 0.5144}{\sqrt{9.81 \times 255.1}} = 0.1768$$

También entraremos con el coeficiente de bloque ya obtenido. Dicho valor queda justificado ya que el punto de corte se encuentra entre las dos líneas discontinuas (Tal y como se puede observar marcado en amarillo).

1.2 Coeficiente de la maestra

El valor calculado en otros cuadernos:

$$C_m = 0.99$$

Se utiliza la siguiente formulación para su comprobación:

- Benford

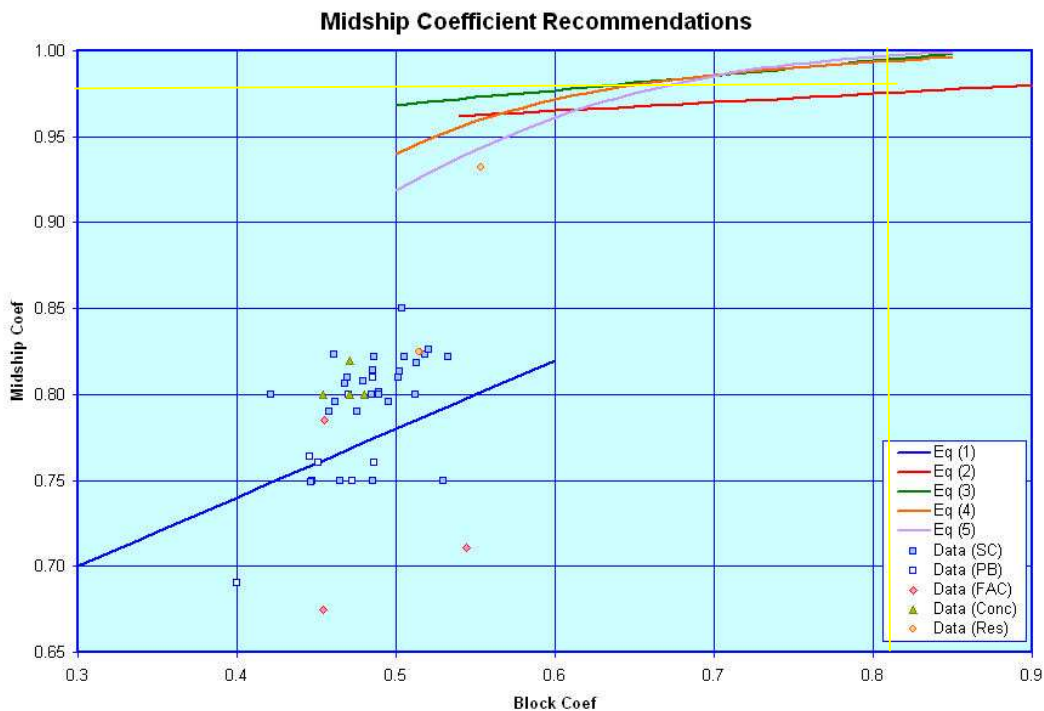
$$C_m = 0.977 + 0.085 \times (C_b - 0.60) = 0.98785$$

- Kerlen

$$C_m = 1.006 - 0.0056 \times C_b^{-3.56} = 0.9941$$

Por tanto, haciendo la media entre ambos valores, se obtiene un primer valor recomendado:

$$C_m = 0.991$$



Siguiendo el mismo procedimiento que en el caso del coeficiente de bloque, se comprueba que el valor que se obtiene es cercano al valor recomendado.

1.3 Coeficiente prismático

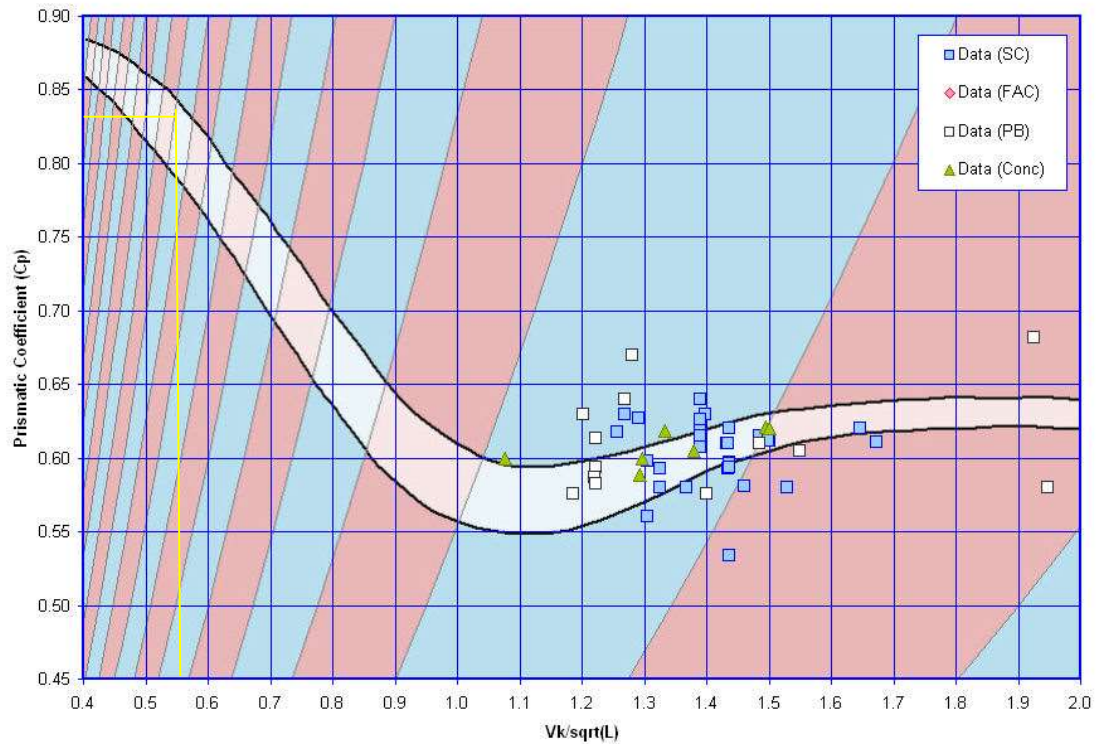
El valor que se muestra a continuación es el obtenido en cuadernos previos:

$$C_p = \frac{C_b}{C_m} = 0.835$$

A continuación, se entra en la gráfica siguiente con el parámetro que se calcula y el coeficiente prismático:

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = \frac{17.2 \times 0.5144}{\sqrt{255.1}} = 0.554$$

La recomendación es que el valor del coeficiente prismático se encuentre entre las dos líneas negras, por tanto, con la siguiente grafica queda justificado que el valor de dicho coeficiente es ajustado.



1.4 Coeficiente de la flotación

A partir de los parámetros C_b y C_m , se calcula el coeficiente de flotación. Se utiliza la siguiente formulación para su cálculo:

- $CW = 0.18 + 0.86 \times C_p = 0.894$
- Método Schneekluth: $CW = \frac{1+2 \times C_b}{3} = 0.8733$

Se calcula la media de ambos obteniendo finalmente:

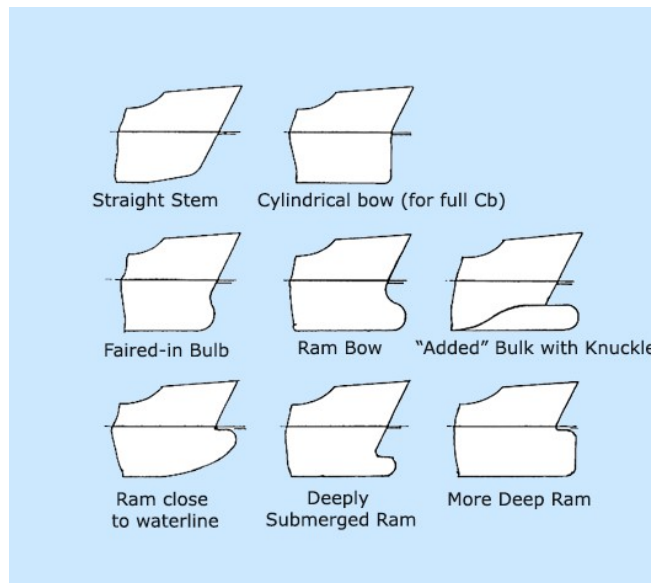
$$CW = 0.884$$

2 CONTORNOS DE PROA

2.1 Perfil de proa

La proa del buque puede adoptar distintas formas dependiendo de sus coeficientes, es decir, de si el buque proyectado tiene unas formas mas llenas o finas. Los buques con formas finas tienen una roda lanzada mientras que los buques con formas llenas tienen roda vertical.

En la siguiente imagen se puede observar un esquema de las distintas formas de proa que puede tener un buque:



Dado que el buque del proyecto tiene un coeficiente de bloque elevado, presentará una proa cilíndrica con roda vertical.

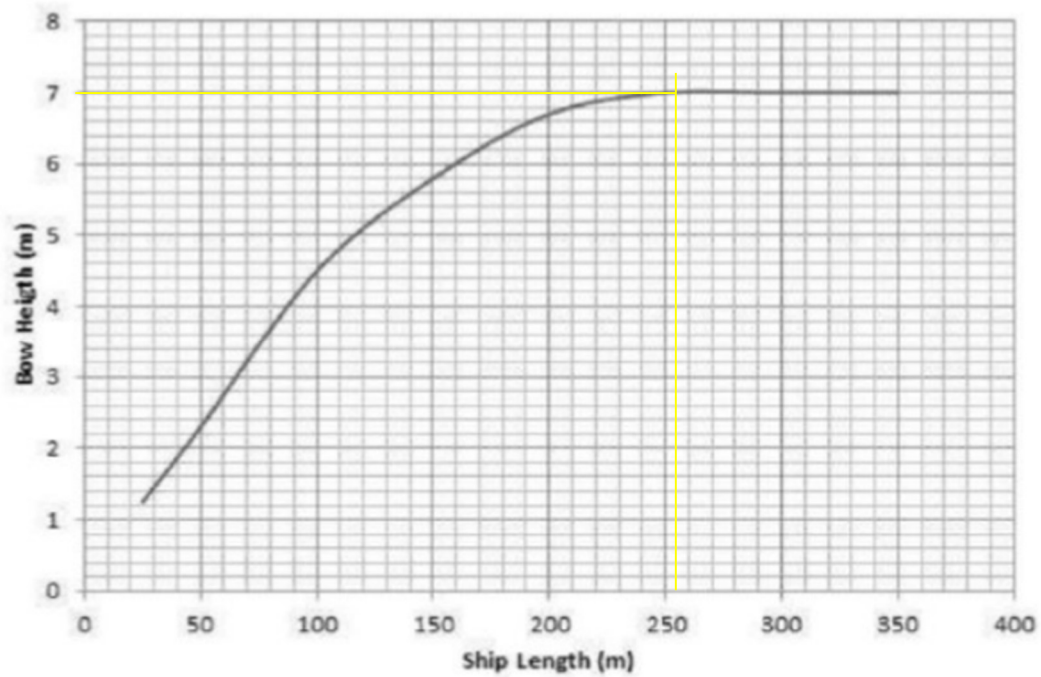
El factor mas influyente en otros aspectos del diseño del buque es la decisión sobre la instalación del bulbo de proa.

