



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**

**CURSO 2019/ 2010**

---

***PSV 8500 TPM***

CLEAN DESIGN; FIFI III; DYNPOS AUTR; SF; E0; SPS; SUPPLY VESSEL; OIL  
RECOVERY; ICE C

**CUADERNO 3: DISEÑO DE FORMAS**

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNO: PABLO FERNÁNDEZ CARBAJALES**

**TUTOR: FERNANDO LAGO RODRÍGUEZ**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2020**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL**

**GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE GRADO Nº 1920/ 09**

Requerimientos previstos de actividad (RPA) del buque proyecto:

**Título del proyecto:** PSV 8500 TPM

**Clasificación, cota y reglamentos de aplicación:** DNV, SPS, SUPPLY VESSEL, SF, EO, ICE C, DYNPOS AUTR, CLEAN DESIGN, FIFI III

**Velocidad y autonomía:** 15 nudos en condiciones de servicio, 5000 millas

**Sistemas y equipos de carga/ descarga:** los habituales en este tipo de buques

**Propulsión:** diésel – eléctrica, propulsores Voith Schneider

**Tripulación y pasaje:** 38 personas más 12 (personal especial), según SPS

Ferrol, 31 de octubre de 2019

ALUMNO/A: PABLO FERNÁNDEZ CARBAJALES

El buque a proyectar se trata de un buque diseñado para prestar apoyo y suministro a las plataformas petrolíferas del Mar del Norte, tanto carga líquida como carga seca. Además, presenta la posibilidad de extinguir fuegos exteriores al buque (FIFI III) y recoger vertidos de hidrocarburos en alta mar (OIL RECOVERY).

The vessel to be projected is a vessel designed to provide support and supply to the oil rigs in the North Sea, both liquid and dry cargo. In addition, it has the possibility of extinguishing fires outside the ship (FIFI III) and collecting hydrocarbon spills in the seas (OIL RECOVERY).

O buque que se proxecta é un buque diseñado para proporcionar apoio e subministración ás plataformas petrolíferas do mar do Norte, tanto carga líquida como seca. Ademais, ten a posibilidade de extinguir incendios fora do buque (FIFI III) e recoller derrames de hidrocarburos en alta mar (OIL RECOVERY).

## **ÍNDICE**

1. Presentación (página 5)
2. Introducción (página 6)
3. Cálculo de coeficientes de arquitectura naval (páginas 7 – 11)
4. Diseño de las formas (páginas 12 – 20)
5. Comprobación de los resultados obtenidos (página 21)
6. Anexos

## 1. Presentación

El buque proyecto se trata de un PSV (Platform Supply Vessel) destinado a prestar apoyo y suministro a las plataformas petrolíferas del Mar del Norte, con una capacidad de 8500 TPM, condición fijada en la RPA, además de una velocidad de servicio de 15 nudos. En cuanto a la operatividad del mismo puede suministrar la siguiente carga:

- Diesel oil
- Agua dulce para consumo
- Cemento seco
- Salmuera
- Otros elementos en la cubierta principal (carga seca) como brocas de perforación, cables etc.

También está diseñado para recoger los siguientes productos de la plataforma:

- Barro de perforación

Se ha dotado también la posibilidad de que el buque tenga la capacidad de recoger vertidos de hidrocarburos derramados en alta mar, lo que se conoce como Oil Recovery.

Las cotas de clase que aplican en el diseño del buque proyecto son las siguientes:

- DNV: buque diseñado bajo dicha sociedad de clasificación, se seguirán las normas y recomendaciones que sean de aplicación.
- SPS (special purpose ship)
- Supply vessel: buque diseñado para prestar apoyo.
- SF: buque diseñado teniendo en cuenta factores restrictivos en estabilidad en averías
- EO: maquinaria desatendida
- ICE C: buque diseñado para navegar en zonas con presencia de una capa fina de hielo
- DYNPOS AUTR: buque diseñado con la capacidad de mantener la posición sin moverse.
- CLEAN DESIGN: buque que dota de un diseño limpio en cuanto a contaminación
- FIFI III: buque diseñado con la posibilidad de luchar contra fuegos exteriores.
- OIL RECOVERY: buque dotado de la capacidad de recoger y almacenar vertidos de hidrocarburos en alta mar

Las cotas de clase comentadas se irán desarrollando a lo largo de los 13 cuadernos de los que consta el TFG.

## 2. Introducción

En el presente cuaderno se van a diseñar las formas del buque proyecto, necesarias para realizar una correcta distribución de tanques en el Cuaderno 4 y analizar los criterios de estabilidad requeridos para condición de carga, detalladas en el Cuaderno 5. Para su diseño partimos con las características principales obtenidas en anteriores cuadernos, las cuales se muestran a continuación:

<b>L</b>	106,7 m	<b>Cp</b>	0,695
<b>Lpp</b>	95,337 m	<b>Fr</b>	0,252
<b>B</b>	25,4 m	<b>Cb</b>	0,689
<b>D</b>	11,5 m	<b>Cm</b>	0,992
<b>T</b>	8,5 m	<b><math>\Delta</math></b>	14505

*Tabla resumen de las dimensiones principales del buque proyecto obtenidas mediante formulación*

Para realizar dichas formas del buque proyecto se pueden seguir varios caminos:

- Generando las formas a partir de una serie sistemática desarrollada por algún Canal de Experiencias Hidrodinámicas.
- Derivación de las formas a partir de algún buque similar al que se proyecta y cuyas formas se conozcan y sea considerado hidrodinámicamente correcto.
- Generando unas formas propias mediante la modificación u optimización de las creadas por cualquiera de los métodos previos.

Para la obtención de las formas del buque proyecto emplearemos el segundo método mencionado, a partir de unas series sistemáticas. La cartilla de trazado se incluirá en el Anexo del presente cuaderno. Las series sistemáticas que se emplearán son las BSRA, sacadas del libro "Proyecto de las formas de un buque", de Fernando Junco. El modelado se obtendrá a partir del programa Maxsurf Modeller.

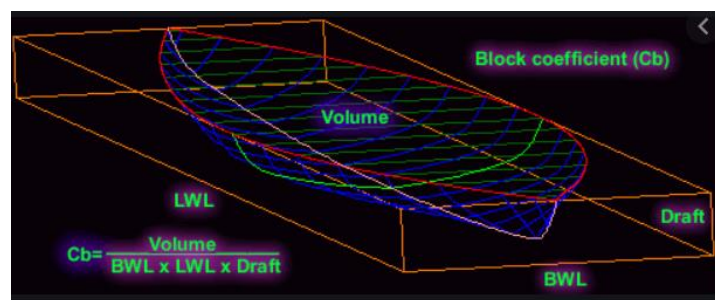
Se va a estudiar el efecto que tendrá el bulbo de proa del buque proyecto en la resistencia total de avance, como se verá en el desarrollo del cuaderno.

