

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Técnica Naval**

PROYECTO DE UN VELERO DE 10 M. DE ESLORA

Francisco SOTO CANO



Centro: **E. U. I. T. NAVAL**
Titulación: **I. T. NAVAL**
Fecha: **Febrero 2009**



INDICE

<u>CAPITULO 1: ESPEFICACIÓN TECNICA</u>	1
<u>CAPITULO 2: REGLAMENTACIONES Y NORMATIVAS</u>	4
<u>CAPITULO 3: ESTUDIO ESTADÍSTICO</u>	5
3.1. INTRODUCCION	5
3.2. BASE DE DATOS	6
3.3. VALORES DE LAS GRAFICA	7
3.4. GRAFICAS COMPARATIVAS	8
3.5. DIMENSIONES PRINCIPALES	12
<u>CAPITULO 4: DISEÑO DE LA CARENA</u>	22
4.1. SUPERFICIE MOJADA	24
4.2. ESLORA EN LA FOTACION	25
4.3. CALADO DEL CASCO	27
4.4. N° DE FROUDE	28
4.5. POSICION LONGITUDINAL DEL CENTRO DE CARENA	29
4.6. COEFICIENTE PRISMATICO	31
4.7. DESPLAZAMIENTO MAXIMA CARGA	32
4.8. DESPLAZAMIENTO DEL CASCO	32
4.9. FRANCOBORDO	33
4.10. RESUMEN	35
<u>CAPITULO 5: DISEÑO DE APENDICES</u>	36
5.1. FUNCIÓN HIDRODINAMICA	37
5.2. FUERZA QUE INTERVIENEN	40
5.3. DISEÑO DE LA ORZA	43
5.3.1. CALCULO DE PERNOS	51
5.4. DISEÑO DEL TIMON	53

<u>CAPITULO 6: DISEÑO DE INTERIORES</u>	60
6.1. CAMAROTE DE POPA	61
6.2. COCINA	62
6.3. SALON	63
6.4. ASEO	64
6.5. MESA DE CARTAS	65
6.6. CAMAROTE PROA	66
6.7. ESCALA DE ACCESO AL INTERIOR Y HUECO DEL MOTOR	67
<u>CAPITULO 7: DISEÑO CUBIERTA</u>	68
7.1. DESCRIPCIÓN	69
<u>CAPITULO 8: DISEÑO PLANO VÉLICO Y APAREJO</u>	72
8.1. DISEÑO PLANO VELICO	
8.2. DISEÑO DEL APAREJO	
8.2.1. FUERZA EN LAS CRUCETAS	80
8.2.2. FUERZA EN LOS STAYS	84
8.2.3. DIMENSIONAMIENTO TRANS. DEL MASTIL	85
8.2.4. DIMENSIONAMIENTO LONG. DEL MASTIL	87
8.2.5. BOTAVARA	89
8.2.6. CRUCETAS	91
8.2.7. CABLEADO	92
<u>CAPITULO 9: DISEÑO ESTRUCTURAL Y CÁLCULO DE ESCANTILLONADO</u>	93
9.1. LAMINADO DEL CASCO	95
9.2. ESTRUCTURA INTERNA	92
9.2.1. ARMAZON TRANSVERSAL	99
9.2.2. ARMAZON LONGITUDINAL	102

<u>CAPITULO 10: MOTORIZACIÓN</u>	112
<u>CAPITULO 11: ESTIMACION DE PESO Y CALCULO</u>	113
DEL C. D.G.	
HOJA DE EXCEL	
<u>CAPITULO 12: ESTUDIO DE ESTABILIDAD</u>	116
12.1. ENSAYO DE ALTURA MÍNIMA	117
12.2. ANGULO DE INUNDACIÓN	117
12.3. ANGULO DE ESTABILIDAD NULA	117
12.4. INDICE DE ESTABILIDAD	117
<u>CAPITULO 13: EQUIPAMIENTOS</u>	143
13.1. ELEMENTOS DE SALVAMENTO	143
13.2. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN	144
13.3. MATERIAL NAUTICO	145
13.4. MEDIOS CONTRAINCENDIOS	146
13.5. PREVENCION DE VERTIDOS	147
13.6. RADIOCOMUNICACIONES	148
13.7. MOTOR	148
<u>CAPITULO 14: PRESUPUESTO DETALLADO</u>	149
14.1. TABLA DE PRECIOS	149
14.2. VIABILIDAD COMERCIAL	156
<u>CAPITULO 15: BIBLIOGRAFIA</u>	158
15.1. LIBROS Y APUNTES	158
15.2. REVISTAS Y CATALOGOS	159
15.3. PAGINAS WEB	159
<u>CAPITULO 16: PLANOS</u>	

1. ESPECIFICACIÓN

En este capítulo vamos a definir las características técnicas de la embarcación especificada para un cliente. Entre ellas se consideran como indispensables las siguientes: número máx. de personas, velocidad de diseño, uso genérico de la embarcación, autonomía y categoría de navegación.

La presente embarcación que vamos a diseñar será un **Velero-Crucero Costero**.

El uso de la embarcación va a ser privada y destinado a personas que empiezan en el mundo de la navegación, por lo que la embarcación tendrá que tener buenas formas con una buena estabilidad para evitar en todo lo posible mareos y fatigas con el fin de hacer así la navegación lo más confortable posible, también necesitaremos un velero con un buen rendimiento de velocidad en cualquier rumbo, deberemos darle también una buena manga para aumentar el volumen en el interior.

Nuestro velero esta diseñado para un ideal de 4 personas pero podrá ser ocupada hasta por un máximo de 6.

La categoría de diseño es la “**B**”: ya que la zona de navegación será en aguas costeras como puede el mar Mediterráneo, en el cual las inclemencias climatológicas serán menos acentuadas que las que caracterizan la navegación en aguas oceánicas, por lo que deberemos tener muy en cuenta el calado que tiene nuestro velero ya que nos va a limitar la entrada en los posibles puertos en los que queramos atracar, dicho apartado será abordado con amplitud posteriormente tomando en cuenta esto. La superficie vélica irá acorde con nuestro desplazamiento sin sobredimensionarla simplemente que cumpla nuestras exigencias.

Como hemos dicho anteriormente, no queremos una embarcación con fin competitivo sino para el disfrute de la navegación a no mucha

distancia de la costa para evitar posibles problemas por inclemencias meteorológicas u otra circunstancia ajena a nosotros por lo que vamos a fijar en **10 metros** nuestra embarcación ya que creemos que es una buena eslora para nuestro tipo de diseño.

Con respecto a la acomodación decir que todavía no esta decidida completamente, pero esta prevé formada por:

- Camarote de proa
- Un aseo
- Un salón amplio, con dos sofás uno a cada banda para poder estar cómodamente las personas.
- Una cocina, no muy grande para hacer las labores de la comida.
- Una mesa de cartas, normal en este tipo de embarcaciones, con todos los equipos de navegación.

El motor lo situaremos bajo la escalera de fácil acceso en caso de avería, también tendremos que situar los correspondientes tanques de agua, combustible y aguas grises, los cuales iremos situándolos a lo largo que vamos avanzando en el proyecto.

Decir también que hemos optado por un aparejo fraccionado el cual definiremos en su correspondiente capítulo.

Nuestra capacidad de combustible será sobre los 80 litros para tener una buena autonomía en el caso de relativamente largos, ya que en principio va a ser destinado para personas con una pequeña inquietud de navegación pero como sabemos, la vida útil de nuestra embarcación puede cambiar su desempeño y tenemos que preverlo para que en caso de querer hacer navegaciones mas largas no estemos imposibilitados de hacerlas.

Recordamos que nuestra categoría de diseño es la **B** y que dicha categoría esta destinada a embarcaciones que pueden encontrarse navegando en vientos de fuerza 8 y olas de altura significativa de hasta 4 metros. La zona de navegación para este diseño esta comprendida entre la costa y la línea paralela a la misma trazada a 60 millas.

Estimas a priori que nuestra velocidad de diseño puede ser alrededor de **6,5** nudos, ya que creemos que es una velocidad adecuada para las formas que vamos a desarrollar y el destino que va a tener nuestra embarcación.

2. NORMATIVAS Y REGLAMENTACIONES

Este capítulo va a contener la normativa aplicable a la embarcación según especificación técnica.

Tal y como la introducción dice en ese capítulo abordaremos las normas por las que nos vamos a legislar para que nuestra embarcación cumpla criterios como estabilidad, escantillado, seguridad, etc.

Nuestra embarcación al tener menos de 12 m. y ser una embarcación de recreo se dispone de una normativa a la que se tiene que adherir. Dicho cumplimiento de la normativa es obligatorio por lo que en caso de no cumplirla nos obligará a modificar nuestro diseño.

- **REAL DECRETO 2127/2004 del 29 de octubre**, por el que se regulan los requisitos de seguridad de las embarcaciones de recreo, de las motos náuticas, de sus componentes y de las emisiones de escape y sonoras de sus motores.
- **LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING agosto de 1978**, normas y reglas para la clasificación de yates y pequeñas embarcaciones, apartado 2, capítulo 2.
- **UNE-EN ISO 12217-2** Normativa española para la evaluación y clasificación de la estabilidad y la flotabilidad en embarcaciones propulsadas a vela de eslora igual o superior a 6 m.

- **NORDIC BOAT STANDARD:** se toma esta sociedad de clasificación para el escantillonado del aparejo de nuestra embarcación.
- **ABS:** la tomaremos como guía para calcular el diámetro de los pernos de sujeción de la orza al casco.
- **ORDEN FOM/1144/2003 e ISO 8099:** regulan los equipos de seguridad, salvamento, contra incendios, navegación y prevención de vertidos por aguas sucias, que deben llevar a bordo las embarcaciones de recreo.

3. ESTUDIO ESTADISTICO

En este capítulo está basado en la búsqueda de datos de embarcaciones similares, diferenciación según su uso, empleo de parámetros comparativos, gráficas de dispersión, definición final de rangos para cada una de las dimensiones principales.

3.1 Introducción

Empezaremos dando magnitudes a las dimensiones principales de nuestra embarcación.

Para ello tomaremos como referencia dos intervalos para cada uno de los datos. Uno de los intervalos lo obtenemos de nuestra base de datos, tomando el mayor y menor valor obtenido y el otro intervalo lo obtendremos mediante las graficas de Larsson. Una vez que tengamos ambos intervalos podremos estimar cual será nuestro valor optimo para nuestra embarcación, según nos convenga en cada caso para aumentar o disminuir: resistencia, cabeceo, velocidad, etc.

A la hora de determinar el comportamiento de una embarcación frente a otra, se emplean parámetros comparativos que relacionan distintas dimensiones. El estudio estadístico, empleado como fuente de información, nos sirve como “banco de pruebas” de embarcaciones existentes, así como método sencillo de extrapolación de diseños similares. Evidentemente, cuanto más exclusivo sea un diseño, menos será la fuente de información estadística, y mayor será la necesidad de utilizar cálculos directos y pruebas en canales de experiencia para estimar su comportamiento.

A la hora de realizar una base de datos con embarcaciones existentes debemos pues tener cuidado a la hora de elegir los barcos que se incluirán en dicho estudio. Es necesario definir con claridad el tipo de embarcación ya que las comparaciones entre embarcaciones de uso opuesto pueden dar lugar a errores.

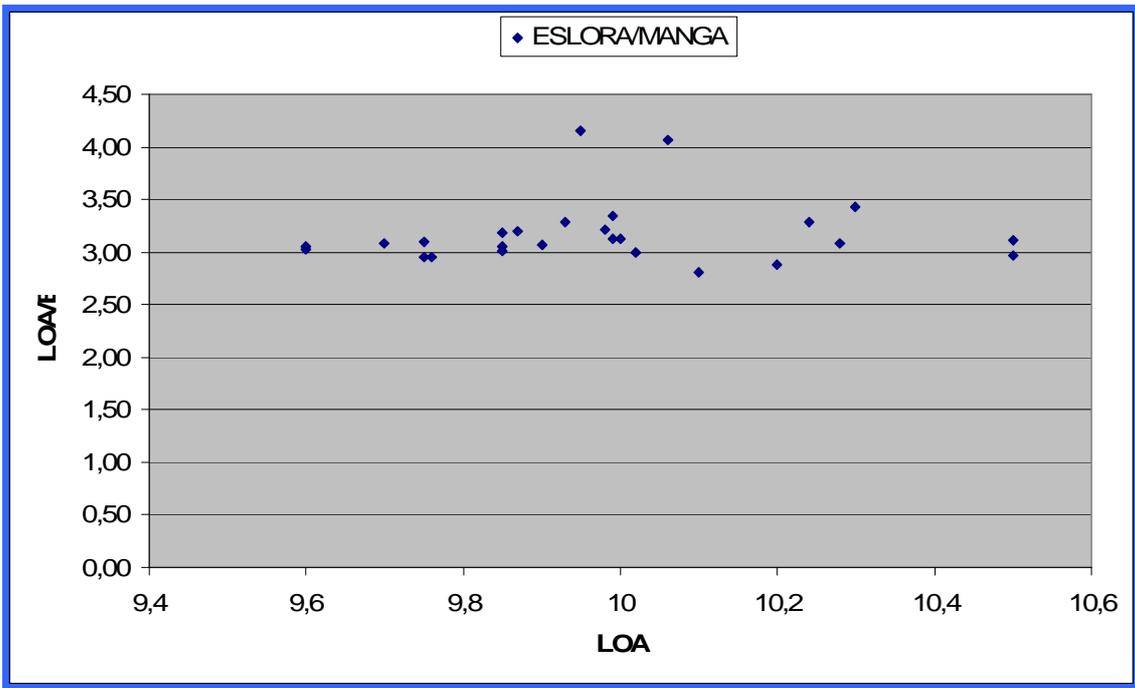
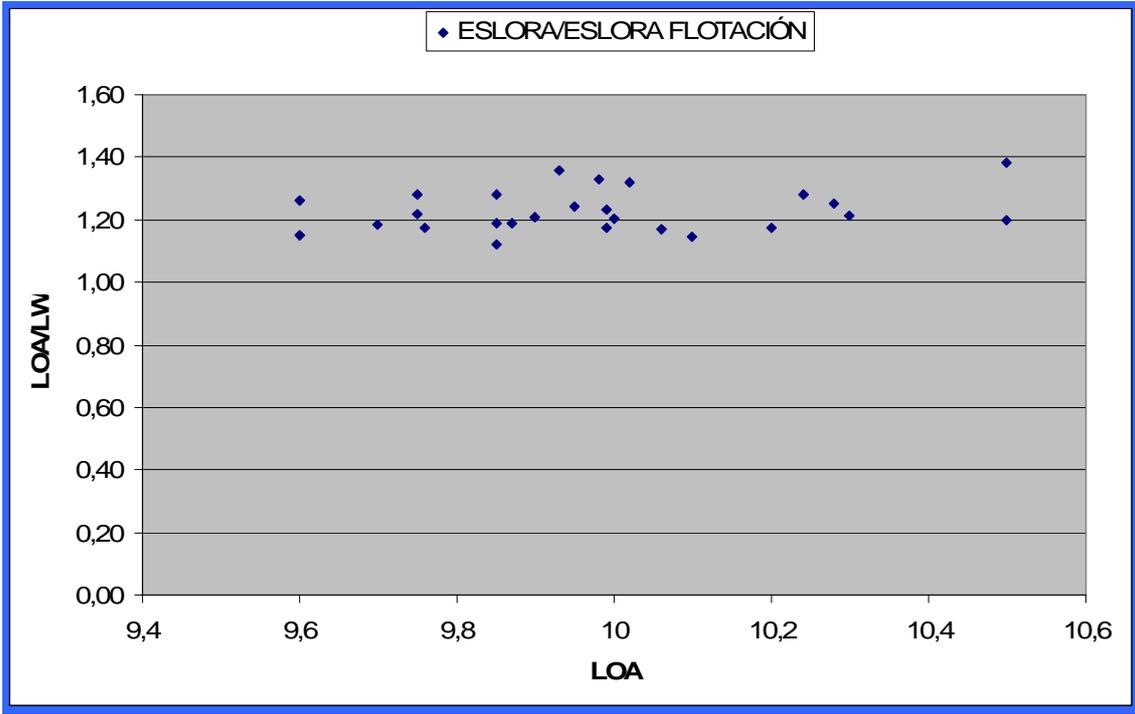
3.2 Base de datos:

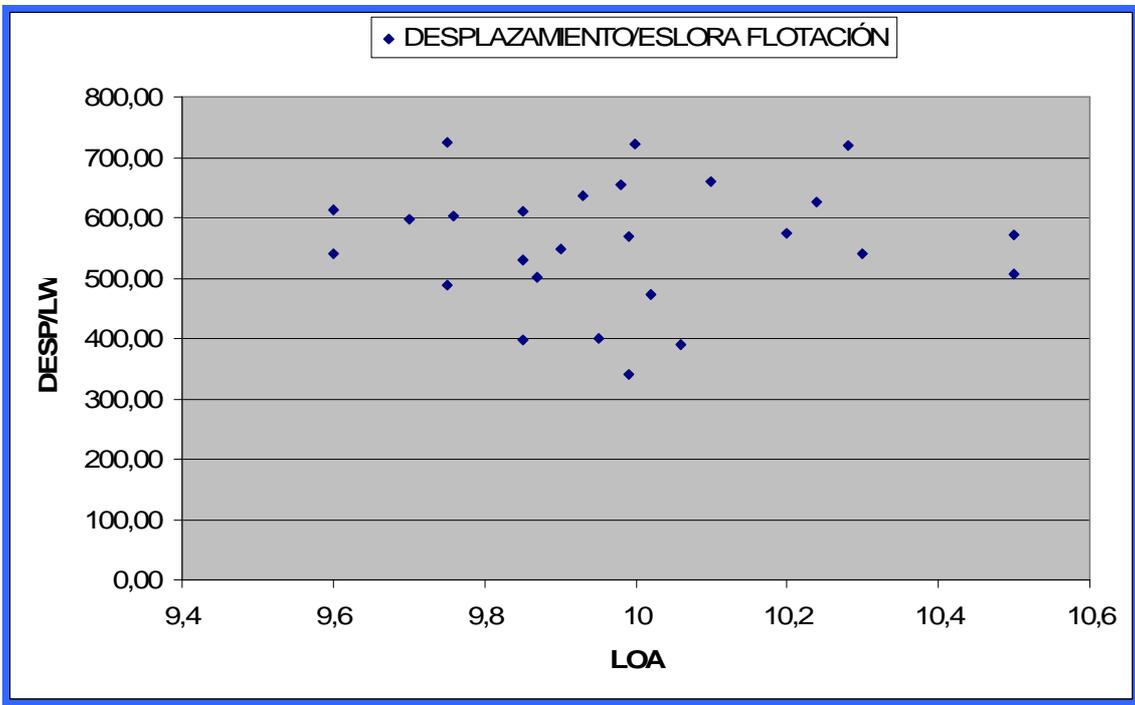
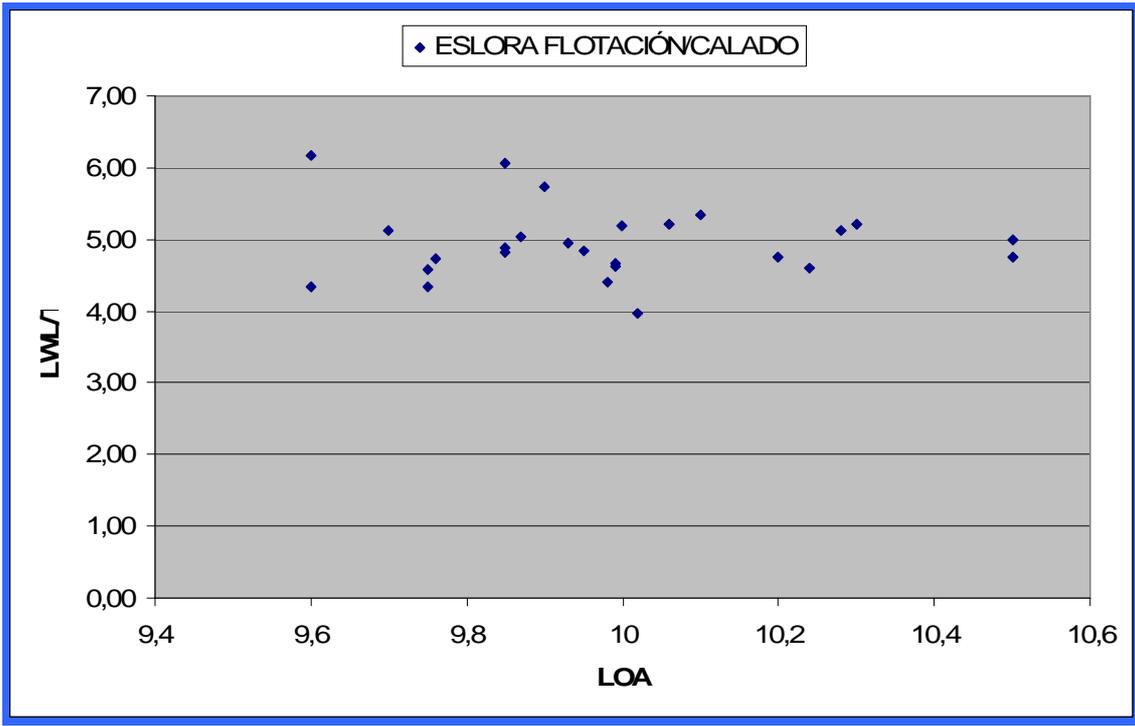
Nº	Nombre:	LOA:	LWL:	B max.:	T max.:	Despl. Rosca (kg)	Lastre (kg)	S.V. CENIDA	Potencia(HP)	Cap. Combustible(l)	Cap. Agua (litros):	Pasajeros
1	Alo 33	9,98	7,5	3,11	1,7	4.900	1.900	44,17	25	90	120	8
2	Aphrodite 101	9,95	8	2,4	1,65	3.200	1600	40,8	9	38	38	6
3	Bianca Riviera	9,76	8,3	3,3	1,75	5.000	1.800	41,329	20	100	130	6
4	Contrast 33	9,87	8,3	3,08	1,65	4.160	1.700	41,71	18	35	65	
5	Espace 1000	10,1	8,8	3,6	1,65	5.800	2.070		40	200	250	6
6	Excel 319	9,75	8	3,3	1,75	3.900	1.650	43,953	18	60	100	
7	Faurby 999	9,99	8,1	3,19	1,75	4.600	2.250		20	50	140	
8	Fortissimo	9,93	7,32	3,02	1,48	4.650	2.000	45,19	13	50	150	
9	Hunter 340	10,2	8,7	3,54	1,83	5.000	1.861	55,645	27	110	285	
10	International 10,06	10,06	8,6	2,47	1,65	3.350	1.500	37,82	7,5	40	60	
11	Kings cruiser33	10,24	8	3,12	1,74	5.000	2.300	41,635	17	100	100	
12	Mamba 33	9,85	8,3	3,27	1,7	4.400	1.850	44,71	18	40	100	
13	Maxi 33	9,9	8,2	3,23	1,43	4.500	1.800	39,77	28	60	135	
14	Najad 320	9,7	8,2	3,15	1,6	4.900	2.200	44,64	28	85	230	
15	Nauticat 32	10	8,3	3,2	1,6	6.000	1.800	53,5	27	250	440	6
16	Nordborg 33	9,75	7,6	3,15	1,75	5.500	2.700		18	60	120	
17	Oceanis Clipper 311	9,85	8,8	3,23	1,45	3.500	1.100		18	70	200	8
18	Omega 34	10,3	8,5	3	1,63	4.600	2.000	50,09	15	50	65	
19	Scanmar 345	10,5	8,75	3,38	1,75	5.000	1.950	50,24	28	70	125	
20	Sirius 32	9,6	8,33	3,18	1,35	5.100	2.300		28	100	170	
21	Sunwind 35	10,5	7,6	3,54	1,6	3.850	2.350	47,23	18	60	120	
22	Trio 96	9,6	7,6	3,15	1,75	4.100	1.850	43,36	15	65	165	
23	Vindo 45	10,28	8,2	3,33	1,6	5.900	2.500	44,73	36	80	180	
24	Vitesse 33 Cabrio	9,85	7,7	3,1	1,6	4.700	1.750		28	100	300	
25	X 102	10,02	7,6	3,35	1,91	3.600	1.600	49,76	18	54	105	
26	X99	9,99	8,5	2,99	1,82	2.900	1.150	47,045	10	30	50	8
	MEDIA	9,98	8,15	3,17	1,66	4542,69	1905,04	45,37	20,77	78,73	151,65	6,86

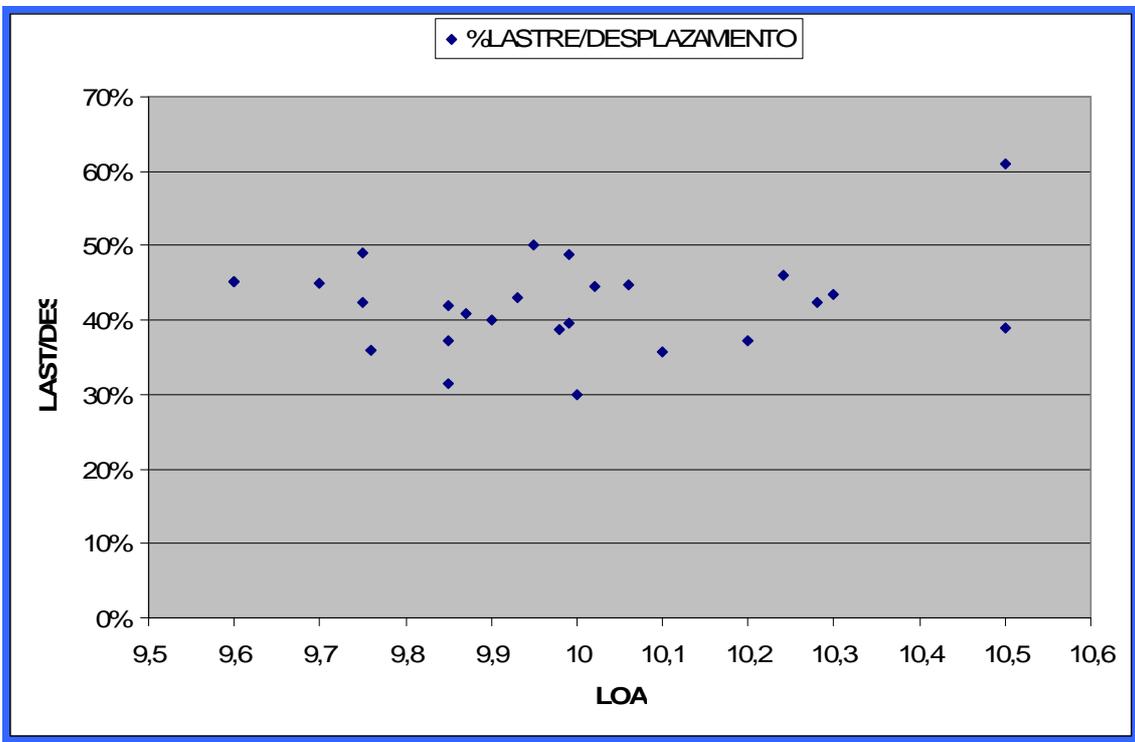
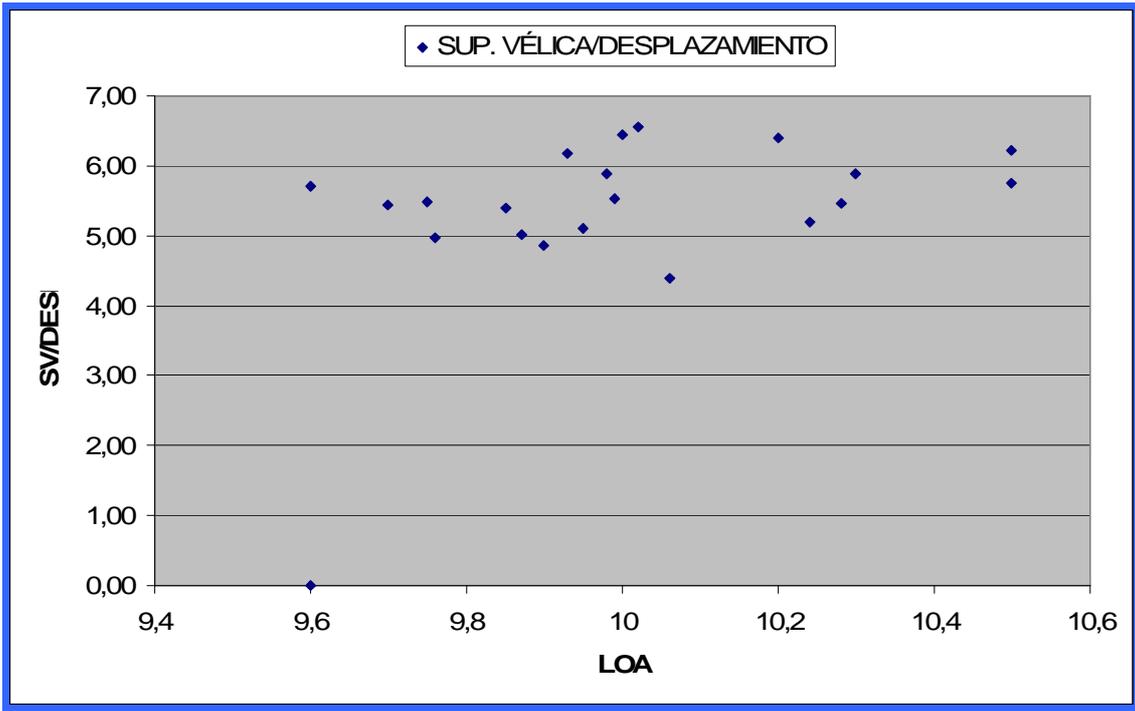
3.3 Valores de las graficas