2.2 Altura de proa

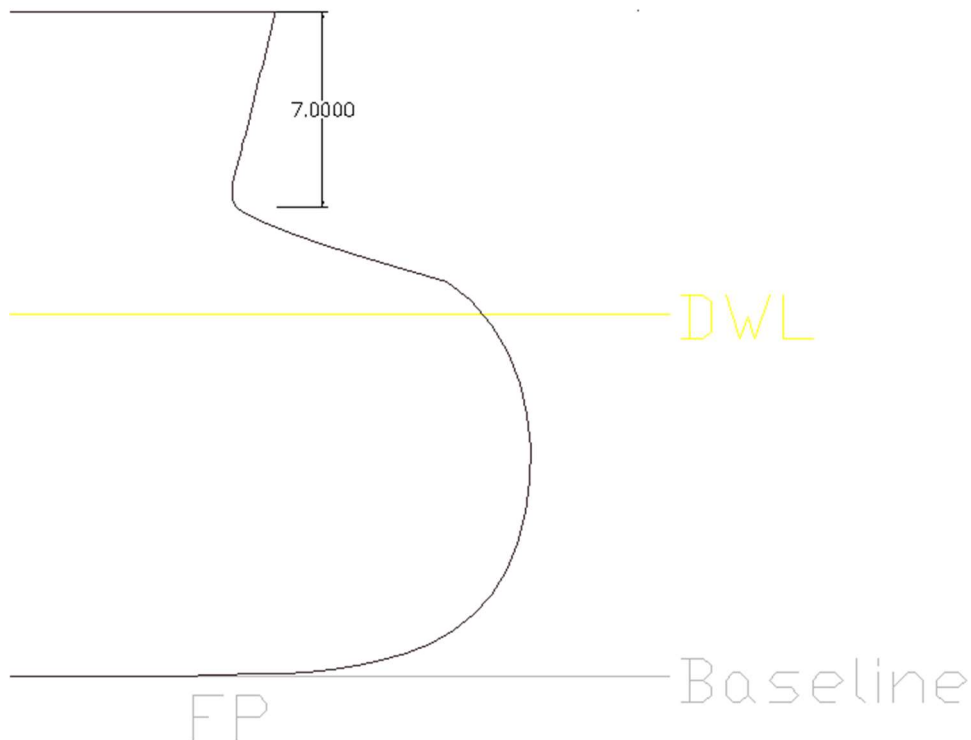
La altura mínima de proa es la distancia medida desde el calado del buque hasta el punto más alto del casco en la proa.

A partir de la siguiente gráfica y de la eslora del buque se obtiene cual es el valor mínimo de esta medida según el convenio ILLC.

$$h_{min} = 7 m$$



Finalmente, la adoptaría aproximadamente la siguiente forma, a falta de definir otros parámetros de la proa.



2.3 Bulbo de proa

El bulbo es una protuberancia localizada en la parte más a proa del buque, su instalación se debe a los siguientes beneficios que puede aportar:

- Reduce la resistencia por olas ya que se disminuyen los trenes de olas generados
- Reducir el efecto de las olas generadas amortiguándolas

- Reducir resistencia viscosa residual, disminuyendo los torbellinos que se generan en esa zona

No siempre se instala ya que en ocasiones las desventajas superan a las ventajas, algunos de las desventajas del bulbo son las siguientes:

- El coste de reducir esas resistencias es un ligero aumento en la resistencia de fricción por el aumento de la superficie mojada.
- Y un aumento en los costes de producción ya que las formas del bulbo son complejas de trabajar y además aumenta la cantidad de acero a utilizar.

A continuación, se determina si el uso del bulbo es o no beneficioso para el funcionamiento del buque proyectado, esto se realiza utilizando unos criterios que definen unos rangos de aplicación.

En caso de que la instalación del bulbo sea recomendable, se definirán los parámetros de éste.

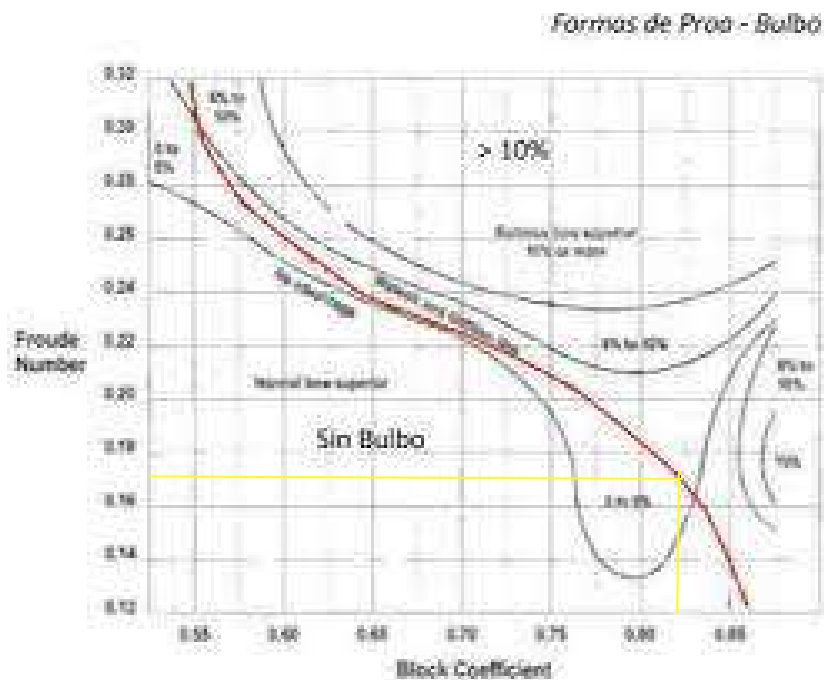
2.3.1 Rangos de aplicación del bulbo

En la siguiente tabla se indica en la primera columna el rango de aplicación, en la segunda el valor para ese parámetro del buque proyectado y por último si cumple o no el rango de aplicación.