### 3. Cálculo de coeficientes

A continuación, se mostrará una breve descripción de que es lo que representa cada coeficiente adimensional (coeficientes de formas) mostrado en la tabla del punto anterior:

#### - Coeficiente de bloque (Cb)

Se define el coeficiente de bloque como la relación entre el desplazamiento (peso del volumen del fluido, en este caso agua salada, desplazado por el buque) y el volumen del paralelepípedo que lo contiene, es decir,  $L \times B \times T$ :



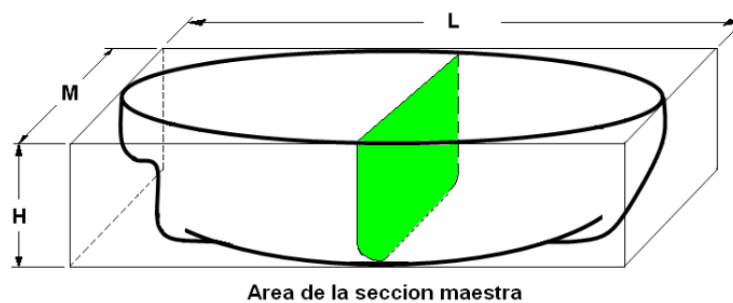
*Representación gráfica del coeficiente de bloque (Cb)*

Por tanto, viene determinado por la siguiente relación:

$$C_b = \Delta / (L \times B \times T)$$

#### - Coeficiente de la maestra (Cm)

Se define el coeficiente de la sección maestra como la relación entre el área de dicha sección por debajo de la flotación con el producto de su manga y calado, es decir,  $B \times T$ :



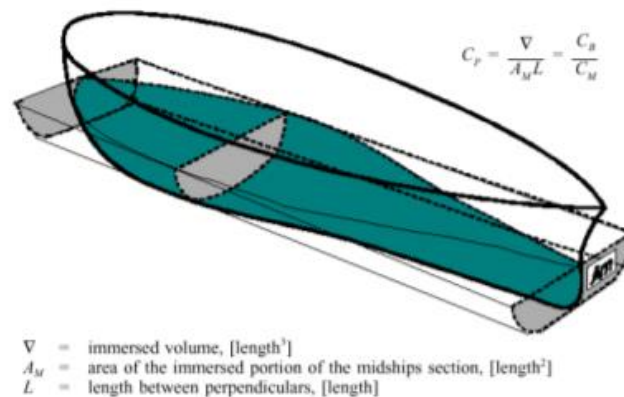
*Representación gráfica del coeficiente de la sección maestra (Cm)*

Por tanto, viene determinado por la siguiente expresión:

$$C_m = \text{Área sumergida de la sección maestra} / (B \times T)$$

#### - Coeficiente prismático (Cp)

Se define el coeficiente prismático como la relación entre el volumen desplazado y un prisma que es igual a la longitud del buque sumergido a un calado determinado:



#### Representación gráfica del coeficiente prismático (Cp)

Por tanto, viene determinado por la siguiente expresión:

$$C_p = \Delta / (L \times \text{Área sumergida de la sección maestra})$$

#### - Número de Froude (Fr)

Se define el número de Froude como un coeficiente adimensional que relaciona el efecto de las fuerzas que actúan sobre un fluido, es de especial interés en la hidrodinámica naval a la hora de calcular la resistencia que presenta el casco del buque al avance a la velocidad de servicio, como se verá detalladamente en el Cuaderno 6. Por tanto, la fórmula que rige dicho número es la siguiente:

$$Fr = v / \sqrt{g \times L}$$



- **Consideraciones sobre el bulbo de proa:**

Antes de comenzar a generar las formas del casco del buque, es interesante saber si el buque proyecto que se va a diseñar debe llevar bulbo o no, además de especificar el contorno de popa.

Hay una serie de criterios de diseño que nos indicarán si es recomendable o no el uso del bulbo, será recomendable su uso en caso de que los parámetros del buque proyecto queden dentro del siguiente rango:

$$0,65 < C_b < 0,815$$

$$5,5 < L_{pp}/B < 7$$

$$0,24 < F_n < 0,57$$

Además de los tres criterios expuestos, no se recomienda el uso del bulbo si no se cumple lo siguiente:

$$(C_b \times B) / L_{pp} > 0,135$$

A continuación, se comprobará el cumplimiento de estos criterios:

<b>C<sub>b</sub></b>	0,689
<b>L<sub>pp</sub>/ B</b>	3,75
<b>F<sub>n</sub></b>	0,252
<b>(C<sub>b</sub> x B)/ L<sub>pp</sub> &gt; 0,135</b>	0,184

*Comprobación criterios de diseño para el empleo del bulbo de proa*

Como se puede comprobar hay un criterio que no se cumple, el señalado en rojo. De todas formas, al cumplir el último criterio de diseño, se decide instalar un bulbo de proa al buque proyecto. Los efectos hidrodinámicos que presentará el buque al instalar un bulbo de proa son los siguientes:

- Reducción de la resistencia por formación de olas
- Reducción de la resistencia por olas rompientes
- Reducción de la resistencia residual de tipo viscoso al disminuir los torbellinos de proa
- Pequeño aumento de la resistencia de fricción debido al aumento de la superficie mojada
- Mejora del comportamiento en la mar

Por su contra, presenta la siguiente desventaja:

- Aumento del coste constructivo

A pesar de que la instalación de un bulbo de proa aumente el coste constructivo del buque, se decide instalarlo debido al aumento del rendimiento hidrodinámico, lo que se traduce directamente en un rendimiento propulsivo mayor, acarreando que los consumos sean menores, costes de explotación más bajos. Además, para la toma de esta decisión, se ha tenido en cuenta que el buque proyecto está destinado a navegar en la zona del Mar del Norte, dicha zona se caracteriza por una presencia de grandes olas y condiciones de mala mar, por lo que el bulbo de proa es de gran interés.

El funcionamiento del bulbo es el siguiente:

Antes de comentar el funcionamiento, hay que aclarar que la resistencia de avance que experimenta el buque en la navegación, es la suma de la resistencia ejercida por el agua más la resistencia ejercida por el aire. En este caso, nos interesa la resistencia que ejerce el agua, que la podemos dividir en la resistencia viscosa ( $R_{viscosa}$ ) y en la resistencia por la formación de olas ( $R_{olas}$ ):

$$R_{agua} = R_{viscosa} + R_{olas}$$

A su vez, la resistencia viscosa se divide en la resistencia por fricción ( $R_{fricción}$ ) y la resistencia de presión de origen viscoso ( $R_{pov}$ ):

$$R_{viscosa} = R_{fricción} + R_{pov}$$

La resistencia viscosa es debida al movimiento del buque por un fluido viscoso, como es el agua salada.