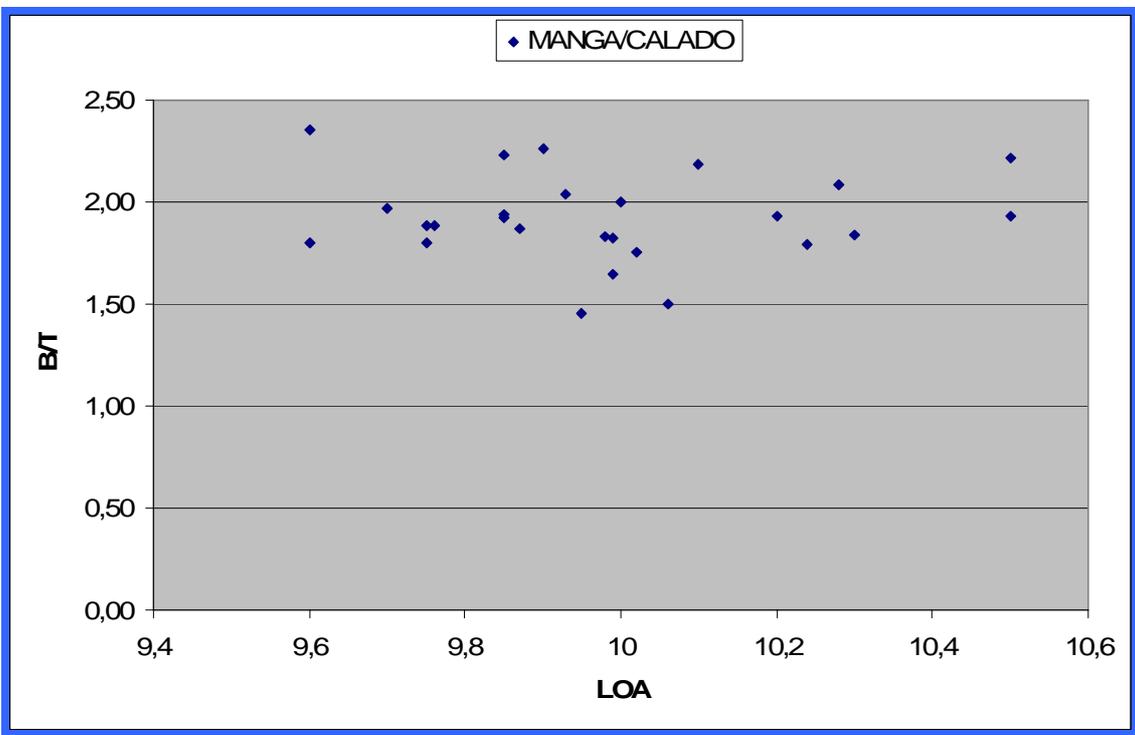
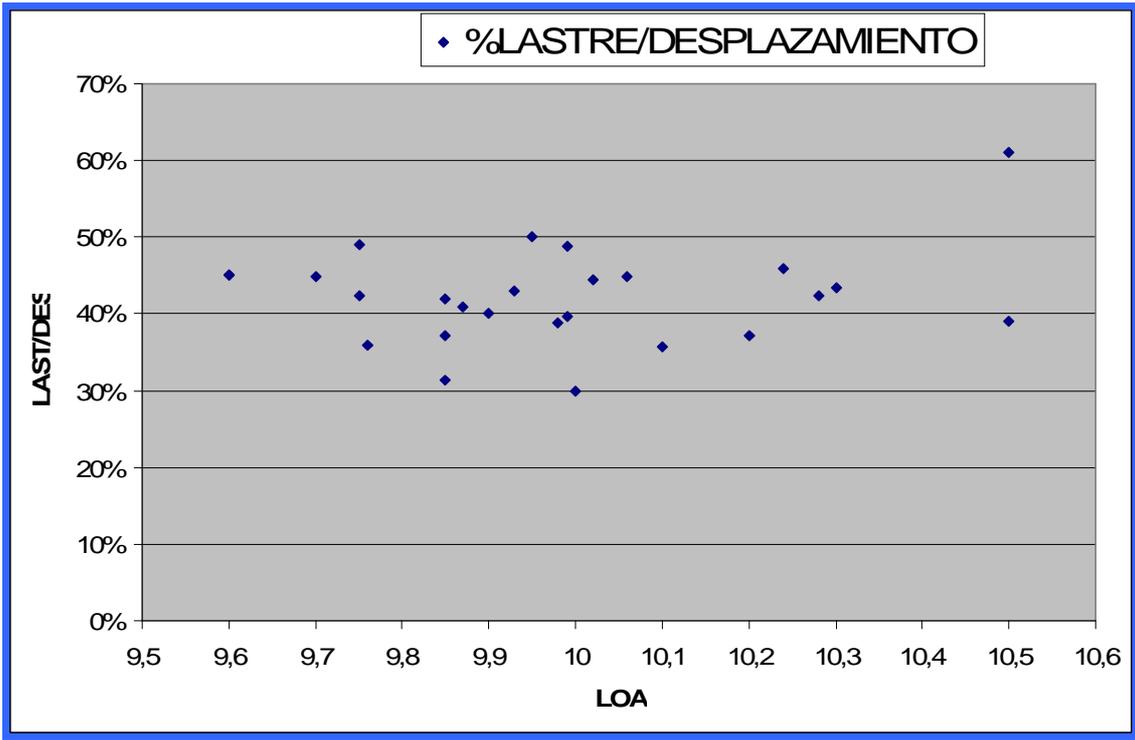
Nº	Nombre:	LOA/LWL	LOA/B	LWL/T	B/T	Δ/LWL	LAST/Δ	LWL/Δ ^{1/3}	SV/Δ
1	Alo 33	1,33	3,21	4,41	1,83	653,33	39%	0,44	5,89
2	Aphrodite 101	1,24	4,15	4,85	1,45	400,00	50%	0,54	5,10
3	Bianca Riviera	1,18	2,96	4,74	1,89	602,41	36%	0,49	4,98
4	Contrast 33	1,19	3,20	5,03	1,87	501,20	41%	0,52	5,03
5	Espace 1000	1,15	2,81	5,33	2,18	659,09	36%	0,49	
6	Excel 319	1,22	2,95	4,57	1,89	487,50	42%	0,51	5,49
7	Faubry 999	1,23	3,13	4,63	1,82	567,90	49%	0,49	
8	Fortissimo	1,36	3,29	4,95	2,04	635,25	43%	0,44	6,17
9	Hunter 340	1,17	2,88	4,75	1,93	574,71	37%	0,51	6,40
10	International 10,06	1,17	4,07	5,21	1,50	389,53	45%	0,57	4,40
11	Kings cruiser33	1,28	3,28	4,60	1,79	625,00	46%	0,47	5,20
12	Mamba 33	1,19	3,01	4,88	1,92	530,12	42%	0,51	5,39
13	Maxi 33	1,21	3,07	5,73	2,26	548,78	40%	0,50	4,85
14	Najad 320	1,18	3,08	5,13	1,97	597,56	45%	0,48	5,44
15	Nauticat 32	1,20	3,13	5,19	2,00	722,89	30%	0,46	6,45
16	Nordborg 33	1,28	3,10	4,34	1,80	723,68	49%	0,43	
17	Oceanis Clipper 311	1,12	3,05	6,07	2,23	397,73	31%	0,58	
18	Omega 34	1,21	3,43	5,21	1,84	541,18	43%	0,51	5,89
19	Scanmar 345	1,20	3,11	5,00	1,93	571,43	39%	0,51	5,74
20	Sirius 32	1,15	3,02	6,17	2,36	612,24	45%	0,48	0,00
21	Sunwind 35	1,38	2,97	4,75	2,21	506,58	61%	0,48	6,21
22	Trio 96	1,26	3,05	4,34	1,80	539,47	45%	0,47	5,71
23	Vindo 45	1,25	3,09	5,13	2,08	719,51	42%	0,45	5,45
24	Vitesse 33 Cabrio	1,28	3,18	4,81	1,94	610,39	37%	0,46	
25	X 102	1,32	2,99	3,98	1,75	473,68	44%	0,50	6,55
26	X99	1,18	3,34	4,67	1,64	341,18	40%	0,60	5,53

3.4 Graficas Comparativas









3.5 Dimensiones principales:

	<u>Pagina</u>
• Eslora total (Loa)	13
• Manga Máxima (Bmáx)	14
• Calado Máximo (Tmáx)	15
• Desplazamiento en Rosca (Δ rosca)	16
• Lastre	18
• Superficie Véllica Ceñida ó Proyectada(SV ceñ.)	19
• Potencia(hp)	19
• Capacidad de combustible	20
• Capacidad de agua	21
• Número de pasajeros	21

- **Eslora total (Loa):**

Se llama eslora total a la longitud total de la embarcación, es decir, la distancia que hay entre el punto más situado a popa y el más situado a proa de nuestra embarcación.

Dicha magnitud ha sido establecida según el empleo que le vamos a dar a nuestra embarcación. Este valor influirá en la habitabilidad, distribución de interiores de la embarcación, el tipo de navegación que se desee tener, así como en la manejabilidad del barco.

Esta dimensión va relacionada con la categoría de diseño a la que vamos a regirnos y por supuesto a las exigencias de nuestro comprador.

Con lo dicho anteriormente estableceremos que nuestra eslora preliminar en unos **10 m.**

- **Manga Máxima (Bmáx):**

Llamamos manga máxima a la distancia máxima que hay de extremo a extremo en sentido transversal de nuestra embarcación, dicha magnitud influye en la estabilidad transversal y de formas, así como a las resistencias desde el punto de vista hidrodinámico.

La variación de este parámetro afectará a:

- La **estabilidad**, al aumentar la manga y mantener el mismo desplazamiento se producirá un aumento de nuestra estabilidad transversal, al contrario que la estabilidad por formas que disminuirá al aumentar la manga ya que la relación es Loa/B_{max} . De este modo, aumentará la estabilidad sin necesidad de que aumente la estabilidad por formas, haciendo que la embarcación tenga formas más estilizadas.
- Un aumento en la manga máxima, con igual desplazamiento, conllevará un aumento en la **resistencia total** (R_t) debido al aumento de la resistencia de fricción (R_f) por el aumento de la superficie mojada del barco, de la resistencia de presión de origen viscoso (R_{pov}) debido al aumento del gradiente de presiones del cuerpo de salida de la embarcación, y por último, de la resistencia por formación de olas (R_w), ya que las formas de proa resultarán más llenas.

Para nuestra embarcación el valor de nuestra manga debe ser considerable ya que debemos alojar a la tripulación lo mejor posible para que su estancia en nuestra embarcación sea lo mas grata posible, siempre manteniendo nuestras formas estilizadas para no perder demasiada velocidad.

De nuestra base de datos obtenemos que nuestros valores oscilen entre 2,4 y 3,6m; por otra parte del estudio estadístico de Larsson obtenemos que sus valores para nuestra eslora oscilen entre 2 y 3,45m.

Como resultado de estos dos intervalos obtenidos y según las características antes descritas que queremos que tenga nuestra embarcación tomaremos como valor preliminar para la manga máxima **3,20m.**

- **Calado Máximo(Tmáx.):**

Llamamos calado máximo a la distancia vertical que hay entre el punto mas bajo de la embarcación hasta donde llega el agua en el casco. Dicho calado es como su propio nombre indica el máximo al que nuestra embarcación puede navegar con garantías de seguridad en cuanto a vuelco o a otras adversidades en un ámbito normal.

Dicho calado nos repercutirá con gran importancia a la vida laboral de nuestra embarcación, ya que a parte de las consecuencias que tenga que tener en nuestra propia embarcación, también nos limitará el acceso a puertos deportivos en el caso de que dicho puerto sea para embarcaciones de menor calado, por eso es un valor que lo debemos mirar con mucho detenimiento.

Por lo anteriormente dicho procuraremos que nuestro calado sea lo mas pequeño posible para abarcar el mayor acceso a puertos de nuestra zona de navegación, al elegir un calado pequeño nos afectará más a delante cuando tengamos que calcular los apéndices.

De nuestra base de datos obtenemos un intervalo de 1,35 y 1,91 metros, por otro lado obtenemos el intervalo del estudio de Larsson, del cual tenemos un intervalo de 1,44 y 1,83 metros,

Al igual que en el caso anterior, el calado relativo va disminuyendo al aumentar la eslora. En el caso de veleros se puede relacionar el calado con la manga y obtendremos una relación bastante valida: $B_{max} = 1.6 \times T$. El valor del calado está relacionado con la relación de aspecto de la orza. Sin embargo cuando la embarcación sobrepasa una determinada eslora, necesita reducir el calado total para no tener problemas de acceso a los puertos, aún en detrimento del rendimiento de la orza, o teniendo que emplear orzas abatibles.

Con todo ello estimo un calado en condición de máxima carga para mi embarcación de **1,77 metros**.

- **Desplazamiento(Δ rosca):**

Llamamos desplazamiento en rosca de una embarcación al peso de la estructura, junto con la maquinaria ya en marcha, equipos y el peso de la habilitación.

Este valor es determinante para nuestra embarcación para aspectos como:

- Estabilidad
- Velocidad que podremos alcanzar
- Tipo de habilitación

Respecto a la estabilidad tenemos que saber que cuanto mayor sea el desplazamiento mayor será nuestra estabilidad por formas, y también conseguiremos que la distribución de interiores sea amplia, por

contrapartida sabemos que disminuirémos algo de velocidad debido a que tendremos más superficie mojada.

Respecto a la velocidad, de todos es sabido por lógica que cuanto menos pese nuestra embarcación la velocidad que podremos alcanzar será mayor, dicha mayor velocidad conlleva unas formas más estilizadas.

Según cada caso nos decantaremos por unas formas o por otras según el tipo de embarcación que estemos buscando, en nuestro caso la embarcación es más de desplazamiento con que preferiremos perder un poco de velocidad pero ganar en comodidad y en amplitud a la hora de diseñar nuestra embarcación para el disfrute de nuestros pasajeros.

Observando nuevamente el estudio de Larsson y por medio de nuestra eslora en flotación ya fijada, obtendremos unos valores mínimos y máximos de desplazamientos tal y como: 2.300 y 5.600 kg respectivamente. Tendremos que tomar en cuenta que dicho estudio de Larsson contiene embarcaciones desde regatas puras a cruceros puros, con lo que contendrá valores totalmente extremos.

Como último punto de este apartado diremos que de nuestra base de datos obtenemos que el intervalo obtenido de las embarcaciones similares es de 2.900 kg y 6.000 kg.

Después de todo esto, y teniendo en cuenta en cuenta los objetivos primordiales de nuestra embarcación que son el bienestar de nuestra tripulación tomaremos un valor para el desplazamiento de **5.000 Kg.**

- **Lastre:**

Según Larsson para una eslora fijada los valores oscilan entre 0,35 a 0,55, donde a mayor valor tendrá mayor protagonismo la estabilidad por pesos. Debido a ello embarcaciones más regateras, al poseer menor desplazamiento necesitan bajar más el C. de G. (KG) para conseguir suficiente estabilidad, por lo que suelen tener una relación de lastre mayor, llegando el caso extremo de algunos Copa América que han llegado hasta el 0,80.

Es de importancia hacer una comparativa con la superficie vélica, ya que al fin y al cabo, la “misión” que tiene el lastre es la de compensar adecuadamente el par de fuerzas que produce el viento en las velas de nuestra embarcación, sin ser excesiva.

De nuestra base de datos obtenemos que el lastre para embarcaciones similares a la nuestra oscila entre unos valores mínimos y máximos de 1100 y 2700 respectivamente.

Para una buena navegabilidad situamos nuestro Lastre en **2000 Kg.**

Como es normal el lastre será Plomo y tiene una densidad de 0,011 kg/cm³.

Con lo que nuestro valor según los estudios de Larsson que divide el lastre al desplazamiento, obtenemos un valor de 0,40, el cual entra en el intervalo fijado para veleros con esta eslora.

- **Superficie Véllica Ceñida ó Proyectada:**

Decir que la superficie vélica varia según el tipo de velero al que nos estemos refiriendo sería acertado decirlo, es decir, para veleros más regateros tendrá que tener un valor de coeficiente mayor a los veleros cruceros.

Dicha superficie vélica influye en la estabilidad, ya que una excesiva superficie vélica conlleva un calado excesivo ya que estos valores están directamente relacionados.

Como nuestro objetivo prioritario es la confortabilidad y la buena navegabilidad fuimos generosos en nuestra manga máxima para poder dotar de buena estabilidad por formas y por la misma razón también hemos intentado darle un buen desplazamiento para poder así tener buena estabilidad por pesos. Todo esto nos da la posibilidad de darle una mayor superficie vélica para aumentar nuestra velocidad sin que ello nos suponga perder suavidad en la navegación.

Teniendo en cuenta que obtenemos de nuestro estudio estadístico unos valores para la superficie vélica ceñida comprendidos dentro del intervalo 37,82 y 55,65.

Por todo lo dicho anteriormente he decidido tomar como mi valor preliminar para la superficie vélica como **45 m²**.

- **Potencia:**

La utilización de los motores en estos tipos de embarcaciones queda muy reducida ya que su potencia propulsora normalmente la obtenemos de las velas, por ello su uso queda casi restringida a la entrada y salida de los puertos y en caso de emergencia por cualquier contratiempo que tengamos en nuestra principal forma de avance.

La potencia que necesitamos por tanto para desplazar nuestra embarcación no debe ser excesiva, partiendo de nuestra base de datos de la cual obtenemos un intervalo de 9 - 40 HP, y considerando que no necesitamos en nuestra embarcación una potencia demasiado grande, por tanto, nuestro valor preliminar de nuestro motor será de **18 HP**.

- **Capacidad de Combustible:**

Este apartado va relacionado con la idea de embarcación que tengamos en mente, es decir, con la autonomía que deseamos tener en la mar, evidentemente según la zona de navegación donde se desarrolle la vida de nuestra embarcación también influirá en la capacidad de combustible que debamos tener.

Con respecto a la zona de navegación diremos que no nos alejaremos mucho de la costa y que su vida transcurrirá como dijimos anteriormente en la especificación técnica en el mar mediterráneo, evitando así las inclemencias climáticas bruscas que conlleva navegar en aguas oceánicas.

De nuestra base de datos obtenemos que para embarcaciones similares a la nuestra, un intervalo el cual representa la capacidad de combustible que llevan según sus necesidades esta comprendido entre 30 y 250 litros.

Por tanto dimensionamos preliminarmente nuestra capacidad en unos **85 litros** de combustible.

- **Capacidad de Agua:**

Dicha capacidad va relacionada con la capacidad de combustible evidentemente ya que ambas tienen en común el factor primordial para ambas que es la autonomía que tenga la embarcación por todo ello ambas estas relacionadas directamente.

De nuestro estudio estadístico de embarcaciones similares obtenemos un intervalo para la capacidad de agua que le corresponde a estos veleros según sus características principales entre 38 y 440 litros.

Recordando que nuestras travesías no van a ser a priori largas no vamos a dotar a nuestra embarcación con una excesiva capacidad, la cual estimamos que será suficiente con unos **200 litros** de agua.

- **Número de pasajeros:**

Como el objetivo prioritario desde los inicios de la creación de nuestra embarcación fue, el de construir un velero con todo tipo de detalles, lo mas confortable y con mas suave navegabilidad posible.

En este apartado que estamos tratando que es el número de pasajeros debemos decir que un excesivo número de ellos podría provocar que una de nuestras premisas no se cumpliera con que vamos a decir que el mayor número de pasajeros que puede albergar nuestra embarcación será la de **6 pasajeros** tomando para una navegación ideal una tripulación de 4 personas.

4. DISEÑO DE LA CARENA

En este capítulo definiremos los parámetros principales en función de datos técnicos-científicos y estudios estadísticos. Definición de parámetros ajenos a la carena que marquen el diseño de ésta.

Lo primero decir que una vez concluido todos los apartados de este capítulo debemos ser capaces de saber con total exactitud y certeza cuales son las formas de nuestra carena para con ello obtener:

- Buena navegación,
- Amplitud en sus interiores,
- Reducir la resistencia al avance,
- Evitar movimientos incómodos como el de cabeceo, que nos puedan privar de la confortabilidad que esperamos obtener.

Dichos datos que de aquí obtengamos estarán basados en el dimensionamiento preliminar hecho en el capítulo anterior y deben estar totalmente acordes con ellos sin ninguna desavenencia.

Lo primero decir que nos tendremos que hacer con el servicio de un software llamado MAXSURF, el cual lo utilizaremos para la obtención de las formas de la carena de una manera visible, una vez definida con exactitud. Si al meter los datos de nuestra carena en el programa observamos que los valores de los coeficientes obtenidos no son los que debieran, se afinaran dichas formas de forma reiterada hasta que consigamos el casco que cumpla con nuestros requerimientos.

Como introducción a los términos que vamos a definir debemos de marcar unas directrices, las cuales se deben basar y deben estar de acuerdo todos ellos:

La forma de las secciones transversales como es sabido pueden ser en U y en V, conociendo también que hay muchas variaciones de ellas, pero de una manera general solo hay dos. En nuestro caso las secciones transversales próximas a proa que cogemos serán en U, dicha forma esta mas extendida en la construcción de veleros debido a su mayor versatilidad en todas las posiciones respecto a la superficie del agua, adaptándose mejor a los distintos rumbos y situaciones. En las secciones de popa serán voluminosas para ganar habitabilidad en los interiores y una mayor estabilidad. Por último adelantar que la sección de la maestra irá a popa de la central ya que conseguimos una entrada de agua particularmente fina, dependiendo del Coeficiente prismático.

Para empezar el diseño de mi carena expondré cual es el tipo de embarcación que estoy buscando.

Como he dicho en varias ocasiones, deseamos que nuestra embarcación tenga un desplazamiento importante, que le de una buena estabilidad inicial por pesos unida a una considerable amplitud de espacios interiores con una bañera importante que contribuya a la comodidad en los trayectos, aunque siempre manteniendo un cierto compromiso con la estilización de las formas, que permita el disfrute de una velocidad razonable.

Para definir más correctamente el tipo de carena a que me refiero, y utilizando la terminología empleada en los cálculos de la resistencia residual del barco mediante las Series Delft, diré que la carena de mi embarcación corresponde a las denominadas de “Desplazamiento Medio – Alto”.

Los términos a estudiar esta vez serán los siguientes:

	PAGINA
4.1. Superficie mojada	24
4.2. Eslora en la flotación	25
4.3. Calado del casco	27
4.4. Número de froude (Fn)	28
4.5. Posición longitudinal del centro de carena	29
4.6. Coeficiente prismático (Cp)	31
4.7. Desplazamiento máxima carga	32
4.8. Desplazamiento del casco sin apéndices	32
4.9. Francobordo	33

4.1. Superficie mojada

También llamada obra viva, se le llama a la parte del casco de la embarcación que se encuentra sumergida en el agua.

La superficie mojada es un parámetro que va relacionado con las dimensiones del barco, su aumento o disminución varía en función de ellos, es decir, una embarcación con un determinado peso tendría una superficie mojada, en el caso de que su peso aumente o disminuye, la superficie mojada que tengamos en ese momento aumentará o disminuirá, hasta que la embarcación quede nuevamente en equilibrio. Este es solo un ejemplo de cómo le puede afectar un simple cambio de pesos a la superficie mojada.

La variación de la superficie mojada lleva consigo unos cambios en la navegación fundamentales, como cambio en la velocidad de navegación.

Pongamos el hipotético caso de aumentar la superficie mojada, esto conlleva que la resistencia que la embarcación tiene al avance aumenta, ya que aumenta una de las resistencias que mayor valor tiene dentro de la resistencia al avance como es la resistencia por fricción.

Como hemos dicho anteriormente las formas de nuestra embarcación serán llenas ya que nuestro velero será de desplazamiento, por lo que tendremos que tener en cuenta dentro de las diferentes tipos de resistencias será el de resistencia por fricción y al que menos importancia pero siempre manteniendo alguna la resistencia por formación de olas.

Basándonos en los estudios de Larsson obtenemos que para la relación SV/SM obtiene unos valores los cuales son factibles para la utilización en el diseño de veleros los cuales comprenden entre 2 y 2,5 la realización anteriormente expuesta y que según Larsson a partir de una superficie vélica dada podemos conocer a priori cual será (dentro de un intervalo) la superficie mojada que le corresponderá.

Para no salirnos de los estudios de Larsson y manteniendo en mente que nuestra primera resistencia al avance va a ser la causada por fricción, tomaremos una superficie mojada de **20 m²**. Que supondría en torno de un 2,4 en la relación SV/SM, en la cual basa su estudio Larsson.

4.2. Eslora en la flotación (Lwl):

Se denomina a esta eslora a la distancia medida desde los puntos más extremos de la línea de flotación, es decir, hasta donde llega el agua alrededor del caso. Llamaremos lanzamiento a la distancia que hay entre la eslora total y la eslora en la flotación según sea esa magnitud diremos que tiene mayor o menor lanzamiento.

Su valor influye principalmente en el cabeceo, resistencia por fricción y por formación de olas.

Como nuestro velero va a ser un crucero costero y queremos una navegación tranquila y sin muchos movimientos de cabeceo para el disfrute de la navegación a los tripulantes, para ello debemos tener una eslora en la flotación pequeña obteniendo así un lanzamiento de proa considerable, y como inconveniente nuestra velocidad de crucero se verá disminuida ya que aumenta la resistencia por formación de olas, pero también tendremos una disminución de nuestra resistencia de fricción ya que nuestra superficie mojada u obra viva será menor, todo ello nos conduce a una navegabilidad más confortable que eso es nuestro objetivo.

Adjuntando los estudios de Larsson, el cual dice que la relación Loa/Lwl para una eslora en la flotación dada, nos da unos valores aproximados de Lanzamiento en proa y popa. Para embarcaciones ligeras tienen un valor bajo de esta relación (entre 1,08 y 1,20 aproximadamente), mientras que embarcaciones mas pesadas tendrán valores mas altos de esta relación (entre 1,25 y 1,38 aproximadamente). En conclusión, mediante unos sencillos cálculos, teniendo en cuenta el estudio estadístico anteriormente realizado, y tomando 1,25 como relación Loa/Lwl , ya que será una embarcación de características más marineras.

De nuestra base de datos obtenemos un intervalo entre las que oscilan las esloras en flotación de las embarcaciones tomadas que es 7,3 - 8,8 metros.

Con todo ello obtenemos un valor preliminar para nuestra eslora en flotación de **8 metros**.

4.3. Calado en el Casco(Tc):

Llamamos calado en el casco al calado de una embarcación sin contar la orza de dicha embarcación, es decir, la distancia vertical que hay desde el punto mas bajo de nuestra embarcación hasta la línea de agua, sin contar los apéndices.

Dicho dato nos dará una primera aproximación a cual será el desplazamiento de nuestra embarcación.

Según el estudio de Larsson el cual relaciona la eslora en flotación con el calado en el casco, en función del tipo del barco y consecuentemente de su coeficiente prismático, obtenemos que para embarcaciones de desplazamiento medio el valor típico es de 18, embarcaciones ultraligeras pueden llegar hasta a 26 y embarcaciones crucero de desplazamiento alto su Lwl/Tc puede llegar a 12.

Considerando nuestra eslora en flotación que es 8 metros, obtenemos un intervalo de 0,48 y 0,61.

En nuestro caso queremos construir una embarcación crucero-regata por lo que nuestro coeficiente prismático va a ser considerable, procurando conseguir el mayor espaciado en interiores para adquirir la mayor comodidad y confort posibles, para así hacer lo más placentera posible la estancia durante la navegación.

Considerando estos matices de nuestra embarcación consideraremos que nuestro calado en el casco (Tc) será de **0,51 metros**.

4.4. Número de Froude

En este apartado nos referiremos a la resistencia al avance, especialmente a la resistencia por formación de olas, que depende fundamentalmente de la velocidad con la que se desplaza nuestra embarcación y de la eslora en flotación que tenga el mismo.

$$Fn = \frac{V}{(g \times Lwl)^{1/2}}$$

En este apartado un valor importante es la velocidad de la embarcación, ya que va a decidir hasta que momento un aumento de la velocidad será viable, es decir, debido a que nuestra embarcación se mueve por el agua va generando un tren de olas, el cual provoca una determinada resistencia en nuestra embarcación, cuando la longitud de ola es igual a la eslora en flotación de nuestra embarcación dicho resistencia aumentará exponencialmente con la velocidad. Dicho suceso suele hacer apariencia para un número de Froude igual a 0,45.

Es sabido que en función a la velocidad con la que una embarcación se desplace hay tres tipos de regímenes de navegación, los cuales son:

- Régimen de desplazamiento ($Fn < 0,35$)
- Régimen de semidesplazamiento ($0,35 < Fn < 0,45$)
- Régimen de planeo ($Fn > 0,45$)

Para una eslora en flotación de 8 metros y una velocidad estimada de 6,5 nudos, obtenemos un nuestro número de Froude de **0,38**.

Dicho valor influirá directamente en otros parámetros del diseño, como el coeficiente prismático, posición longitudinal del centro de carena....etc.

4.5. Posición long. del centro de carena (LCB)

En primera instancia definiremos que es el centro de carena:

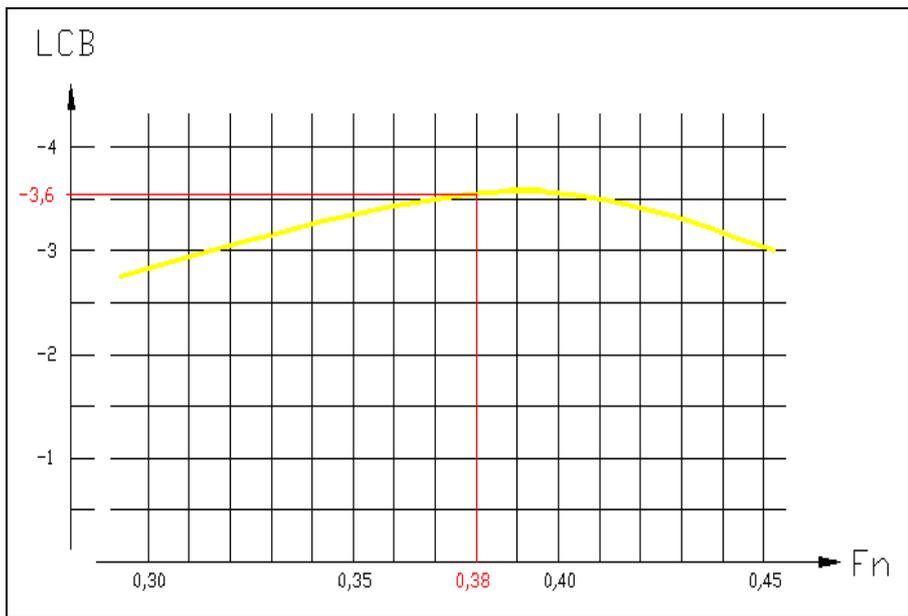
Llamamos Centro de Carena al centro de gravedad geométrico del volumen sumergido (carena). En dicho punto es donde se aplica el vector empuje que el fluido en nuestro caso el agua aplica sobre el cuerpo que se encuentre sumergido en él, en este caso la carena de nuestra embarcación. Hemos de decir que dicho punto de aplicación varía según variemos la superficie que se encuentre sumergida, caso como cabeceos, escoras, trimados, etc.

