



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Máster

CURSO 2017/18

*BUQUE ATUNERO AL CERCO CONGELADOR DE
2.950 M³ DE CAPACIDAD DE CUBAS*

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Miguel Ángel Castro Gómez

TUTORAS/ES

Marcos Míguez González

FECHA

OCTUBRE 2017

1 TÍTULO Y RESUMEN:

Título: Buque atunero al cerco congelador de 2.950 m³ de capacidad de cubas.

El presente proyecto va a abordar el desarrollo de los distintos cuadernos que configuran el diseño general de un buque atunero al cerco congelador. Las características más significativas del atunero que se va a desarrollar son su capacidad de cubas (2.950 m³), su autonomía (30 días), su velocidad de servicio (17 nudos) y su propulsión (mediante motor diesel convencional).

Los cuadernos recogerán respectivamente los siguientes aspectos: elección de alternativas en cuanto a las dimensiones del buque y selección de las dimensiones en función de una cifra de mérito, cálculo de pesos y centros de gravedad, diseño de formas, cálculos de arquitectura naval, determinación de las situaciones de carga, predicción de potencia y diseño de propulsores, disposición general, cálculo de la cuaderna maestra, determinación del francobordo y arqueo, definición de la planta propulsora, de la planta eléctrica, de los distintos equipos y servicios y estudio de la viabilidad económica.

Título: Buque atunero ó cerco conxelador de 2.950 m³ de capacidade de cubas.

O presente proxecto vai a abordar o desenrolo dos distintos cadernos que conforman o deseño xeral dun buque atunero ó cerco conxelador. As características máis significativas do atunero que se desenrolará son a súa capacidade de cubas (2950 m³), a súa autonomía (30 días), a súa velocidade de servizo (17 nudos) e a súa propulsión (motor diésel convencional).

Os cadernos recollerán respectivamente os seguintes aspectos: elección de alternativas en canto ás dimensións do buque e selección das dimensións en función dunha cifra de mérito, cálculo de pesos e centros de gravidade, deseño de formas, cálculos de arquitectura naval, determinación das situación de carga, predición de potencia e deseño de propulsores, disposición xeral, cálculo da caderna mestra, determinación do francobordo e o arqueo, definición da planta propulsora, da planta eléctrica, dos distintos equipos e servizos e estudo da viabilidade económica.

Title: 2.950 m³ capacity tuna purse seiner.

This project will address the development of the different notebooks that compose the general design of a tuna purse seiner. The most significant characteristics of tuna vessel are: capacity (2.950 m³), autonomy (30 days), speed of service (17 knots) and the propulsion (conventional diesel engine).

The notebooks will cover the following aspects: choice of alternatives as to vessel size and selection of dimensions according to a figure of merit, weight calculation and centers of gravity, shapes design, calculation of naval architecture, determination of loading situations, power prediction and propeller design, general layout, calculation of the midship section, determination of freeboard and tonnage, definition of the propeller floor, of the electric floor, of the different equipment and services and study of economic viability.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2017/18

*BUQUE ATUNERO AL CERCO CONGELADOR DE
2.950 M³ DE CAPACIDAD DE CUBAS*

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

Documento

CUADERNO 3: DISEÑO DE FORMAS.

2 ÍNDICE

1 TÍTULO Y RESUMEN:	2
2 ÍNDICE.....	4
3 INTRODUCCIÓN:	6
4 CÁLCULO DE COEFICIENTES:	7
5 PROCESO DE DISEÑO DE LAS FORMAS:	9
5.1 Justificación del buque base seleccionado:.....	9
5.2 Cartilla de trazado y plano de formas del buque base:.....	10
5.3 Cartilla de trazado del buque proyecto:.....	10
5.4 Procedimiento de cálculo con el Maxsurf:	11
6 CONTORNO DE PROA Y POPA:	14
6.1 Bulbo de proa:	14
6.1.1 Estudio de la necesidad de aplicación de bulbo en proa:.....	14
6.1.2 Características del bulbo:	14
6.2 Codaste:	15
7 PLANO DE FORMAS DEFINITIVO:	18
8 COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS:.....	19
9 ANEXOS:	20
9.1 Anexo I: Cartilla de trazado del buque base:.....	20
9.2 Anexo II: Plano de formas y caja de cuadernas del buque base:	21
9.3 Anexo III: Cartilla de trazado del buque proyecto:.....	22
9.4 Anexo IV: Plano de formas y caja de cuadernas del buque proyecto:.....	23



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

CURSO 2.017-2018

PROYECTO NÚMERO 18-04

TIPO DE BUQUE: BUQUE ATUNERO AL CERCO CONGELADOR.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS, TORREMOLINOS, MARPOL.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 2.950 m³ de capacidad de cubas de carga de pescado.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: Velocidad de servicio, 17 nudos al 85% MCR y 15% margen de mar. 30 días de autonomía, 14.000 millas.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: las habituales en este tipo de buque.

PROPULSIÓN: Motor diesel con reductora.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 32 personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: hélices en proa. Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Octubre de 2017

ALUMNO: D. MIGUEL ÁNGEL CASTRO GÓMEZ.

3 INTRODUCCIÓN:

El buque correspondiente al proyecto 18-04 es un atunero al cerco congelador. En el presente cuaderno se pretende realizar el diseño de formas del mismo.

Al ser los pesqueros buques de volumen, el dimensionado del buque se ha realizado en función del volumen de cubas dado en la especificación, es decir 2.950 m^3 .

La propulsión se efectuará mediante un motor diesel acoplado a una reductora. Con el motor seleccionado, el buque debe de alcanzar una velocidad de servicio de 17 nudos, con 85% de MCR más un 15% de margen de mar. La autonomía del atunero será de 14.000 millas (30 días).

Presentadas las características básicas y obligatorias del buque (pues son las exigidas en los requisitos previos de actividad adjuntos anteriormente) es necesario citar las características dimensionales del buque, las cuales han sido calculadas en el cuaderno 1 obteniéndose los siguientes resultados:

Lt [m]	Lpp [m]	B [m]	Dprinc [m]	Dsup [m]	Tm [m]
109,00	94,50	15,60	7,50	10,10	6,80

Para la obtención de las formas, aspecto principal de la presente entrega, se pueden seguir varios métodos o procedimientos:

- **Definición libre de formas** → Procedimiento en el que la destreza, la experiencia en el diseño y el conocimiento del tipo de buque resultan fundamentales para obtener un buen resultado.
- **Empleo de series sistemáticas** → Se realizan en función del tipo de buque y de sus características de partida. En este método, se utilizan formas estudiadas en canales de experiencias hidrodinámicas que permiten asegurar un buen comportamiento en el mar.
- **Transformación afín** → Se realiza partiendo de las formas de un buque similar, a través de la cartilla de trazado de un buque del mismo tipo al que se pretende diseñar. Es imprescindible que el buque base tenga unos coeficientes de formas parecidos al buque proyecto para que no exista una gran variación en las formas al hacer las pertinentes transformaciones para conseguir las dimensiones y coeficientes.

En el presente cuaderno se va a utilizar el tercero de los métodos, al disponer de la cartilla de trazado de un atunero de características adimensionales similares en el que poder basarse.