Rango de aplicación	Valor en el buque proyectado	Cumplimiento
$0,65 < Cb < 0.815$	0.81	SI CUMPLE
$5.5 < \frac{L}{B} < 7$	6.078	SI CUMPLE
$0,24 < Fn < 0.57$	0.1768	NO CUMPLE
$\frac{Cb \times B}{L} > 0.135$	0.133	NO CUMPLE

Se puede observar que no todos los parámetros se ajustan a los rangos de aplicación indicados, pero los que no lo hacen están cerca de esos rangos de aplicación.

Se observa también la siguiente gráfica que justifica la instalación del bulbo de proa en el buque proyectado.



Además, volviendo a la base de datos del cuaderno 1, se puede percibir que todos los buques utilizados cuentan con bulbo de proa. Por otra parte, el buque tiene suficiente autonomía como para navegar por distintos lugares y por tanto presenciar mares complicados en los que el bulbo puede ser de ayuda.

Finalmente, se concluye que la instalación del bulbo sería beneficiosa.

2.3.2 Parámetros del bulbo

2.3.2.1 Dimensionamiento

Las dimensiones del bulbo se aproximan a las del buque base (British Partner). Dichas dimensiones se obtienen observando los planos de la disposición general del buque base en el cuaderno 1 y que también se incluirán como anexo en este cuaderno:

- Altura del bulbo en el buque de referencia:

$$h = 7.49 \text{ m}$$

- Protuberancia bulbo buque de referencia:

$$x = 6.34 \text{ m}$$

Mediante rectas de regresión, se pretenden determinar una primera estimación para el dimensionamiento del bulbo. Se relaciona las dimensiones con la eslora del buque proyectado y del buque de referencia. Resultando:

$$h = 6.754 \text{ m}$$

$$x = 5.72 \text{ m}$$

Estas dimensiones se tendrán en cuenta, pero además de esos, se tendrán en cuenta criterios importantes para el diseño de bulbos.

El bulbo ha de estar cerca de la superficie de la flotación, será más efectivos cuanto más bajo sea, por tanto, la primera aproximación de la altura es que se encuentre entre el 35 – 55% del calado:

$$35\% T = 4.27 \text{ m}$$

$$55\% T = 6.71 \text{ m}$$

A continuación, se estima la protuberancia del bulbo a partir de la expresión que se muestra:

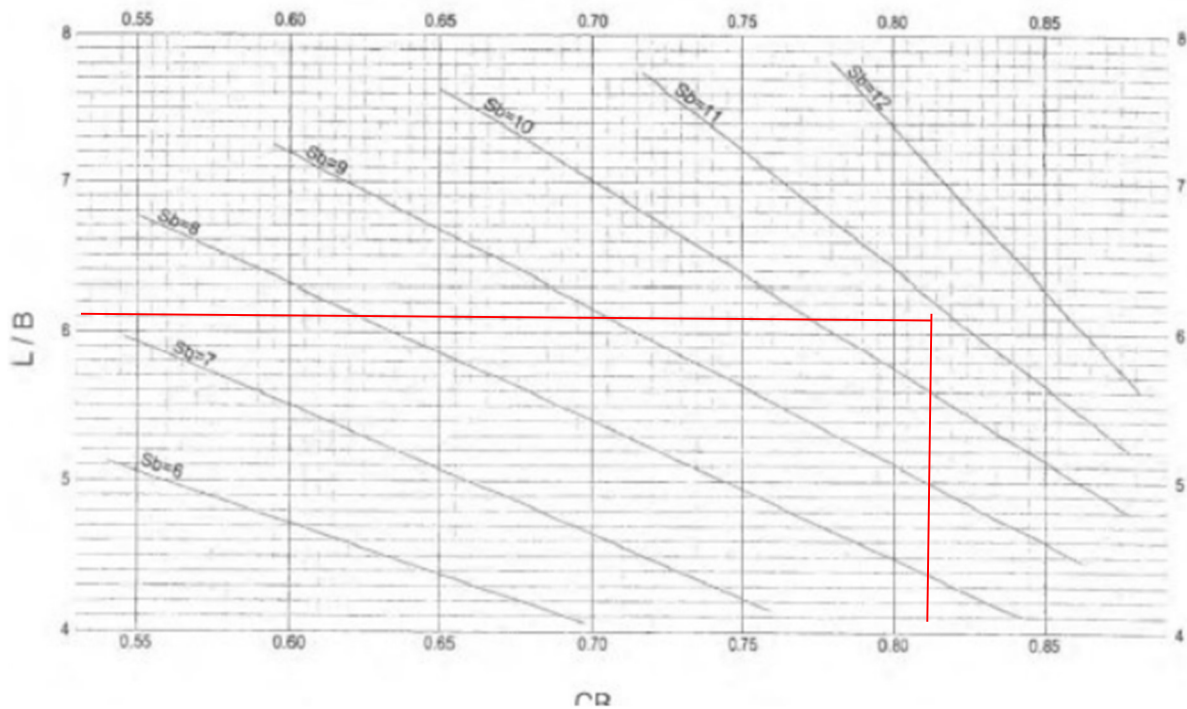
$$x = L \times 0.1811 \times Cb \times \frac{B}{L} + 0.0074 = 6.16 \text{ m}$$

Por tanto, resumiendo los resultados, se obtiene:

DIMENSIONES DEL BULBO	Rectas regresión	Formulación	Final
H	6.754	4.27 – 6.71	6.8
x	5.72	6.16	6.1

2.3.2.2 Área transversal

A partir de la siguiente gráfica se obtiene una primera aproximación del área transversal del bulbo.