La posición del centro de carena influirá en varias resistencias variándolas según cual sea la posición de dicho centro, a las resistencias que influye son:

1. Resistencia de presión de origen viscoso: cuanto más a proa situemos dicho centro más reducirá la resistencia de este tipo.
2. Resistencia por formación de olas: cuanto más a proa situemos dicho centro más aumentará la resistencia de este tipo.
3. Resistencia residual:

Recordando nuevamente que como nuestra embarcación es de desplazamiento nuestra resistencia más importante a valorar es la resistencia de origen viscoso y la menos la creada por formación de olas intentaremos situar por la razón anteriormente expuesta el punto longitudinal del centro de carena lo más a proa posible.

Para conocer la posición idónea del centro de carena, recurriremos a una grafica que dependiendo del valor de Froude obtendremos nuestro valor idóneo para situar el punto longitudinal del centro de carena. Dicha tabla parte de un estudio de una serie de veleros que varían desde una embarcación de desplazamiento pesado a una de desplazamiento ligero, son las llamadas Series Delft.



Entrando en la tabla con un valor de Fn igual a 0,38 obtenemos un valor de LCB en % de: **3,6 a popa** de la sección maestra.

Este parámetro, junto con el coeficiente prismático nos servirá de guía a la hora de diseñar el velero por ordenador, sirviendo para que según modifiquemos las formas, no nos desviemos de los parámetros establecidos.

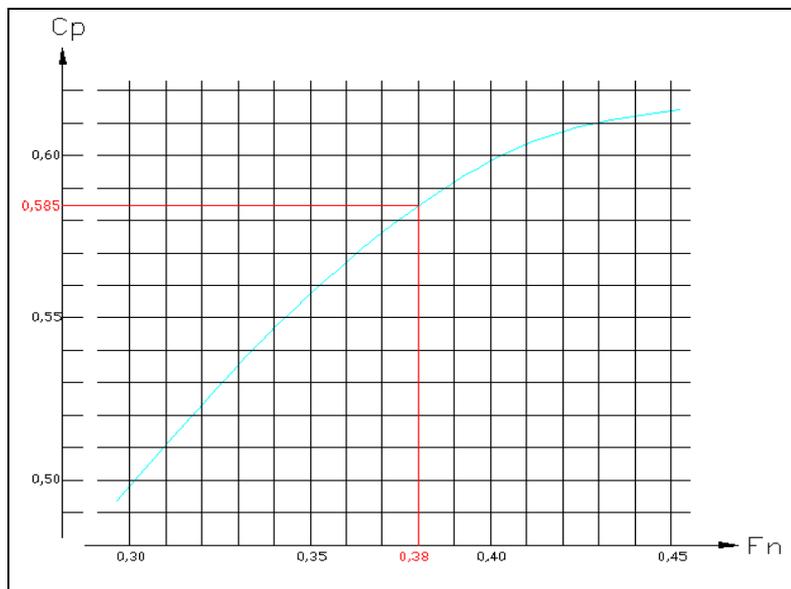
4.6. Coeficiente Prismático (Cp)

Como casi todos los coeficientes de formas, es un dato adimensional que compara el volumen del desplazamiento con un prisma que lo contenga. Nos indica la distribución del volumen de la obra viva a lo largo de la eslora del casco.

A la hora de definir el valor de dicho coeficiente debemos estudiar bien el tipo de velero y las características que buscamos durante la navegación ya que este coeficiente a parte de afectar por supuesto a las formas de nuestra carena, influirá en la resistencia al avance por lo que tenemos que tener mucho cautela a la hora de definirlo.

Para cada valor de Froude existe un valor óptimo de coeficiente prismático que dotará a nuestra embarcación de las características de penetración que minimicen la resistencia del agua al avance.

Dicha relación de valores la podemos apreciar en el libro “Principles of Yacht Design”



Entrando en dicha tabla con un valor de número de Froude de 0,38 obtenemos un coeficiente prismático de: **0,585**.

4.7 Desplazamiento Máxima Carga

Llamamos desplazamiento de máxima carga al desplazamiento en rosca sumándole tripulación, pertrechos, capacidad de agua y de combustible.

Dicho valor se situará entre el valor de desplazamiento en rosca y el total:

DESPLAZAMIENTO EN ROSCA	EN	5000 Kg.
TRIPULANTES Y PERTRECHOS (6x100 Kg.)	Y	600 Kg.
CAPACIDAD DE AGUA		200 Kg.
CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE	DE	85 Kg.
DESPLAZAMIENTO MAXIMA CARGA		5885 Kg.

4.8 Desplazamiento del casco

Sabiendo el desplazamiento de diseño podemos averiguar el desplazamiento del casco sin apéndices de una manera muy sencilla, tal como restar el desplazamiento de la orza, por lo que debemos averiguar cual es el empuje que le produce, y con respecto al otro apéndice de nuestra embarcación que es el timón despreciamos el empuje que pueda suministrar.

Para calcular el empuje de la orza suponemos que todo el lastre esta situado en ella, este supuesto es debido a la experiencia anterior vista en

otras embarcaciones, la razón de ello es la de bajar lo máximo posible el centro de gravedad.

PESO DEL LASTRE	2000 Kg.
DESIDAD DEL MATERIAL: PLOMO	11340 Kg./m ³
VOLUMEN DEL LASTRE	0,176 m ³
EMPUJE	0,176 x 1025= 180,4 ~ 180 Kg.

$$\Delta \text{ del casco} = \Delta \text{ rosca} - \Delta \text{ orza} = 5000 - 180 = \mathbf{4880 \text{ Kg.}}$$

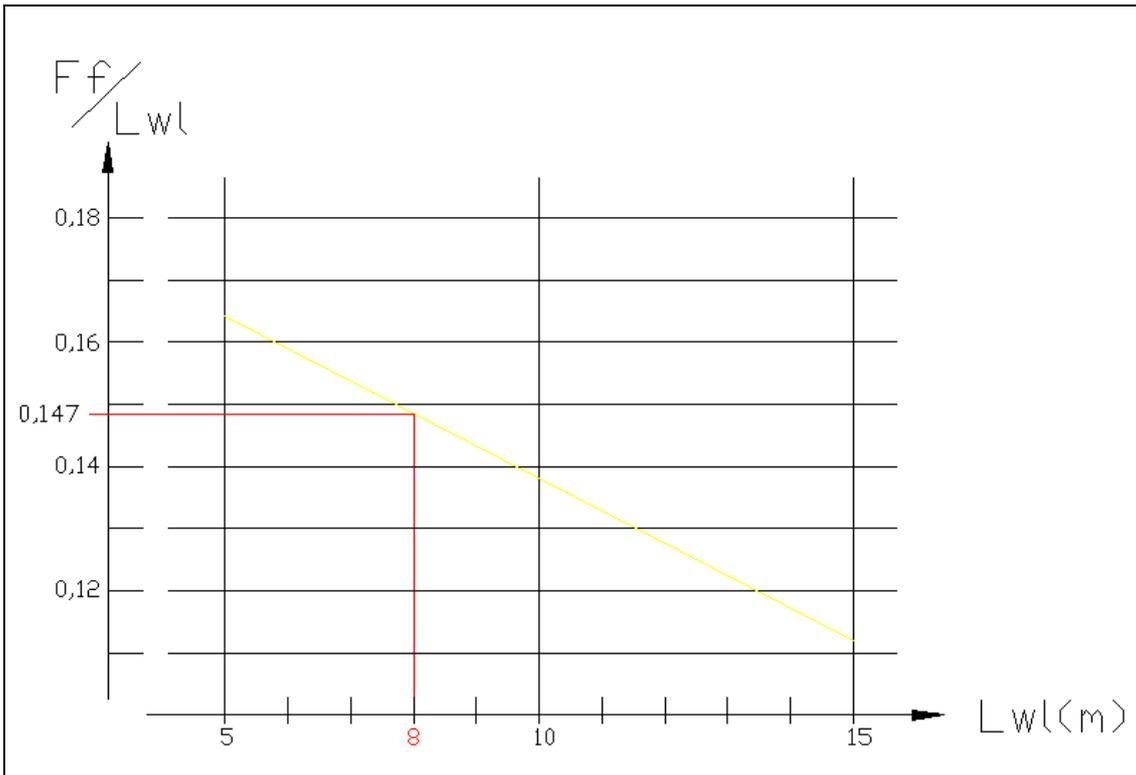
4.9. Francobordo (Ff)

Llamamos francobordo a la distancia vertical que hay entre la línea formada en el casco por el agua cuando se encuentra en máxima carga la embarcación y la parte mas alta del casco..

Basándonos nuevamente en los estudios de Larsson obtenemos que la relación de: francobordo/eslora de flotación, va disminuyendo proporcionalmente con el aumento de la línea de flotación, ya que una vez sobrepasado la medida mínima exigida por las alturas interiores, ya no parece necesario seguir aumentando el francobordo.

Tenemos que tener en cuenta los efectos del francobordo como:

- Mayor abatimiento de la embarcación.
- Aumento de la estabilidad por formas positiva a grandes ángulos de escora.
- Riesgo de elevación del centro de gravedad.



Entrando en la gráfica anterior con un valor de eslora en la flotación, anteriormente calculado de 8 metros, obtenemos una relación $Ff/Lwl=0,147$ por lo que obtendremos un valor preliminar de francobordo de **1,17 metros**.

4.10. RESUMEN DE DIMENSIONES PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	10 m
ESLORA EN LA FLOTACIÓN	8 m
MANGA MÁXIMA	3,20 m
CALADO MÁXIMA CARGA	1,77 m
CALADO DEL CASCO	0,51 m
DESPLAZAMIENTO ROSCA	5000
LASTRE	2000
S.V. CEÑIDA	45 m²
POTENCIA	18 HP
CAPACIDAD COMBUSTIBLE	850 litros
CAPACIDAD AGUA	200 litros
Nº PASAJEROS	6
SUPERFICIE MOJADA	20 m²
NUMERO DE FROUDE	0,38
POSICION CENTRO CARENA	3,6% PP DE C. MAESTRA
COEFICIENTE PRISMÁTICO	0,585
DESPLAZAMIENTO MAXIMA CARGA	5885 Kg.
DESPLAZAMIENTO DEL CASCO	4880 Kg.
FRANCOBORDO	1,17

*Estos valores son preliminares.

5. DISEÑO DE APÉNDICES (orza y timón)

En este capítulo haremos una breve descripción teórica de la generación de fuerzas de sustentación hidrodinámica. Definición de parámetros y dimensiones principales en función de datos técnicos-científicos y estudios estadísticos. Desarrollo del plano de apéndices.

A continuación me dispongo a presentarles el diseño de los apéndices, los cuales lo forman la ORZA y el TIMON, antes de ceñirme a nuestra embarcación vamos a hacer una pequeña introducción para analizar cuales son las principales funciones que desempeñan estas partes de nuestro velero.

- Las funciones principales de una orza son:

-Función Hidrodinámica: La orza ha de generar una sustentación (“L”) que contrarreste el esfuerzo lateral de las velas (abatimiento) con el menor ángulo posible de modo que la embarcación tenga buen rendimiento en ángulos cerrados de viento. Sin embargo tan importante como la sustentación que genere la orza es su resistencia y ha de tratar que sea mínima.

-Función Adrizante: Debe servir de ubicación del lastre fijo, de manera que se consiga la estabilidad necesaria para soportar la superficie vélica dentro de ángulos de escora razonables.

- Las funciones principales del timón son:

-Dotar a la embarcación de la suficiente maniobrabilidad en caso de tener que hacer alguna maniobra brusca y de imprevisto bien sea ocasionada por causas de la mar o por otra circunstancia ajena a las inclemencias climatológicas.

-Proveer estabilidad direccional a nuestra embarcación, nos referimos a que no variemos de nuestra dirección de navegación con relativa facilidad.

-Aportar ayuda a la orza en la función de generar fuerza lateral para contrarrestar la fuerza creada por las velas.

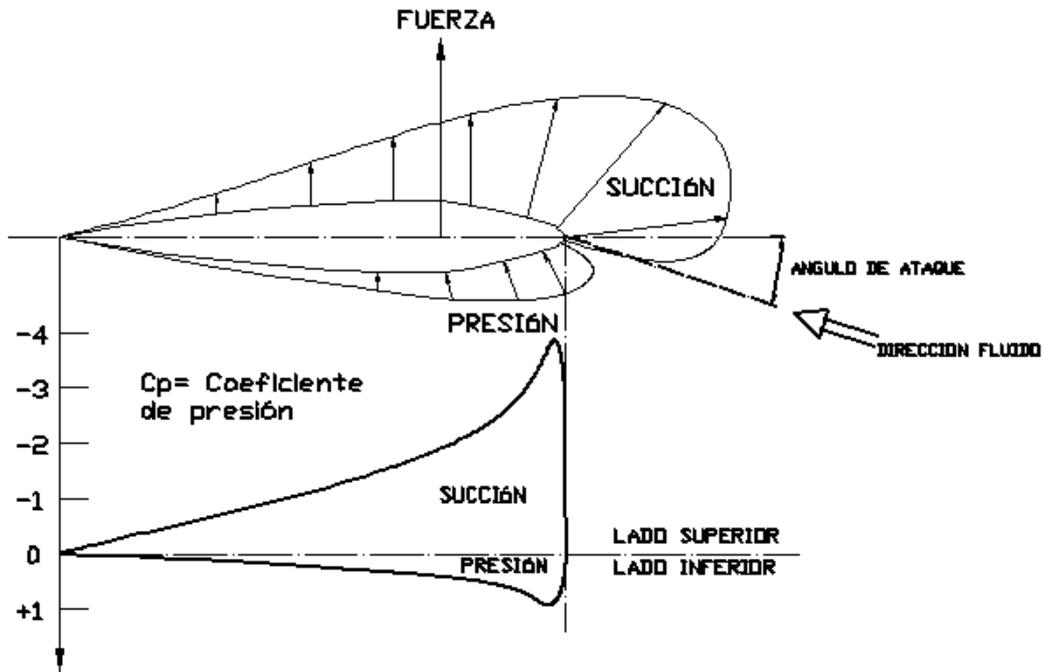
5.1. FUNCION HIDRODINAMICA:

Si situamos un cuerpo, tal como en este caso una orza, en movimiento dentro de un fluido (en este caso agua) puede representarse mediante el uso de líneas de corriente (streamlines).

Si el cuerpo es simétrico, como es el caso de la orza, y el fluido es ideal, llamando ideal a un fluido no afectado por la viscosidad, obtenemos que las líneas de corriente antes nombradas fluyen simétricamente en ambas caras del cuerpo, existiendo una línea divisoria, al punto de aplicación de dicha línea se le llama Punto de Estancamiento y en él la velocidad del fluido es cero.

La presión total es P_t es igual a la suma de la presión estática del fluido, P , y la presión dinámica q , la cual según la ecuación de Bernoulli es igual a $\frac{1}{2}\rho V_o^2$, donde V_o es la velocidad del fluido antes de ser alterado por el cuerpo.

Sin embargo cuando el cuerpo en movimiento alojado en el fluido no es simétrico o siendo simétrico se enfrenta con un ángulo de ataque al fluido, como el de la figura que a continuación se presenta.



Si ahora prestamos atención a lo anteriormente expuesto a estudio de la líneas de corriente, observamos que ahora al tener cierto ángulo de ataque, las moléculas de agua que llegan ambas con la misma velocidad y al mismo tiempo al cuerpo en este caso la orza, como ambas moléculas han de volverse a unir antes de salir del cuerpo sumergido lo que conlleva que una de la molécula debe recorrer mas distancia que la otra en el mismo tiempo por lo que debe ir a mas velocidad que es lo mismo debe ir a menos presión.

Esta diferencia de presiones entre las caras del cuerpo sumergido y en movimiento provoca que dicho cuerpo se vea afectado por una succión o empuje perpendicular a la dirección del fluido y en sentido ascendente. A esta succión o empuje lo llamamos Fuerza de Sustentación.

Ahora que nos encontramos hablando sobre el término de F. de Sustentación es el momento de nombrar también al Angulo de Barrena. El ángulo de barrena podría ser un ángulo mas de ataque con el que la líneas de corriente atacan a la orza, pero dicho ángulo es especial ya que a

este ángulo no hay sustentación debido a que dicho ángulo es muy grande por lo que la F. de sustentación disminuye y la resistencia aumenta. Dicho ángulo depende de:

- La velocidad del fluido respecto al cuerpo en este caso la orza
- Relación de grosor/cuerda perfil
- Tipo de sección del perfil.

Dicho estudio explica el funcionamiento de otros cuerpos que están en nuestra vida cotidiana y de los cuales muy probablemente desconocíamos su modo de funcionar, como:

- Los timones
- Alas de aviones
- Generadores eólicos
- Navegación a vela.

5.2. FUERZAS QUE INTERVIENEN EN LA NAVEGACIÓN:

A continuación hablaremos de las fuerzas de resistencia que intervienen en la navegación, cuales son sus efectos en la embarcación y como se subsana o cual es la alternativa para poder evitar lo máximo posible esa resistencia al avance.

Nuestra orza se va a ver afectada por las siguientes resistencias al avance:

- **Resistencia de fricción** la cual depende de:
 - La densidad del fluido en el que se esté desplazando, en este caso es el agua que es 1,025
 - La longitud del cuerpo.
 - La superficie en contacto con el fluido(el agua)

Tenemos que tener algo muy presente y es que la resistencia de fricción no varia con el ángulo de ataque, dicho dato es importante ya que se puede llegar a pensar que al variar el ángulo de ataque y aumentar o disminuir la velocidad de nuestra embarcación puede llegar al error de pensar que es debido al aumento o disminución de la fuerza de resistencia de fricción.

Dicha resistencia es aplicada sobre el área mojada.

- **Resistencia de formas**

Debida a la separación del fluido en la parte posterior del cuerpo. De la importancia de afinamiento en el diseño de la orza. Dicha resistencia es aplicada sobre el área proyectada.

- **Resistencia Inducida**

Surge cuando el fluido se ve afectado por una corriente descendente que cambia la dirección y reduce el ángulo de ataque por lo que disminuye la fuerza de sustentación y aumenta la resistencia.

Dicha resistencia es aplicada sobre el área proyectada.

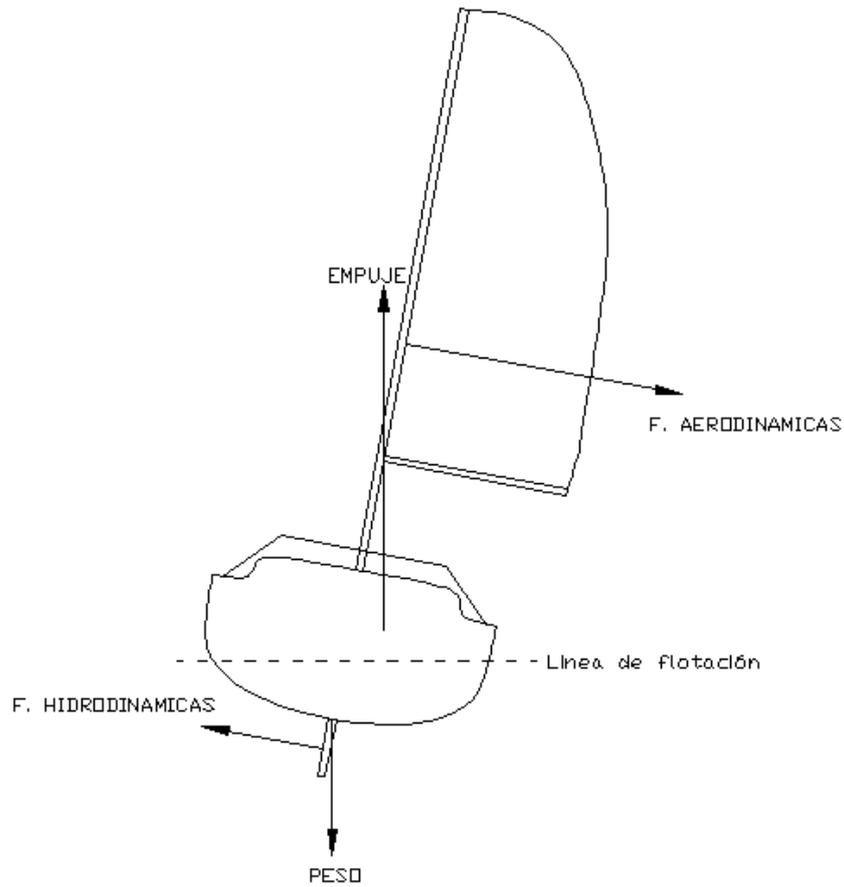
- **Resistencia por formación de olas**

Dicha resistencia no es ni mucho menos la más importante en este tipo de embarcaciones pero si debemos de tenerla muy en cuenta cuando debido a la escora de la orza, el extremo se aproxima a la superficie del agua.

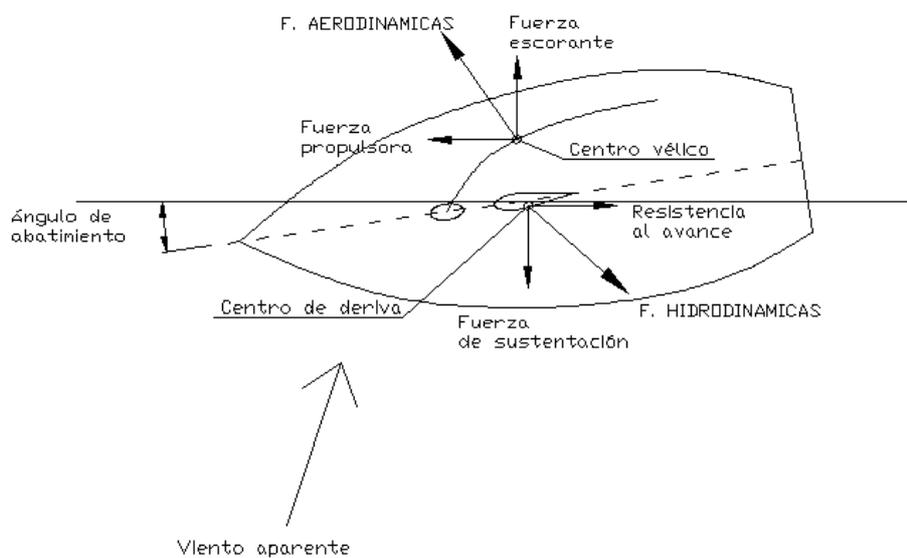
En el caso de que nuestra embarcación navegase en ceñida, lo haría con un determinado ángulo de abatimiento, debido a que, para un ángulo de viento aparente dado provocan unas fuerzas aerodinámicas en las velas e hidrodinámicas en la orza las cuales se contrarrestan y mantienen el equilibrio a la embarcación. Llamando viento aparente a la velocidad del aire respecto al perfil aerodinámico, cuya velocidad depende de la velocidad de la embarcación y la velocidad del viento real y la dirección de éste con respecto a la embarcación.

En definitiva tenemos:

En sentido transversal tenemos fuerzas aerodinámicas y fuerzas hidrodinámicas, como anteriormente hemos expuesto y además tenemos las fuerzas originadas por el peso de nuestra propia embarcación y por el empuje que el agua origina en nuestra embarcación, dichas fuerzas unificadas mantienen un equilibrio el cual conlleva que la embarcación se mantenga a flote y con una buena estabilidad para proporcionar a los tripulantes una buena confortabilidad.



- En sentido longitudinal las fuerzas de resistencias antes citada y por supuesto la fuerza propulsora que debido a la superioridad de dicha fuerza a la suma de todas las resistencias hace que nuestra embarcación avance.



5.3. DISEÑO DE LA ORZA

En este apartado despejaremos por medio de estudios como el de Larsson y estudios en canales de experiencias como el de Delf University of Technology para diseñar la orza que nos pueda proporcionar la fuerza de sustentación que necesitamos, sin llevar con ello una excesiva resistencia al avance, ni tampoco un excesivo calado, que como ya sabemos, es un valor de nuestro barco bastante limitado ya que nos delimita el acceso a puertos.

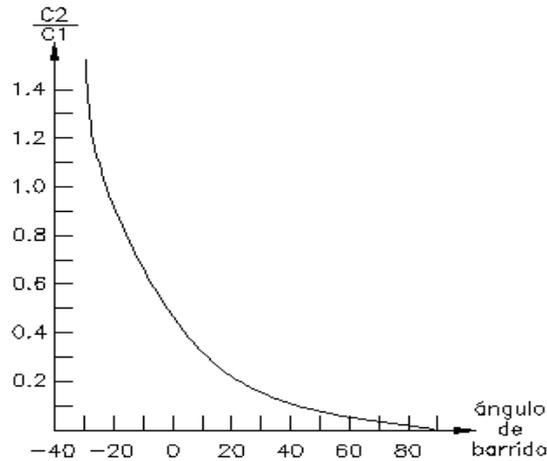
Comenzaremos recalcando nuevamente que el objetivo primordial de la orza es producir la fuerza necesaria de sustentación que contrarreste el abatimiento creado por la fuerza aerodinámica en las velas.

De los estudios de Larsson podemos partir de unos datos preliminares el cual nos aproxima al área lateral que debemos poner en nuestra embarcación, dicho estudio aconseja que el área lateral de la orza de un velero debe estar entre el 2,75% a 3,5% del valor de la superficie vélica que lleve dicho velero para embarcaciones de crucero/regatas. De aquí podemos deducir que cuanto más regatera sea la embarcación el porcentaje debe ser menor, por lo que la superficie de la orza sería también menor y la velocidad de diseño de la embarcación será mayor. Lo mismo ocurre si la relación de aspecto de la orza es alta.

Otros factores que intervienen en el rendimiento de nuestra orza son:

- Su relación de afinamiento: cuerda en el extremo/cuerda en la base, $(C2/C1)$
- Su ángulo de barrido hacia atrás o sweep back angle.

A continuación veremos una grafica determina las relaciones de afinamiento con el ángulo de barrido.

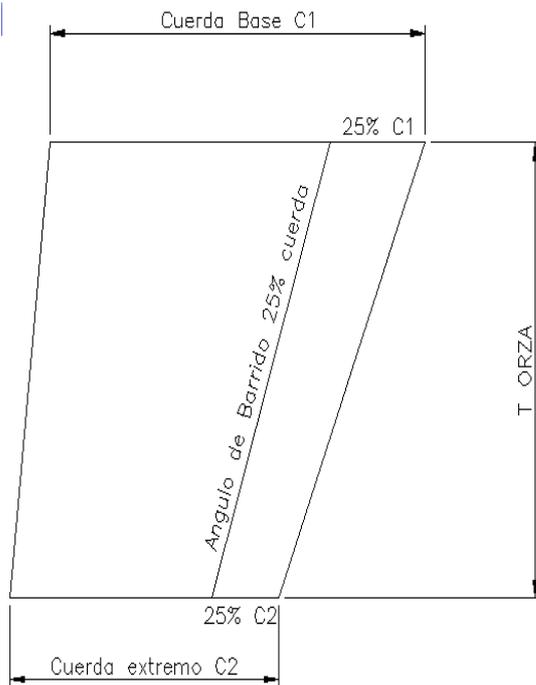


GRAFICA DE RELACION DE AFINAMIENTO Y ANGULO DE BARRIDO

Con una buena elección de ambos factores se puede conseguir una distribución de sustentación casi elíptica, la cual es la más óptima distribución según la Potencial Flow Theory.

Una vez sabido esto debemos elegir el tipo de orza que debemos disponer en nuestra embarcación para ello otro estudio esta vez testado en el canal de experiencias del Delft University of technology obtuvo unos resultados excelentes, de entre 7 tipos de orzas que estaban estudiando, las que dieron mejores resultados para todos los rumbos de viento fueron la orza trapezoidal y la elíptica, debido esto, a que ambas poseían mayor calado. De entre las orzas de bajo calado, la orza alada fue la que dio mejor resultado basándose en el hecho de que las alas pueden reducir las pérdidas en el extremo de la orza.

Para nuestra embarcación y basándonos en experiencias de embarcaciones ya construidas y en los estudios antes expuestos vamos a elegir la orza tipo trapezoidal, la cual dimensionaremos a continuación:



$$\text{Relación de aspecto} = AR = \frac{Tk}{C}$$

$$\text{Cuerda media} = C = \frac{C1+C2}{2}$$

$$\text{Relación de afinamiento} = Tr = \frac{C2}{C1}$$

$$\text{Superf. Orza} = \text{Superf. Vélica} \times 0,032$$

Con las siguientes formulas a nuestra disposición y partiendo de que hemos considerado en el dimensionamiento preliminar que la superficie vélica será de 45 m².

Según las características de nuestra embarcación creo que lo más apropiado para nuestra orza será darle un porcentaje alto dentro del intervalo que nos proporciona larsson, con lo que a priori le voy a dar un 3,2% de la superficie vélica.