La resistencia de fricción la podemos dividir en:

$$R_{fricción} = R_{f\text{ placa plana equivalente}} + R_{f\text{ superficie curva}}$$

En el Cuaderno 6 se comentará, más detalladamente, la resistencia de avance que experimenta el buque en la navegación a la velocidad de servicio fijada en la RPA. Una vez se han comentado los tipos de resistencia a los que se enfrenta el casco del buque, la función del bulbo es disminuir la resistencia que ejerce el agua. La forma en la que actúa es disminuyendo la resistencia por formación de olas. Como se ha comentado anteriormente, con la presencia del bulbo, aumenta la resistencia de fricción al aumentar la superficie mojada. Este aumento es menor comparado con la mejora que experimenta el buque en cuanto a la resistencia por formación de olas, sobre todo en aquellos casos en los que el número de Froude es bajo, como sucede con el buque proyecto.

El bulbo de proa, debido al movimiento de avance del buque, genera un tren de olas propio. Las olas de dicho tren de olas se ven combinadas con el sistema de olas del buque, con el objetivo de anularse. Es decir, se intenta conseguir que coincida el seno del tren de olas (punto más bajo) con la cresta de las olas generadas por el buque (punto más alto), amortiguándose de esta forma las olas, disminuyendo la altura de la ola en la proa del buque y reduciendo la resistencia por formación de olas considerablemente.

A continuación, se calcularán los parámetros básicos que definen a un bulbo de proa, que son los siguientes:

- Altura del bulbo:

Para obtener un buen rendimiento del bulbo, se deberá colocar próximo a la flotación del buque. La inmersión debe ser aceptable en todas y cada una de las situaciones de carga que se estudiarán en el Cuaderno 5.

Para la gran mayoría de los buques, la altura del bulbo puede valer entre un 35 % y un 55 % del calado máximo en proa. Como aún no sabemos los calados en proa, se asumirá un valor de 8 m y un límite de un 45 % del calado máximo en proa, por tanto:

$$H = 0,45 \times T_{pr} = 0,45 \times 8 \text{ m}$$

$$H = \text{Altura} = 3,6 \text{ m}$$

- Protuberancia del bulbo:

La protuberancia se trata de un parámetro menos crítico en el diseño de un bulbo de proa que la altura. Se calculará la protuberancia del bulbo de acuerdo a la siguiente expresión, válida para bulbos normales y altos, tanto para carga como para lastre:

$$X = L_{pp} \times (0,2642 \times C_b \times (B / L_{pp}) + 0,0046)$$

Donde:

- $C_b = 0,689$
- $B = 25,4 \text{ m}$
- $L_{pp} = 95,337 \text{ m}$

La protuberancia queda de la siguiente manera:

$$X = 95,337 \times (0,1811 \times 0,689 \times (25,4 / 106,7) + 0,0074)$$

$$X = \text{Protuberancia} = 3,54 \text{ m}$$

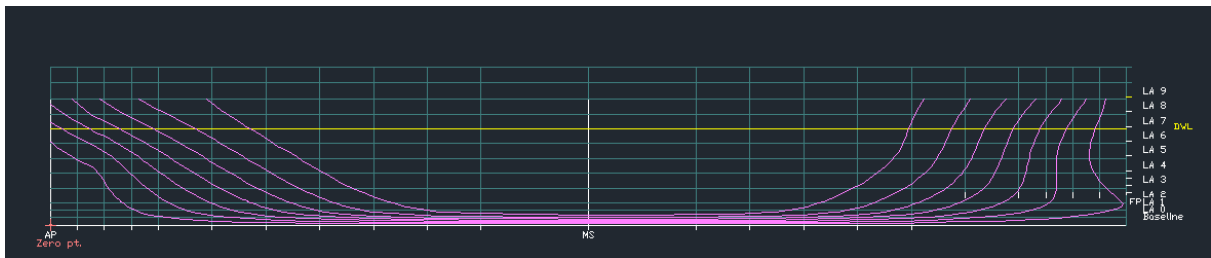
- Área transversal:

Para el cálculo del área transversal del bulbo se seguirá una gráfica obtenida del libro de Fernando Junco comentado anteriormente, de donde se han obtenido todas las fórmulas de dimensionamiento básico empleadas en el cálculo de la altura y la protuberancia. Entrando en la gráfica se obtiene una aproximación del área transversal del bulbo ( $S_b$ ) en función de la eslora ( $L$ ), la manga ( $B$ ) y el coeficiente de bloque ( $C_b$ ):

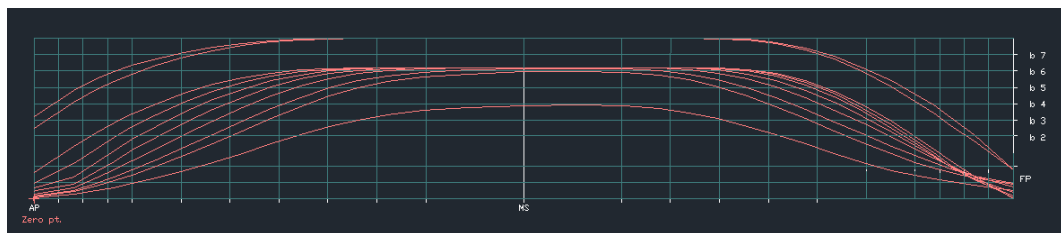
$$S_b = 6 \%$$

#### 4. Diseño de las formas

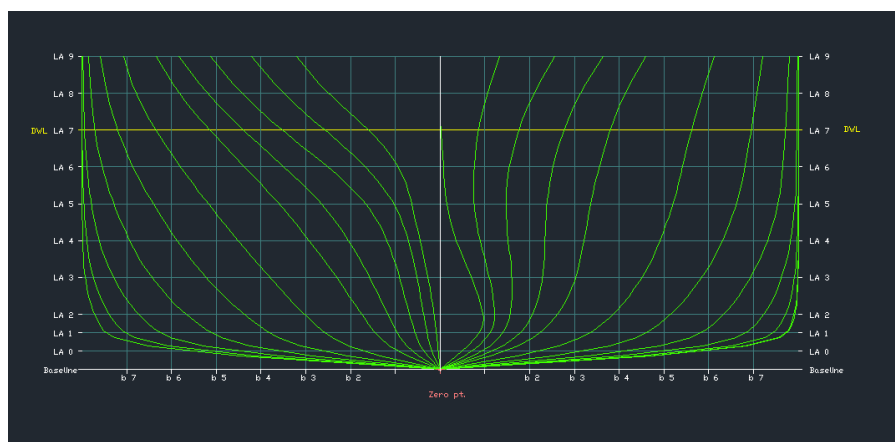
Como se ha comentado en la introducción del cuaderno, el método empleado para el diseño del casco será el de las series sistemáticas BSRA. Lo que obtenemos empleando una serie sistemática es la cartilla de trazado del buque proyecto, la cual se introduce en el Anexo del presente cuaderno. Una vez tenemos la cartilla de trazado, la introducimos en el programa Maxsurf Modeller, generando el casco del buque. Es importante, una vez generada la carena, alisar las formas del casco. A continuación, se muestra el plano de formas obtenido:



*Vista longitudinal del plano de formas generado a partir de la serie sistemática BSRA*



Vista en planta del plano de formas generado a partir de la serie sistemática  
BSRA



Vista frontal, de popa a proa, del plano de formas generado a partir de la serie sistemática BSRA

Como se puede observar mirando detalladamente el plano de formas obtenido, dichas formas no se corresponden con las típicas de este tipo de buques. El problema que presenta el casco obtenido es una popa con formas muy cerradas, los buques PSV se caracterizan por todo lo contrario, formas más llenas y una gran cubierta expuesta a la intemperie (cubierta de carga).

El hecho de que el casco no se corresponda con la forma típica de los cascos de estos buques es debido a que la serie sistemática empleada está basada en buques mercantes, cuya geometría difiere bastante de la de un PSV.

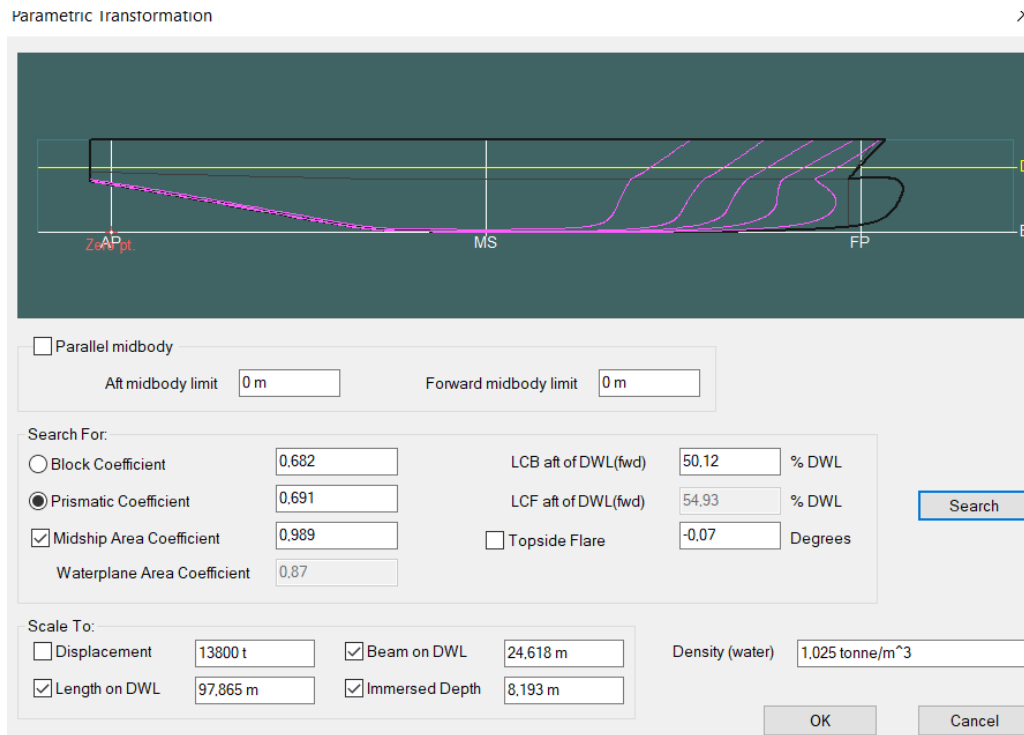
Debido a esto se ha optado por desechar el casco y cambiar el método de diseño, generando un nuevo casco mediante “parametrización”, utilizando las formas de un buque base.

- **Parametrización de las formas de un buque base:**

Para generar las formas del buque proyecto empleando este método, lo que se hará inicialmente es determinar el buque base del que se partirá. Dicho buque base elegido es el OSV de la librería del programa Maxsurf Modeller, debido a que se trata de un buque offshore con unas formas casi idénticas a las de un PSV.

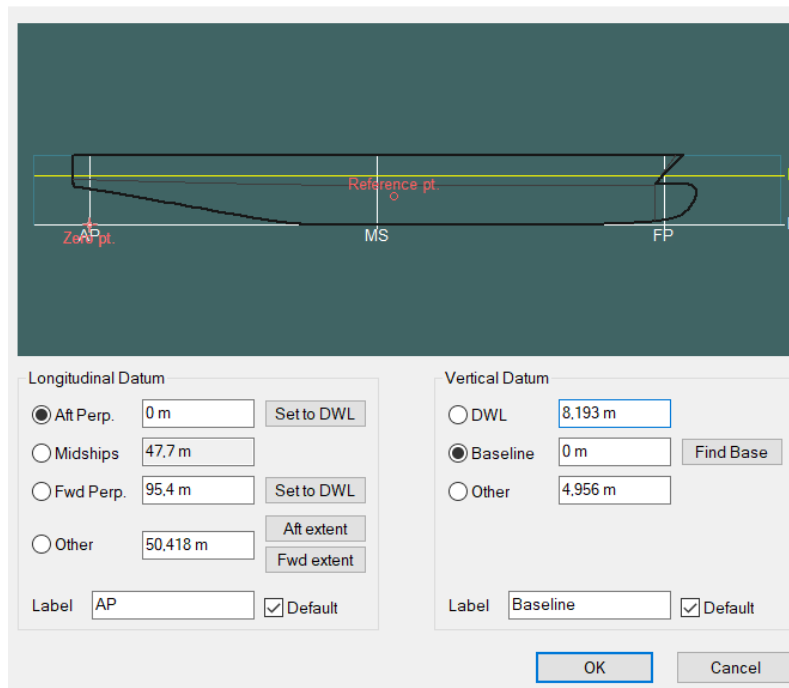
Una vez elegido el buque base, se hará una transformación paramétrica para adaptar el casco a las medidas del buque proyecto, que son las mostradas al inicio del cuaderno.