La primera aproximación establece:

$$Sb = 12\% Sm$$

El cálculo de Sm :

$$Sm = B \times T \times Cm = 506,1 \text{ m}^2$$

Por tanto, resulta:

$$Sb = 60,72 \text{ m}^2$$

3 CONTORNO DE POPA

Estas dimensiones estarán orientadas por la sociedad de clasificación DNV, ya que la sociedad de clasificación indicada en las RPA del proyecto no indica nada al respecto.

Esta zona es de gran importancia ya que aquí irán instalados los elementos propulsores y el timón. Este espacio se intentará aprovechar al máximo ya que cuanto mayor sea, mayor será la hélice, y de esta forma menos cargada estará, y, por tanto, menor velocidad del fluido en esa zona y menos picos de presiones, este hecho reduce la posibilidad de cavitación. Tampoco se puede aumentar tanto como sea posible el tamaño de la hélice porque de esa forma se compromete el rendimiento. Es decir, habrá que encontrar un equilibrio.

Además del espacio necesario en el vano del codaste, debemos tener en cuenta otros aspectos, como la inmersión adecuada de la hélice, factor que influye también en el funcionamiento del elemento y en la cavitación.

Además de a la propulsión, el diseño del contorno de popa también afecta en gran medida a la maniobrabilidad del buque.

Por tanto, resumiendo, por un lado, el contorno de popa afecta al fenómeno de separación del flujo y por tanto a la resistencia viscosa, y por otro, afecta al rendimiento del propulsor que se hace máximo cuando la estela es homogénea.

3.1 Perfil de popa

Las formas que adopta la popa del buque proyectado serán semejantes a las de buque de referencia (British partner), tal y como se puede observar en el siguiente esquema.

El buque proyectado dispone de espejo de popa. De esta forma se consigue tener mayor manga en la cubierta y mejorar el comportamiento hidrodinámico del buque en el agua.

3.2 Diámetro de la hélice

En el cuaderno 1 se realizó una primera estimación a partir del diámetro de la hélice del buque de referencia, resultando un valor de 7.6 metros.

En este cuaderno se realiza un segundo cálculo del diámetro de la hélice, se obtiene de una aproximación mediante formulación proporcionada por el libro "Proyecto básico del buque mercante":

$$D = 15.75 \times \frac{MCO^{0.2}}{rpm^{0.6}} = 15.75 \times \frac{20314.6^{0.2}}{59^{0.6}} = 9.9 \text{ metros}$$

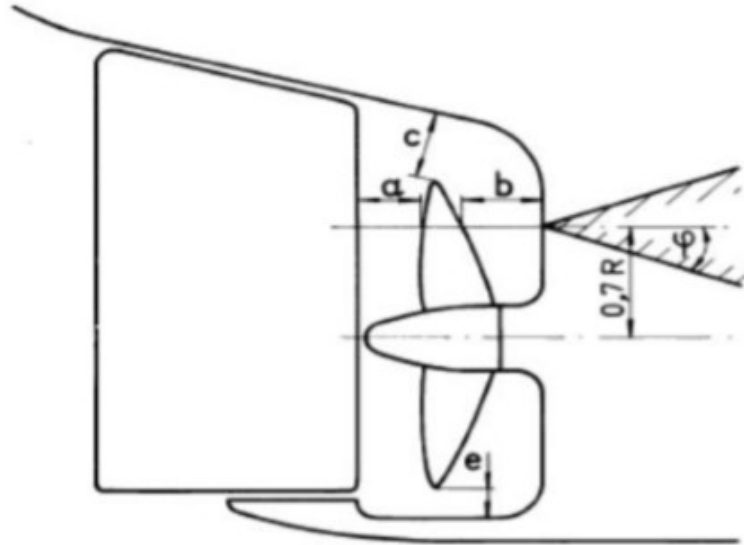
Siendo MCO la potencia estimada en el cuaderno 1 y las rpm de dicho motor calculados también en el cuaderno 1, a partir de unos datos que parten de estimaciones, por tanto, este valor no es un cálculo totalmente exacto.

A partir de este punto, este parámetro adopta el valor definido por la media de los dos resultados obtenidos para el diámetro de hélice, resultando:

$$D_{Hélice} = 8.8 \text{ metros}$$

3.3 Huelgos mínimos

Los requisitos mínimos los indica el reglamento DNV:



$$a = 0.2 \times R = 0.2 \times 4.4 = 0.88 \text{ m}$$

$$b = (0.7 - 0.04 \times Z) \times R = (0.7 - 0.04 \times 4) \times 4.4 = 2.376 \text{ m}$$

$$c = (0.48 - 0.002 \times Z) \times R = (0.48 - 0.002 \times 4) \times 4.4 = 2.07 \text{ m}$$

$$e = 0.07 \times R = 0.07 \times 4.4 = 0.308 \text{ m}$$

Siendo,

- R el radio de la hélice.
- Z el número de palas del propulsor. En este momento preliminar del diseño aun no se ha estudiado, pero se aproxima a 4 palas y en siguientes documentos se comprobará.