Por tanto sabiendo ambos datos podemos calcular que el área lateral de la orza el cual no da un valor de:

$$\text{AREA LATERAL DE LA ORZA} = 45 \text{ m}^2 * 3,2 \% = \mathbf{1,44 \text{ m}^2}$$

Sabiendo que el área lateral de la orza es 1,44 y que el calado de la orza es de 1,25 obtenemos que Cuerda Media sea **1,32 m**.

A continuación es el momento de calcular nuestro ángulo de barrido adecuado para las características de nuestra embarcación.

Lo primero que debemos saber es como influye el ángulo de barrido a nuestra embarcación:

- Disminuye la resistencia total de la orza
- Perderemos fuerza de sustentación lateral.

Esto conlleva a algunos autores a no recomendar un ángulo mayor de 20°.

En nuestra embarcación calculamos un ángulo preliminar de 19°, para dicho ángulo de barrido le correspondería una relación de convergencia (C2/C1) de 0,25. Dicha diferencia entre la cuerda superior y la inferior es demasiado grande ya que supondría para nuestra orza subir demasiado el centro de gravedad.

Actualmente los diseñadores prefieren perder un poco el rendimiento hidrodinámico pero en cambio aseguran una buena estabilidad en la navegación aumentando la relación de convergencia, lo que conlleva que la resistencia inducida también lo hará por razones obvias. Larsson también nos apoya en nuestra posición de asegurar la estabilidad dando un intervalo dentro del cual debería de situarse la relación de convergencia para asegurar la estabilidad, dicho intervalo es de 0,4-0,6.

Por todo lo anteriormente expuesto tomaremos como un valor aceptable para la relación de convergencia de **0,55**.

Tendremos un ángulo de barrido de **11°**

Resumen Dimensiones de nuestra orza:

- Área lateral= 1,44 m²
- Calado de la orza= 1,25 m
- Ángulo de barrido= 11°
- Cuerda superior(C1)= 1,48 m
- Cuerda inferior(C2)= 0,81 m
- Cuerda media(C)= 1,15 m
- Relación de afinamiento(C2/C1)= 0,55
- Relación de Aspecto geométrica (ARg)=Calado de la orza/ Cuerda media=1,08
- Relación de Aspecto efectiva(ARe)= 1,5 x ARg= 1,63

La situación longitudinal de nuestra orza, coincidirá con el LCB de nuestro casco calculado en el Maxsurf.

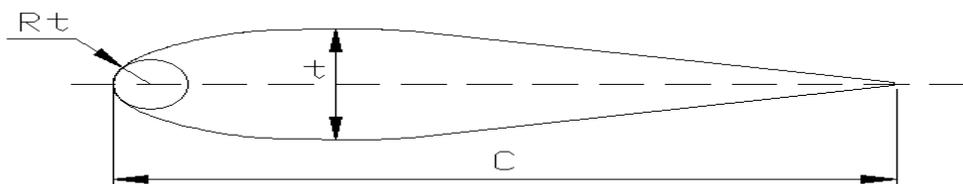
La posición del centro de resistencia lateral (CRL) la calcularemos mediante el método de Gerritsma-Nomoto.

Los valores de LEAD recomendables para nuestro aparejo fraccionado esta entre el 3% y 7% de nuestra eslora en flotación, con lo que optaremos por un 4,8% por lo que tendremos un LEAD de 390mm.

TIPO DE SECCION:

Un factor mas que se ha de tener en cuenta para el diseño óptimo de una orza es la sección y su relación entre el grosor y la cuerda media. El fluido alrededor de la orza se comporta de manera estable o laminar hasta una determinada distancia hacia atrás, a partir de la cual el fluido se vuelve inestable pasando enseguida a régimen turbulento. Pues bien, la posición

del punto de transición de régimen laminar a turbulento, la posición del centro de presión (C_p) y el ángulo de ataque máximo a partir del cual se entra en pérdida dependen del tipo de sección utilizado. Existen unas secciones denominadas secciones NACA que fueron desarrolladas para la industria aeronáutica y son de gran utilidad en el diseño de apéndices de embarcaciones convencionales.



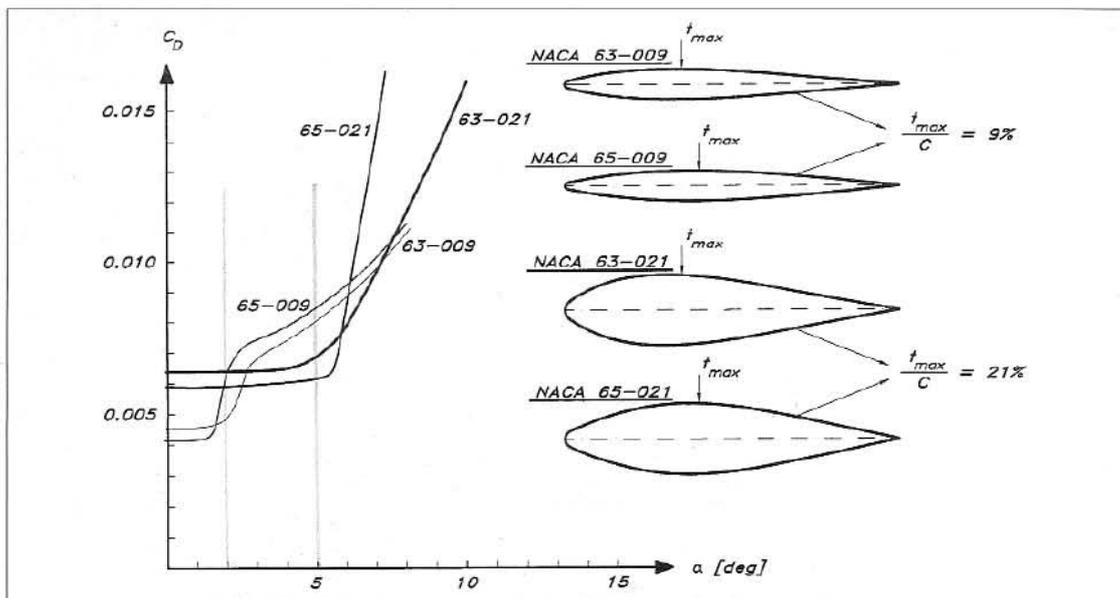
Cada sección NACA se diferencia de las demás en su nariz (redondeamiento de la cara de ataque) y en abscisa de su máximo espesor.

El radio del borde de entrada R_t , sirve para controlar el reparto de flujo a ambos lados de la sección. Con un radio grande se tiene una buena relación de sustentación/resistencia cuando el ángulo de ataque es considerable, mientras con un radio pequeño, disminuye la resistencia navegando con pequeños ángulos de ataque, pero si por el contrario el ángulo de ataque es grande, la resistencia crece exageradamente porque la circulación de agua se hace turbulenta en el lado de barlovento.

La abscisa de máximo espesor se encuentra localizada alrededor del 30% de la cuerda. Para las secciones utilizadas en la construcción de timones, la abscisa se lleva mas a proa, alrededor del 10%, pues trabajará a mayores ángulos de ataque, con lo que conseguirá mayor sustentación.

Debe saberse que aunque en el dibujo de la secciones aparezca el borde de salida totalmente afilado por razones constructivas, en realidad no es así, sino que se obliga a darle un determinado espesor, que nunca será superior al 10% del máximo espesor de la sección.

Las secciones NACA más comúnmente usadas en barcos de vela son las de las series 6, que incluyen las series 63-XXX , 65-XXX y las de cuatro dígitos. En la siguiente figura se compara la resistencia inducida generada por secciones inducidas generadas por secciones de cuatro dígitos y las de la serie 6.



La orza ha de conseguir obtener una sustentación suficientemente alta trabajando a pequeños ángulos de ataque para reducir al mínimo el abatimiento del barco.

Ya que la orza trabaja con bajos ángulos de ataque, las secciones de la serie 63 o 65 son preferibles, siempre que la relación de espesor no sea demasiado baja y pueda entrar en pérdida, también utilizan secciones más finas en la parte superior y más gruesas en la inferior, por la razón principal

de que se baja el centro de gravedad, y aumenta la estabilidad. Tampoco debe ser demasiado gruesa ya que de ser así aumentaría la resistencia por formación de olas en navegación con escora.

Según la experiencia de otros diseñadores escogeremos para nuestra orza el tipo de sección NACA 65 con una relación de grosor del **17%** en el extremo, reduciéndose gradualmente hasta el **12%** donde cambiaremos a una sección NACA 63 para la zona superior.

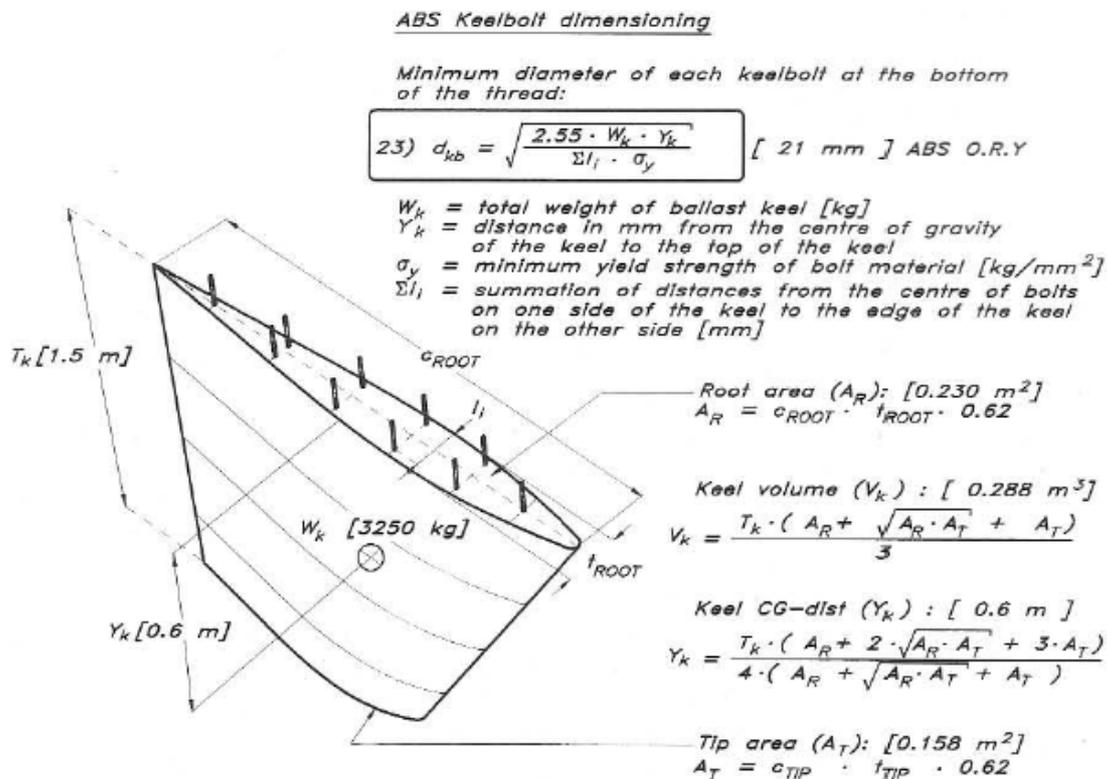
Para obtener el perfil de estas secciones, nos ayudaremos de la siguiente tabla, donde escalaremos el valor de las coordenadas de las secciones 63 y 65 hasta el 12% el 17% respectivamente.

Table 6.2
Three useful NACA sections

x	y 0010	y 63-010	y 65-010
0	0	0	0
0.5		0.829	0.772
0.75		1.004	0.932
1.25	1.578	1.275	1.169
2.5	2.178	1.756	1.574
5.0	2.962	2.440	2.177
7.5	3.500	2.950	2.647
10	3.902	3.362	3.040
15	4.455	3.994	3.666
20	4.782	4.445	4.143
25	4.952	4.753	4.503
30	5.002	4.938	4.760
35		5.000	4.924
40	4.837	4.938	4.996
45		4.766	4.963
50	4.412	4.496	4.812
55		4.140	4.530
60	3.803	3.715	4.146
65		3.234	3.682
70	3.053	2.712	3.156
75		2.166	2.584
80	2.187	1.618	1.987
85		1.088	1.385
90	1.207	0.604	0.810
95	0.672	0.214	0.306
100	0.105	0	0

5.3.1. CALCULO DE LOS PERNOS:

La orza va sujeta al casco mediante unos pernos, cuyo diámetro mínimo requerido debemos averiar mediante unos calculos para no sobredimensionarlos y si tener nuestra margen de seguridad. Para conocer el diámetro mínimo que han de tener usaremos la guía ABS, incluida en el libro de Principles of yacht design.



Peso total de la orza **Wk**: Como anteriormente hemos definido el peso de lastre que lleva la orza es de **2000 kg** y el volumen que nos ocupará dicho lastre a ser de plomo será de 180 m³.

Donde Y_k es la distancia del c.d.g. de la misma hasta la parte alta de la orza.

Hay que calcular primero el área de las secciones superiores e inferiores de la orza, mediante estas formulas:

$$AR= 1,44 \times 0,24 \times 0,62=0,214 \text{ m}^2$$

$$AT= 0,81 \times 0,085 \times 0,62= 0,042 \text{ m}^2$$

$$Tk: 1,25 \text{ m}$$

$$Yk= 0,47 \text{ m.} = 470 \text{ mm.}$$

Σli es el sumatorio de las distancias de los pernos al borde opuesto de la sección será **1824 mm.**

Como los pernos serán de acero inoxidable AISI-316, con un valor de límite de fluencia de $206 \text{ N/mm}^2 = 21 \text{ kg/mm}^2$

Con lo que aplicando la formula nos dará un diámetro mínimo de los pernos de: 7,91 mm.

Con lo que tomando un margen de seguridad de un 15% tomaremos un perno de diametro: **9 mm.**

5.4. DISEÑO DEL TIMÓN

El diseño del timón tiene un objetivo fundamental y compartido con el otro apéndice que forman nuestra embarcación y es el de darle en este caso al timón la mayor posibilidad de hacer la función para la que se ha creado que no es otra ni mas ni menos que para dotar a la embarcación de la suficiente maniobrabilidad en caso de tener que hacer alguna maniobra brusca y de imprevisto bien sea ocasionada por causas de la mar o por otra circunstancia ajena a las inclemencias climatológicas, y como apoyo a la orza en la función que tiene predeterminada esta otra que es la de dotar a la embarcación de la fuerza de sustentación que la equilibre y por tanto mantenga una buena estabilidad para una confortable navegación.

Nuevamente basándonos en los estudios de Larsson el área lateral del timón también esta relacionada con el área de la superficie vélica, pero esta vez Larsson nos dice que para él, el área lateral del timón debería estar comprendido entre el 1-2% de la superficie vélica que contenga dicha embarcación, como en nuestro caso la superficie vélica es de 45 m².

Observando timones anteriormente hechos y sus relaciones con sus respectivas superficies vélicas llegamos a la conclusión que un valor del 1,2% de la superficie vélica sería lo mas acertado posible viendo los modelos anteriores y sus buenas experiencias obtenidas y también teniendo en cuenta que dicho porcentaje entra en el intervalo del estudio de Larsson.

$$\text{AREA LATERAL DEL TIMÓN} = 1,2 * 45 = \mathbf{0,54 \text{ m}^2}$$

Una vez dicho esto, y teniendo en cuenta que en el caso que nos ocupa no es conveniente que el calado del timón no supere al de la orza por

diversos motivos tales como protección del mismo, estimaré como valor para el calado del timón (Tk) **1,2 m.**

Al igual que hicimos anteriormente con la orza procederemos a obtener los valores de: Cuerda media, Relación de aspecto geométrica y Relación de convergencia.

- Para obtener el valor de la cuerda media del timón que nos ocupa, sólo tendremos que dividir el valor de su superficie entre el calado del mismo, para así obtener como valor para esta cuerda media (L)=**0,45 m.**
- Otro dato a averiguar es la relación de aspecto, este termino es muy fácil de averiguar solo tenemos que dividir el calado del timón a la cuerda media de dicho timón y obtenemos que es **ARg=2,67.**
- Entrando con una ángulo de barrido de **-10°** con el que obtenemos una relación de convergencia de **0,62** aproximadamente, sustituyendo en las formulas de la cuerda media y la relación de convergencia obtendremos los valores de la cuerda superior e inferior del timón.

$$\text{Relación de aspecto} = \text{AR} = \frac{\text{Tk}}{\text{L}} = \frac{1,4}{0,51} = 2,67$$

$$\text{Cuerda media} = \text{L} = \frac{\text{L1} + \text{L2}}{2} = 0,45$$

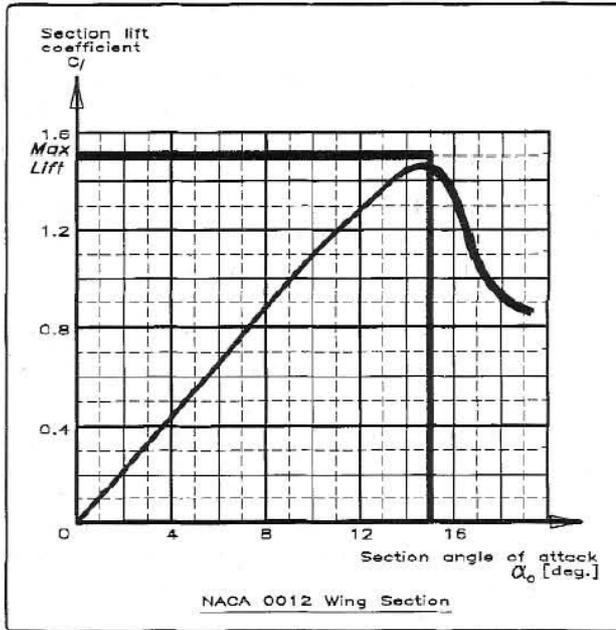
$$\text{Relación de afinamiento} = \text{Tr} = \frac{\text{L2}}{\text{L1}} = 0,62$$

Dimensiones finales de nuestro timón:

- Área lateral= 0,54 m²
- Calado= 1,2 m
- Ángulo de barrido= 10°
- Cuerda superior(L1)= 0,54 m
- Cuerda inferior(L2)= 0,34 m
- Cuerda media(L)= 0,45 m
- Relación de afinamiento(L2/L1)= 0,62
- Relación de Aspecto geométrica (ARg)=Calado de la orza/ Cuerda media=2,67
- Relación de Aspecto efectiva(ARe)= 1,5 x ARg= 4,01

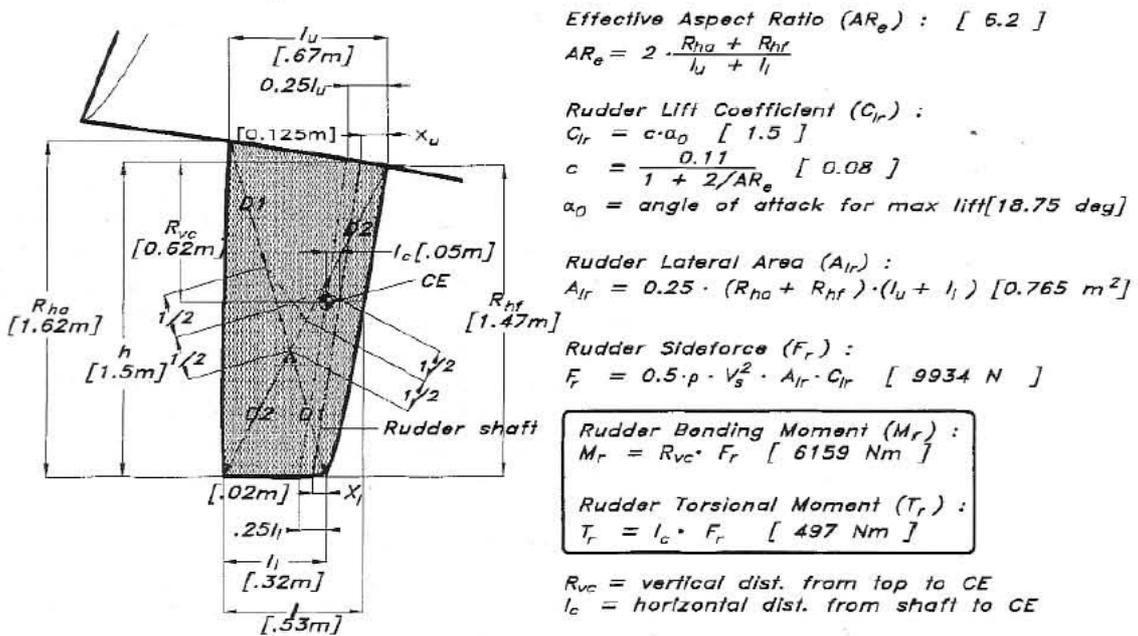
Como el timón opera a grandes ángulos de ataque, una sección idónea para la mayoría de los veleros es la serie de cuatro dígitos NACA 0012, con unas relaciones de espesor del 12 al 15%, que consiguen el máximo de sustentación posible. Nosotros emplearemos una sección NACA 0012 al 13% de espesor.

En la siguiente grafica podemos observar como para una sección como la que hemos elegido, la NACA 0012, se relaciona el coeficiente de empuje en relación con el ángulo de ataque, observando que el C_L aumenta proporcionalmente con el ángulo de ataque hasta los 15°, bajando notablemente a partir de ahí.



Para el cálculo de la mecha del timón es necesario conocer las fuerzas que actúan sobre él y saber cuales son sus dimensiones de dichas fuerzas.

En el siguiente gráfico podemos observar cuales son las diferentes magnitudes del timón que son necesarias.



- Relación de aspecto efectiva:

$$R_{ha} = 1343 \text{ mm} \quad L_u = 540 \text{ mm}$$

$$R_{hf} = 1250 \text{ mm} \quad L_1 = 339 \text{ mm}$$

$$A_{Re} = 2 \times \frac{R_{ha} + R_{hf}}{L_u + L_1} = \mathbf{5,89}$$

- Coeficiente de sustentación

$$C = \frac{0,11}{1 + 2 / A_{Re}} = \mathbf{0,082}$$

$\alpha_0 =$ ángulo de ataque para máxima sustentación = 18°

$$C_{1r} = C \times \alpha_0 = \mathbf{1,476}$$

- Área lateral del timón (A_{lr}):

$$A_{lr} = 0,25 \times (R_{ha} + R_{hf}) \times (L_u + L_1) = \mathbf{0,57 \text{ m}^2}$$

- Fuerza lateral del timón (Fr): (a 6,5 nudos)

$$Fr = 0,5 \times \rho \times V^2 \times A_{lr} \times C_{1r} = \mathbf{4810 \text{ N}}$$

- Momento flector del timón (M_r):

$$M_r = R_{vc} \times F_r = 1861,47 \text{ Nm}$$

Siendo R_{vc} la distancia vertical desde el centro de empuje CE hasta la parte alta del timón. (0,387m)

- Momento torsor del timón (T_r):

$$T_r = L_c \times F_r = 96,2 \text{ Nm}$$

Siendo L_c la distancia horizontal desde el eje del timón hasta el CE.(0,02m)

Una vez conocidos estos datos, calculamos el momento torsor y el momento flector en los apoyos del eje, para poder así obtener el diámetro necesario para la mecha del timón.

- Fuerza lateral del timón (F_r):

$$F_r = 984 \times C_{lr} \times L_{WL} \times A_{lr} \times N = 6622,87 \text{ N}$$

Siendo $N=1$

- Momento Flector (M_r):

$$M_r = F_r \times \left[h_b - h + \frac{h(l_u + 2l_l)}{3(l_u + l_l)} \right] = 4568,24 \text{ Nm}$$

- Momento torsor (T_r):

$$T_r = F_r \times l_c = 298,03 \text{ Nm}$$

- Diámetro del eje del timón (d):

$$d = \left(\frac{32}{\pi} \times \sigma_c \right) \times \left(0,5 \times M_r + 0,5 \times (M_r^2 + 4T_r^2)^{1/2} \right)^{1/3}$$

d= 65 mm.

6. DISEÑO DE INTERIORES

En este capítulo haremos un estudio del reparto de espacio interior con justificación de dimensiones, soluciones adoptadas y criterios mantenidos. Adjuntaremos un plano de disposición general incluyendo las vistas en planta, alzado y secciones transversales tipo.

En este capítulo abarcaremos el diseño del interior de nuestra embarcación, para ello tendremos presente que este capítulo es uno fundamental en nuestro proyecto ya que la acomodación de nuestra tripulación es un factor fundamental como hemos dicho anteriormente ya que buscamos la mayor confortabilidad posible, sin perder nada de seguridad y la comodidad en la navegación y teniendo siempre en cuenta que estamos limitados en un espacio y que nos desplazamos por un medio inestable como es el agua.

Decir que nos hemos basado en disposiciones de embarcaciones ya construidas y que se asemejan en lo que nosotros estamos buscando.

ZONAS PRINCIPALES A DIFERENCIAR

	PAGINA
6.1. Camarote de popa	61
6.2. Cocina	62
6.3. Salón	63
6.4. Cuatro de aseo	64
6.5. Mesa de cartas	65
6.6. Camarote proa	66
6.7. Escala de acceso al interior y hueco del motor.	67

A lo largo de este capítulo tenemos que tener en cuenta que toda la disposición interior esta destinada para el alojamiento de 6 pasajeros por supuesto manteniendo la confortabilidad en la navegación, dentro de los límites de espacio que tenemos, ya que sería el número máximos de personas para las que este barco esta diseñado navegar.

6.1. CAMAROTE A POPA

Aprovechándonos de nuestras formas y de que le hemos sido precavidos a la hora de definir el valor de nuestra manga, eso nos hace tener un mayor espaciado para nuestro camarote.

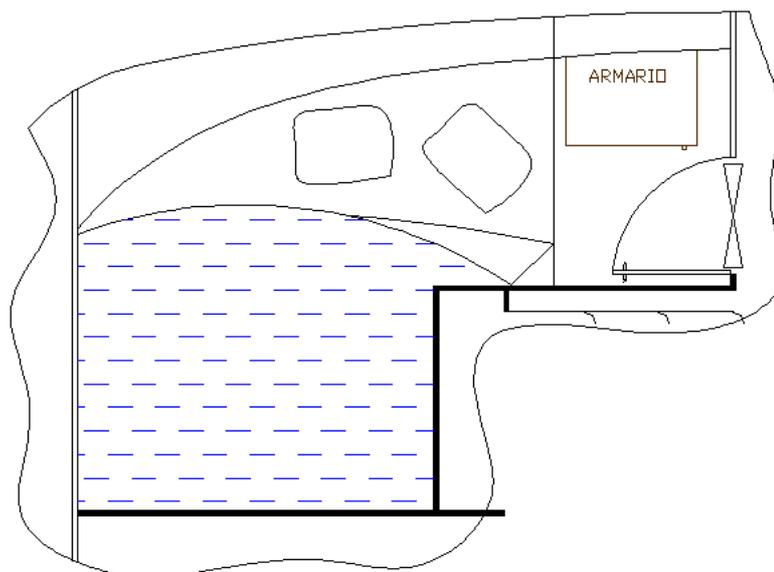
De nuestra experiencia podemos saber que nuestro velero ya es lo suficientemente grande como para albergar uno o dos camarotes en la popa.

He optado por un solo camarote en popa para tener mas espacio para el aseo y poder situar en el lado de estribor una zona de estiba.

Situaremos en dicho camarote una cama doble para el alojamiento de dos pasajeros.

La puerta de acceso al camarote de popa esta situada en la zona de babor, es decir tal y como bajamos a la izquierda, una vez que pasemos la puerta nos encontraremos en un pequeño armario en el cual podremos guardar nuestra ropa y en la parte baja del armario pondremos un pequeño zapatero.

Por otra lado tendremos la cama, que como ya hemos dicho es doble, la peculiaridad que suelen tener en este tipo de embarcaciones es que debajo de la cama situamos el deposito de aguas grises y de esta forma no desaprovechamos ningún espacio.



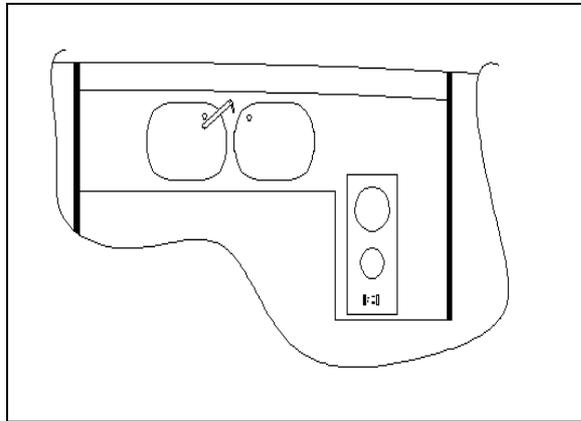
DISEÑO DEL CAMAROTE DE POPA

6.2. COCINA

Siguiendo el mismo procedimiento que el camarote de popa, nos hemos ido fijando en las distribuciones de otras embarcaciones, en este caso en el cual abarcamos la posición de la cocina, tenemos que observar que un 90% de las cocinas están en babor.

Hay dos tipos de cocinas las que tienen forman de “L” y las que son rectas pegadas a una banda de la embarcación.

He decidido optar por una cocina en L ya que es una manera de ahorrar espacio para la acomodación de la tripulación en el salón que es lo realmente importante a mi parecer en estos tipos de veleros de recreo.