4 CÁLCULO DE COEFICIENTES:

En este apartado se realizará el cálculo de los coeficientes adimensionales del buque proyecto. Para dicho cálculo se tendrán en cuenta las formulaciones más importantes para cada uno de los coeficientes; calculándolos directamente en aquellos casos cuya fórmula es única, y realizando medias aritméticas para conocer aquellos coeficientes que se pueden determinar a través de varias formulaciones:

Número de Froude (FN):

$$Fn = \frac{v}{\sqrt{g \cdot L}} = \frac{17 \cdot 0,5144}{\sqrt{9,81 \cdot 94,50}} = 0,287 \rightarrow \mathbf{Fn = 0,287}$$

Coeficiente de bloque (Cb):

- Coeficiente de bloque por Van Lammeren:

$$C_B = 1,137 - 0,6 \cdot \frac{V_s}{\sqrt{1,015 \cdot L_{pp}}} \rightarrow \mathbf{C_{B1} = 0,601}$$

- Coeficiente de bloque por P. S. Katsoulis:

$$C_B = k \cdot f \cdot L_{pp}^a \cdot B^b \cdot T^c \cdot v^d \rightarrow \mathbf{C_{B2} = 0,577}$$

Donde: $k = 0,81$, $f = 0,99$, $a = 0,42$, $b = -0,3072$, $c = 0,1721$, $d = -0,6135$

- Coeficiente de bloque por Munro-Smith:

$$C_B = 1 - 0,23 \cdot \frac{v}{\sqrt{L_{pp}}} \rightarrow \mathbf{C_{B3} = 0,598}$$

El coeficiente de bloque final lo calcularemos como la media de los tres valores obtenidos anteriormente:

$$C_B = \frac{C_{B1} + C_{B2} + C_{B3}}{3} = \frac{0,601 + 0,577 + 0,598}{3} \rightarrow \mathbf{C_B = 0,592}$$

Coeficiente de la maestra (Cm):

- Coeficiente de la maestra por Van Lammeren:

$$C_m = 0,9 + 0,1 \cdot C_b \rightarrow \mathbf{C_{m1} = 0,959}$$

- Coeficiente de la maestra por Kerlen:

$$C_m = 1,006 - 0,0056 \cdot C_b^{-3,56} \rightarrow \mathbf{C_{m2} = 0,989}$$

- Coeficiente de la maestra por Hsva-Linienatlas:

$$C_m = 1/(1+(1-C_b)^{3,5}) \rightarrow \mathbf{C_{m3} = 0,958}$$

- Coeficiente de la maestra por Schneekluth y Murray:

$$C_m = 1 - 2 \cdot F_n^4 \text{ para números de Froude entre } 0 \text{ y } 0,5 \rightarrow C_{m4} = 0,986$$

El coeficiente de la maestra se calculará como la media de los 4 calculados anteriormente:

$$C_m = \frac{C_{m1} + C_{m2} + C_{m3} + C_{m4}}{4} = \frac{0,959 + 0,989 + 0,958 + 0,956}{4} \rightarrow C_m = 0,966$$

Coeficiente prismático (Cp):

Coeficiente prismático se obtiene a partir de la siguiente relación:

$$C_p = C_b / C_m \rightarrow C_p = 0,592 / 0,966 \rightarrow C_p = 0,613$$

Coeficiente de flotación (Cf):

Se obtendrá realizando la media de las siguientes tres expresiones:

- $C_f = 1 - 0,3 \cdot (1 - C_p) \rightarrow C_{f1} = 0,884$
- $C_f = C_m \cdot C_p + 0,1 \rightarrow C_{f2} = 0,692$
- $C_f = 1/3 + (2/3) \cdot C_m \cdot C_p \rightarrow C_{f3} = 0,728$

El coeficiente de flotación será por tanto:

$$C_f = \frac{C_{f1} + C_{f2} + C_{f3}}{3} = \frac{0,884 + 0,692 + 0,728}{3} \rightarrow C_f = 0,768$$

Desplazamiento (Δ):

$$\Delta = 1,025 \cdot C_b \cdot L_{pp} \cdot B \cdot T_m = 1,025 \cdot 0,592 \cdot 94,50 \cdot 15,60 \cdot 6,80 \rightarrow \Delta = 6.082,90 \text{ Tn.}$$

Se presenta a continuación el resumen de los coeficientes adimensionales más importantes del buque:

Fn	Cb	Cm	Cp	Cf	Δ [Tn]
0,287	0,592	0,966	0,613	0,768	6.083

5 PROCESO DE DISEÑO DE LAS FORMAS:

Como se ha expuesto en la presentación, el proceso de diseño de las formas se va a realizar por derivación de las formas de un buque base, a partir de las cuales con ayuda del programa informático Maxsurf se determinarán las formas finales del atunero del proyecto. El buque tomado como base será el "Playa de Aritzatxu", construido por Astilleros Murueta en el año 2002.

5.1 Justificación del buque base seleccionado:

El Playa de Aritzatxu presenta las siguientes dimensiones principales (se muestran en una imagen del plano de disposición general que se posee del buque):

CARACTERISTICAS			
ESLORA TOTAL	85,50	M.	
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	72,60	M.	
MANGA DE TRAZADO	13,85	M.	
PUNTA A CTA. SUPERIOR	9,10	M.	
PUNTA A CTA. PRINCIPAL	6,70	M.	
CALADO DE TRAZADO	6,365	M.	

MODIF.	FECHA	NOMBRE	APROBADO POR

CLIENTE	CONST. N.	REFERENCIA
ATUNERO CONGELADOR DE 72,60 M. E. PP.	212	P-96031

ESCALA	FECHA	NOMBRE	PLANO N.
1:75	10-11-2000	J.G.	1083

N. HOJAS	HOJA N.
1	

Pese a la diferencia de dimensiones de este buque con respecto al atunero proyecto (motivo por el cual no aparece en la base de datos de buques similares recogida en el cuaderno 1), la similitud de los coeficientes adimensionales de ambos buques ha llevado a suponer que es adecuado para la derivación de las formas. Tal similitud se recoge a continuación:

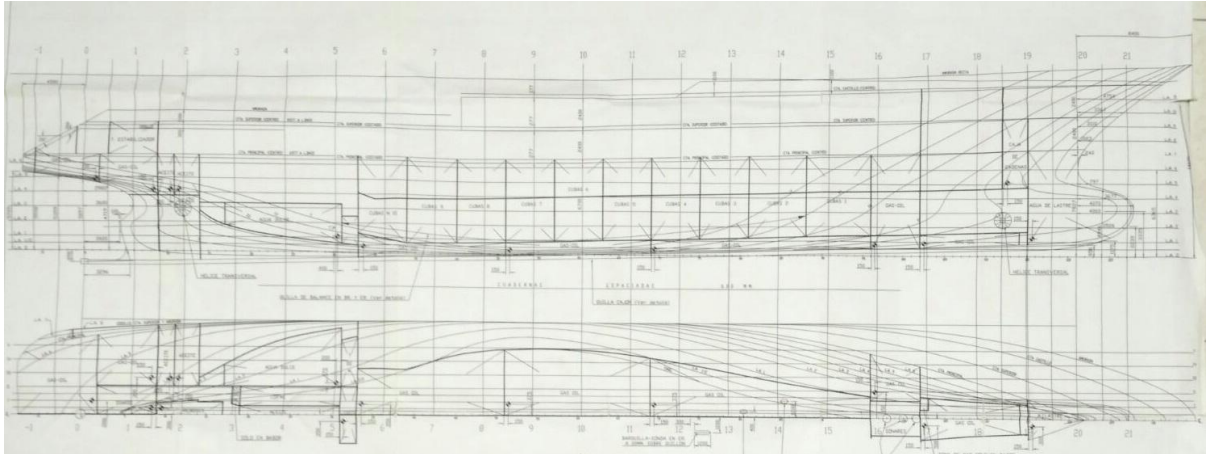
Coefficiente adimensional	Valor b. referencia	Valor b. proyecto	% variación
Cb	0,602	0,592	1,66 %
Cm	0,980	0,966	1,43 %
Cp	0,675	0,613	9,19 %
Cf	0,746	0,768	2,94%

Debido al escaso porcentaje de variación en la mayoría de los coeficientes se adopta como correcto el buque tomado como referencia y se utilizará para determinar las dimensiones finales que tendrá el buque proyecto.