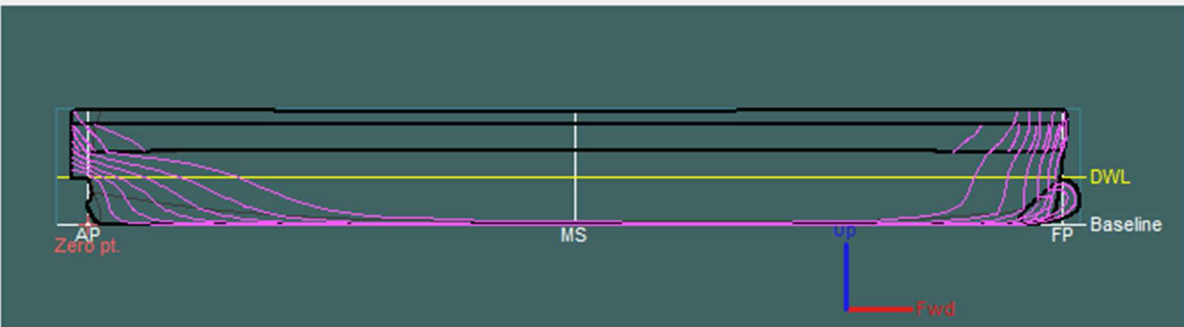
4 GENERACIÓN DE LAS FORMAS DEL BUQUE

El punto de partida para general las formas del buque proyectado serán las formas proporcionadas por el software Maxsurf a partir de su base de datos.

4.1 Transformación paramétrica

En segundo lugar, se adaptarán estas formas a las dimensiones y coeficientes calculados para el buque proyectado. Esto se realizará mediante una transformación paramétrica del buque obtenido de base de datos del software, en el cual se indicará:

Parametric Transformation ×



Parallel midbody
Aft midbody limit Forward midbody limit

Search For:

<input type="radio"/> Block Coefficient	<input type="text" value="0.805"/>	LCB aft of DWL(fwd)	<input type="text" value="46.45"/> % DWL
<input checked="" type="radio"/> Prismatic Coefficient	<input type="text" value="0.825"/>	LCF aft of DWL(fwd)	<input type="text" value="48.17"/> % DWL
<input checked="" type="checkbox"/> Midship Area Coefficient	<input type="text" value="0.976"/>	<input type="checkbox"/> Topside Flare	<input type="text" value="53.89"/> Degrees
Waterplane Area Coefficient	<input type="text" value="0.87"/>		

Scale To:

<input type="checkbox"/> Displacement	<input type="text" value="109399 t"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Beam on DWL	<input type="text" value="41,969 m"/>	Density (water)	<input type="text" value="1,025 tonne/m^3"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Length on DWL	<input type="text" value="258,951 m"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Immersed Depth	<input type="text" value="12,2 m"/>		

4.2 Cartilla de trazado

Con el objetivo final de obtener una cartilla de trazado del buque de proyecto se indican a continuación la posición de las secciones transversales, las líneas de agua y los longitudinales.

En los anexos correspondientes se pueden encontrar la cartilla de trazado del buque de proyecto y los planos con las secciones transversales, líneas de agua y longitudinales que se definen en los siguientes subpartados.

4.2.1 Secciones transversales

Para buques de más de 90 metros de eslora se debe cumplir la siguiente expresión, en la que se indica la separación máxima entre secciones transversales:

$$s = 0,9 + 1,25 * \left(\frac{L_{pp}}{100}\right)^{0,25} = 0,9 + 1,25 * \left(\frac{255,1}{100}\right)^{0,25} = 2,48 \text{ m}$$

Se definen a continuación 136 secciones transversales que se localizan a lo largo de la eslora del buque con una separación entre ellas de 2 m.

Nombre	Posición
st -2	-4
st -1	-2
st 0	0
st 1	2
st 2	4
st 3	6
st 4	8
st 5	10
st 6	12
st 7	14
st 8	16
st 9	18
st 10	20
st 11	22
st 12	24
st 13	26
st 14	28
st 15	30
st 16	32
st 17	34
st 18	36
st 19	38
st 20	40
st 21	42
st 22	44
st 23	46
st 24	48
st 25	50
st 26	52
st 27	54
st 28	56
st 29	58
st 30	60
st 31	62
st 32	64
st 33	66
st 34	68
st 35	70

st 36	72
st 37	74
st 38	76
st 39	78
st 40	80
st 41	82
st 42	84
st 43	86
st 44	88
st 45	90
st 46	92
st 47	94
st 48	96
st 49	98
st 50	100
st 51	102
st 52	104
st 53	106
st 54	108
st 55	110
st 56	112
st 57	114
st 58	116
st 59	118
st 60	120
st 61	122
st 62	124
st 63	126
st 64	128
st 65	130
st 66	132
st 67	134
st 68	136
st 69	138
st 70	140
st 71	142
st 72	144
st 73	146
st 74	148
st 75	150
st 76	152
st 77	154
st 78	156
st 79	158
st 80	160

st 81	162
st 82	164
st 83	166
st 84	168
st 85	170
st 86	172
st 87	174
st 88	176
st 89	178
st 90	180
st 91	182
st 92	184
st 93	186
st 94	188
st 95	190
st 96	192
st 97	194
st 98	196
st 99	198
st 100	200
st 101	202
st 102	204
st 103	206
st 104	208
st 105	210
st 106	212
st 107	214
st 110	216
st 111	218
st 112	220
st 113	222
st 114	224
st 115	226
st 116	228
st 117	230
st 118	232
st 119	234
st 120	236
st 121	238
st 122	240
st 123	242
st 124	244
st 125	246
st 126	248
st 127	250

st 128	252
st 129	254
st 130	256
st 131	258
st 132	260

4.2.2 Líneas de agua

Se definen 10 líneas de agua a lo largo del puntal del buque, cada 3 metros, distribuidas de la forma siguiente:

Sección	Posición
wl 1	3
wl 2	6
wl 3	9
wl 4	12
wl 5	15
wl 6	18
wl 7	21
wl 8	24
wl 9	27
wl 10	30

4.2.3 Longitudinales

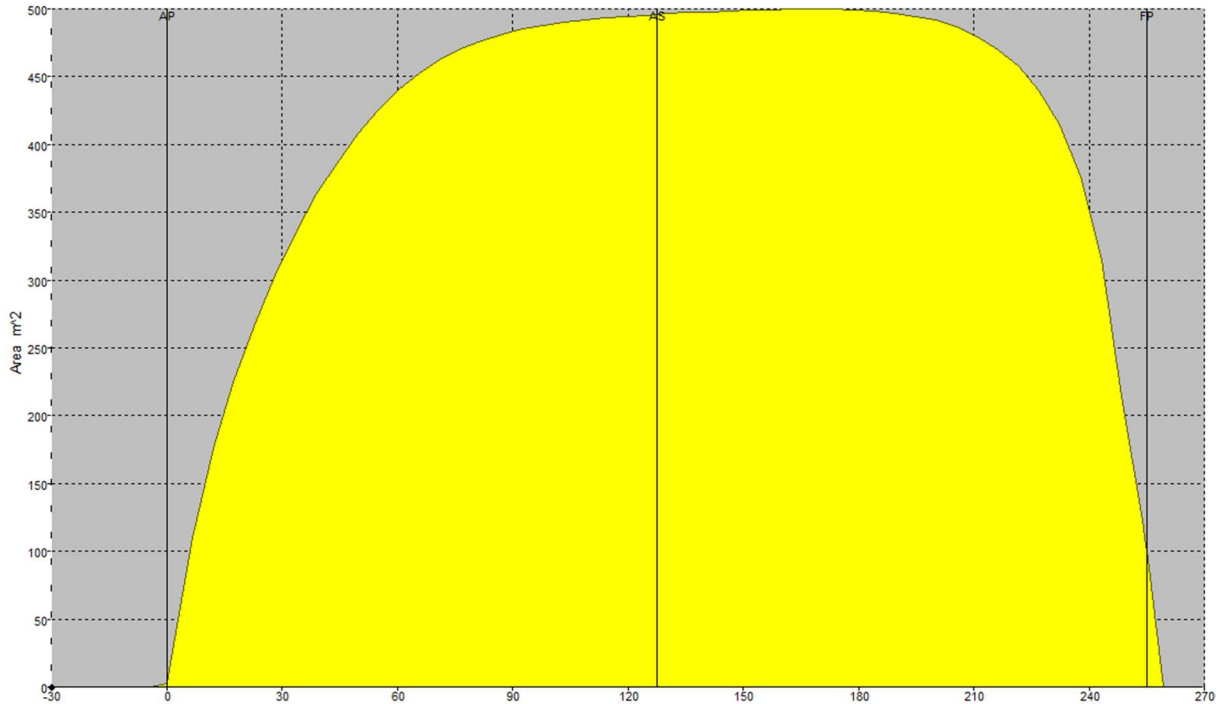
Se definen 7 longitudinales a lo largo de toda la semimarga del buque, con una separación entre ellos de 3 metros. Se distribuyen de la manera que se indica a continuación:

Sección	Posición
b 1	3
b 2	6
b 3	9
b 4	12
b 5	15
b 6	18
b 7	21

4.3 Curva de áreas seccionales

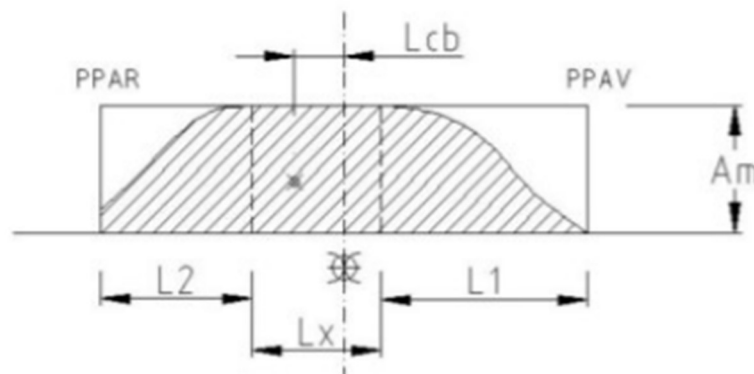
La curva de áreas seccionales representa cómo se distribuye el volumen de carena que se encuentra por debajo de la flotación.

Esta información es proporcionada por el Software Maxsurf y en este apartado se analizará si en el caso del buque proyectado adquiere una forma adecuada. A continuación, se puede observar la curva del buque:



En primer lugar, observamos que las formas de la curva son suaves, sin picos ni hundimientos, y también es proporcionada.

En segundo lugar, se comprueba la extensión del cuerpo cilíndrico. Para ello se indica:



1. Para valores de coeficiente de bloque elevado, como es el caso de proyecto, se establece:

$$30\% L < Lx < 35\% L$$

$$76.5 \text{ m} < Lx < 89.3 \text{ m}$$

La primera condición se cumple.