DISEÑO DE LA COCINA

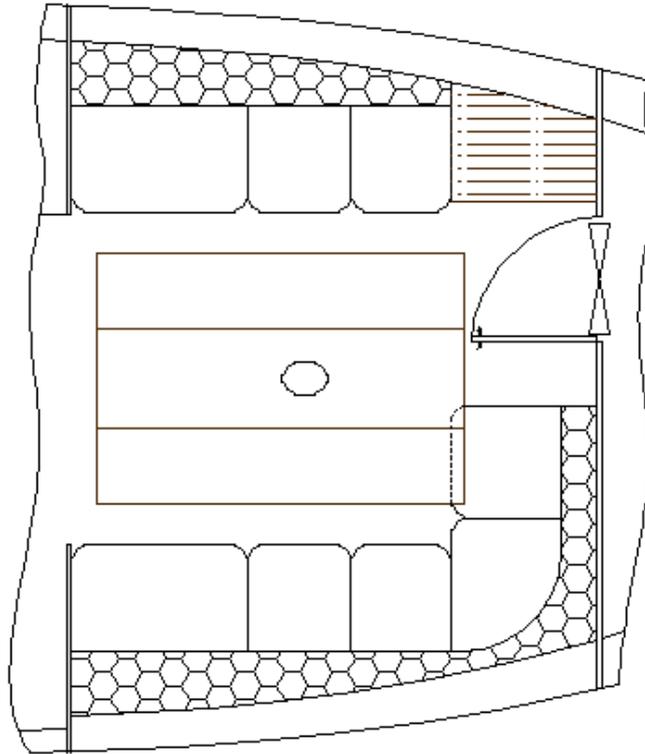
Nuestra cocina tendrá una escotilla bastante grande y a todo lo largo de ella proporcionándole gran cantidad de luz natural.

En la ilustración podemos observar que nuestra cocina tendría un el fregadero en el costado, debajo de el situaríamos un pequeño mueble para guardas los utensilios de la cocina y una pequeña nevera, mas a proa tendríamos el fuego con el horno debajo.

En el techo a lo largo de toda la cocina tendremos focos halógenos los cuales iluminaran con toda perfección la zona de la cocina, ya que prevemos que la luz solar no será suficiente a pesar de posicionarle la escotilla.

6.3. SALON

El salón estará situado a proa de la cocina y la mesa de cartas a ambos costados de la embarcación llegando hasta el camarote de proa, de esta forma:



DISEÑO DEL SALÓN

Ahora podemos hacernos una mayor explicación del porque de la cocina es de dicha forma, dándole mayor amplitud al salón que es lo que nos ocupa ahora mismo. Disponemos de asientos para todos los pasajeros, detrás de ambos sofás podemos observar unas estanterías para colocar libros, revistas, etc.

En el centro coincidiendo con el palo del mástil tendremos la mesa del salón dicha mesa tiene las alas abatibles para dar paso al tránsito de la tripulación dentro de la propia embarcación y a la vez poderse agrandar en momentos de comidas, juegos, etc.. En el lado de babor llegando al camarote de proa tenemos una pequeña mesa la cual podemos utilizar y no tener que agrandar la mesa central.

Debajo de ambos asientos situaremos los depósitos de agua uno a cada lado manteniendo bien nuestra estabilidad transversal.

6.4. CUARTO DE ASEO

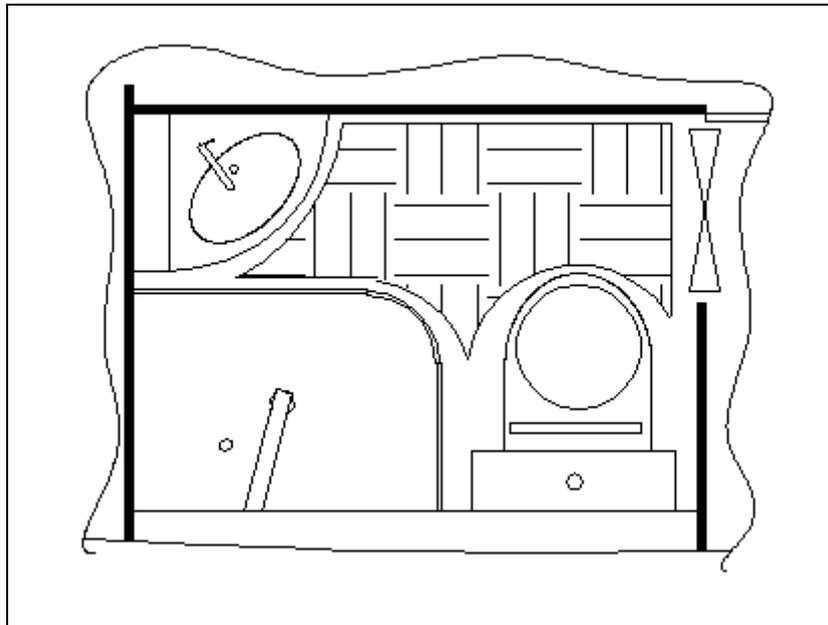
Se encuentra situado tal y como bajamos por la escalera a la derecha es decir en la banda de estribor.

Lo primero mencionar que el suelo es de enjaretado de madera tropical, dispuesto ahí para la evacuación de las aguas de la ducha. Tal y como entramos nos encontraremos el lavabo de frente con su respectivo armario debajo de el para guardar nuestras cosas de aseo y un espejo arriba de él.

A la derecha estará situado el w.c. el cual irá colocado encima de un pedestal de poliéster, del cual debemos de decir que debido a la normativa que se refiere a la regulación de equipos de prevención de vertidos por aguas sucias.

La ducha estará haciendo esquina tal y como se ve en nuestro diseño, aprovechando así todo el espacio disponible.

La iluminación del aseo será por medio de focos halógenos al igual que en la cocina también tenemos luz natural a través de un portillo todo ello proporcionándole al aseo suficiente luminosidad, como ventilación tenemos una escotilla que conecta con la cubierta, dándole así una salida directa con el exterior.



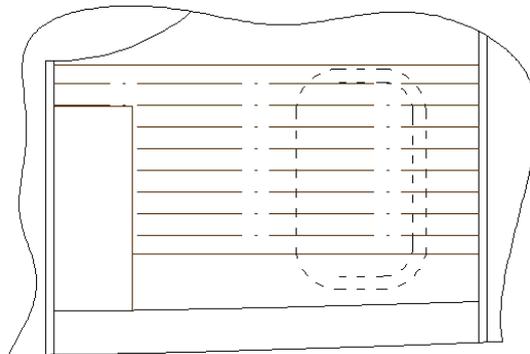
DISEÑO DEL ASEO

6.5. MESA DE CARTAS

Se encuentra situada entre el sofá del salón y el cuarto de baño, por tanto estamos hablando de la banda de estribor.

Dicho espacio es compuesto de:

- Una mesa con la peculiaridad que las caracterizan, que se abren hacia arriba su parte superior para guardar ahí las respectivas cartas de navegación y los elementos que se utilicen como compás, lápices, transportador de ángulos, etc.
- Un asiento bastante acolchado y con respaldo, dicho asiento puede albergar cosas dentro de él como revistas, libros, etc.
- Arriba de la mesa a una altura considerable para que no nos estorbe situaremos una estantería para colocar nuestras pertenencias, radios, brújulas,
- En frente de la mesa tendremos toma de tensión para conectar nuestros aparatos electrónicos que llevemos a bordo, como el ordenador portátil, etc.
- Un foco halógeno directo a la mesa para que ver con toda nitidez cualquier detalle y un portillo justo arriba de el para que nos de luz natural.

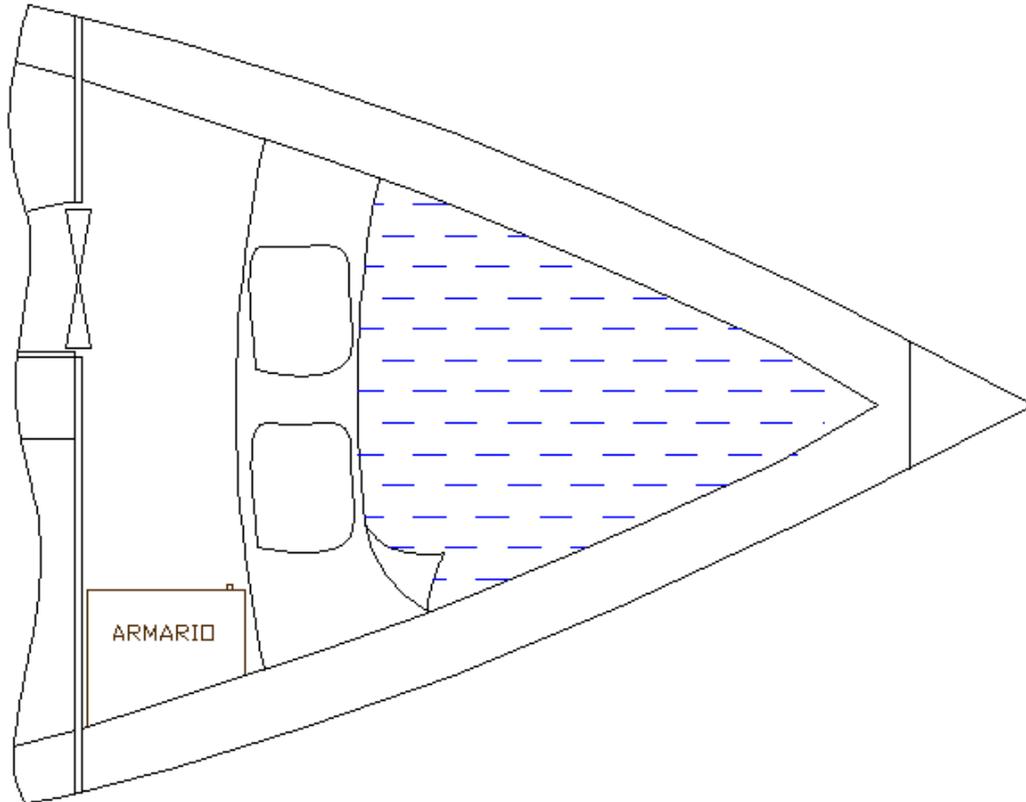


DISEÑO MESA DE CARTAS

6.6. CAMAROTE DE PROA

Dicho camarote tal y como su nombre indica esta situado en la proa de nuestra embarcación.

Llegamos a través de una puerta situada en babor que nos conecta con el salón que tendrá la siguiente distribución:



DISEÑO CAMAROTE PROA

En la entrada nos encontraremos con un escalón ya que el camarote de proa esta a distinto nivel que el resto del interior.

La iluminación estará basada como todo el interior con luz natural y con focos halógenos, dicho camarote tiene una escotilla que le proporciona luz directa con el exterior.

Entrando a la derecha tendremos un pequeño armario donde podemos colocar allí nuestra ropa.

En ambos costados tenemos unas estanterías para poder colocar revistas, libros, cuadros, etc.

Debajo de nuestra cama podemos situar allí el deposito de combustible central de esta manera no nos afectará a nuestra estabilidad y aprovecharemos el espacio vacío que dejamos bajo la cama.

6.7. ESCALA DE ACCESO AL INTERIOR Y HUECO DE MOTOR

La escalera de mi embarcación consta de tres escalones, dicha escalera esta construida de madera.

Debajo de ella esta situado el motor de nuestra embarcación, de tal manera que ocupe el menos espacio dentro de nuestra embarcación.

Para poder acceder a dicho habitáculo tendremos que la escalera será abatible mediante unas bisagras o también tenemos la posibilidad de desmontarla del todo. Debemos nombrar varias características principales:

- 1º Esta forrada de planchas de espuma para insonorizar todo lo posible del ruido.
- 2º Consta de una bancada (Polin) en el suelo, formando parte de la misma estructura del casco, de tal manera que transmite los esfuerzos a toda la estructura y absorbe todas las vibraciones que produce en su funcionamiento.

7. DISEÑO DE LA CUBIERTA

En este capítulo describiremos la/s cubiertas y exteriores de la embarcación, incluyendo los medios de embarque y desembarque, zonas de ocio y baño, zona de gobierno, etc.

Lo primero que debemos comentar en este capítulo es que nuestra cubierta estará formada por la denominada como SANDWINCH, este tipo de composición no es porque sin el PVC la cubierta no pudiese soportar el tránsito de personas por arriba sino que se hace de esta manera para darle más rigidez a la misma de tal manera que no nos de una sensación de ir hundiéndose según vamos andando por ella. Pondremos el espesor de fibra que nos da en los cálculos más un PVC de 80 kg/m^3 , y en las zonas donde necesitamos reforzarla por ser sometidas a esfuerzos mayores como puede ser la zona de alrededor del palo, la de los carros la de las escotillas, en fin en estas zonas subiremos el PVC a 140 kg/m^3 .

Para embarcaciones pequeñas y medianas, como es el caso de la nuestra, la mayoría de su vida útil será en navegaciones diurnas y por tanto la mayoría del tiempo los pasajeros estarán en la cubierta por lo que el diseño de dicha cubierta será fundamental para el bienestar de nuestros pasajeros, como también aconteció en la especificación técnica dicha embarcación va destinada para personas no expertas en el mundo de la navegación y tampoco con mucha experiencia por lo que debemos hacerla lo más fácil a la hora del gobierno, para ello están dispuestos elementos eléctricos para facilitar así las labores de navegación.

Debido a que en la cubierta es donde se gobierna con totalidad el velero debemos de tener unos espacios libres de obstáculos y también debemos disponer de una seguridad acorde con los peligros que aquí nos encontramos.

7.1. Descripción

A continuación describiremos nuestra cubierta de proa a popa describiendo todos los elementos que la conforman y adjuntaremos fotos para su mejor definición:

Lo primero que nos encontraremos será el ancla sobresaliendo un poco de la proa de nuestra embarcación, seguidamente tendremos una pequeña escotilla que albergará la cadena de nuestra embarcación, dicha cadena llevara una guía en su salida para no dañar el casco con la cadena del ancla.

A popa de la escotilla y a lo largo de nuestra embarcación se encuentran unos elementos llamados cornamusas situados simétricamente uno a cada banda, dichos elementos se utilizan de punto fijo a la hora de atraque en puerto:



CORNAMUSA

Tal y como avanzamos hacia popa podemos ver una ventana en el centro que nos da luz natural al camarote de proa, justo detrás nos encontraremos el mástil, un poco mas hacia popa y en los extremos de los costados encontraremos los obenques, continuando podremos observar que hay unas ventanas situadas a cada banda del barco que son para dar también iluminación al salón y cocina de nuestra embarcación a parte de las centrales con lo que nos garantizamos así mucha luz natural.

También encontraremos al lado de las ventanas alargadas de los costados los carros de escota de la Génova, seguidamente adjuntamos un tipo de carro.



CARRO DE ESCOTA

En el inicio de la cubierta delante de la puerta de entrada al interior están los winches centrales eléctricos, un poco mas hacia proa y en el centro encontraremos el carro de escota de la mayor.

Seguidamente nos situaremos en la llamada “bañera” es la zona habilitada para ir situados durante la navegación, dicho zona esta formada por dos asientos uno a cada banda, en el centro tendremos la caña del timón, debajo del asiento de estribor se habilitará una zona de estiba para las velas, equipos de seguridad y demás utensilios.

Casi a popa de nuestra embarcación se encontraran dos grandes winches eléctricos uno a cada banda.



WINCHES

A cada banda un poco mas a popa veremos otro par de cornamusas, también debemos saber que nuestro velero tendrá sus correspondientes candeleros para proteger a las personas de alguna medida de su posible caída al agua en algún cambio brusco de rumbo u otra circunstancia, por ultimo decir que tenemos una escalera al final que nos permite subir a nuestra embarcación.

En la bañera tendremos los asientos perfectamente acolchados en forma de U como es normal con una parte abatible para poder salir de ella por popa. Debajo del asiento de estribor vamos a tener nuestro pequeño pañol para poder guardar allí los elementos de navegación como cuerdas, velas, etc, y también los elementos de socorro como el aro salvavidas, los chalecos salvavidas, etc,

Para maniobrar el timonel goza de un espacio relativamente amplio pudiendo mantenerse de pie tras la rueda o sentado a una banda.

Por ultimo, diremos que en pasillo de babor, contamos con dos bocas de llenado, uno a proa para el depósito de combustible y otro a la mitad de la embarcación para los depósitos de agua, en el lado de estribor a popa tendremos una boca de extracción del tanque de aguas grises, además de un respiradero de éste , obligatorio según la nueva normativa: ORDEN FOM/1144/2003 e ISO 8099.

8. DISEÑO DEL PLANO VÉLICO Y APAREJO

En este capítulo estudiaremos el reparto vélico con justificación de dimensiones, soluciones adoptadas y criterios mantenidos que puedan afectar a la propulsión de la embarcación, su estabilidad, su equilibrio vélico y su facilidad de manejo.

8.1. Diseño del plano velico

Vamos a repartir la superficie vélica predeterminada anteriormente en nuestros cálculos, teniendo en cuenta las fuerzas que actúan sobre ellas y las que ellas deben ejercer dicha velas para la buena navegación y avance de nuestra embarcación, para el dimensionamiento de la velas también nos apoyaremos en un estudio estadístico anteriormente hecho con barcos con las mismas características que el aquí presentado, de esta manera sabremos si nuestra embarcación se encuentra dentro de unos márgenes razonables.

En este apartado tendremos que referirnos a la posición del:

- Centro de Presión Vélica (Cpv),
- Centro de Resistencia Lateral o de Deriva (Crl)

Y a la influencia que estos dos factores junto con el desplazamiento, superficie vélica, Brazo Escorante, y el Ángulo de Dellenbaugh tienen en la estabilidad de nuestra embarcación.

Hay tres factores a tener en cuenta a la hora de determinar el plano vélico de nuestra embarcación, los cuales nos limitarán nuestro diseño de las velas.

1. Estabilidad de la embarcación: nos limitará la altura del Cpv.
2. Resistencia: determinará la fuerza propulsora aerodinámica necesaria para navegar a una determinada velocidad o número de Froude.

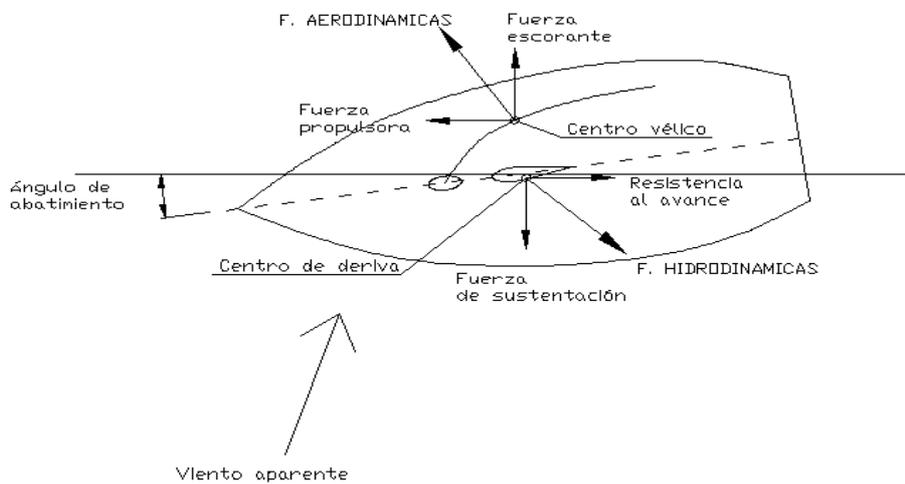
3. Zona de Navegación: según sean los vientos en dichas zonas necesitaremos más o menos superficie vélica.

Tendremos en cuenta el efecto que la Relación de Aspecto de las velas tiene en:

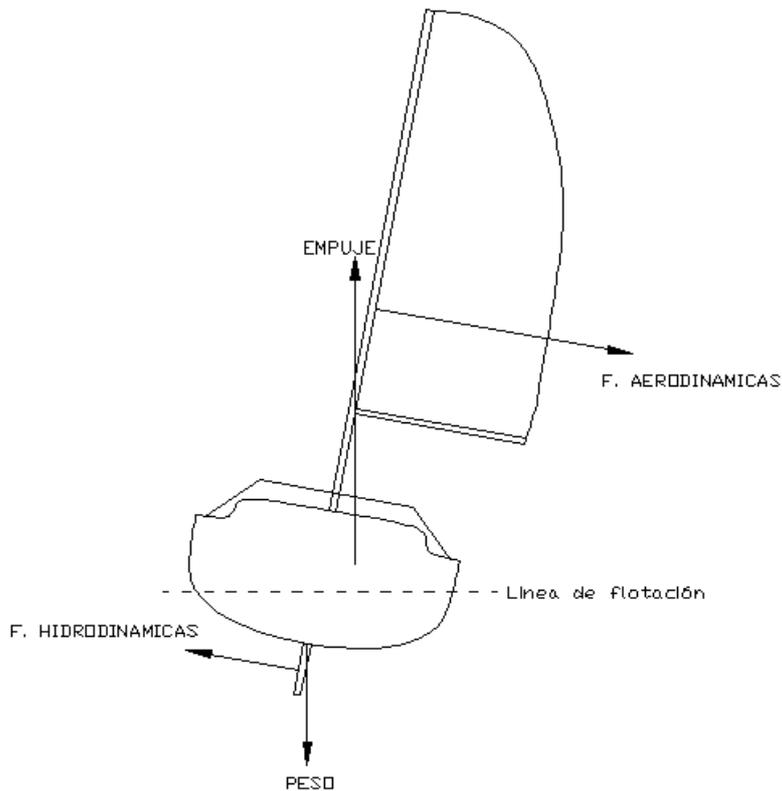
- El coeficiente de sustentación
- La fuerza de sustentación
- La fuerza aerodinámica propulsora,

Con lo que si queremos que nuestra embarcación tenga un buen rendimiento en ceñida, es necesario una alta relación de aspecto de las velas, aunque esto conlleve una elevación del centro de presión vélica, y consecuentemente un aumento del efecto escorante de la fuerza aerodinámica lateral, siendo necesario dotar a nuestra embarcación de más estabilidad, para contrarrestar esa elevación del centro de presión vélica.

Fuerzas que actúan:



Vista en planta



Vista mirando a proa

Como podemos observar en las anteriores ilustraciones la fuerza aerodinámica se descompone en una fuerza escorante y una fuerza propulsora, de modo que la capacidad de generar fuerza de sustentación de un perfil dependerá de la relación entre la fuerza de sustentación y la resistencia. La resultante de estas fuerzas nos definirá la fuerza propulsora que tendremos, así como la fuerza escorante, que será responsable del abatimiento, y de la escora de la embarcación.

A la hora de estudiar la superficie vélica necesaria, se utiliza el concepto de superficie vélica en ceñida, que es calculada como la superficie proyectada del plano vélico cuando se navega en rumbos cerrados. Para la estandarización de dicho parámetro y para poder comparar distintas embarcaciones, se utiliza como superficie vélica proyectada la suma de la superficie de la mayor y la superficie de la vela de proa (Génova).

En cuanto a la zona de navegación, como ya hemos dicho anteriormente nuestra categoría de diseño B. Con lo que tendremos que dotar a nuestra embarcación con una superficie vélica adecuada a dichas condiciones de mar.

Los tipos de plano vélico son el aparejo tipo:

1. Sloop o Balandro (un solo palo)
2. Ketch (dos palos: mayor y mesana)

Cada tipo de aparejo se recomienda según el tipo de navegación o el uso de la embarcación ya que afecta a la facilidad de manejo de la superficie vélica, a su complejidad de trimado y maniobras y al efecto en estabilidad. Para nuestra embarcación elegiremos el tipo de aparejo **Sloop** y dentro de este tipo el aparejo **fraccionado**, utilizado fundamentalmente en embarcaciones de crucero donde los cambios de bordos no son tan frecuentes y es más conveniente el uso de una vela mayor más reducida, de modo que en el caso de trasluchadas imprevistas, el efecto sea menor.

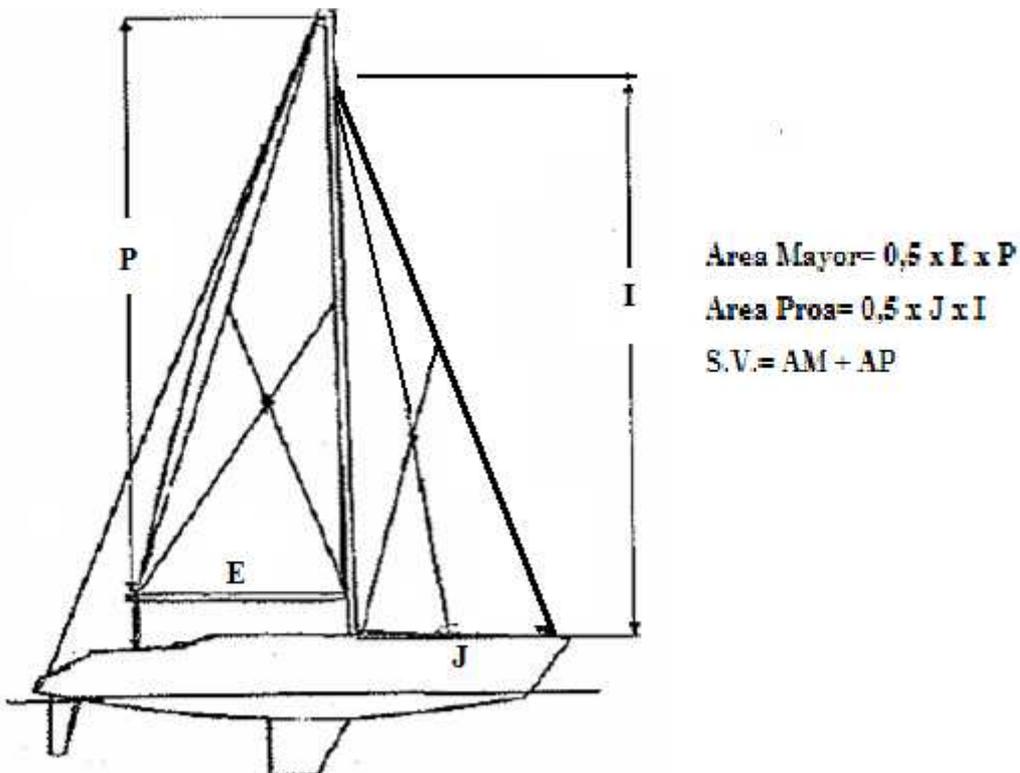
Antes que nada deberemos hacer una distribución porcentual de nuestra superficie vélica entre la mayor y la Génova; del estudio estadístico obtenemos que la Mayor oscila entre un 50 y 60% del total de la superficie, mientras que la superficie vélica de la mayor oscila entre el 40 y el 50% de la superficie vélica total, por lo que tomaremos unos valores preliminares del 45 y el 55% de superficie de la Génova y Mayor respectivamente.

Sabiendo que nuestra superficie Vélica preliminar es 45 m², obtenemos que:

Superficie de la Mayor es 24,75 m²

Superficie de la Génova es 20,25 m²

Dichos valores calculados son valores orientativos que junto con nuestro estudio estadístico del cual ya hemos hecho referencia nos servirán de apoyo y nos orientaran para calcular la superficie exacta de nuestras velas. Diferenciaremos las siguientes dimensiones que forman las áreas de las velas por las letras P, I, J y E como se muestran gráficamente el siguiente dibujo:



- Centrándonos en la vela de Mayor:
 - Obtenemos que los valores de **P** oscilan entre 10,7-13,60 con lo que tomaremos un valor de **12,375** m.
 - Para el valor de **E** nuestro estudio estadístico toma valores entre 3,40-4,20 con lo que tomaremos un valor de **4** m.

- Centrándonos ahora en la vela Genova.
 - Tenemos que los valores de **I** oscilan en nuestro estudio estadístico entre 9,05-13,20 con lo que me decantaré para un valor intermedio de **11,10** m.
 - Para el valor de **J** nuestro estudio estadístico toma valores entre 2,80-3,87 con lo que elegiremos un valor de **3,65** m.

RESUMEN

S.V. TOTAL	45 m2
S.V. MAYOR	26,1
S.V. PROA	18,9
E	4,0
I	11,1
J	3,65
P	12,375

BASE DE DATOS DE PLANO VELICO

NOMBRE	ESLORA	E	P	J	I
METRE ONE DESIGN	9,98	4,11	10,97	3,08	9,78
ALO 33	9,98	3,68	11,27	3,84	12,25
APRODITE	9,95	3,50	12,00	3,60	11,00
ATHENA 34	10,55	4,20	13,00	3,87	11,20
AVANCE 36	10,79	4,00	13,60	3,80	11,70
BB 10 M	10	3,55	11,00	2,80	9,05
BENETEAN OCEANIS 351	10,67	4,05	11,34	3,78	13,20
BOHEME 10 METROS	10,25	3,45	10,7	3,10	10,05
COMFORTINA	9,50	3,95	12,60	3,55	11,10
H-35	10,5	3,40	11,00	3,5	9,54

8.2. DISEÑO DEL APAREJO

Para dimensionar el aparejo vamos a seguir la normativa del NBS. Como ya hemos dicho anteriormente hemos tomado la decisión de hacer un aparejo fraccionado.

Lo primero que deberemos decidir es si en este aparejo fraccionado vamos a poner una o más crucetas, a priori vamos a considerar poner dos crucetas con lo que conlleva a disminuir el diámetro del palo. También debemos ir pensando si vamos a poner las crucetas rectas o retrasadas como es costumbre últimamente ponerlas.

Para poder iniciar los cálculos del aparejo debemos saber varios valores de nuestra embarcación y superficie vélica.

DESPLAZAMIENTO (MAXIMA CARGA)	5885 Kg.
KG	0,514m
E	4,0 m
P	12,375 m
I	11,1 m
J	3,65 m
GZ ₃₀ (MAXIMA CARGA)	0,489

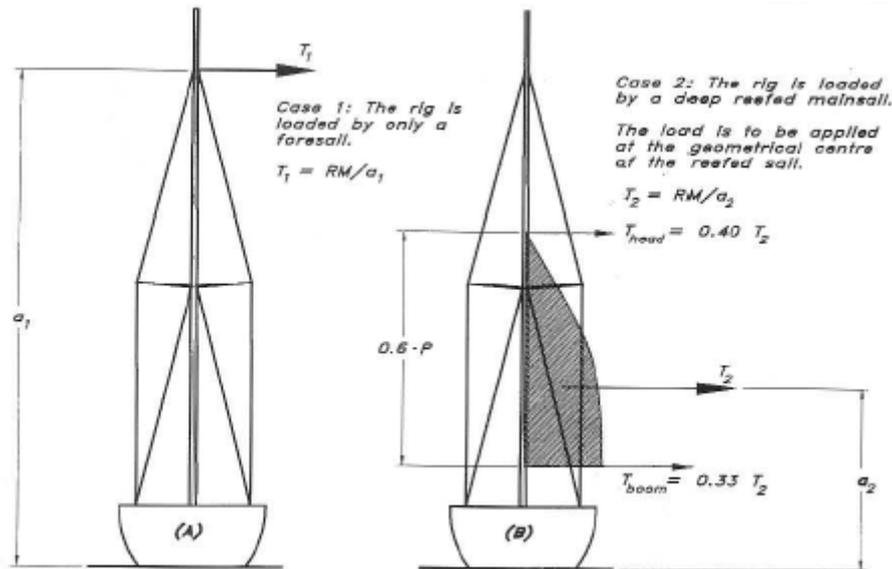
Todos estos valores son obtenidos de valores ya calculados anteriormente en nuestro proyecto excepto el GZ₃₀ que se ha calculado gracias al software hidromax.