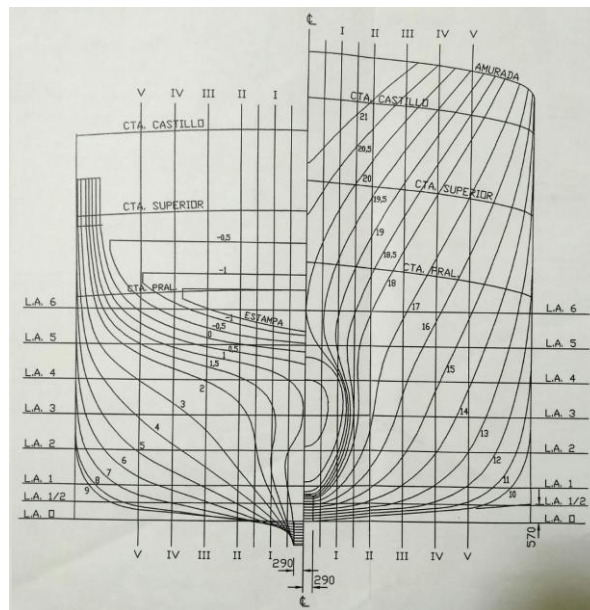
5.2 Cartilla de trazado y plano de formas del buque base:

Se muestran imágenes del plano de formas y la caja de cuadernas del buque tomado como referencia, que servirán para realizar las mediciones oportunas que permitan conocer la cartilla de trazado de este buque base:

- Plano de formas:



- Caja de cuadernas:



Para poder comprobar tanto la cartilla de trazado como el plano de formas del buque tomado como referencia, se presentan ambos en los Anexos I y II del presente documento.

5.3 Cartilla de trazado del buque proyecto:

La cartilla de trazado del buque proyecto, obtenida por derivación de la anteriormente presentada se adjunta en el Anexo III.

Para realizar la cartilla de trazado se tendrá en cuenta una escala diferente en cada uno de los tres ejes de coordenadas, resultado de dividir las dimensiones del buque proyecto entre las dimensiones del buque base. A continuación se muestran los valores utilizados:

Dimensiones de atuneros		
Lpp proyecto	Manga proyecto	Puntal proyecto
94,50	15,60	10,10
Lpp Base	Manga Base	Puntal Base
72,60	13,85	9,10
Coeficientes de la transformación afín		
X	Y	Z
1,301652893	1,126353791	1,1098901

Una vez que tenemos los valores de las escalas tenemos que proceder a medir los diferentes valores en dichos planos. Para este procedimiento nos ayudaremos de un escalímetro:

- Plano de formas 1:75
- Caja de cuadernas 1:50

Las medidas finales están recogidas en las tablas del Anexo III del presente documento.

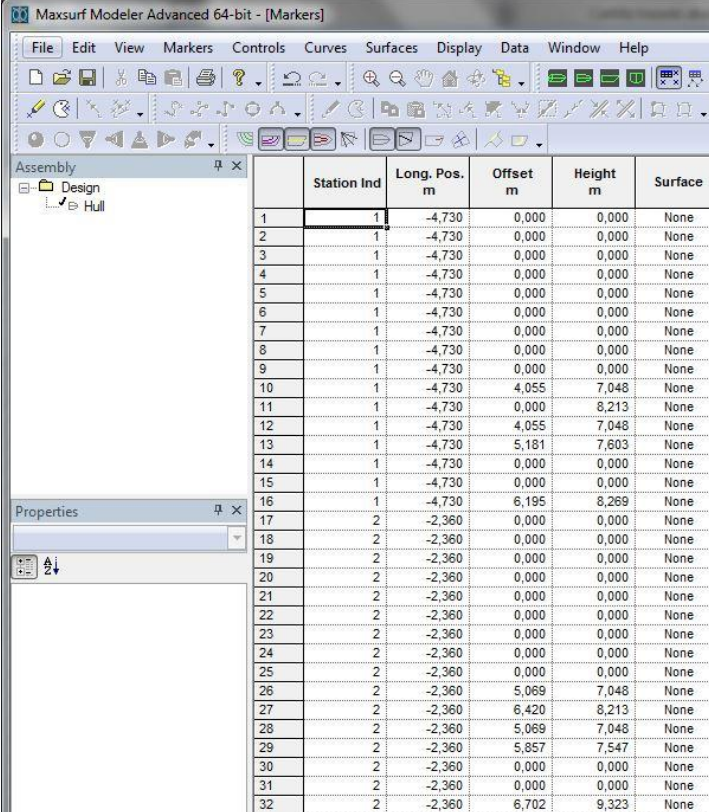
5.4 Procedimiento de cálculo con el Maxsurf:

Para comenzar los cálculos en Maxsurf se introduce la cartilla de trazado en el programa, lo que permite exportar los distintos puntos como markers. Los pasos a seguir serían los siguientes:

- 1) Adaptar en el Excel los puntos a la configuración del programa de Maxsurf:

Station Inde	Long. Pos.	Offset	Height
	-4,73	0,000	0,000
	-4,73	0,000	0,000
	-4,73	0,000	0,000
	-4,73	0,000	0,000
	-4,73	0,000	0,000
	-4,73	0,000	0,000
	-4,73	0,000	0,000
	-4,73	0,000	0,000
	-4,73	0,000	0,000
	-4,73	4,055	7,048
	-4,73	0,000	8,213
	-4,73	4,055	7,048
	-4,73	5,181	7,603
	-4,73	0,000	0,000
	-4,73	0,000	0,000
	-4,73	6,195	8,269
	-2,36	0,000	0,000
	-2,36	0,000	0,000
	-2,36	0,000	0,000
	-2,36	0,000	0,000
	-2,36	0,000	0,000
	-2,36	0,000	0,000
	-2,36	0,000	0,000
	-2,36	0,000	0,000
	-2,36	0,000	0,000
	-2,36	0,000	0,000
	-2,36	5,069	7,048

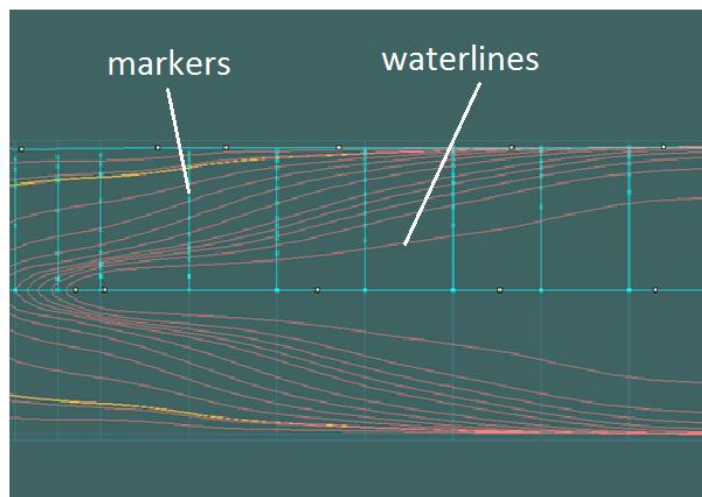
- 2) Una vez introducidos todos los puntos (en este caso los 449), los copiamos en el Maxsurf:



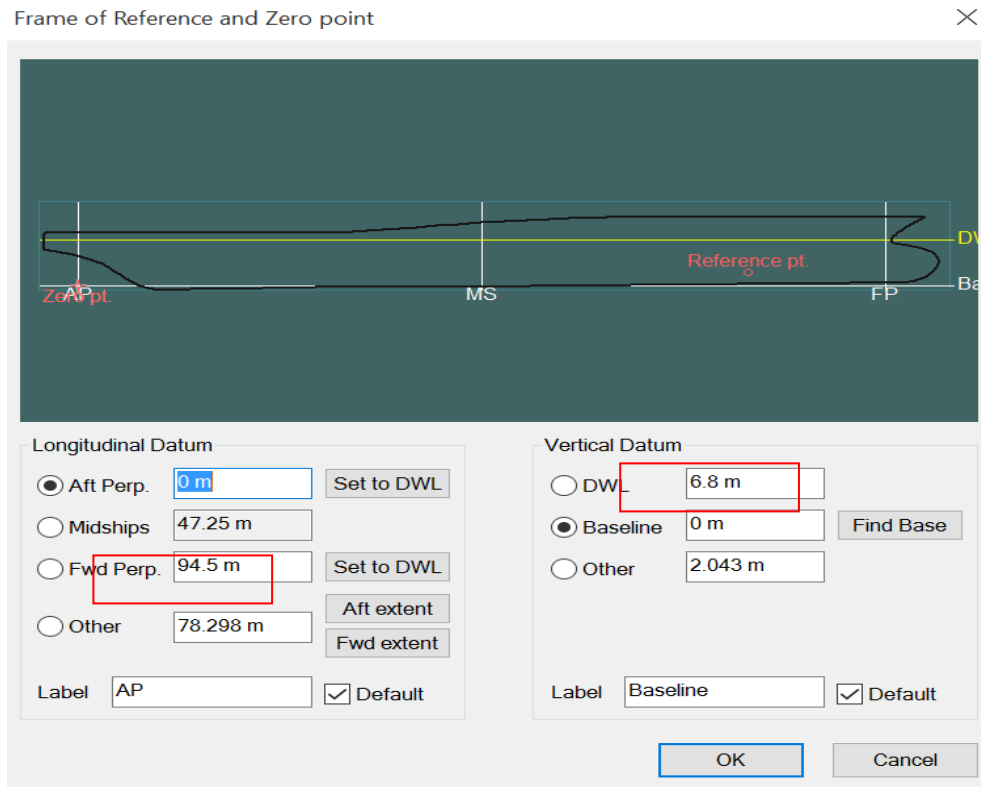
The screenshot shows the Maxsurf Modeler Advanced 64-bit - [Markers] interface. The main window displays a table with the following columns: Station Ind, Long. Pos. m, Offset m, Height m, and Surface. The table contains 32 rows of data, representing markers for a hull design.

	Station Ind	Long. Pos. m	Offset m	Height m	Surface
1	1	-4,730	0,000	0,000	None
2	1	-4,730	0,000	0,000	None
3	1	-4,730	0,000	0,000	None
4	1	-4,730	0,000	0,000	None
5	1	-4,730	0,000	0,000	None
6	1	-4,730	0,000	0,000	None
7	1	-4,730	0,000	0,000	None
8	1	-4,730	0,000	0,000	None
9	1	-4,730	0,000	0,000	None
10	1	-4,730	4,055	7,048	None
11	1	-4,730	0,000	8,213	None
12	1	-4,730	4,055	7,048	None
13	1	-4,730	5,181	7,603	None
14	1	-4,730	0,000	0,000	None
15	1	-4,730	0,000	0,000	None
16	1	-4,730	6,195	8,269	None
17	2	-2,360	0,000	0,000	None
18	2	-2,360	0,000	0,000	None
19	2	-2,360	0,000	0,000	None
20	2	-2,360	0,000	0,000	None
21	2	-2,360	0,000	0,000	None
22	2	-2,360	0,000	0,000	None
23	2	-2,360	0,000	0,000	None
24	2	-2,360	0,000	0,000	None
25	2	-2,360	0,000	0,000	None
26	2	-2,360	5,069	7,048	None
27	2	-2,360	6,420	8,213	None
28	2	-2,360	5,069	7,048	None
29	2	-2,360	5,857	7,547	None
30	2	-2,360	0,000	0,000	None
31	2	-2,360	0,000	0,000	None
32	2	-2,360	6,702	9,323	None

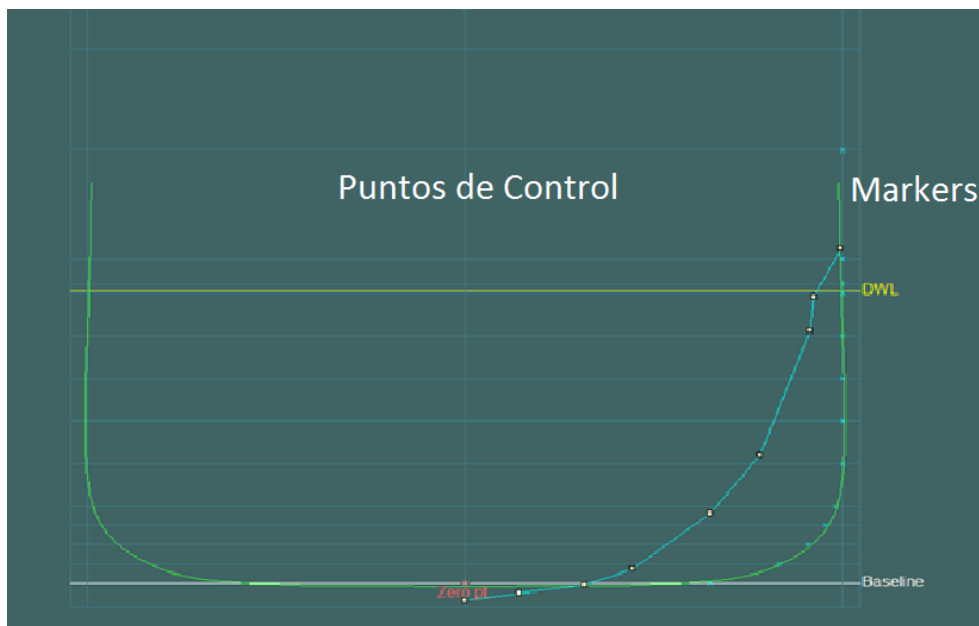
- 3) Definidos así los markers, se guardan para posteriormente volver a importarlos.
- 4) Se abre el programa Maxsurf con un casco similar a las formas de nuestro buque y se importan los markers antes guardados, ya que las formas finales van a tener que aproximarse a estos puntos.
- 5) Determinados estos puntos, tenemos que indicarle al programa que aproxime líneas de aguas y secciones a partir de 10 puntos, como podemos ver en la siguiente imagen:



- 6) Obtenido esto, vamos a la pestaña frame of reference del programa para colocar las perpendiculares de proa y popa, la flotación, la línea base y para establecer las dimensiones de nuestro buque.



- 7) Hecho todo lo anterior, se dispone de los datos necesarios, a partir de los cuales tenemos que realizar las formas de nuestro buque en la pestaña body plan, a través de los puntos de control.



- 8) Procediendo igual en todos los puntos de control establecidos, se obtendrá la carena del atunero proyecto, la cual se recogerá en futuros apartados.

6 CONTORNO DE PROA Y POPA:

El presente apartado tiene por objetivo definir los contornos de proa (el bulbo, si es que lo tiene que llevar) y popa (el codaste) del buque.

6.1 Bulbo de proa:

6.1.1 Estudio de la necesidad de aplicación de bulbo en proa:

A la hora de definir el contorno de proa, es básico determinar si el buque proyecto debe de disponer de bulbo o no. Los buques con un número de Froude por encima de 0,25, se consideran buques rápidos, en los que la utilización del bulbo es muy necesaria ya que actúa reduciendo el sistema de olas de proa, y por lo tanto reduciendo la resistencia por formación de olas.

Existen una serie de márgenes estudiados para comprobar la idoneidad de la instalación de bulbos de proa en los buques, márgenes en los cuales se sustentará la decisión de si el atunero finalmente debe de llevar bulbo o no.