De esta forma, resulta lo siguiente:



*Transformación paramétrica a partir del buque base*

Es necesario colocar un origen de coordenadas (Zero point), para ello fijamos dicho punto de origen a la altura de la línea de base, coincidiendo con la perpendicular de popa. También se define la sección media del buque, como se muestra a continuación:



*Colocación del origen de coordenadas y de la sección media del casco*

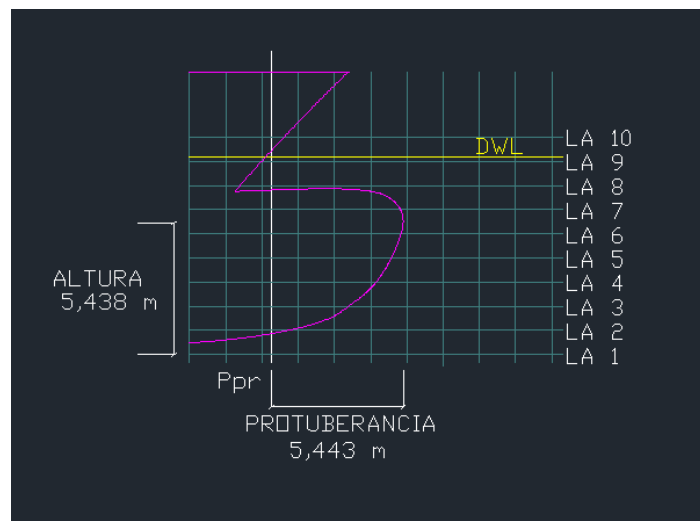


*Vista del modelado 3D del casco del buque proyecto*

En el Anexo del presente cuaderno se introducirá el plano de formas obtenido mediante la parametrización del casco, el cual se utilizará para la realización de los cuadernos posteriores.

**- Análisis del bulbo instalado:**

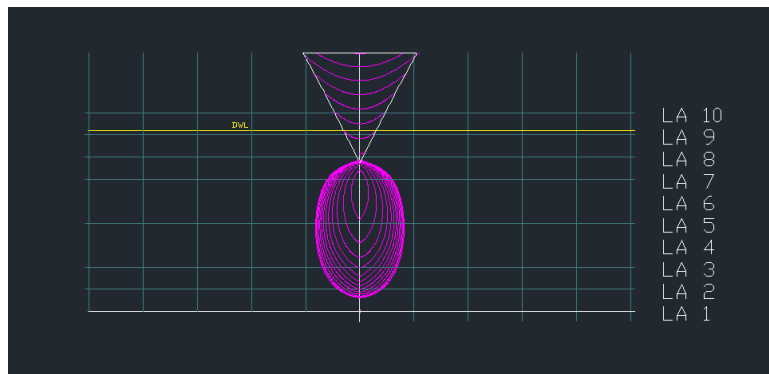
Hay que destacar que los parámetros principales del bulbo, que se había hecho una primera estimación anteriormente, coincidirán con los parámetros del bulbo parametrizado. A continuación, se mostrarán dichos parámetros, obtenidos tomando medidas en el plano de formas mediante el programa Autocad:



*Vista longitudinal del bulbo de proa del buque proyecto, una vez hecha la transformación paramétrica*

Podemos comprobar cómo tanto la altura como la protuberancia del bulbo son mayores que las calculadas mediante formulación, esto puede deberse a que son fórmulas muy

generales. Estos valores se tendrán en cuenta a la hora de estudiar la resistencia hidrodinámica del casco en el Cuaderno 6.



*Vista transversal del bulbo de proa del buque proyecto, una vez hecha la transformación paramétrica*

A través de esta sección podemos conocer el área transversal del bulbo, que midiendo con el programa Autocad sale un valor de 19 m<sup>2</sup> aproximadamente, valor superior al obtenido en una primera aproximación.

Una vez definidos los parámetros principales del bulbo de proa se proceder a calificarlo en uno de los siguientes tres grupos:

- Bulbo tipo gota de agua: son aquellos que presentan un mayor volumen en la parte baja, adecuados para buques con grandes variaciones de calado y formas redondeadas en proa.
- Bulbo tipo peonza: son aquellos que presentan un mayor volumen en la parte alta, son los más empleados debido a su buen comportamiento en la mar, se suelen emplear en buques con condiciones de carga muy dispares entre carga y lastre.
- Bulbos tipo elipse: son aquellos que presentan unas características intermedias entre los dos grupos comentados anteriormente, tienen un buen comportamiento en condiciones de mala mar.

El bulbo de proa que lleva el buque proyecto se considera un bulbo elíptico, se puede observar en la sección transversal como tiene esta forma. Este tipo de bulbos, como se ha comentado, tiene un buen comportamiento en condiciones de mala mar. Como se ha comentado al inicio del cuaderno, el buque proyecto va destinado al Mar del Norte (condiciones de mala mar). Esto hace que en este proyecto el bulbo de proa tenga un gran interés y se considere adecuado el uso de un bulbo elíptico.



- **Comprobación de la resistencia hidrodinámica del casco a la velocidad de servicio, con y sin bulbo de proa**

El objetivo de este apartado, conocidas las características principales del bulbo de proa del buque proyecto, es analizar la resistencia que ejerce el casco navegando a la velocidad de servicio de 15 nudos, en las siguientes situaciones:

- Resistencia hidrodinámica del casco con bulbo
- Resistencia hidrodinámica del casco sin bulbo

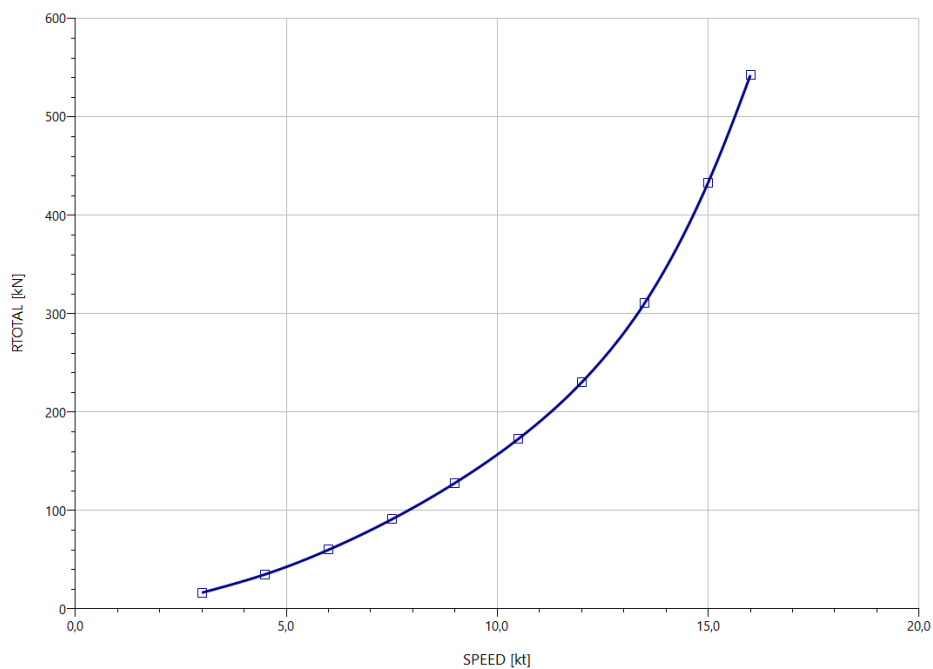
A priori, como se ha comentado en puntos anteriores, la presencia del bulbo debería hacer disminuir la resistencia total del casco, al disminuir la resistencia por olas.