Empezaremos calculando el momento adrizante a 30°:

$$RM_{30^\circ} = \Delta \times g \times GZ_{30^\circ} = 5885 \times 9,8 \times 0,489 = \mathbf{28202.097 \text{ Nm}}$$

8.2.1. Fuerzas en las crucetas:

Estas fuerzas son causadas por la presión del viento sobre las velas y la acción del mar.



RM

$$T_1 = \frac{RM}{a_1} = 2232,06 \text{ N}$$

a_1

Siendo a_1 la distancia vertical de la línea de flotación al anclaje alto del aparejo = 12,635

RM

$$T_2 = \frac{RM}{a_2} = 4206,76 \text{ N}$$

a_2

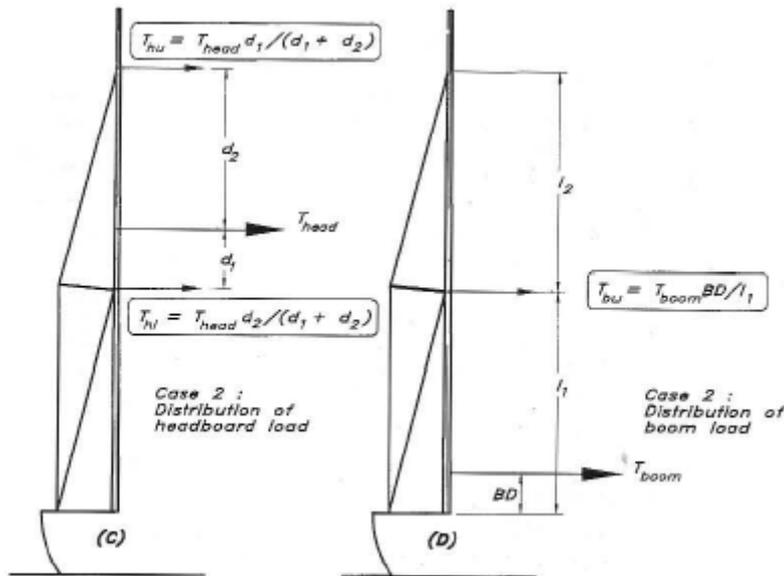
Siendo a_2 la distancia vertical de la línea de flotación al anclaje alto del aparejo = 6,704

Una vez calculadas estas fuerzas descompondremos la T_2 en:

$$T_{head} = 0,4 T_2 \rightarrow T_{head} = 1682,704 \text{ N}$$

$$T_{boom} = 0,33 T_2 \rightarrow T_{boom} = 1388,23 \text{ N}$$

T_{head} se aplica a $0,6P= 0,725$ m dicha fuerza la descomponemos nuevamente en dos que son las siguientes:



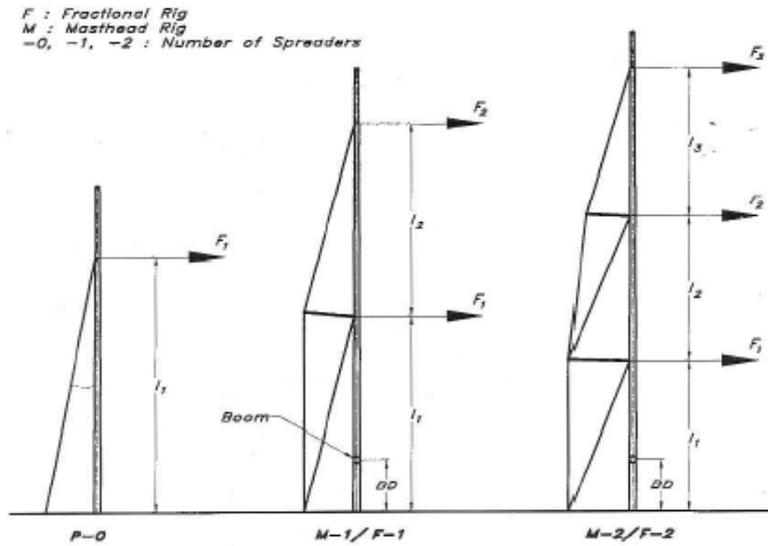
$$T_{hu} = T_{head} \times (d_1 / (d_1 + d_2)) = 1682.704 \times (2,631 / 3,326) = 1331,09 \text{ N}$$

$$T_{hl} = T_{head} \times (d_2 / (d_1 + d_2)) = 1682.704 \times (0,696 / 3,326) = 352,12 \text{ N}$$

$$T_{boom} \times BD \quad 1388,23 \times 1,07$$

$$T_{bu} = \frac{\quad}{L_1} = \frac{\quad}{4} = 371,35 \text{ N}$$

Una vez que hemos calculado todas las fuerzas necesarias deberemos ver el grafico siguiente para ver el caso en el que nos encontramos.



Nuestro caso es el F2

Una vez sabido esto miramos la tabla que se adjunta y obtendremos las fuerzas aplicadas en las crucetas.

Dimensioning Forces F_1, F_2, F_3						
Type of Rig	Load Case 1 (Fig 10.3A)			Load Case 2 (Fig 10.3B)		
	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3
F-0	T_r	0	0	$T_{hu} + T_{bu}$	0	0
M-1/F-1	0	T_r	0	$T_{hl} + T_{bu}$	T_{hu}	0
M-2/F-2 ¹⁾	0	0	T_r	T_{bu}	T_{hl}	T_{hu}
M-2/F-2 ²⁾	0	0	T_r	$T_{hl} + T_{bu}$	T_{hu}	0

- 1) if $BD + 0.6P > l_1 + l_2$
2) if $BD + 0.6P < l_1 + l_2$

Sabiendo que $BD + 0,6P > l_1 + l_2$

$$F_1 = T_{hL} + T_{bu} = 352,12 + 371,35 = 723,47 \text{ N}$$

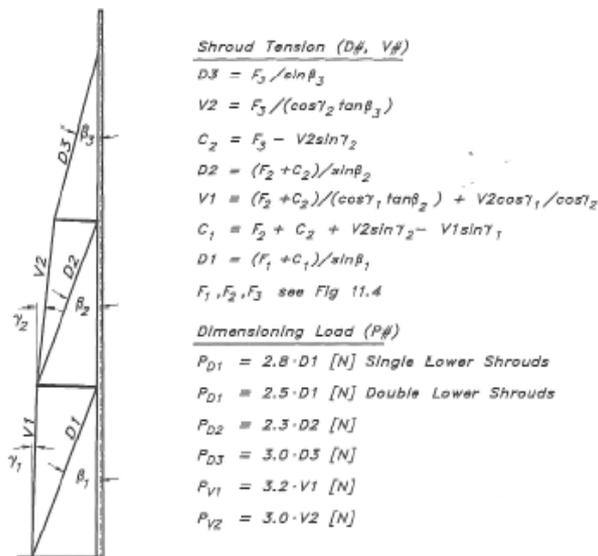
$$F_2 = T_{hu} = 1331,09 \text{ N}$$

$$F_3 = T_1 = 2232,06 \text{ N}$$

Resumen de las fuerzas y ángulos de nuestro aparejo.

F₁=723,47 N	γ₁ = 1,5°	β₁=15°
F₂=1331,09 N	γ₂ = 3,2	β₂=16°
F₃=2232,06 N		β₃=15°

Ahora nos dispondremos a calcular las tensiones en los obenques, adjuntamos un grafico de las dimensiones que vamos a calcular:



$$D_3 = F_3 / \sin \beta_3 = 8624,02 \text{ N}$$

$$V_2 = F_3 / (\cos \gamma_2 \times \tan \beta_3) = 8343,17 \text{ N}$$

$$C_2 = F_3 - (V_2 \times \sin \gamma_2) = 1766,33 \text{ N}$$

$$D_2 = (F_2 + C_2) / \sin \beta_2 = 11237,3 \text{ N}$$

$$V_1 = [(F_2 + C_2) / (\cos \gamma_1 \times \tan \beta_2)] + [(V_2 \times \cos \gamma_1) / (\cos \gamma_2)] = 10805,69 + 8353,3358 = 19159,03 \text{ N}$$

$$C_1 = F_2 + C_2 + (V_2 \times \sin \gamma_2) - (V_1 \times \sin \gamma_1) = 3051,74 \text{ N}$$

$$D_1 = (F_1 + C_1) / \sin \beta_1 = 14586,29 \text{ N}$$

Ahora nos disponemos a calcular las cargas:

$$P_{D1} = 2,5 \times D_1 = \mathbf{36465,72 \text{ N}}$$

$$P_{D2} = 2,3 \times D_2 = \mathbf{25845,79 \text{ N}}$$

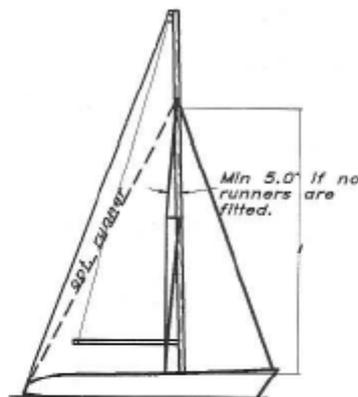
$$P_{D3} = 3,0 \times D_3 = \mathbf{25872,06 \text{ N}}$$

$$P_{V1} = 3,2 \times V_1 = \mathbf{61308,88 \text{ N}}$$

$$P_{V2} = 3,0 \times V_2 = \mathbf{25029,51 \text{ N}}$$

8.2.2 Fuerzas en los stays:

Las cargas longitudinales dependerán del tipo de configuración del aparejo en lo referido a los tensores. El NBS reconoce hasta seis tipos de configuraciones distintas, de las cuales elegimos la configuración tipo 5, que es una particular para aparejo fraccionado, con un stay de proa y otro de popa. Teniendo otra peculiaridad este tipo de aparejo que es el de eliminar el uso de burdas debido a que definimos las crucetas retrasadas.



5) Single Lowers with swept Spreaders (Only on Fractional Rig)

The foremost sail carrying forestay shall have a breaking strength (P_{fo}) of at least:

$$P_{fo} = 15 \cdot RM / (1 + f_s) \text{ [N]}$$

The inner forestay shall have a breaking strength (P_{fi}) of at least:

$$P_{fi} = 12 \cdot RM / (1 + f_s) \text{ [N]}$$

The aft stay shall have a breaking strength (P_a) of at least:

$$P_a = P_{fo} \cdot \sin \alpha_f / \sin \alpha_a \text{ [N] Masthead rigs}$$

$$P_a = 2.8 \cdot RM / (1 + \sin \alpha_a) \text{ [N] Fractional rigs}$$

Estay de proa:

$$P_{fo} = \frac{15 \times RM}{1 + fs} = \frac{15 \times 28202,097}{11,1 + 15,35} = \mathbf{15993,63 \text{ N}}$$

Estay de popa:

$$P_a = \frac{2,8 \times RM}{l_a \times \sin \alpha_a} = \frac{78965,8716}{14,96 \times \sin 20} = \mathbf{15433,21 \text{ N}}$$

8.2.3. Dimensionamiento transversal del mástil

$$I_x = K_1 \times m \times PT \times l(n)^2$$

Siendo los valores fijos los siguientes:

K_1 = factor que depende del tramo que estemos calculando y del tipo de aparejo que tengamos, veamos la siguiente grafica.

Type of Rig	Panel Factor k_1	
	Panel 1	Panel 2 & 3
F-0	$2.4 \cdot k_3$	—
F-0 short spr.	$1.6 \cdot k_3$	—
M-1	$2.5 \cdot k_3$	3.50
F-1	$2.4 \cdot k_3$	3.35
M-2	$2.7 \cdot k_3$	3.80
F-2	$2.6 \cdot k_3$	3.60

Como nuestro tipo de aparejo es el F-2 tenemos que:

2,6K3 para el panel 1

3,6 para el panel 2 y 3

El factor del K3 será igual a 1 ya que nuestro mástil pasa la cubierta terminando en la quilla.

m es igual a 1 ya que nuestro material es el aluminio.

- **Tramo 1:**

1,5 RM

$$PT = \frac{\text{-----}}{b} = 33414,81 \text{ N}$$

Siendo b=1,266

$$I_1 = 2,6 \times 1 \times 33414,81 \times 4^2 = 1390056,096 \text{ mm}^4 = \mathbf{139 \text{ cm}^4}$$

- **Tramo 2:**

$$PT = D_1 \times \cos \beta_1 = 14089,27 \text{ N}$$

$$I_2 = 3,6 \times 1 \times 14089,27 \times 3,8^2 = 732416,61 \text{ mm}^4 = \mathbf{73,2 \text{ cm}^4}$$

- **Tramo 3:**

$$PT = (D_1 \times \cos \beta_1) + (D_2 \times \cos \beta_2) = 14089,27 + 10801,98 = 24891,25 \text{ N}$$

$$I_2 = 3,6 \times 1 \times 24891,25 \times 3,326^2 = 89619,56 \text{ mm}^4 = \mathbf{89,6 \text{ cm}^4}$$

8.2.4. Dimensionamiento longitudinal del mástil

$$I_y = K_2 \times K_3 \times m \times PT \times h(n)^2$$

Siendo:

$K_2 = 0,95$ a que nuestro tipo es el 5 (ver tabla abajo)

Type of Staying	Staying Factor k_2				
	F-0	M-1	F-1	M-2	F-2
1) Double Lowers	-	0.85	0.80	0.90	0.85
2) Single Lowers	-	0.80	0.75	0.85	0.80
3) Runners & l.f	-	-	0.85	-	0.80
4) Runners & c.s	-	1.00	0.95	0.95	0.90
5) Swept spreaders	-	-	1.00	-	0.95
6a) Short spreaders	1.05	-	-	-	-
6b) No spreaders	2.00	-	-	-	-

$$K_3 = 1$$

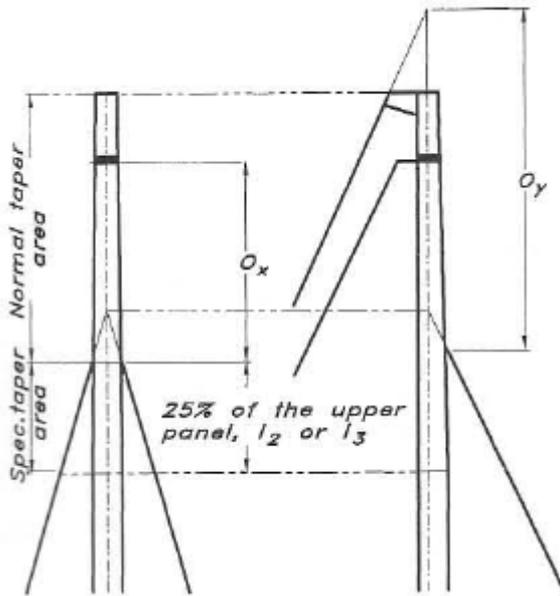
$$PT = 33414,81 \text{ N}$$

$$m = 1$$

$$h = 11,1 \text{ m}$$

$$I_y = 0,95 \times 1 \times 1 \times 33414,81 \times 11,1^2 = 3911186,803 \text{ mm}^4 = \mathbf{391,12 \text{ cm}^4}$$

Los aparejos fraccionados merecen una consideración especial en cuanto que no tiene el stay de proa desde el extremo de arriba del palo, permitiendo disminuir el módulo de la parte superior (desde el arraigo del stay de proa hasta el extremo), según la formula siguiente:



$$SM_x = \frac{8 \times RM \times O_x}{P} = 42279,22 \text{ mm}^3 = \mathbf{42,3 \text{ cm}^3}$$

Siendo:

$$RM = 28202,097 \text{ Nm} \quad P = 12,375 \text{ m} \quad O_x = 2,319 \text{ m}$$

$$SM_x = \frac{2100 \times RM \times O_y}{\sigma_{0,2} (O_y + h)} = 53523,88 \text{ mm}^3 = \mathbf{53,5 \text{ cm}^3}$$

Siendo:

$$RM = 28202,097 \text{ Nm} \quad \sigma_{0,2} = 210 \text{ N/mm}^2 \quad O_y = 2,6 \text{ m} \quad h = 11,1 \text{ m}$$

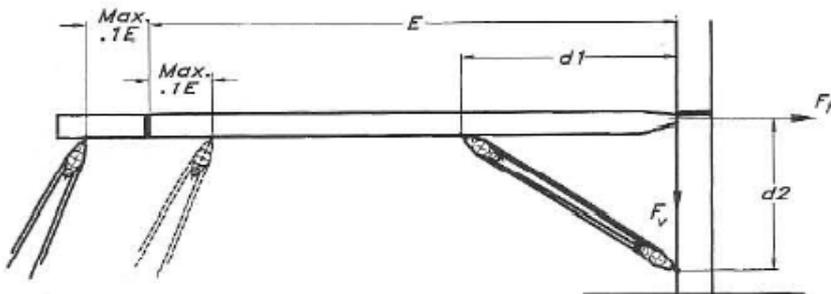
Mast	Main Dim. (mm)	I _y (cm ⁴)	I _x (cm ⁴)	Wall Thkn. (mm)	Weight Kg/m	SM _y (cm ³)	SM _x (cm ³)
Oval Sect.	122/85	165	75	2.45	2.43	23.6	17.6
	130/93	215	100	2.50	2.71	29.0	21.5
	138/95	287	139	2.85	3.35	35.0	29.3
	155/104	413	191	3.05	3.69	45.9	36.7
	170/115	569	260	3.10	4.11	58.1	45.2
	177/124	725	345	3.40	4.75	74.7	55.6
	189/132	956	458	3.70	5.73	89.3	69.4
	206/139	1310	613	4.10	6.44	115	88.2
	224/150	1775	830	4.50	7.32	143	111
	237/162	2360	1120	4.85	8.76	176	138
274/185	3650	1650	4.90	10.32	232	178	

Sección del mástil: 170/115

8.2.5. Botavara

Las Fuerzas aplicadas en la botavara son derivadas de la acción del viento sobre las velas, F_v y F_h, aplicadas en el punto de unión de la botavara con el mástil.

El resultado de estas fueras mínimas que la botavara ha de soportar se recogen en el módulo de la sección mínima que ésta debe tener.



The gooseneck shall be able to withstand a vertical and horizontal force of:

$$F_v = 0.5 RM E / (HA \cdot d1) \quad [N]$$

$$F_h = 0.5 RM E / (HA \cdot d2) \quad [N]$$

HA = distance from waterline to centre of effort of sails (see Fig 11.1)

Required vertical Section Modulus for the boom is:

$$SM = 600 RM (E-d1) / (\sigma_{0.2} \cdot HA) \quad [mm^3]$$

The horizontal Section Modulus is to be at least 50% of the vertical.

$$F_v = (0,5 \times RM \times E) / (HA \times d_1) = \mathbf{6371,2 \text{ N}}$$

$$F_h = (0,5 \times RM \times E) / (HA \times d_2) = \mathbf{9722,71 \text{ N}}$$

Siendo:

HA= 6,043 m distancia desde la línea de flotación al centro de presión vélica.

$$d_1 = 1,465 \text{ m} \quad E = 4 \text{ m}$$

$$d_2 = 0,96 \text{ m} \quad RM = 28202,097 \text{ Nm}$$

Calculamos ahora los módulos de las secciones:

$$SM_y = [600 \times RM (E - d_1)] / (\sigma_{0,2} \times HA) = 33801,71 \text{ mm}^3 = \mathbf{33,8 \text{ cm}^3}$$

$$\sigma_{0,2} = 210 \text{ N/mm}^2$$

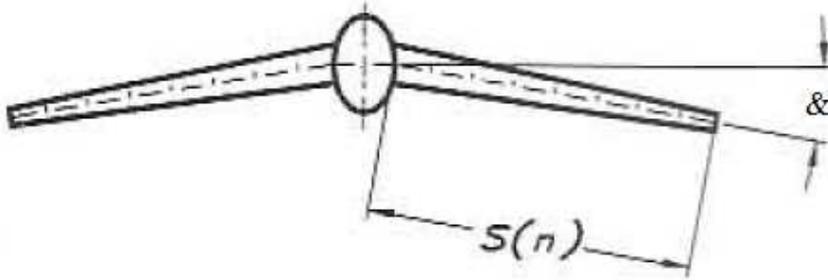
$$SM_x = 0,5 \times SM_y = 16900,85 \text{ mm}^3 = \mathbf{16,9 \text{ cm}^3}$$

Boom Sect.	86/59	60	23	1.80	1.67	14.0	7.8
	120/62	155	42	1.80	2.16	24.8	13.7
	143/76	290	80	2.20	2.83	39.4	20.9
	162/125	615	330	2.80	4.75	76.0	53.0
	171/94	610	170	2.80	4.03	67.7	35.7
	200/117	1190	325	2.80	5.36	112	55.5
	250/140	2410	640	3.20	6.96	185	91.4

Sección de la botavara: 143/76

8.2.6. Crucetas:

La misión de las crucetas consiste en reducir la longitud del palo libre para así reducir el momento de inercia de éste. Para dimensionarla, la fuerza a tener en cuenta es la componente transversal en los obenques C1, obtenida anteriormente.



$$I = [0,8 \times C(n) \times S(n)^2] / (E \times \cos \&);$$

Cruceta superior:

$$C1 = 3051,74 \text{ N}$$

$$S1 = 958 \text{ mm}$$

$$E = 7,0 \times 10^4 \text{ N/mm}^2 \text{ modulo de elasticidad del aluminio}$$

$$\& = 17^\circ$$

$$I_1 = [0,8 \times 3051,74 \times 958^2] / (7,0 \times 10^4 \times \cos 17) = 33471,42 \text{ mm}^4$$

$$= \mathbf{33,47 \text{ cm}^4}$$

Cruceta inferior:

$$C2 = 1766,33 \text{ N}$$

$$S2 = 1188,6 \text{ mm}$$

$$E = 7,0 \times 10^4 \text{ N/mm}^2 \text{ modulo de elasticidad del aluminio}$$

$$\& = 14,47^\circ$$

$$I_2 = [0,8 \times 1766,33 \times 1188,6^2] / (7,0 \times 10^4 \times \cos 14,47) = 29453,36 \text{ mm}^4$$

$$= \mathbf{29,45 \text{ cm}^4}$$

8.2.7. Cableado:

Por último fijaremos el dimensionamiento de los cables, según la tensión mayor que soportan.

Cables 1 x 19 (acero inoxidable AISI-316)			
Localización	Diametro	Carga rotura	Peso (Kg/m)
PD₁	7	40900	0,225
PD₂	10	69100	0,475
PD₃	10	69100	0,475
PV₁	10	69100	0,475
PV₂	10	69100	0,475
P_{fo}	5	21600	0,113
P_a	5	21600	0,113

9. DISEÑO ESTRUCTURAL Y

CALCULO DE ESCANTILLONADO

El objetivo de este capítulo es el estudio y justificación del diseño estructural incluyendo, elección del material del casco y cubierta, método de construcción, disposición de los elementos estructurales y cálculo del escantillonado.

La normativa elegida es la Lloyd Register of Shipping de agosto de 1978, la cual es un poco antigua y en determinados cálculos sobredimensiona los refuerzos. Aun así es perfectamente posible su uso para este caso.

Hablaremos un poco de la normativa a usar: decir que un barco se divide en tres zonas principales:

- Costados
- Fondo
- Quilla

Decir que cada zona tiene su propio cálculo de escantillonado, cada uno dependiendo de las necesidades que tenga en cuando a presiones y demás fuerzas a las que estén expuestas. En cada zona tendremos que elaborar una secuencia de laminado a base de tejido, materia y resina hasta obtener un espesor y peso mínimo requerido, dicho espesor viene dado anteriormente de una tabla en la que entramos con la eslora de escantillonado de nuestro barco.

La secuencia de laminado será comenzar a dar una serie de capas hasta obtener el espesor requerido para los costados, seguir luego aplicando capas hasta conseguir el espesor requerido para el fondo (mayor que los

costados) y por último aplicar capas en la parte de la quilla hasta obtener su espesor óptimo.

Una vez obtenidos los pesos de estas tres zonas principales habrá que definir los distintos refuerzos que se encuentran a lo largo y ancho del casco. Para ello la normativa divide estos refuerzos en tres grupos:

1. Armazón Transversal: Compuesto por los refuerzos transversales, es decir varengas de fondo, cuadernas del costado.
2. Armazón Longitudinal: Compuesto por los longitudinales del fondo, longitudinales de costado, bulárcamas de centro y bulárcamas de costado.
3. Cubierta: Compuesta por el peso de la propia cubierta.

Este capítulo lleva una hoja de cálculo (en Microsoft Excel) en la cual se detalla el cálculo del escantillado de cada uno de los refuerzos del casco del barco:

9.1. Laminado del casco:

Tabla 2.5.2: Peso del casco laminado para veleros y embarcaciones auxiliares:

Espaciado básico del refuerzo (mm)	Peso del casco (gr/m ²)		Pesos aleta y popa (gr/m ²)	Quilla	
	Fondo	Costado		Manga (mm)	Peso (gr/m ²)
400	3900	2850	4900	480	6800

A) Laminado del Fondo:

Fibra	Peso, w (gr/mm ²)	Espesor, t (mm)
Mat	300	0,6
Tejido	450	0,55
Mat	500	1
Tejido	800	0,55
Mat	500	1
Tejido	800	1
Mat	500	1
Tejido	800	0,55
Mat	500	1
Tejido	450	0,55
Mat	300	0,6

TOTAL	5900	7,85
--------------	-------------	-------------

t: Espesor laminado

w: Peso de la capa del refuerzo (gr/mm²)

Gc: Fibra de vidrio contenida en la capa.

Corrección del valor del peso:

$$Gc=2,56/[(3072*t)/w+1,36]=0,47$$

$$K_w = (2,8 * G_c) + 0,16 = 1,4759$$

Peso mínimo Laminado del costado *K_w < Peso Laminado

$$(3900 * 1,4759) < 5755,9$$

5755,9 < 5900 → VALIDO

B) Laminado del Costado:

Fibra	Peso, w (gr/mm ²)	Espesor, t (mm)
Mat	300	0,6
Tejido	450	0,55
Mat	500	0,60
Tejido	450	1
Mat	500	1
Tejido	450	1
Mat	500	0,6
Tejido	450	0,55
Mat	300	0,6

TOTAL	3900	6,50
--------------	-------------	-------------

t: Espesor laminado

w: Peso de la capa del refuerzo (gr/mm²)

G_c: Fibra de vidrio contenida en la capa.

Corrección del valor del peso:

$$G_c = 2,56 / [(3072 * t) / w + 1,36] = 0,3951$$

$$K_w = (2,8 * G_c) + 0,16 = 1,2262$$

Peso mínimo Laminado del Fondo *K_w < Peso Laminado

$$(2850 * 1,2262) < 3608,6$$

3608,6 < 3900 → VALIDO

C) Laminado de la Quilla:

Fibra	Peso, w (gr/mm2)	Espesor,t (mm)
Mat	300	0,6
Tejido	450	0,55
Mat	300	1
Tejido	450	0,55
Mat	500	1
Tejido	800	1
Mat	500	1
Tejido	800	1
Mat	500	1
Tejido	800	1
Mat	500	1
Tejido	800	1
Mat	500	1
Tejido	450	0,55
Mat	300	1
Tejido	450	0,55
Mat	300	0,60

TOTAL	8700	14,4
--------------	-------------	-------------

t: Espesor laminado

w: Peso de la capa del refuerzo (gr/mm2)

Gc: Fibra de vidrio contenida en la capa.

Peso mínimo del laminado de la quilla = 6800 gr/mm2.

Corrección del valor del peso:

$$Gc=2,56/[(3072*t)/w+1,36 =0,3972$$

$$Kw= (2,8*Gc) + 0,16 =1,2722$$

Peso minimo Laminado de la quilla *Kw < Peso Laminado

$$(6800 * 1,2722 < 8651,2) \quad 8651,2 < 8700 \rightarrow \text{VALIDO}$$

D) Laminado de la Cubierta:

Fibra	Peso, w (gr/mm2)	Espesor,t (mm)
Mat	300	0,60
Tejido	500	0,61
Mat	300	1
Tejido	500	1
Mat	300	1
Tejido	500	0,61
Mat	300	0,60

TOTAL	2700	5,42
--------------	-------------	-------------

t: Espesor laminado

w: Peso de la capa del refuerzo (gr/mm2)

Gc: Fibra de vidrio contenida en la capa.

Peso mínimo del laminado de la quilla = 2050 gr/mm2.

Corrección del valor del peso:

$$G_c = 2,56 / [(3072 * t) / w + 1,36] = 0,3401$$

$$K_w = (2,8 * G_c) + 0,16 = 1,1123$$

Peso minimo Laminado de la quilla *Kw < Peso Laminado

$$(2050 * 1,1123 < 2280,3)$$

$$2280,3 < 2700 \rightarrow \text{VALIDO}$$

9.2. Estructura Interna:

9.2.1 Armazón Transversal:

Para el cálculo de esfuerzos del casco la normativa Lloyd's establece unas reglas generales en cuanto al módulo resistente final que debe tener el mismo.