- $0,65 < C_b < 0,815 \rightarrow$ pese a estar próximo, no se cumple ya que $C_b = 0,592$.
- $5,5 < \frac{L_{pp}}{B} < 7,0 \rightarrow$ se cumple el criterio al valer $\frac{L_{pp}}{B} = \frac{94,50}{15,60} = 6,05$.
- $0,24 < F_n < 0,57 \rightarrow$ se cumple, dado que $F_n = 0,287$.
- $\frac{C_b \cdot B}{L_{pp}} < 0,135 \rightarrow$ se cumple, ya que $\frac{C_b \cdot B}{L_{pp}} = \frac{0,592 \cdot 15,60}{94,50} = 0,0977$.

Al cumplirse tres de los cuatro criterios, establecemos que se confirma la idoneidad de la aplicación de un bulbo al buque proyecto.

6.1.2 Características del bulbo:

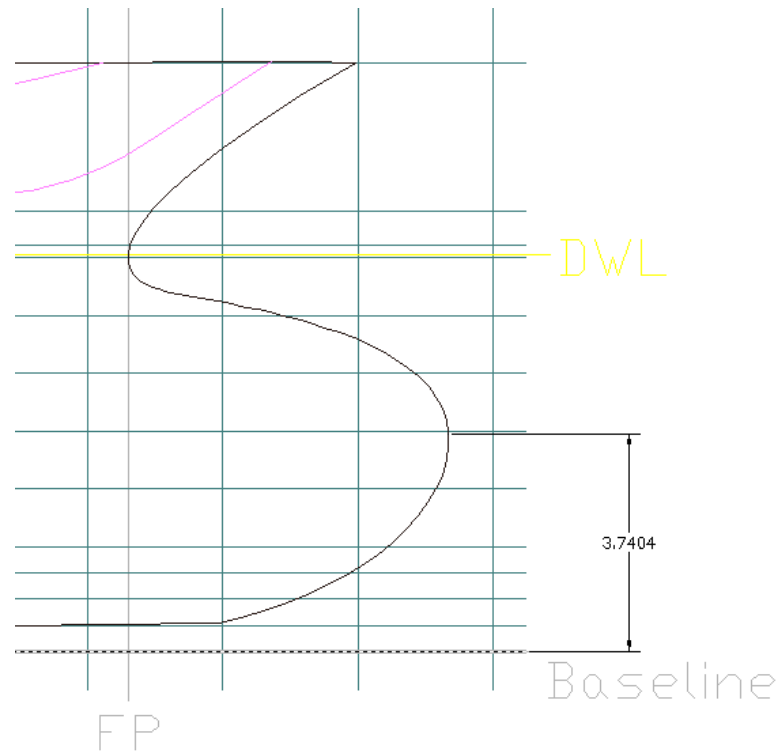
El tipo de bulbo que se ha seleccionado como más adecuado es el de tipo de peonza. A continuación se comentan y se calculan los parámetros básicos que definen geoméricamente el bulbo:

1) Altura del bulbo (h_b):

Se define como altura del bulbo al valor de la ordenada sobre la línea base del punto de máxima protuberancia del bulbo. Se suele dimensionalizar con el calado y varía en el rango entre $0,35 < h_b/T < 0,55$. Para el cálculo se tomará el valor máximo del intervalo 0,55.

$$h_b = 0,55 \cdot 6,8 = 3,74 \text{ m.}$$

Se muestra tal dimensión en un corte de un plano extraído de la carena modelada en el Maxsurf:



2) Protuberancia (x_b):

Por protuberancia se conoce al mayor valor de abscisa del bulbo. Es un parámetro menos crítico que la altura. Para este buque se calcula a través de una expresión empírica adecuada para bulbos normales y altos, que es la siguiente:

$$\frac{x_b}{L_{pp}} = \frac{0,2642 \cdot C_b \cdot B}{L_{pp}} - 0,0046 = \frac{0,2642 \cdot 0,592 \cdot 15,60}{94,50} - 0,0046 = 2,01 \text{ m.}$$

Con la expresión utilizada, la protuberancia del bulbo será de 2.01 metros de longitud.

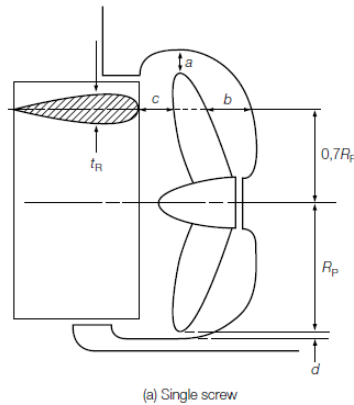
3) Área transversal (S_b):

Los valores del área transversal del bulbo para buques atuneros se encuentran en un intervalo de entre el 5 y el 7%. En el gráfico presente en la figura 8.3.8 del libro "Proyecto de las formas de un buque" de Fernando Junco Ocampo, se puede obtener el valor de S_b en función de L/B y C_b . El valor obtenido es de un 6,5% (valor aceptable dado que se encuentra en el intervalo antes citado).

6.2 Codaste:

En este apartado se comprobarán los huelgos mínimos entre la hélice, el codaste y el timón para la hélice final, ya que son la parte principal para poder definir la popa del buque. Tal comprobación nos permitirá asegurarnos de que se dispone del espacio suficiente para poder alojarla y que las vibraciones inducidas por la hélice son mínimas. Para el análisis acudimos a la reglamentación del Lloyd's Register of Shipping, puesto que presenta una explicación detallada para el cálculo de las claras en el codaste.

El Lloyd's (Parte 3, capítulo 6, sección 7) ofrece el siguiente gráfico y las siguientes expresiones para calcular los huelgos:



Para el caso de una hélice con 4 palas, los valores recomendados de los huelgos vienen definidos por las siguientes expresiones:

Table 6.7.5 Recommended propeller/hull clearances

Number of blades	Hull clearances for single screw, in metres, see Fig. 6.7.7 (a)			
	a	b	c	d
3	1,20Kδ	1,80Kδ	0,12δ	0,03δ
4	1,00Kδ	1,50Kδ	0,12δ	0,03δ
5	0,85Kδ	1,275Kδ	0,12δ	0,03δ
6	0,75Kδ	1,125Kδ	0,12δ	0,03δ
Minimum value	0,10δ	0,15δ	t _R	—

Siendo:

$$K = \left(0,1 + \frac{L}{3050}\right) \cdot \left(\frac{3,48 \cdot C_B \cdot P}{L^2} + 0,3\right)$$

Donde:

- L → Distancia en metros (en el calado de verano) desde la parte delantera de la proa a la mecha del timón en popa → 94,65 metros.
- C_B → Coeficiente de bloque → C_B = 0,592.
- P → Potencia en el eje en KW → P = 5631,86 KW.
- d → Diámetro de la hélice en metros → d = 4,2 metros.
- t_R → Espesor del timón (en metros) medido en 0,7R sobre la línea de ejes → 0,303 m

Para el cálculo de L acudiremos al plano del buque y mediremos cual es la eslora desde la parte delantera de la proa hasta la mecha del timón a un calado de 7,006 metros (calado de verano calculado mediante el reglamento de líneas de carga en el cuaderno 1). Resultado L = 94,65 metros.