Analizando estas situaciones sabremos con mayor exactitud el efecto del bulbo de proa parametrizado en la resistencia total del casco. Para estos cálculos se va a utilizar el programa Navcad. Para ello, hay que tener en cuenta una serie de parámetros del casco, como el área mojada, la eslora entre perpendiculares etc. Además, de los parámetros que definen al bulbo, objeto de estudio, que son la protuberancia, la altura y la distancia del mismo a las perpendiculares de popa y proa.

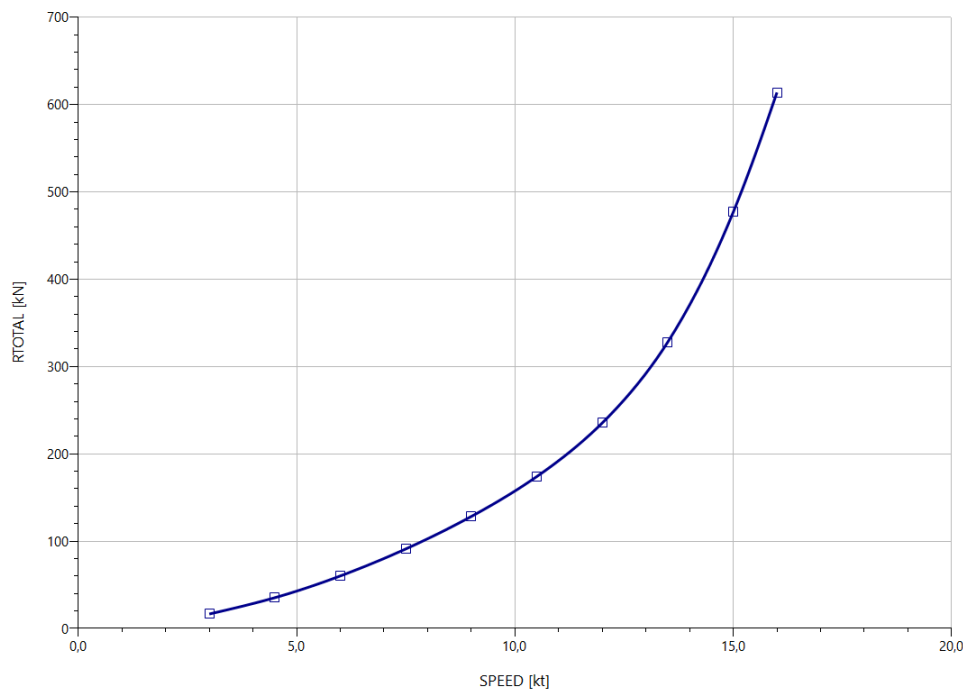
Una vez realizados los cálculos se obtiene lo siguiente:

$$R \text{ TOTAL del casco con bulbo} = 433,34 \text{ kN}$$

$$R \text{ TOTAL del casco sin bulbo} = 476,9 \text{ kN}$$



Representación gráfica de la resistencia total (R TOTAL) en función de la velocidad (kt) para el casco del buque proyecto con bulbo



*Representación gráfica de la resistencia total ( $R_{TOTAL}$ ) en función de la velocidad (kt) para el casco del buque proyecto sin bulbo*

Como se muestra anteriormente, y como se había comentado en puntos anteriores, el bulbo reduce la resistencia total. Para el caso concreto estudiado del buque proyecto, la decisión de colocar un bulbo de proa en el casco supone una disminución de 43,56 Kn de la resistencia hidrodinámica del casco, lo que supone una reducción del 10,05 % en términos de resistencia. Contrastando la información obtenida en diversas páginas, se ha comprobado que con el uso de un bulbo de proa se reduce la resistencia hidrodinámica un 10, 15 %, por tanto, los resultados obtenidos se consideran válidos.

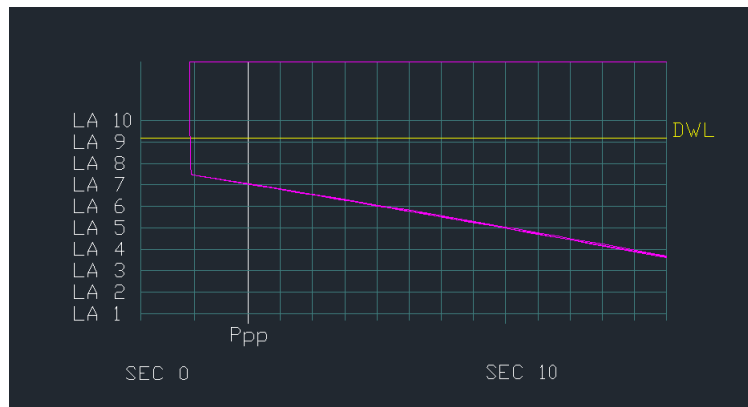
El bulbo de proa consigue un gran impacto a velocidades altas, a velocidades pequeñas prácticamente no presenta beneficios, ya que “pesa más” la resistencia de fricción debido a la superficie mojada que la resistencia por formación de olas.

Cabe recordar que “el estudio realizado” nos da una aproximación, sería interesante profundizar en un buen diseño del bulbo de proa en una vuelta de diseño posterior, con el objetivo de conseguir un mejor rendimiento propulsivo.