Tabla 2.6.2: Armazón transversal embarcaciones a motor, veleros y auxiliares:

Puntal (mm)	Espacio básico del refuerzo (mm)	Módulo mínimo de varengas y cuadernas (cm ³)	
		$V/\sqrt{Lwl} < 3,6$	
Velero y auxiliar		Varenga de centro	Cuaderna de costado
175	395	80	30

Corrección según notas adjuntas a Tabla 2.6.2

Puntal	175	mm
Espacio básico ref.	395	mm
Mod. Varengas	72	cm ³
Mod. Cuadernas	27	cm ³

a) Varengas de fondo:

Dimensiones (mm)	
T	7,85
t1	9
t2	9
C	50
h	55
W	188
F	60
B	68

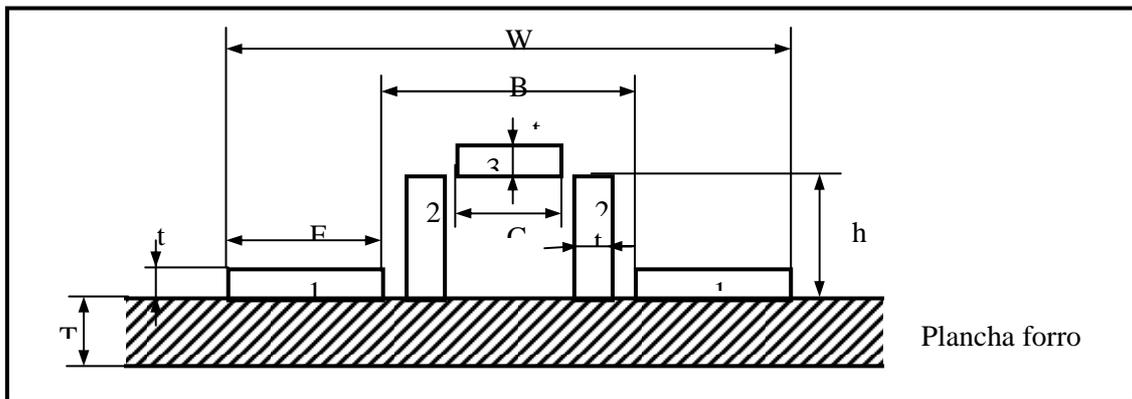
Altura Línea Neutra: $Y_{ln} = (EA * Y_g) / EA$

Altura Máxima: $Y_{max} = T + h + t_2 - Y_{ln}$

Inercia respecto a Línea Neutra:

$I_n = I_{lb} - [(Y_{ln}^2) * EA]$

Módulo Resistente Real: $W_r = I_n / Y_{max}$



Módulo Resistente Requerido: $W = 72000 \text{ mm}^3$

ELEMENTO	AREA (A)	Yg	A*Yg	Ip	I
1	1080	12,35	13338	7290,00	172014,30
2	990	35,35	34996,5	249562,50	1486688,78
3	450	67,35	30307,5	3037,50	2044247,63
4	1475,8	3,925	5792,515	7578,54	30314,16
TOTAL	3995,8		84434,515		3733264,86

Yg (neutra)	21,13
Y máxima	50,72
In (L. neutra)	1949094,65
Módulo resistente Real	38429,14067
c (fondo)	0,4700
Kz	0,5146

MÓDULO CORREGIDO 37053,4072

$W * K_z < W_r$

37053,4072 < 38429,14067

VALIDO

b) Cuadernas de costado:

Dimensiones (mm)	
T	6,50
t1	8
t2	8
C	30
h	50
W	146
F	50
B	46

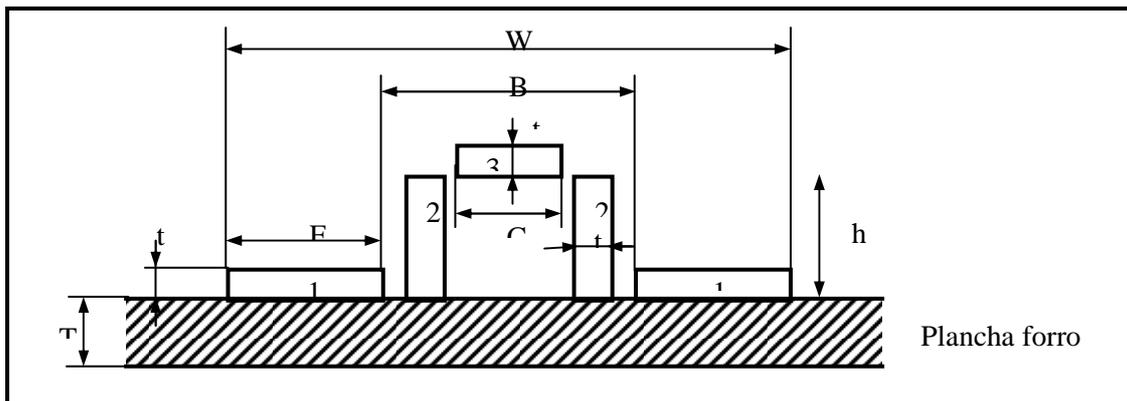
Altura Línea Neutra: $Y_{ln} = (EA * Y_g) / EA$

Altura Máxima: $Y_{max} = T + h + t2 - Y_{ln}$

Inercia respecto a Línea Neutra:

$I_n = I_{lb} - [(Y_{ln}^2) * EA]$

Módulo Resistente Real: $W_r = I_n / Y_{max}$



Módulo Resistente Requerido: $W = 27000 \text{ mm}^3$

ELEMENTO	AREA (A)	Yg	A*Yg	Ip	I
1	800	10,5	8400	4266,67	92466,67
2	800	31,5	25200	166666,67	960466,67
3	240	60,5	14520	1280,00	879740,00
4	949	3,25	3084,25	3341,27	13365,08
TOTAL	2789		51204,25		1946038,42

Yg (neutra)	18,36
Y máxima	46,14
In (L. neutra)	1005961,25
Módulo resistente Real	21802,0645
Gc (fondo)	0,3951
Kz	0,7039

MÓDULO CORREGIDO 19004,2322

$W * Kz < W_r$

19004,2322 < 21802,0645

VALIDO

9.2.2- Armazón Longitudinal:

		Módulos Long (cm3)	
Eslora L (m)	Espaciado básico refuerzos (mm)	V/ $\sqrt{Lwl} < 3,6$	
		Fondo	Costado
10	400	110	70

Corrección según notas adjuntas a Tabla 2.6.3

Espacio básico ref.	400	mm
Mod. Long. Fondo	99	cm3
Mod. Long. Costado	63	cm3

Eslora L (m)	Módulos (cm3): V/ $< 3,6$	
	Centro:	Costado:
10	405	165

Corrección según notas adjuntas a Tabla 2.6.4 :

Tabla Resumen:		
Mód. Bulárc. Centro	364,5	cm3
Mód. Bulárc.Costado	148,5	cm3
Espaciado Básico Ref.	2000	mm

a) Longitudinales de Fondo:

Dimensiones (mm)	
T	7,85
t1	9
t2	9
C	60
h	65
W	178
F	50
B	78

Altura Línea Neutra: $Y_{ln} = (EA * Y_g) / EA$

Altura Máxima: $Y_{max} = T + h + t2 - Y_{ln}$

Inercia respecto a Línea Neutra:

$I_n = I_b - [(Y_{ln}^2) * EA]$

Módulo Resistente Real: $W_r = I_n / Y_{max}$

Módulo Resistente Requerido: $W = 99000 \text{ mm}^3$

ELEMENTO	AREA (A)	Yg	A*Yg	Ip	I
1	900	12,35	11115	6075,00	143345,25
2	1170	40,35	47209,5	411937,50	2316840,83
3	540	77,35	41769	3645,00	3234477,15
4	1397,3	3,925	5484,4025	7175,43	28701,71
TOTAL	4007,3		105577,903		5723364,93

Yg (neutra)	26,35
Y máxima	55,50
In (L. neutra)	2941767,97
Módulo resistente Real	53001,38
Gc (fondo)	0,47
Kz	0,51

MÓDULO CORREGIDO 50948,43495

$W * Kz < W_r$

50948,43495 < 53001,38

VALIDO

b) Longitudinales de costado:

Dimensiones (mm)	
T	6,50
t1	10
t2	10
C	50
h	60
W	170
F	50
B	70

Altura Línea Neutra: $Y_{ln} = (EA * Y_g) / EA$

Altura Máxima: $Y_{max} = T + h + t2 - Y_{ln}$

Inercia respecto a Línea Neutra:

$I_n = I_b - [(Y_{ln}^2) * EA]$

Módulo Resistente Real: $W_r = I_n / Y_{max}$

Módulo Resistente Requerido: $W = 63000 \text{ mm}^3$

ELEMENTO	AREA (A)	Yg	A*Yg	Ip	I
1	1000	11,5	11500	8333,33	140583,33
2	1200	36,5	43800	360000,00	1958700,00
3	500	71,5	35750	4166,67	2560291,67
4	1105	3,25	3591,25	3890,52	15562,08
TOTAL	3805		94641,25		4675137,08

Yg (neutra)	24,87
Y máxima	51,63
In (L. neutra)	2321138,08
Módulo resistente Real	44959,6528
Gc (fondo)	0,3951
Kz	0,7039

MÓDULO CORREGIDO 44343,2084

$W * Kz < W_r$

44343,2084 < 44959,6528

VALIDO

BULÁRCAMAS CENTRO:		
Refuerzo:	Espaciado:	Módulo:
	(mm)	(cm3)
nº 1	1500	273,375
nº 2	2000	364,5
nº 3	2000	364,5
nº 4	2000	364,5

a) Bularcama nº1:

Dimensiones (mm)	
T	7,85
t1	10
t2	10
C	100
h	100
W	220
F	50
B	120

Altura Línea Neutra: $Y_{ln} = (EA * Y_g) / EA$

Altura Máxima: $Y_{max} = T + h + t2 - Y_{ln}$

Inercia respecto a Línea Neutra:

$In = I_{lb} - [(Y_{ln}^2) * EA]$

Módulo Resistente Real: $W_r = In / Y_{max}$

Módulo Resistente Requerido: $W = 273375 \text{ mm}^3$

ELEMENTO	AREA (A)	Yg	A*Yg	Ip	I
1	1000	12,85	12850	8333,33	173455,83
2	2000	57,85	115700	1666666,67	8359911,67
3	1000	112,85	112850	8333,33	12743455,83
4	1727	3,925	6778,475	8868,50	35474,02
TOTAL	5727		248178,475		21312297,35

Yg (neutra)	43,33
Y máxima	74,52
In (L. neutra)	10557529,51
Módulo resistente Real	141682,9234
Gc (fondo)	0,4700
Kz	0,5146

MÓDULO CORREGIDO 140687,156

$W * Kz < W_r$

140687,156 < 141682,9234

VALIDO

b) Bularcama nº2, 3 y 4:

Dimensiones (mm)	
T	7,85
t1	10
t2	10
C	130
h	140
W	250
F	50
B	150

$$\text{Altura Línea Neutra: } Y_{ln} = (EA * Y_g) / EA$$

$$\text{Altura Máxima: } Y_{max} = T + h + t_2 - Y_{ln}$$

Inercia respecto a Línea Neutra:

$$I_n = I_{lb} - [(Y_{ln}^2) * EA]$$

$$\text{Módulo Resistente Real: } W_r = I_n / Y_{max}$$

Módulo Resistente Requerido: $W = 364500 \text{ mm}^3$

ELEMENTO	AREA (A)	Yg	A*Yg	Ip	I
1	1000	12,85	12850	8333,33	173455,83
2	2800	77,85	217980	4573333,33	21543076,33
3	1300	152,85	198705	10833,33	30382892,58
4	1962,5	3,925	7702,8125	10077,85	40311,39
TOTAL	7062,5		437237,813		52139736,14

Yg (neutra)	61,91
Y máxima	95,94
In (L. neutra)	25070439,90
Módulo resistente Real	261313,134
Gc (fondo)	0,0000
Kz	0,6897

MÓDULO CORREGIDO 251379,31

$W * K_z < W_r$

251379,31

< 261313,134

VALIDO

3d) BULÁRCAMAS COSTADO:		
Refuerzo:	Espaciado:	Módulo:
	(mm)	(cm3)
nº 1	1500	246,0375
nº 2	2000	328,05
nº 3	2000	328,05
nº 4	2000	328,05

a) Bularcama nº1:

Dimensiones (mm)	
T	6,50
t1	11
t2	11
C	100
h	110
W	222
F	50
B	6,50

Altura Línea Neutra: $Y_{ln} = (EA * Y_g) / EA$

Altura Máxima: $Y_{max} = T + h + t2 - Y_{ln}$

Inercia respecto a Línea Neutra:

$$I_n = I_{lb} - [(Y_{ln}^2) * EA]$$

Módulo Resistente Real: $W_r = I_n / Y_{max}$

Módulo Resistente Requerido: $W = 246037,5 \text{ mm}^3$

ELEMENTO	AREA (A)	Yg	A*Yg	Ip	I
1	1100	12	13200	11091,67	169491,67
2	2420	61,5	148830	2440166,67	11593211,67
3	1100	122	134200	11091,67	16383491,67
4	1443	3,25	4689,75	5080,56	20322,25
TOTAL	6063		300919,75		28166517,25

Yg (neutra)	49,63
Y máxima	77,87
In (L. neutra)	13231221,86
Módulo resistente Real	169918,94
Gc (fondo)	0,0000
Kz	0,6897

MÓDULO CORREGIDO **169681,034**

W * Kz < W_r

169681,034 **< 169918,94**

VALIDO

b) Bularcama n°2, 3 y 4:

Dimensiones (mm)	
T	6,50
t1	10
t2	10
C	130
h	130
W	250
F	50
B	150

$$\text{Altura Línea Neutra: } Y_{ln} = (EA * Y_g) / EA$$

$$\text{Altura Máxima: } Y_{max} = T + h + t2 - Y_{ln}$$

Inercia respecto a Línea Neutra:

$$I_n = I_{lb} - [(Y_{ln}^2) * EA]$$

$$\text{Módulo Resistente Real: } W_r = I_n / Y_{max}$$

Módulo Resistente Requerido: $W = 328050 \text{ mm}^3$

ELEMENTO	AREA (A)	Yg	A*Yg	Ip	I
1	1000	11,5	11500	8333,33	140583,33
2	2600	71,5	185900	3661666,67	16953516,67
3	1300	141,5	183950	10833,33	26039758,33
4	1625	3,25	5281,25	5721,35	22885,42
TOTAL	6525		386631,25		43156743,75

Yg (neutra)	59,25
Y máxima	87,25
In (L. neutra)	20247360,84
Módulo resistente Real	232071,633
Gc (fondo)	0,0000
Kz	0,6897

MÓDULO CORREGIDO **226241,379**

$W * K_z < W_r$

226241,379 **< 232071,633**

VALIDO

Tabla 2.7.2 : Módulo de los Baos de cubierta:

Eslora	Espaciado	Módulo del bao (cm3)
L	básico	Eslora del Bao (mm)
(m)	refuerzo (mm)	2400
10	400	51

Corrección según notas adjuntas a Tabla 2.7.2

Refuerzo:	Espaciado:	Módulo:
	(mm)	(cm3)
n ° 1	1500	191,25
n ° 2	2000	255
n ° 3	2000	255
n ° 4	2000	255

a) Bao n°1:

Dimensiones (mm)	
T	5,42
t1	10
t2	10
C	100
h	100
W	220
F	50
B	120

Altura Línea Neutra: $Y_{ln} = (EA * Y_g) / EA$ Altura Máxima: $Y_{max} = T + h + t2 - Y_{ln}$

Inercia respecto a Línea Neutra:

$$I_n = I_{lb} - [(Y_{ln}^2) * EA]$$

Módulo Resistente Real: $W_r = I_n / Y_{max}$ Módulo Resistente Requerido: $W = 191250 \text{ mm}^3$

ELEMENTO	AREA (A)	Yg	A*Yg	Ip	I
1	1000	10,42	10420	8333,33	116909,73
2	2000	55,42	110840	1666666,67	7809419,47
3	1000	110,42	110420	8333,33	12200909,73
4	1192,4	2,71	3231,404	2919,03	11676,14
TOTAL	5192,4		234911,404		20138915,07

Yg (neutra)	45,24
Y máxima	70,18
In (L. neutra)	9511196,15
Módulo resistente Real	135528,424
Gc (fondo)	0,0000
Kz	0,6897

MÓDULO CORREGIDO 131896,552

$W * Kz < Wr$

131896,552 < 135528,424

VALIDO

b) Bao n°2, 3 y 4:

Dimensiones (mm)	
T	5,42
t1	10
t2	10
C	100
h	120
W	250
F	65
B	120

Altura Línea Neutra: $Y_{ln} = (EA * Y_g) / EA$

Altura Máxima: $Y_{max} = T + h + t_2 - Y_{ln}$

Inercia respecto a Línea Neutra:

$$I_n = I_{lb} - [(Y_{ln}^2) * EA]$$

Módulo Resistente Real: $W_r = I_n / Y_{max}$

Módulo Resistente Requerido: $W = 255000 \text{ mm}^3$

ELEMENTO	AREA (A)	Yg	A*Yg	Ip	I
1	1300	10,42	13546	10833,33	151982,65
2	2400	65,42	157008	2880000,00	13151463,36
3	1000	130,42	130420	8333,33	17017709,73
4	1355	2,71	3672,05	3317,09	13268,34
TOTAL	6055		304646,05		30334424,09

Yg (neutra)	50,31
Y máxima	85,11
In (L. neutra)	15006725,36
Módulo resistente Real	176328,03
Gc (fondo)	0,0000
Kz	0,6897

MÓDULO CORREGIDO 175862,069

$W * Kz < Wr$

175862,069 < 176328,03

VALIDO

RESUMEN ESCANTILLONADO:

Refuerzo	Dimensiones					
	T	t	c	h	w	F
Varenga Fondo	7,85	9	50	55	188	60
Cuadernas costado	6,5	8	30	50	146	50
Longitudinales fondo	7,85	9	60	65	178	50
Longitudinales costado	6,5	10	50	60	170	50
Bulárcamas centro nº1	7,85	10	100	100	220	50
Bulárcamas centro nº2,3 y 4	7,85	10	130	140	250	50
Bulárcamas costado nº1	6,5	11	100	110	222	50
Bulárcamas costado nº2,3 y 4	6,5	11	130	130	250	50
Bao nº1	5,42	10	100	100	220	50
Bao nº2,3 y 4	5,42	10	100	120	250	65

10. MOTORIZACIÓN

El objetivo de este capítulo es el estudio y justificación del motor elegido para la embarcación.

Tal y como expuse en el dimensionamiento preliminar he considerado que un motor diesel de aproximadamente 18 hp es perfecto para el tipo de navegación a la que nos vamos a ver sometidos y para el uso que le vamos a dar según nuestra propia autonomía y posibles rutas de tránsito.

Teniendo esto en cuenta y tras buscar referencias en diversas páginas de Internet y revistas, he tomado como motor para mi embarcación un “VOLVO PENTA DIESEL INTRABORDA D1-20” que desarrolla una potencia de 18 HP.

Es un motor con transmisión “Sail Drive” de avanzado diseño construido con componentes de elevada calidad para satisfacer las necesidades de nuestro cliente. También lleva incorporado el acoplamiento deslizante que le protege de sobrecargas.

Nuestro motor tiene como equipo de serie de refrigeración por agua dulce, lo que reduce la formación de corrosión en el interior del motor, permitiendo a éste trabajar a temperaturas óptimas y constante en cualquier circunstancia.

Dicho motor lo he contrareestado con demás embarcaciones de la misma categoría de diseño que la nuestra y con el mismo tipo de navegación por el que podemos casi garantizar que no nos quedaremos cortos de potencia y con este tipo de motor quedará totalmente satisfechas todas nuestras necesidades en la navegación.

A continuación adjuntamos la descripción técnica de dicho motor seleccionado.



Nueva generación del D1 para confort realzado del yate

La nueva generación del D1 de Volvo Penta esta diseñada para cumplir con la legislación ambiental más rigurosa – US EPA Tier 3.

Un nivel de ruido reducido y un bajo régimen de revoluciones a la velocidad de crucero brinda una marcha silenciosa y de bajas vibraciones. El alternador de 115A con sensor de carga incorporado proporciona cargas rápidas para las necesidades de corriente a bordo.



D1-20 con cola 130S



La base de motor ha sido desarrollada desde las aplicaciones industriales y ha sido marinizada respondiendo a las más altas demandas marinas. Esto garantiza un motor fiable y de máxima duración.

Confort

Con el diseño de equilibrado dinámico y un volante de gran masa y eficaz aislamiento de goma se obtiene un funcionamiento estable y una transmisión mínima de vibraciones al casco.

Este nuevo motor, con cámaras de combustión reajustadas y menor régimen de funcionamiento – 2800–3200 rpm – junto con un nuevo silenciador de toma de aire, para conseguir un mayor confort a bordo. El nivel de ruido se ha reducido hasta en 3 dBA, partiendo desde niveles ya bajos.

El elevado par del motor redonda en unas excelentes cualidades para maniobrar, lo que es particularmente útil en puertos estrechos, etc.

El motor tiene instrumentos EVC y interfase NMEA que permite visualizar datos en la pantalla del plotter.

Ambiente

La nueva generación del D1 cumple la legislación ambiental más rigurosa del mundo – US EPA Tier 3. Las emisiones de partículas nocivas son reducidas hasta en un 50%.

El D1-20 se certifica según BSO, EU RCD y US EPA Tier 3.

Duración

D1-20 tiene como equipo de serie refrigeración por agua dulce, lo que reduce la formación de corrosión en el interior del motor permitiendo a éste trabajar a temperatura óptima y constante en cualquier circunstancia.

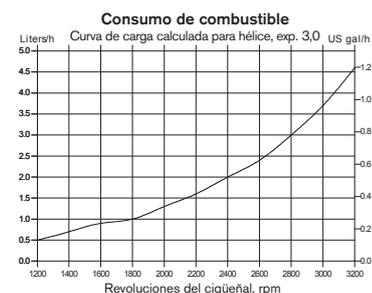
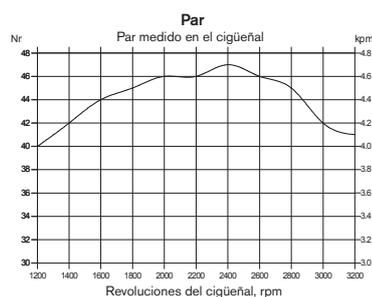
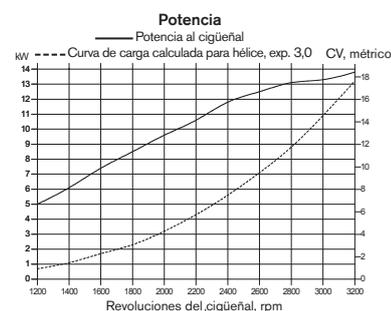
Para evitar la corrosión galvánica el motor lleva un original sistema de aislamiento eléctrico entre el motor y la cola.

Capacidad de carga

El alternador de 115A con sensor de carga integrado permite utilizar a bordo baterías de mayor capacidad completamente cargadas. Incluso al ralentí, el alternador suministra más de 35A, 100A aproximadamente a régimen de crucero.

Transmisiones

Hay seis transmisiones diferentes para su motor, todas diseñadas para larga duración y un suave funcionamiento.



D1-20

Descripción técnica:

Motor y bloque

- Bloque de cilindros y culata de hierro de fundición de gran calidad. Bancada rígida tipo túnel
- Cigüeñal forjado de cromo al molibdeno, equilibrado estáticamente y dinámicamente con contrapesos integrados. Pistones de aluminio con elevado contenido de silicio, térmicamente tratados y provistos con dos aros de compresión de hierro de fundición cromado y un aro de aceite
- Asientos de válvula cambiables y templados
- Acoplamiento elástico en el volante del motor

Tacos para el motor

- Tacos de goma ajustables para delante y detrás

Sistema de lubricación

- Filtro de paso total tipo "spin-on"
- Tubo separado para el vaciado de aceite
- Ventilación del cárter tipo cerrado
- Un tapón de llenado de aceite encima del motor y otro a un costado

Sistema de combustible

- Bomba de inyección recta montada en brida accionada por el árbol de levas del motor
- Bomba de alimentación y cebador manual

- Filtro fino de combustible del tipo "spin-on"
- Parada auxiliar en el motor

Sistema de escape

- El colector de escape está refrigerado por agua dulce y el codo por agua salada

Sistema de refrigeración

- Por agua dulce, de control termostático
- Cambiador de calor tubular y depósito de expansión incorporado
- Bomba de agua salada y rodete fácilmente accesibles

Sistema eléctrico

- 12V, protegido contra corrosión
- Alternador de 14V/115A adaptado a uso marino
- Regulador de carga con sensor electrónico para compensar pérdidas de tensión
- Bujía de incandescencia para arranques en frío sin problemas
- Motor de arranque eléctrico
- Paro eléctrico
- Cables de prolongación con conexión rápida de diferente longitud

Instrumentos EVC

- Interruptor arranque y parada
- Tacómetro con visualización de alarmas y cuentas horas motor

Opciones:

- Instrumentos separados para:
 - Nivel de combustible
 - Temperatura de refrigerante
 - Voltímetro
- Panel LCD con multisensor
- Interfase NMEA permite visualizar datos en la pantalla del plotter

Opciones de transmisión:

- Cuerpo de aleación de aluminio fundida
- Embrague multidisco mecánico
- Acoplamiento deslizante incorporado que protege contra sobrecargas

MS10A - inversor con eje de salida en ángulo de 8°.

- Ratio: 2,35:1/2,70:1 (Giro dcha/izq.) y 2,72:1/2,70:1 (Giro dcha/izq.).

MS10L - inversor con salida recta.

- Ratio: 2,35:1/2,26:1 (Giro dcha/izq.) y 2,72:1/2,26:1 (Giro dcha/izq.).

Cola 130S y 130SR para instalación inverso del motor.

- Ratio: 2,19:1.

Accesorios

- Mando electrónico para acelerador y cambio de marcha
- Mandos del motor y sistema de dirección
- Batería e interruptor
- Sistema para agua caliente
- Depósitos de expansión separados
- Toma de agua de refrigeración, filtro de agua marina y mangueras
- Sistema de escape y piezas de paso para el mismo
- Sistema de combustible, incl. filtro, tuberías, etc.
- Sistema de ejes para hélices y hélices
- Productos químicos - pinturas, aceites, detergentes, etc.

Datos Técnicos

Modelo.....	D1-20
Potencia al cigüeñal, kW (CV).....	13,8 (18,8)
Potencia al eje de la hélice, kW (CV).....	13,3 (18,0)
Revoluciones, rpm.....	2800-3200
Cilindrada, l.....	0,76
Número de cilindros.....	3
Diámetro cilindros/carrera, mm.....	67/72
Relación de compresión.....	23,5:1
Peso en seco con inversor MS10A/MS10L, kg.....	131/130
Peso en seco con cola 130S, kg.....	144

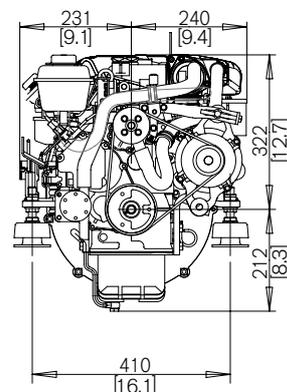
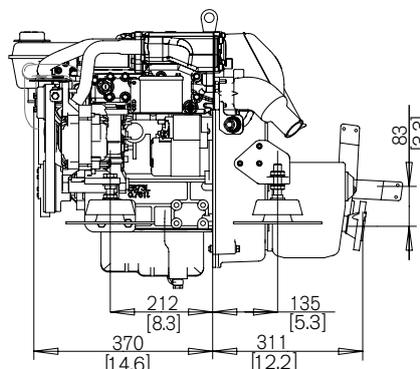
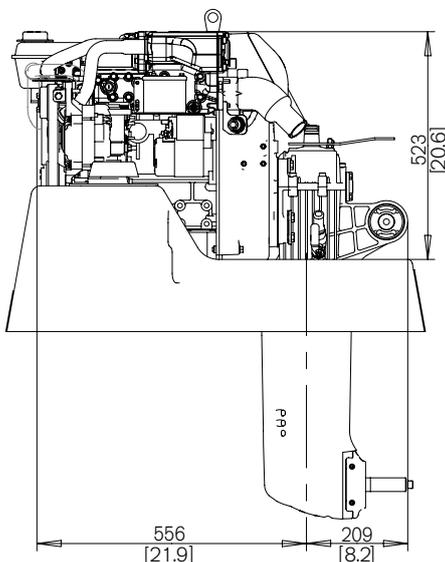
Potencia: R5

Datos técnicos según ISO 8665. El poder calorífico inferior del combustible es de 42.700 kJ/kg y la densidad de 840 g/litro a 15°C. Combustibles comerciales pueden desviarse de esta especificación, lo que influirá la potencia y el consumo de combustible.

El motor se certifica según BSO, EU RCD y US EPA Tier 3.

Dimensiones D1-20/MS10A/130S

No para instalación



Contacte a su concesionario Volvo Penta para más información.

No todos los modelos, equipamiento de serie y accesorios están disponibles en todos los países. Las especificaciones pueden modificarse sin previo aviso.

Las especificaciones del motor ilustrado pueden discrepar algo de las de serie.

**VOLVO
PENTA**

AB Volvo Penta
SE-405 08 Göteborg, Sweden
www.volvopenta.com

11. ESTIMACION DE PESO Y CALCULO C.D.G.

El objetivo de este capítulo es realizar un exhaustivo estudio de pesos según la disposición general de los elementos principales y obtener mediante cálculo la posición del c.d.g.

Una vez terminado el cálculo del escantillonado de la estructura del barco a continuación se calcula el peso y la posición del centro de gravedad. Esta posición se desglosa en tres coordenadas: LCG (posición longitudinal del CDG), VCG (posición vertical del CDG) y TCG (Posición transversal del CDG). Este estudio es bastante relevante dentro del diseño de una embarcación, ya que por ejemplo, para realizar el cálculo de la estabilidad necesitaremos un valor para el peso en rosca, así como para las anteriormente coordenadas del CDG.

Antes de seguir con el desarrollo de este cálculo definiré cual ha sido mi criterio de valores.