Conocida la potencia BHP = 5746,8 KW, la potencia al eje se calculará como:

$$SHP = 0,98 \cdot BHP = 5746,8 \cdot 0,98 = 5631,86 \text{ KW}$$

Determinado lo anterior podremos calcular el valor de K:

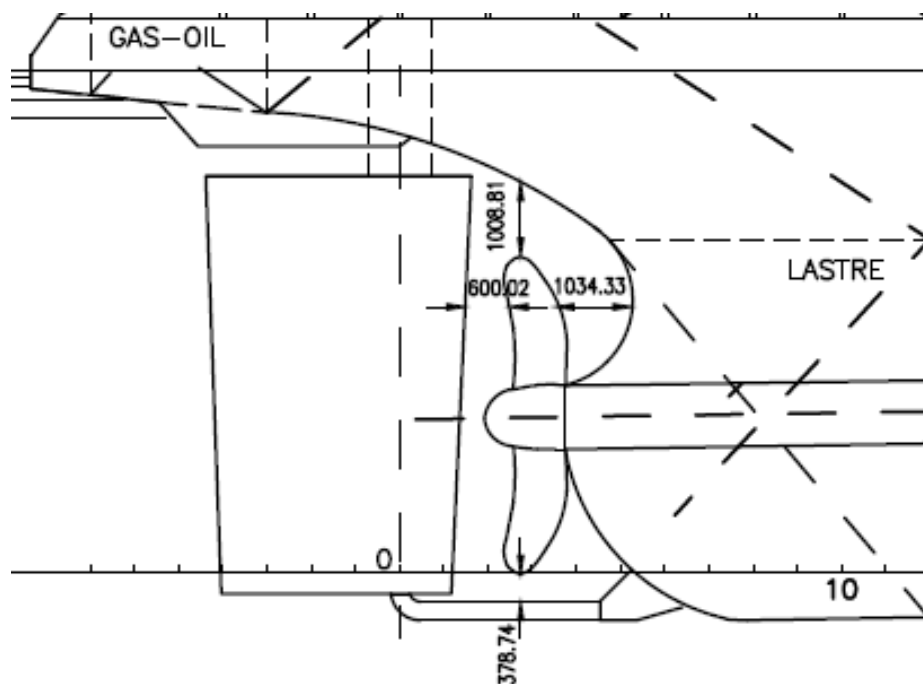
Cuaderno 3: Diseño de formas.

Autor: Miguel Ángel Castro Gómez

$$K = \left(0,1 + \frac{L}{3050}\right) \cdot \left(\frac{3,48 \cdot C_B \cdot P}{L^2} + 0,3\right) = \left(0,1 + \frac{94,65}{3050}\right) \cdot \left(\frac{3,48 \cdot 0,592 \cdot 5631,86}{94,65^2} + 0,3\right) = 0,209$$

Finalmente obtenemos los huelgos recomendados y mínimos exigidos por la SSCC Lloyd's Register of Shipping:

Nº de palas: 5	Valor recomendado [m]	Valor mínimo [m]	Claras tomadas [m]	Cumple
a	0,878	0,420	1,008	SI
b	1,317	0,630	1,034	SI
c	0,504	0,303	0,600	SI
d	0,126	-	0,379	SI



7 PLANO DE FORMAS DEFINITIVO:

A partir de la carena obtenida en el apartado 5, se puede extraer el plano de formas definitivo del buque, el cual se presenta en el Anexo IV de este mismo documento.

8 COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS:

Para finalizar el presente cuaderno, se va a proceder a la comprobación de los resultados obtenidos. Para ello se realiza el cálculo de hidrostáticas al calado de diseño (con las formas finales del buque obtenidas anteriormente). La comprobación se realizará comparando los resultados obtenidos en el Maxsurf para los coeficientes adimensionales, con los valores de estos obtenidos en el predimensionado del buque.

Se presenta una captura de pantalla de los valores de hidrostáticas obtenidos en el Maxsurf:

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	6273	t
2	Volume (displaced)	6120,185	m ³
3	Draft Amidships	6,800	m
4	Immersed depth	7,334	m
5	WL Length	99,236	m
6	Beam max extents o	15,594	m
7	Wetted Area	2091,774	m ²
8	Max sect. area	104,629	m ²
9	Waterpl. Area	1168,692	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,589	
11	Block coeff. (Cb)	0,582	
12	Max Sect. area coeff.	0,987	
13	Waterpl. area coeff.	0,755	
14	LCB length	44,127	from ze
15	LCF length	40,073	from ze
16	LCB %	44,466	from ze
17	LCF %	40,381	from ze
18	KB	3,750	m
19	KG fluid	0,000	m
20	BMt	2,971	m
21	BML	107,973	m
22	GMt corrected	6,721	m
23	GML	111,724	m
24	KMt	6,721	m
25	KML	111,724	m
26	Immersion (TPc)	11,979	tonne/c
27	MTc	74,166	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Dis	735,826	tonne.

Density (water) 1,025 tonne/m³

Std. densities 1,025 tonne/m³ - Std. Metric sea water (1025.0 kg/m³)

VCG 0 m

Buttons: Recalculate, Close, Select Rows ...

La siguiente tabla resume los valores obtenidos tanto en el predimensionado como mediante el cálculo de hidrostáticas con el Maxsurf, y el porcentaje de similitud entre ambos valores.

Debido al grado de similitud de todos los valores, se considera que las formas obtenidas son válidas.

Coefficiente adimensional	Valores predimensionado	Valores Maxsurf	% Similitud
Cb	0,592	0,582	98,31 %
Cm	0,966	0,987	97,87 %
Cp	0,613	0,589	96,08 %
Cf	0,768	0,755	98,31 %

9 ANEXOS:

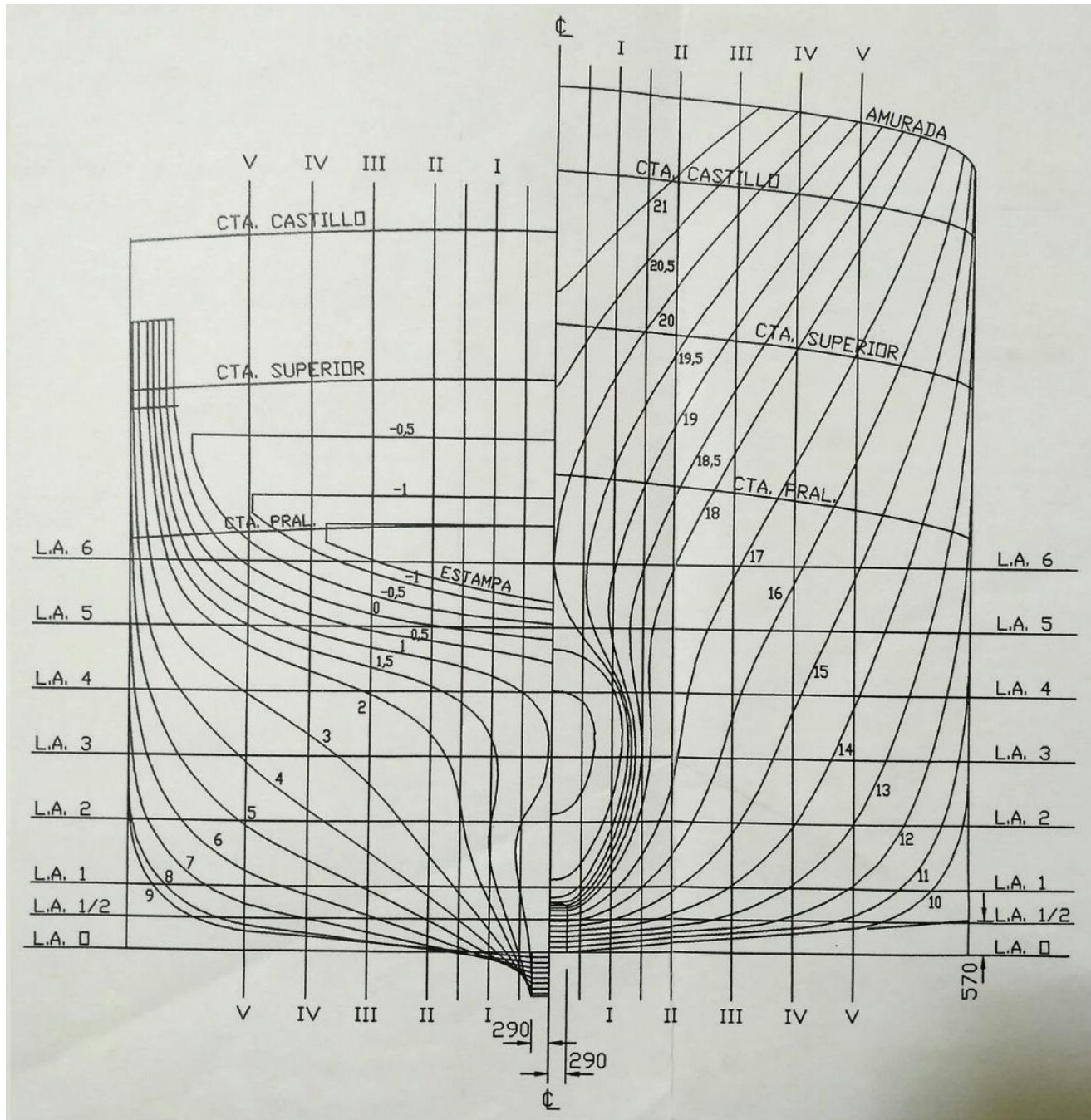
9.1 Anexo I: Cartilla de trazado del buque base:

La cartilla de trazado del buque utilizado como referencia para la obtención del plano de formas es la que a continuación se presenta:

		BUQUE BASE																												
SECCIONES		-0,5	-0,25	0	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,25	9,5	9,75	10	10,25	10,5	10,75	
SEMIMANGAS	L.A. -1/2	0,00	0,00	0,00	0,30	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	L.B.	0,00	0,00	0,00	0,35	0,50	0,60	0,70	0,90	1,10	1,35	1,65	1,70	1,70	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	L.A. 1/2	0,00	0,00	0,00	0,35	0,70	0,90	1,15	1,50	2,10	2,85	4,00	5,45	5,80	5,45	4,75	3,70	2,70	1,85	0,95	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	L.A. 1	0,00	0,00	0,00	0,50	0,90	1,15	1,60	2,25	3,15	4,40	5,65	6,30	6,50	6,30	5,75	4,95	3,95	3,00	2,15	1,55	1,15	0,80	0,70	0,60	0,50	0,00	0,00	0,00	
	L.A. 1 1/2	0,00	0,00	0,00	0,60	0,95	1,20	2,00	2,80	4,20	5,40	6,15	6,65	6,75	6,70	6,20	5,50	4,60	3,60	2,75	2,05	1,50	1,20	1,00	0,95	0,90	0,00	0,00	0,00	
	L.A. 2	0,00	0,00	0,00	0,45	1,00	1,50	2,50	3,75	5,15	6,05	6,60	6,85	6,95	6,85	6,50	5,85	5,00	4,05	3,15	2,40	1,80	1,45	1,20	1,15	1,00	0,55	0,90	0,00	
	L.A. 3	0,00	0,00	0,00	0,05	0,90	1,80	3,55	5,15	6,15	6,60	6,85	6,95	6,95	6,95	6,75	6,25	5,50	4,65	3,70	2,80	2,10	1,70	1,40	1,35	1,25	0,90	1,15	0,70	
	L.A. 4	0,00	0,00	0,00	0,50	1,75	3,15	5,10	6,10	6,65	6,85	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,55	5,90	5,10	4,15	3,15	2,30	1,65	1,25	1,20	1,15	0,70	1,05	0,20
	L.A. 5	0,00	0,00	1,85	4,30	4,95	5,55	6,25	6,65	6,85	6,90	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,75	6,25	5,50	4,65	3,65	2,60	1,70	1,00	0,70	0,40	0,00	0,00	0,00
	L.A. 6	3,60	4,50	6,15	5,90	6,10	6,35	6,60	6,80	6,90	6,90	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,85	6,45	5,85	5,10	4,15	3,10	2,05	1,05	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
	L.A. 7	0,00	5,70	5,95	6,35	6,40	6,55	6,75	6,85	6,90	6,90	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,70	6,20	5,55	4,70	3,70	2,60	1,45	0,80	0,15	0,00	0,00	0,00
	L.F.	3,60	4,50	6,15	5,90	6,10	6,35	6,60	6,80	6,90	6,90	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,75	6,45	5,85	5,10	4,50	3,00	2,05	1,05	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
	C. Principal	4,60	5,20	5,60	6,10	6,25	6,45	6,70	6,90	6,90	6,90	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,65	6,10	5,45	4,65	3,70	2,70	1,55	0,90	0,25	0,00	0,00	0,00
	C. Superior	0,00	0,00	6,25	6,45	6,55	6,65	6,80	6,90	6,90	6,90	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,80	6,75	6,25	5,70	4,95	4,00	2,85	2,20	1,50	1,10	0,65	0,00
C. Castillo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Amurada	5,50	5,95	6,25	6,50	6,55	6,65	6,80	6,90	6,90	6,90	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,85	6,70	6,45	5,70	4,50	3,95	3,35	3,00	2,70	1,90	
PUNTALES SOBRE	L.A. -1/2	0,00	0,00	0,00	-0,50	-0,50	-0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	L.B.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	L.A. 1/2	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	L.A. 1	0,00	0,00	0,00	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,00	0,00
	L.A. 1 1/2	0,00	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00
	L.A. 2	0,00	0,00	0,00	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
	L.A. 3	0,00	0,00	0,00	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
	L.A. 4	0,00	0,00	0,00	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25
	L.A. 5	0,00	0,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	L.A. 6	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35
	L.A. 7	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40
	L.F.	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35
	C. Principal	6,85	6,80	6,80	6,75	6,75	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,80	6,85	7,00	7,05	7,25	7,40	7,50	7,65	7,70	7,75	7,85	0,00	0,00	0,00
	C. Superior	0,00	0,00	9,15	9,15	9,15	9,15	9,10	9,10	9,10	9,10	9,10	9,10	9,10	9,10	9,15	9,20	9,25	9,35	9,45	9,60	9,75	9,85	10,00	10,05	10,10	10,25	10,30	10,30	0,00
C. Castillo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,50	11,55	11,65	11,70	11,80	11,95	12,05	12,15	12,30	12,40	12,40	12,55	12,60	12,65	12,65	
Amurada	7,45	8,40	10,30	10,25	10,25	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	11,50	11,55	11,90	12,85	12,90	13,00	13,20	13,35	13,50	13,60	13,65	13,80	13,85	13,90	13,95	

9.2 Anexo II: Plano de formas y caja de cuadernas del buque base:

El plano de formas y la caja de cuadernas del buque base es el que se adjunta a continuación:



CARACTERISTICAS

ESLORA TOTAL	85.50 M.
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	72.60 M.
MANGA DE TRAZADO	13.85 M.
PUNTA A CTA. SUPERIOR	9.10 M.
PUNTA A CTA. PRINCIPAL	6.70 M.
CALADO DE TRAZADO	6.365 M.