2. En segundo lugar, se establece:

$$L_2 = 4.08 \times \sqrt{B \times T \times Cm} = 91.3 \text{ m}$$

La segunda condición también se cumple.

3. La tercera condición se define como:

$$L - (72.3 + 97.79) < L_1 < L - (84.35 + 97.79)$$

$$85 \text{ m} < L_1 < 73 \text{ m}$$

Esta tercera condición de forma más ajustada, pero también podemos concluir que se cumple.

Teniendo en cuenta que el número de Froude de nuestro buque no es demasiado alto y que el buque tiene un cuerpo cilíndrico grande, tiene sentido que no adopte una forma triangular la curva de áreas seccionales.

4.4 Radio de pantoque

En este apartado se define también el radio de pantoque ya que es un parte importante de las formas del buque.

En el caso del buque proyectado, debido a sus formas llenas en forma de U, el radio de pantoque será no muy grande. Se define como:

$$R = \sqrt{2.33 \times (1 - C_m) \times B \times T} = 5.3 \text{ m}$$

4.5 Características finales

Una vez se han indicado y comprobado todos los parámetros importantes en las formas del buque que influyen en otros aspectos, el software nos proporciona una tabla de características hidrostáticas, las cuales se muestran a continuación:

Parámetro	Valor	Unidad
Displacement	109400	t
Volume (displaced)	106732,163	m ³
Draft Amidships	12,200	m
Immersed depth	12,200	m
WL Length	258,951	m
Beam max extents on WL	41,968	m
Wetted Area	14618,239	m ²
Max sect. area	499,723	m ²
Waterpl. Area	9449,625	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0,825	
Block coeff. (Cb)	0,805	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,976	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,870	
LCB length	134,761	from zero pt. (+ve fwd) m
LCF length	130,283	from zero pt. (+ve fwd) m
LCB %	52,041	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
LCF %	50,312	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
KB	6,365	m
KG fluid	0,000	m
BMt	11,454	m
BML	395,501	m
GMt corrected	17,820	m
GML	401,866	m
KMt	17,820	m
KML	401,866	m

Immersion (TPc)	96,859	tonne/cm
MTc	1723,417	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	34022,836	tonne.m
Length:Beam ratio	6,170	
Beam:Draft ratio	3,440	
Length:Vol ^{0.333} ratio	5,459	
Precision	Medium	64 stations

4.5.1 Valoración de los resultados obtenidos

Se comprueba a partir de la siguiente tabla que los valores obtenidos a partir de estimaciones en cuadernos anteriores y los calculados por Maxsurf a partir de las formas del buque son similares, con un ligero error, por lo que se pueden tomar como adecuados los nuevos parámetros y las formas establecidas.

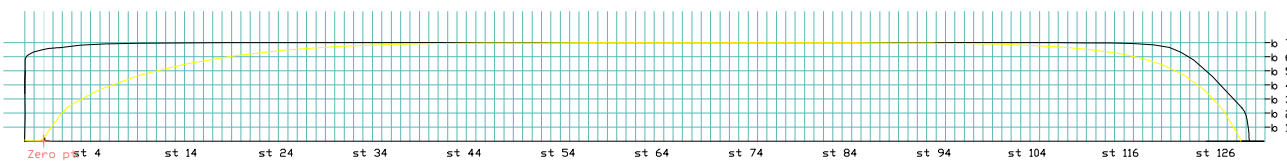
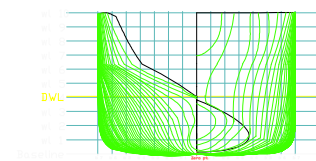
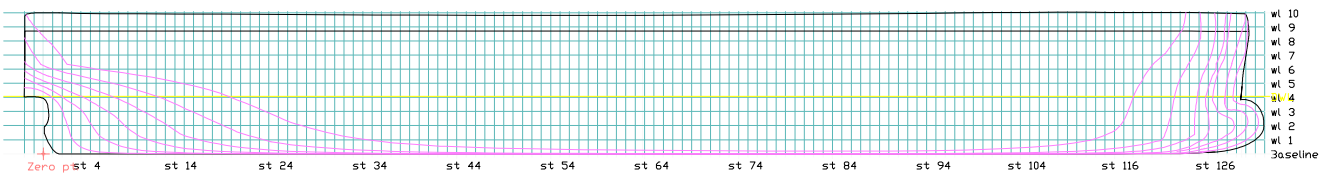
COMPARACIÓN DE PARÁMETROS		
Parámetro	Resultados anteriores. C1 Y C2	Resultados Maxsurf
Δ	108749,5 ton	109400 ton
Cb	0,81	0,805
Cm	0,99	0,976
Cp	0,81	0,825
CW	0,884	0,87

Además, el error se toma como aceptable, ya que cuando se observaron los buques de referencia, el primero desplazamiento calculado en el cuaderno 1 era más parecido a este valor que al calculado en el cuaderno 2 (108749,5 toneladas)

Fdo: Marina de la Peña Herrero



Ferrol, 15 de Septiembre de 2022



BUQUE TANKER LNG 140000 m3

PROFESOR:
PABLO FARIÑAS ALVARIÑO
ALBERTO ARCE CEINDS

FECHA: MAYO 2022

ALUMNO/A:
MARINA DE LA PEÑA HERRERO

NOMBRE DEL DOCUMENTO:
FORMAS DEL BUQUE

Número 2122-TFG-73