- **Análisis de la zona de popa:**

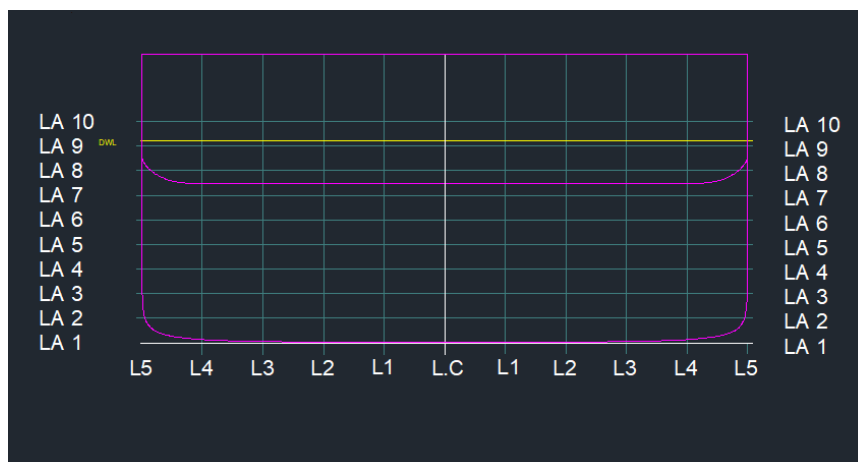
Al igual que ocurre con el bulbo de proa, la zona de popa es una zona de gran interés para el diseño del buque proyecto. En dicha zona es donde se van a instalar los propulsores VOITH SCHNEIDER, como se indica en la RPA. Un buen diseño de la zona de popa aumentará el rendimiento propulsivo, consumiendo el buque menos combustible a lo largo de su vida útil.

En dicha zona los reglamentos de las sociedades de clasificación establecen una serie de distancias mínimas de los propulsores al casco (huelgas), para un buque propulsado por hélices. Debido a que el buque proyecto es propulsado mediante VOITH SCHNEIDER, no se consideran de interés las huelgas mínimas exigidas por el DNV. A continuación, se muestra un croquis de la zona de popa:



*Vista longitudinal de la zona de popa del buque proyecto, una vez hecha la transformación paramétrica*

La zona de popa se caracteriza por tener un gran espejo de popa, de banda a banda, como se muestra a continuación:



*Vista transversal del espejo de popa del buque proyecto, una vez hecha la transformación paramétrica*

- **Análisis de la curva de áreas seccionales:**

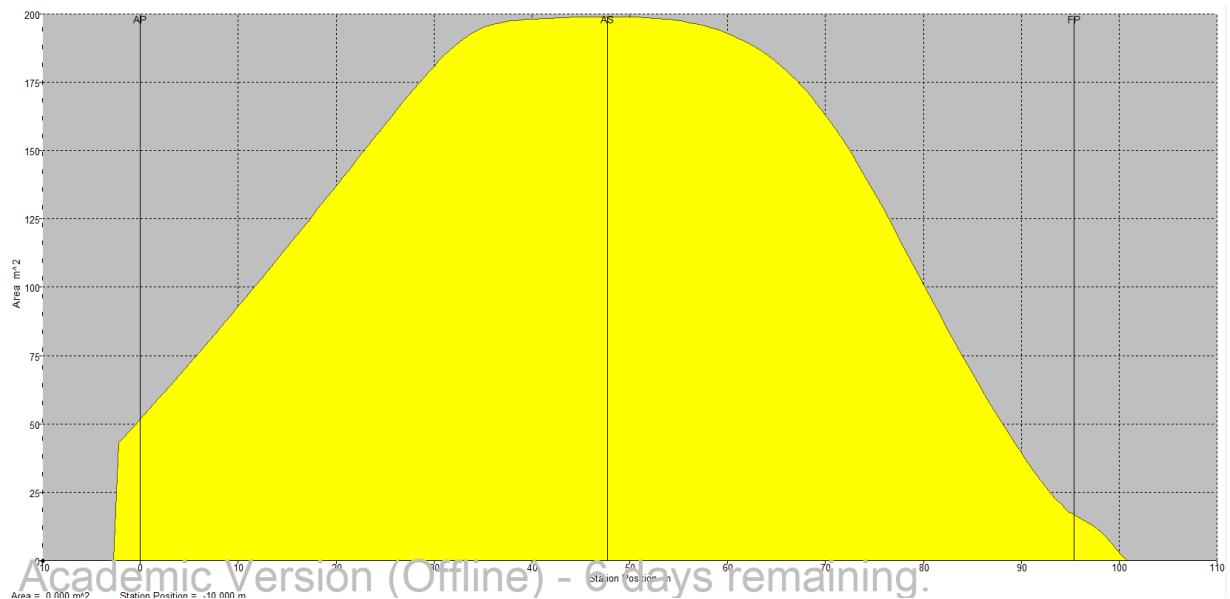
A continuación, se muestra la curva de áreas seccionales, dicha curva se obtiene representando el área de cada sección por debajo de la flotación en función de la eslora. Es una representación de cómo se encuentra distribuido el volumen de carena a lo largo de la eslora del buque. De esta curva se puede obtener lo siguiente:

- El volumen de carena como área total encerrada bajo la curva
- La posición longitudinal del centro de gravedad del volumen de carena, el cual coincide con el centro de gravedad del área encerrada bajo la curva
- El coeficiente prismático

Una correcta curva de áreas, es decir, una buena distribución de la carena a lo largo de la eslora debe presentar las siguientes características:

- Tramos rectos en las zonas de popa y proa
- No presentar inflexiones importantes en la zona de unión del cuerpo central, el cuerpo de popa y el de proa
- Continuidad

La curva de áreas seccionales mostrada a continuación es el resultado directo de introducir los datos de la cartilla de trazado en el Maxsurf Modeller, este programa ofrece la posibilidad de extraerla de forma directa, sin tener que realizar ningún cálculo.



*Curva de áreas seccionales del buque proyecto*

### 5. Comprobación de los resultados obtenidos

En este punto se comprobarán los resultados del casco, obtenidos mediante el programa Maxsurf Modeller, con los resultados preliminares mostrados en la introducción del presente cuaderno. Hay que recordar que dichos valores se han obtenido en el Cuaderno 1 mediante un análisis preliminar.

Valores Iniciales			
<b>Lpp</b>	95,337 m	<b>Cp</b>	0,695
<b>B</b>	25,4 m	<b>Cm</b>	0,992
<b>T</b>	8,5 m	<b>Cb</b>	0,689
		<b>Δ</b>	14505 t

*Valores obtenidos en el Cuaderno 1 mediante un análisis preliminar*

Valores obtenidos Maxsurf			
<b>Lpp</b>	95,4 m	<b>Cp</b>	0,692
<b>B</b>	24,618 m	<b>Cm</b>	0,989
<b>T</b>	8,193 m	<b>Cb</b>	0,683
		<b>Δ</b>	13825 t

*Valores obtenidos en las hidrostáticas mediante el programa Maxsurf, una vez parametrizado el casco*

Como se puede comprobar los valores no distan mucho unos de otros.