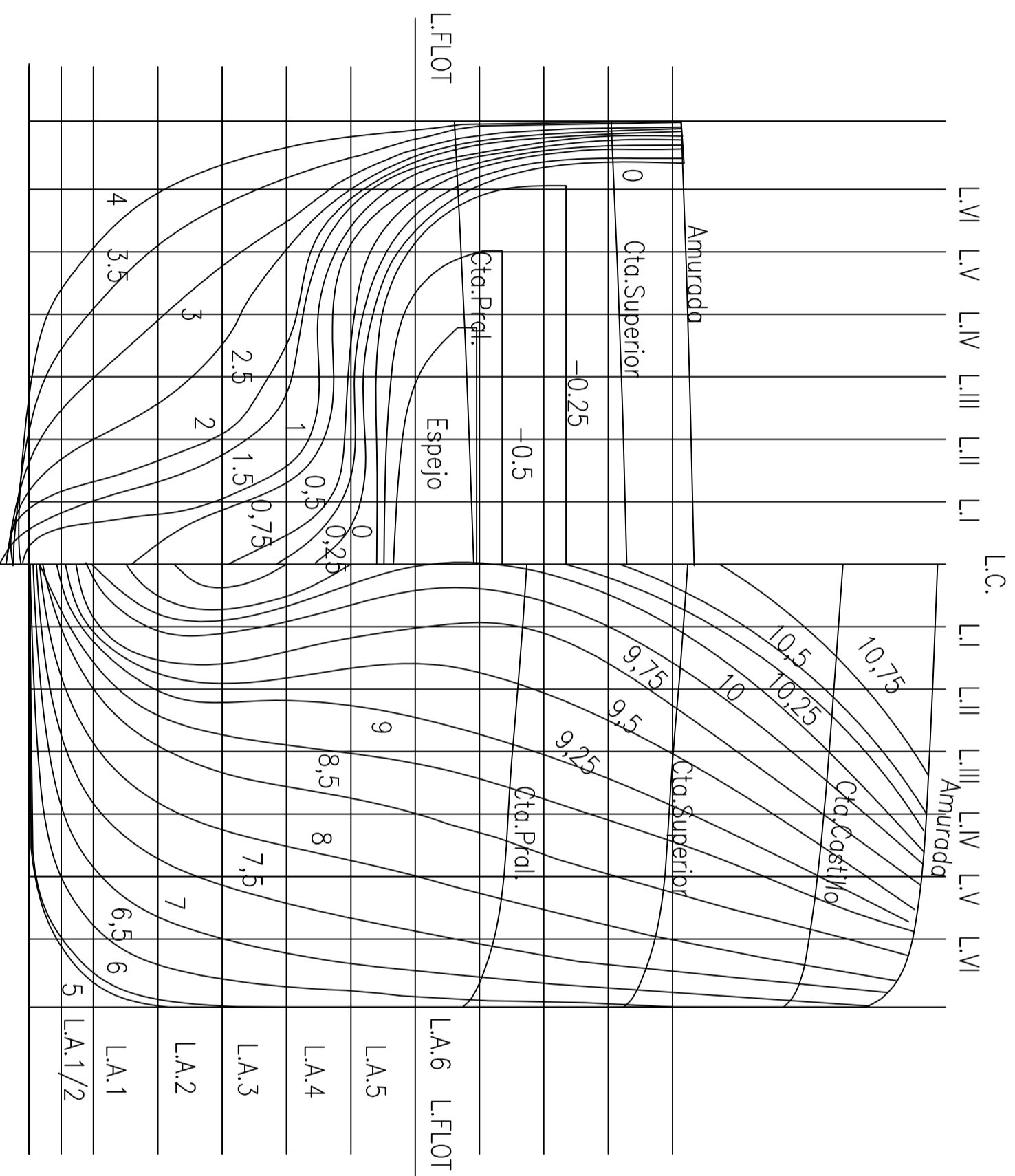
MODIF.	FECHA	NOMBRE	APROBADO POR	CLIENTE	CONST. N.	REFERENCIA
				ATUNERO CONGELADOR DE 72.60 M. E. PP.	212	P-96031
ESCALA		FECHA	NOMBRE	PLANO N.		
1:75		10-11-2000	J.G.	1083		
				N. HOJAS	1	HOJA N.

9.3 Anexo III: Cartilla de trazado del buque proyecto:

La cartilla de trazado del atunero proyecto, obtenida por derivación de la presentada en el Anexo I, es la siguiente:

9.4 Anexo IV: Plano de formas y caja de cuadernas del buque proyecto:

Gracias al programa informático Maxsurf se ha obtenido el plano de formas y la caja de cuadernas del buque proyecto, el cual se muestra a continuación.



CARACTERISTICAS

ESLORA TOTAL 10,9 m
 ESLOA ENTRE PERPENDICULARES 9,45 m
 MANCHA DE TRAZADO 15,8 m
 PUNTA A LA CUBERTA SUPERIOR 10,10 m
 PUNTA A LA CUBERTA PRINCIPAL 7,5 m
 CALADO MEDIO DE TRAZADO 6,8 m

DATOS DE TRAZADO

SEPARACION SECCIONES 9,45 m
 SEPARACION LINEAS DE AGUA 1,10 m
 SEPARACION LONGITUDINALES 1,10 m



UNIVERSIDADE DA CORUÑA
 ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR FERROL

INGENIERIA NAVAL Y OCEANICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER Nº 18-04

ALUMNO :

MIGUEL ANGEL CASTRO GÓMEZ

TIPO DE BUQUE:

BUQUE ATUNERO AL CERCO CONGELADOR DE 2950 M3

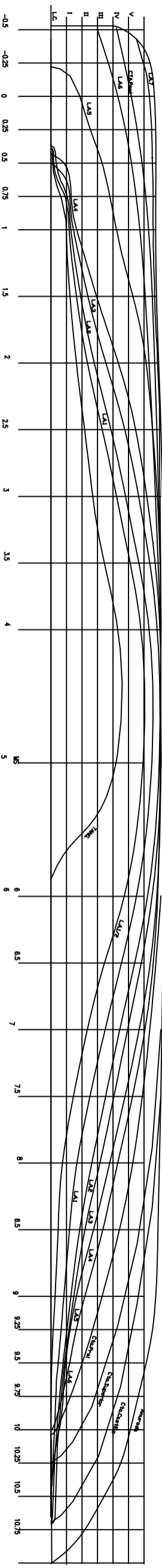
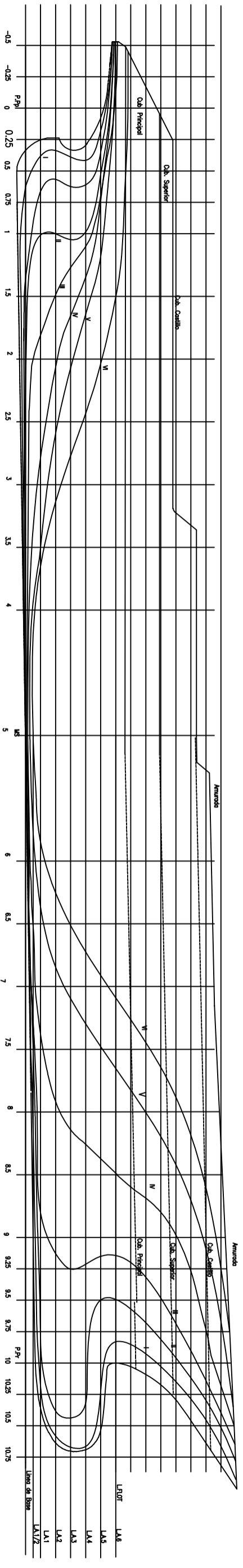
DENOMINACION PLANO :

LINEAS DE AGUA

ESCALA : 1:100

HOLA 2 de 2

FECHA :



CARACTERISTICAS

ESLORA TOTAL 10,9 m
 ESCORA ENTRE PERPENDICULARES 94,5 m
 MANCA DE TRAZADO 15,6 m
 PUNTA A LA CUBERTA SUPERIOR 10,10 m
 PUNTA A LA CUBERTA PRINCIPAL 7,5 m
 CALADO MEDIO DE TRAZADO 6,8 m

DATOS DE TRAZADO

SEPARACION SECCIONES 9,45 m
 SEPARACION LINEAS DE AGUA 1,10 m
 SEPARACION LONGITUDINALES 1,10 m



UNIVERSIDADE DA CORUÑA
 ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR FERROL

INGENIERIA NAVAL Y OCEANICA

ALUMNO :

TRABAJO FIN DE MÁSTER N° 18-04

MIGUEL ANGEL CASTRO GÓMEZ

TIPO DE BUQUE:

BUQUE ATUNERO AL CERCO CONGELADOR DE 2950 M3

DENOMINACION PLANO :

LINEAS DE AGUA

ESCALA : 1:350

HOJA 1de 2

FECHA :