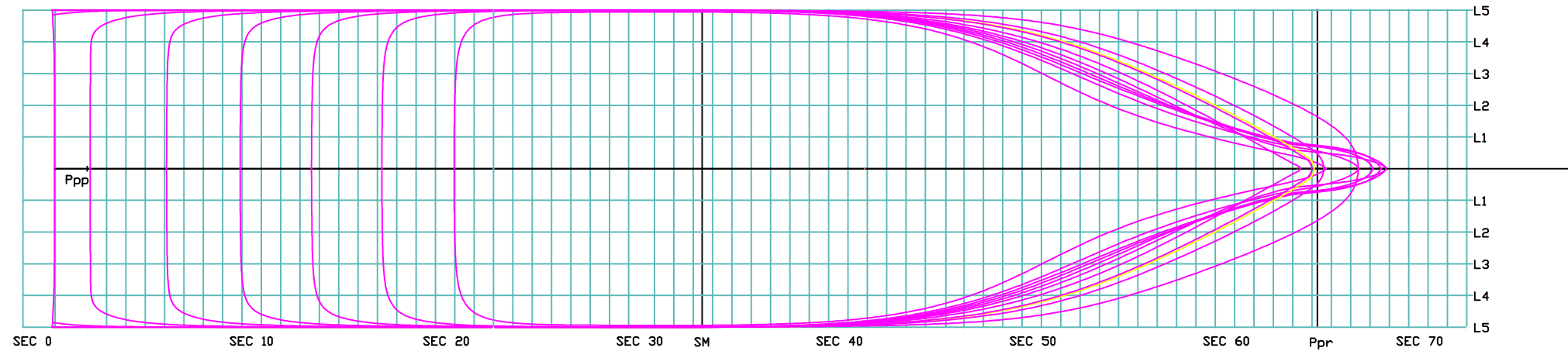
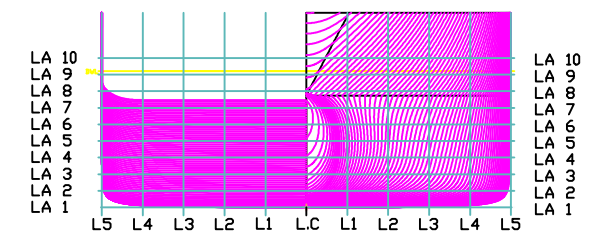
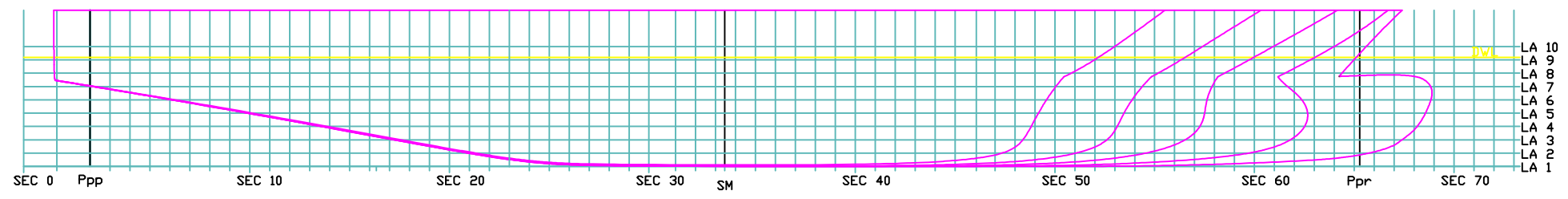
# ANEXOS

# ANEXO 1: Cartilla de trazado (series sistemáticas BSRA)

Flotación	0	1/4	1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	6,5	7	7 1/2	8	8 1/2	9	9 1/4	9 1/2	9 3/4	10
LB	-	0,191	0,191	0,191	0,279	0,483	1,016	2,261	4,369	6,782	8,763	9,982	9,982	8,674	6,642	3,899	1,829	0,762	0,406	0,343	0,279	0,229	1,080
A	-	0,254	0,635	1,143	1,651	3,112	4,953	6,985	8,890	10,414	11,367	11,938	11,938	11,303	10,033	8,128	8,509	3,937	2,540	2,159	1,715	1,270	1,651
B	-	0,318	0,826	1,461	2,350	4,064	6,096	8,255	10,287	11,430	12,129	12,510	12,510	12,065	11,113	9,525	7,430	5,398	3,556	2,921	2,286	1,778	0,000
C	-	0,381	1,080	1,842	2,731	4,826	6,985	9,208	10,922	11,938	12,446	12,700	12,700	12,446	11,748	10,287	8,255	6,223	4,191	3,429	2,413	1,715	1,588
D	-	0,445	1,334	2,413	3,683	6,033	8,509	10,478	11,811	12,510	12,700	12,700	12,700	12,700	12,319	11,240	9,462	7,303	4,890	3,683	2,540	1,778	1,143
E	-	0,508	1,778	3,175	4,699	7,239	9,462	11,176	12,319	12,573	12,700	12,700	12,700	12,700	12,573	11,875	10,224	7,938	5,080	3,708	2,286	1,207	0,508
F	-	0,826	2,413	4,128	5,779	8,382	10,351	11,748	12,510	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,319	10,668	8,509	5,334	3,747	2,223	1,016	0,191
G	1,397	2,159	3,937	5,588	6,985	9,335	11,113	12,192	12,573	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,383	11,113	8,763	5,652	3,937	2,286	1,016	0,127
H	2,413	4,318	5,715	7,112	8,255	10,287	11,621	12,383	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,446	11,303	9,017	6,096	4,318	2,667	1,143	0,000	
J	4,064	5,715	7,239	8,382	9,398	11,049	11,938	12,446	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,510	11,430	9,525	6,541	4,890	3,302	1,778	0,000
K	5,08	6,858	8,255	9,335	10,160	11,240	12,192	12,510	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,573	11,621	9,906	7,366	5,842	4,064	2,413	0,000
	0	1/4	1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	6,5	7	7 1/2	8	8 1/2	9	9 1/4	9 1/2	9 3/4	10
X	0	2,383	4,767	7,150	9,534	14,301	19,067	23,834	28,601	33,368	38,135	47,669	57,202	61,969	66,736	71,503	76,270	81,036	85,803	88,187	90,570	92,954	95,337



## ANEXO 2: Plano de formas (parametrización de un buque base)



PSV 8500 TPM

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL

ESCALA  
1:400

PLANO DE FORMAS DEL BUQUE PROYECTO