- Longitudinalmente he tomado la perpendicular de popa (Ppp) tomando los valores positivos hacia proa y negativos hacia popa.
- Transversalmente he tomado línea de crujía tomando los valores positivos en babor y negativos en estribor.
- Verticalmente he tomado la línea base por tanto los valores positivos estarán hacia arriba y los negativos abajo.

Para calcular el peso de los materiales compuestos usados en el laminado de la embarcación hemos de distinguir entre el peso de los tejidos en seco (sin resina) y el peso de los tejidos con la resina, la cual absorben durante el proceso de laminado.

Para ello tendremos que hacer un primer cálculo del peso de las tres partes principales en las que se divide el casco del barco: Fondo, costados y quilla.

Para calcular estos pesos tomaremos los obtenidos en el proceso de laminado explicado en el capítulo del calculo de escantillonado y los multiplicaremos por la superficie que corresponde en cada una de estas zonas. Obtenemos las formas del programa Maxsurf, dividimos el casco en las 3 zonas, exportamos estas formas a Autocad y calculamos el área como las coordenadas del CDG a cada una de las partes. Para aplicarle el peso de la resina a estas tres partes debemos conocer una sencilla relación: 600 gr /m² de Mat absorben 440 gr/m² de resina. Con esta relación tendremos el peso de la resina absorbida por el Mat (habrá que sumarle este peso al peso en seco). Por otra parte 300 gr/m² de tejido absorben 550 gr/m² de resina.

A la hora de calcular el peso de los refuerzos del casco, tal y como hicimos anteriormente, dividiremos estos refuerzos en 3 grupos: Armazón Transversal, longitudinal y cubierta. La expresión del área de cada refuerzo es:

$$A = (F + h + c + h + F) \text{ [mm}^2\text{]}$$

El área de refuerzo calculada antes la multiplicaremos por el peso del laminado (tejido más resina) de la zona en que nos encontremos (costado, fondo o quilla) y tendremos así el peso del refuerzo solo. Para las coordenadas del CDG tomaremos medidas en los planos.

Cuando tengamos los pesos y coordenadas de cada refuerzo los introduciremos en tablas que completen el peso y coordenadas del CDG de las 3 zonas en las que dividimos la estructura del casco y estos valores a su vez van a otras tablas hasta así completar el peso y coordenadas del CDG del casco completo.

Todo este cálculo de pesos ha sido orientado al peso de la estructura, pero para obtener el peso en rosca, a este peso de la estructura tendremos que sumarle el peso del resto de la embarcación.

Por último y para completar este estudio y enlazarlo con el siguiente capítulo he adjuntado también el estudio de pesos en 2 condiciones de carga que usaremos a la hora de calcular la estabilidad de la embarcación y son las condiciones de mínima operativa y máxima carga.

Todo este estudio de pesos viene detalladamente en una hoja de cálculo la cual he detallado cada elemento que configura mi embarcación que seguidamente se expone.

I) ESTRUCTURA:

Tabla 2.5.2 : Peso del casco para Veleros y emb. Auxiliares:

Eslora L (m)	Espaciado básico (mm)	Peso del Casco (gr / m2):		Pesos aleta y popa (gr / m2)	Quilla	
		Fondo	Costado		Manga (mm)	Peso (gr / m2)
10	400	3900	2850	4900	480	6800

Elemento:	w (gr / m2):	Sm (m2):
Costados	2850	20,977
Fondo	3900	16,821
Quilla	6800	4,219

Elemento:	Laminado (gr / m2):	Resina (gr / m2):
Mat	600	440
Tejido	300	500

a) Peso de Fibra Costados:

Mat (gr / m2) :	Tejido (gr / m2):
300	450
500	450
500	450
500	450
300	

2100	1800
------	------

Pesos de la Resina:	
Resina del Mat (gr / m2)	1540
Resina del Tejido (gr / m2)	3000,000

Pesos de Fibra y Resina:	
Peso Mat (gr / m2):	3640
Peso Tej (gr / m2):	4800,000

Peso Lam. Costado (gr / m2): 8440,000

Peso Lam. Costado (gr): 177045,880

Peso Lam. Costado (Kg):	177,046
-------------------------	---------

b) Peso de Fibra Fondo:

Mat (gr / m2) :	Tejido (gr / m2):
300	450
500	800
500	800
500	800
500	450
300	

2600	3300
------	------

Pesos de la Resina:	
Resina del Mat (gr / m2)	1906,666667
Resina del Tejido (gr / m2)	5500,000

Pesos de Fibra y Resina:	
Peso Mat (gr / m2):	4506,666667
Peso Tej (gr / m2):	8800,000

Peso Lam. Fondo (gr / m2): 13306,667

Peso Lam. Fondo (gr): 223831,440

Peso Lam. Fondo (Kg):	223,831
-----------------------	---------

c) Peso de Fibra Quilla:

Mat (gr / m2) :	Tejido (gr / m2):
300	450
500	450
500	800
500	450
300	800
300	800
300	800
300	450
300	450

3300	5450
------	------

Pesos de la Resina:	
Resina del Mat (gr / m2)	2420
Resina del Tejido (gr / m2)	9083,333

Pesos de Fibra y Resina:	
Peso Mat (gr / m2):	5720
Peso Tej (gr / m2):	14533,333

Peso Lam. Quilla (gr / m2): 20253,333

Peso Lam. Quilla (gr): 85448,813

Peso Lam. Quilla (Kg):	85,449
-------------------------------	---------------

1) A. Transversal:

a) Varengas del Fondo

b) Cuadernas del Costado

$$A = L * (F + h + c + h + F) \text{ (mm}^2\text{)}$$

a) Varengas Fondo:

CNA:15
 CNA:11
 CNA:7
 CNA:3
 CNA:11/2
 CNA:10/2
 CNA:9/2

Refuerzo:	Longitud (mm):
1	2820
2	3174
3	2786
4	1054
5	1044
6	1044
7	1044

Dimensiones (mm):	
T	7,85
t1	9
t2	9
c	50
h	55
w	188
F	60

P Lam F (gr / m2): 13306,667

Refuerzo:	Area (mm2):	Area (m2):	Peso (gr):	Peso (kg):	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	P * LCG:	P * VCG:	P * TCG:
1	789600	0,790	10506,944	10,507	0,475	0,440	0,000	4,991	4,623	0,000
2	888720	0,889	11825,901	11,826	1,448	0,274	0,000	17,124	3,240	0,000
3	780080	0,780	10380,265	10,380	2,490	0,174	0,000	25,847	1,806	0,000
4	295120	0,295	3927,064	3,927	3,459	0,112	0,000	13,584	0,440	0,000
5	292320	0,292	3889,805	3,890	3,257	0,097	0,000	12,669	0,377	0,000
6	292320	0,292	3889,805	3,890	3,859	0,136	0,000	15,011	0,529	0,000
7	292320	0,292	3889,805	3,890	4,259	0,238	0,000	16,567	0,926	0,000
TOTAL:								105,792	11,941	0,000

Resúmen:				
Elemento	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Varengas Fondo	2,190	0,247	0,000	48,310

CNA:19
 CNA:15
 CNA:11
 CNA:7
 CNA:3

Refuerzo:	Longitud (mm):
1	1502
2	1001
3	1010
4	1041
5	1089

b) Cuadernas Costado:

Dimensiones (mm):	
T	6,50
t1	8
t2	8
c	30
h	50
w	146
F	50

P Lam Cost (gr / m2):	8440,000
------------------------------	----------

Refuerzo:	Area (mm2):	Area (m2):	Peso (gr):	Peso (kg):	Peso (x2):	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	P * LCG:	P * VCG:	P * TCG:	
1	345460	0,345	2915,682	2,916	5,831	-0,552	0,796	0	-3,219	4,642	0,000	
2	230230	0,230	1943,141	1,943	3,886	1,448	1,115	0	5,627	4,333	0,000	
3	232300	0,232	1960,612	1,961	3,921	3,459	1,115	0	13,564	4,372	0,000	
4	239430	0,239	2020,789	2,021	4,042	5,459	1,146	0	22,063	4,632	0,000	
5	250470	0,250	2113,967	2,114	4,228	7,459	1,096	0	31,536	4,634	0,000	
TOTAL:												
									21,908	69,571	22,613	0,000

Resumen:				
Elemento:	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Cuad. Costado	3,176	1,032	0,000	21,908

1) A. Longitudinal:

a) Longitudinales de Fondo

b) Longitudinales de Costado

c) Bulárcamas de Centro

d) Bulárcamas de Costado

e) Mamparos

$$A = L + [2 * (t1 + F + h + (2 * t2)) + c] (mm^2)$$

a) Longitudinales Fondo:

Refuerzo:	Longitud (mm):
1	8443
2	8443

Dimensiones (mm):	
T	7,85
t1	9
t2	9
c	60
h	65
w	178
F	50

P Lam F (gr / m2):	13306,667
--------------------	-----------

Refuerzo:	Area (mm2):	Area (m2):	Peso (gr):	Peso (kg):	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	P * LCG:	P * VCG:	P * TCG:
1	2448470	2,448	32580,975	32,581	3,212	0,028	0,57	104,650	0,090	1,831
2	2448470	2,448	32580,975	32,581	3,212	0,028	-0,57	104,650	0,090	-1,831

TOTAL:	65,162
--------	--------

209,300	0,180	0,000
---------	-------	-------

Resúmen:				
Elemento:	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Long. Fondo	3,212	0,003	0,000	65,162

b) Longitudinales Costado:

Refuerzo:	Longitud (mm):
1	7954

Dimensiones (mm):	
T	6,50
t1	10
t2	10
c	50
h	60
w	170
F	50

P Lam Cost (gr / m2):	8440
------------------------------	------

Refuerzo:	Area (mm2):	Area (m2):
1	2147580	2,148

Refuerzo:	Peso (gr):	Peso (kg):	Peso (x2):	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	P * LCG:	P * VCG:	P * TCG:
1	18125,575	18,126	36,2511504	3,448	0,875	0	125,0	31,7	0,0

TOTAL:

36,251

124,994 | 31,720 | 0

Resúmen:				
Elemento:	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Long. Costado	3,448	0,875	0	36,251

c) Bulárcamas Centro:

c1) Bulárcama n ° 1:

Dimensiones (mm):	
T	7,85
t1	10
t2	10
c	100
h	100
w	220
F	50
L	1132

c2) Bulárcama n ° 2:

Dimensiones (mm):	
T	7,85
t1	10
t2	10
c	130
h	140
w	250
F	50
L	1535

c3) Bulárcama n ° 3:

Dimensiones (mm):	
T	7,85
t1	10
t2	10
c	130
h	140
w	250
F	50
L	1.562

c4) Bulárcama n ° 4:

Dimensiones (mm):	
T	7,85
t1	10
t2	10
c	130
h	140
w	250
F	50
L	1032

Refuerzo:	Area (mm2):	Area (m2):	Peso (gr):	Peso (Kg):	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	P * LCG:	P * VCG:	P * TCG:
1	452800	0,453	6025,259	6,025	0,475	0,44	0,000	2,862	2,651	0,000
2	782850	0,783	10417,124	10,417	2,49	0,174	0,000	25,939	1,813	0,000
3	796620	0,797	10600,357	10,600	4,49	0,097	0,000	47,596	1,028	0,000
4	526320	0,526	7003,565	7,004	6,49	0,238	0,000	45,453	1,667	0,000

P Lam F (gr / m2): 13306,667

TOTAL: 34,046

121,849 7,159 0,000

Resúmen:				
Elemento:	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Varengas Fondo	3,579	0,210	0,000	34,046

d) Bulárcamas Costado:

d1) Bulárcama n ° 1:

Dimensiones (mm):	
T	7,85
t1	10
t2	10
c	100
h	100
w	220
F	50
L	952

d2) Bulárcama n ° 2:

Dimensiones (mm):	
T	7,85
t1	10
t2	10
c	130
h	140
w	250
F	50
L	981

d3) Bulárcama n ° 3:

Dimensiones (mm):	
T	7,85
t1	10
t2	10
c	130
h	140
w	250
F	50
L	1.006

d4) Bulárcama n ° 4:

Dimensiones (mm):	
T	7,85
t1	10
t2	10
c	130
h	140
w	250
F	50
L	1026

Refuerzo:	Area (mm2):	Area (m2):	Peso (gr):	Peso (Kg):	Peso (x2):	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	P * LCG:	P * VCG:	P * TCG:
1	380800	0,381	3213,952	3,214	6,428	0,475	1,082	0	3,053	6,955	0,000
2	500310	0,500	4222,616	4,223	8,445	2,49	1,092	0	21,029	9,222	0,000
3	513060	0,513	4330,226	4,330	8,660	4,49	1,112	0	38,885	9,630	0,000
4	523260	0,523	4416,314	4,416	8,833	6,49	1,08	0	57,324	9,539	0,000

P Lam Cost (gr / m2): 8440

TOTAL:

32,366

120,291 35,347 0

Resúmen:				
Elemento:	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Bulárc. Cost.	3,717	1,092	0	32,366

e) Mamparos:

Espesor , t (mm): 25

Densidad Contrachapado (Kg / m3): 0,51

Mamparo:	Ancho (mm):	Alto (mm):	Area (mm2):	Volúmen(mm3):	Volumen (m3):	Peso (Kg):	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	P * LCG:	P * VCG:	P * TCG:
1	1950	204	397800	9945000	0,010	0,005	-0,593	0,84	0	-0,003	0,004	0,000
2	1200	1636	1963200	49080000	0,049	0,025	0,261	1,005	-0,626	0,007	0,025	-0,016
3	1700	1005	1708500	42712500	0,043	0,022	1,23	0,813	-0,989	0,027	0,018	-0,022
4	960	1782	1710720	42768000	0,043	0,022	1,706	1,097	0,348	0,037	0,024	0,008
5	1497	1900	2844300	71107500	0,071	0,036	2,044	1,083	-0,312	0,074	0,039	-0,011
6	1000	1760	1760000	44000000	0,044	0,022	2,186	1,119	0,947	0,049	0,025	0,021
7	1047	1800	1884600	47115000	0,047	0,024	2,786	1,119	-0,902	0,067	0,027	-0,022
8	2200	1660	3652000	91300000	0,091	0,047	5,884	1,084	0	0,274	0,050	0,000

15921120 398028000 **TOTAL:** 0,203

0,532 0,213 -0,041

15,921

Resúmen:				
Elemento:	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Mamparos	2,619	1,048	-0,204	0,203

3. Cubierta y Superestructura:

a) Cubierta

b) Baos

a) Cubierta:

Tabla 2.7.1 : Peso del laminado de cubierta superior:

Eslora L (m)	Espaciado básico bao (mm)	Peso de la cubierta (gr / m2)
10	400	2050

Mat (gr / m2):	Tej (gr / m2):
300	500
300	500
300	500
300	

1200	1500
------	------

Elemento:	Laminado (gr / m2):	Resina (gr / m2):
Mat	600	440
Tejido	300	500

Pesos de la Resina:	
Resina del Mat (gr / m2)	880,000
Resina del Tejido (gr / m2)	2500,000

Area Cubierta (m2):	19,561
---------------------	--------

Pesos de Fibra y Resina:	
Peso Mat (gr / m2):	2080,000
Peso Tej (gr / m2):	4000,000

Peso Lam. Cubierta (gr / m2): 6080,000

Peso Lam. Cubierta (gr): 118930,880

Peso Lam. Cubierta (Kg):	118,931
--------------------------	---------

Elemento:	Area Cta. (m2):	Area Ref. Especial (m2):	Area Resultante (m2):	Espesor (m):	Volúmen (m3):	Densidad (Kg / m3):	Peso (Kg):
PVC	19,19	1,75	17,44	0,01	0,1744	80	13,952

Elemento:	Peso (Kg):
Laminado	118,931
PVC	13,952

TOTAL:	132,883
--------	---------

Resúmen:				
Elemento:	Peso (Kg):	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):
Cubierta	132,883	3,92	1,761	0

b) Baos:**d1) Bao n° 1:**

Dimensiones (mm) :	
T	5,42
t1	10
t2	10
c	100
h	100
w	220
F	50
L	2485

d3) Bao n° 3:

Dimensiones (mm) :	
T	5,42
t1	10
t2	10
c	100
h	120
w	240
F	60
L	2915

P Lam Cta (gr / m2): 6080**d) Bao n° 2:**

Dimensiones (mm) :	
T	5,42
t1	10
t2	10
c	100
h	120
w	240
F	60
L	3054

d4) Bao n° 4:

Dimensiones (mm) :	
T	5,42
t1	10
t2	10
c	100
h	120
w	240
F	60
L	2184

Bao :	Area (mm2):	Area (m2):	Peso (gr):	Peso (Kg):	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	P * LCG:	P * VCG:	P * TCG:
1	994000	0,994	6043,520	6,044	0,475	1,54	0,000	2,871	9,307	0,000
2	1404840	1,405	8541,427	8,541	2,49	1,833	0,000	21,268	15,656	0,000
3	1340900	1,341	8152,672	8,153	4,49	1,799	0,000	36,605	14,667	0,000
4	1004640	1,005	6108,211	6,108	6,49	1,72	0,000	39,642	10,506	0,000

TOTAL: 28,846

100,387 50,136 0,000

Resúmen:				
Elemento:	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Baos	3,480	1,738	0	28,846

4. Tabla Resumen:

Estructura:

Elemento:	Peso (Kg):	LCG:	VCG:	TCG:	P * LCG:	P * VCG:	P * TCG:
Costados	177,046	4,78	1,143	0,000	846,279	202,363	0,000
Fondo	223,831	4,164	0,36	0,000	932,034	80,579	0,000
Quilla	85,449	4,26	0,163	0,000	364,012	13,928	0,000
Varengas Fondo	48,310	2,19	0,247	0,000	105,798	11,932	0,000
Cuadernas Costado	21,908	3,176	1,032	0,000	69,581	22,609	0,000
Longitudinales Fondo	65,162	3,212	0,003	0,000	209,300	0,195	0,000
Longitudinales Costado	36,251	3,448	0,875	0,000	124,994	31,720	0,000
Bularcama centro	34,046	3,579	0,210	0,000	121,852	7,150	0,000
Bularcama costado	32,366	3,717	1,092	0,000	120,305	35,344	0,000
Mamparos	0,203	2,619	1,048	-0,204	0,532	0,213	-0,041
Cubierta	132,883	3,92	1,761	0,000	520,901	234,007	0,000
Bao	28,846	3,48	1,738	0,000	100,383	50,134	0,000

TOTAL: 886,301

3515,972 690,175 -0,041

Resumen:

Elemento	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Estructura	3,967	0,779	0,000	886,301

II) HABILITACION:

Elemento:	Peso (Kg).	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso * LCG	Peso * VCG	Peso * TCG
Camarote Proa	130	7,037	0,54	0	914,810	70,200	0,000
Camarote Popa	145	0,557	0,54	0,497	80,765	78,300	72,065
Salón	135	4,902	0,60	-0,115	661,770	81,000	-15,525
Escalera	32	1,682	0,67	0,000	53,824	21,344	0,000
Bañera	100	0,250	1,34	0,000	25,000	134,300	0,000
WC	110	2,069	0,62	-0,969	227,590	68,200	-106,590
Mesa Cartas	55	3,085	0,60	-1,152	169,675	33,000	-63,360
Cocina	95	3,206	0,61	1,173	304,570	57,950	111,435

TOTAL:	802
---------------	-----

2438,004	544,294	-1,975
----------	---------	--------

Resúmen:				
Elemento	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Habilitación:	3,040	0,679	-0,002	802,000

III) INSTALACIONES:**a) Instalaciones:**

Elemento:	Peso (Kg).	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso * LCG	Peso * VCG	Peso * TCG
Motor	144	1,375	0,52	0	198	74,88	0
Tanque combustible	43	7,2	0,51	0	309,6	21,93	0
Tanque agua1	50	4,72	0,49	0,9	236	24,5	45
Tanque agua2	50	4,72	0,49	-0,9	236	24,5	-45
Baterias 70A 12V (x2)	44	3,793	0,159	-0,35	166,892	6,996	-15,4
Tanque de aguas negras	30	0,6	0,52	0	18	15,6	0
Ancla y cadenas	40	8,79	1,67	0	351,6	66,8	0
Caja de Cadenas	47	8,66	1,479	0	407,02	69,513	0

TOTAL:

448

1923,112

304,719

-15,4

Resumen:

Elemento	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Instalaciones	4,293	0,680	-0,034	448,000

IV) EQ. CUBIERTA:

a) Equipos de cubierta:

Elemento:	Peso (Kg).	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso * LCG	Peso * VCG	Peso * TCG
Winches centrales (x2)	17,8	0,473	2,19	0,000	8,4194	38,982	0
Winches popa (x2)	23,8	1,379	1,63	0,000	32,8202	38,794	0
Carros génova (x2)	10	4,045	1,66	0,000	40,45	16,6	0
Puerta acceso interior	20	1,365	1,899	0,000	27,3	37,98	0
Cornamusas (x6)	3	3,56	1,844	0,000	10,68	5,532	0
Caña timón	10	0,1	1,72	0,000	1	17,2	0
Cuerdas y varios	30	2,4	1,85	0,000	72	55,5	0
Escotillas (x3)	15	4,96	2,09	0,000	74,4	31,35	0
Anclajes estays	20	4,96	2,09	0,000	99,2	41,8	0
Enrollador mayor	6,8	8,92	2,01	0,000	60,656	13,668	0
Candeleros (x6)	2,4	4,5	1,844	0,000	10,8	4,4256	0

TOTAL: 158,8

437,7256 301,8316 0

Resumen:				
Elemento	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Eq. Cubierta	2,756	1,901	0,000	158,800

V) APAREJO Y VELAS:

a) Aparejo y Velas:

Elemento:	Peso (Kg).	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso * LCG	Peso * VCG	Peso * TCG
Mástil	57	4,55	2,332	0,000	259,35	132,924	0
Botavara	11,32	3,002	3,059	0,000	33,98264	34,62788	0
Aparejo y Velas	169,5	4,5	6,53	0,000	762,75	1106,835	0
Stay de popa	5	-0,2	1,4	0,000	-1	7	0
Cabulleria	7,5	4,5	6,71	0,000	33,75	50,325	0

TOTAL:

250,32

1088,83264

1331,71188

0

Resúmen:

Elemento	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Aparejo Velas	4,350	5,320	0	250,320

VII) LASTRE:

a) Lastre:

Elemento:	Peso (Kg).	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso * LCG	Peso * VCG	Peso * TCG
Lastre	2000	3,809	-0,47	0	7618	-940	0

TOTAL:	2000
---------------	------

7618	-940	0
------	------	---

Resúmen:				
Elemento	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Carga	3,809	-0,47	0	2000,000

VIII) PESO EN ROSCA:**Tabla resumen:**

Elemento:	P (Kg):	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	P * LCG:	P * VCG:	P * TCG:
Estructura	886,301	3,967	0,779	0,000	3515,972	690,175	0,000
Habilitación	802,000	3,040	0,679	0,000	2438,004	544,294	0,000
Instalaciones	448,000	4,293	0,680	0,000	1923,112	304,719	0,000
Equipos cubierta	158,800	2,756	1,901	0,000	437,726	301,832	0,000
Aparejo y velas	250,320	4,350	5,320	0,000	1088,833	1331,712	0,000
Lastre fijo	2000,000	3,809	-0,47	0,000	7618,000	-940,000	0,000
10% Margen	454,542	3,527	0,7	0	1603,170	318,180	0,000

TOTAL: 5000

18624,816 2550,911 0,000

Peso en Rosa:

Elemento	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Total	3,725	0,510	0,000	4999,964

Mínima Operativa:**Tabla resumen:**

Elemento:	Peso (Kg).	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso * LCG	Peso * VCG	Peso * TCG
P. Rosca	5000	3,725	0,510	0,000	18624,816	2550,911	0,000
Tripulación(x2)	150	1,5	0,600	0,000	225,000	90,000	0,000
Equipos Seguridad(x2)	30	2,200	0,600	0,000	66,000	18,000	0,000
Tanque agua1	50	3,275	0,49	0,900	163,750	24,500	45,000
Tanque agua2	50	3,575	0,49	-0,900	178,750	24,500	-45,000
Combustible	42,5	1,684	0,51	0,000	71,570	21,675	0,000

TOTAL:

5322

19258,316

2707,911

0,000

Carga Mínima Operativa:

Elemento	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Total	3,618	0,509	0,000	5322,464

MAXIMA CARGA:

Tabla resumen:

Elemento:	P (Kg):	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	P * LCG:	P * VCG:	P * TCG:
P. Rosca	5000	3,725	0,510	0,000	18624,816	2550,911	0,000
Tripulación(x6)	450	1,5	0,600	0,000	675,000	270,000	0,000
Tanque agua1	100	3,275	0,49	0,900	327,500	49,000	90,000
Tanque agua2	100	3,575	0,49	-0,900	357,500	49,000	-90,000
Combustible	85	1,684	0,51	0,000	143,140	43,350	0,000
Equipos Seguridad(x6)	150,000	2,200	0,600	0,000	330,000	90,000	0,000

TOTAL:	5885				20457,956	3052,261	0,000
---------------	-------------	--	--	--	------------------	-----------------	--------------

Máxima Carga:				
Elemento	LCG (m):	VCG (m):	TCG (m):	Peso (Kg):
Total	3,476	0,519	0,000	5884,964

12. ESTIMACION DE PESO Y CALCULO DEL C.D.G.

El objetivo de este capítulo es calcular el GM de la embarcación, la estabilidad estática a grandes ángulos, estabilidad de la embarcación. Comprobar el cumplimiento de los criterios aplicables a la embarcación en lo referente a su estabilidad, francobordo mínimo y número máximo de personas.

Esto se llevará a cabo por varias razones, una de ellas la de cumplir con la normativa vigente en cuanto a exigencias de estabilidad, así como corroborar que hemos diseñado un velero suficientemente seguro.

El estudio se realizará mediante el software “Hidromax” el cual trabaja con los archivos creados anteriormente por el Maxsurf para crear nuestras formas.

Otro requisito indispensable para hacer este capítulo es hacernos con la normativa española **UNE-EN ISO 12217** parte 2 llamada embarcaciones propulsadas a vela de eslora igual o superior a 6 m.

En esta normativa según la categoría de diseño que tenga la embarcación deberá tener unos requisitos mínimos de estabilidad para poder ser aprobada, en nuestro caso como ya hemos dicho varias veces anteriormente la categoría de nuestro diseño es la B. Evidentemente cuando mas alta sea la categoría mayor serán los requerimientos y que nos pedirá cumplir dicha normativa. En esta normativa podemos encontrar los requisitos que nos piden para la condición de mínima operativa, en fin una serie de criterios a seguir.

Dentro de esta norma encontramos los requisitos que se deben aplicar a las embarcaciones a vela monocascos según su categoría. Para el estudio de nuestra estabilidad deberemos de cumplir 4 parámetros fundamentales:

12.1. Ensayo de la altura de inundación: según el punto 6.2.2.2 podemos encontrar una tabla que entrando con nuestra eslora nos da que debemos tener la altura mínima requerida es 0,6.

Nosotros tenemos una altura mínima de **0,89 metros VALIDO**

12.2. Angulo de inundación : Según el punto 6.2.3 la tabla 3 nos dice que para nuestra categoría de diseño B debemos de tener un ángulo mínimo de 40°.

Nosotros tenemos un ángulo de entrada de **115° VALIDO**

12.3. ANGULO DE ESTABILIDAD NULA: Según el punto 6.3.1 en la tabla 4 nos dice que para una categoría de diseño B tenemos que:

$m > 15500 \text{ kg}$, $\alpha_{v(R)} = (130 - 0,005 m)$ pero siempre mayor $\geq 95^\circ$

si $m = 5885$ $\alpha = 100,575^\circ$ VALIDO

12.4. INDICE DE ESTABILIDAD (STIX): es un método que permite obtener una evaluación conjunta de las propiedades de estabilidad de las embarcaciones a vela monocascos. El índice consiste en un factor de eslora que se puede modificar por siete factores que se refieren a diferentes aspectos de la propiedad de estabilidad y flotabilidad. Cada factor individual se debe calcular como se indica en los apartados 6.4.2 al 6.4.8, utilizando los valores para cada parámetro relativos a la condición de carga apropiada, y el valor de STIX y la

categoría de diseño asociada se debe determinar entonces de acuerdo con el apartado 6.4.9.

FDS : Este valor representa la energía intrínseca de adrizamiento a superar antes de que ocurra un incidente de estabilidad, no debe ser nunca menos de 0,5 ó mayor de 1,5.

$$\mathbf{FDS} = [AGZ / (15,81(LH)^{1/2})] = \mathbf{1,11}$$

FIR: Este factor representa la capacidad para recuperarse sin ayuda exterior después de una inversión, no debe ser nunca menor de 0,4 ó mayor de 1,5.

$$\mathbf{FIR} = [\alpha_V / 125 - m / 1600] = \mathbf{0,829}$$

FKR: Este factor representa la capacidad de una embarcación para expulsar el agua de las velas y por lo tanto recuperarse después de haberse hundido, no debe ser nunca menos de 0,5 ó mayor de 1,5.

$$\text{Calculamos } F_R = (GZ_{90} \text{ m} / 2A_{shCE}) = 5,53 \rightarrow \mathbf{FKR} = \mathbf{1,33}$$

FDL: Este factor tiene en cuenta el efecto favorable de un mayor desplazamiento para una eslora dada incrementando la resistencia al vuelco, no debe ser nunca menos de 0,75 ó mayor de 1,25.

$$\text{Si } L_{BS} = 8,77 \text{ y } F_L = 0,95 \rightarrow \mathbf{FDL} = \mathbf{1,035}$$

FBD: Este factor tiene en cuenta el incremento de vulnerabilidad al hundimiento con mares de costado en las embarcaciones con una apreciable obra muerta y el incremento de la manga en relación con el desplazamiento, no debe ser nunca menos de 0,75 ó mayor de 1,25.

Si calculamos $FB= 1,88 \rightarrow FBD= 1,002$

FWM: Este factor representa el riesgo de inundación debido a rachas de viento que escoren una embarcación desprotegida, no debe ser nunca menos de 0,5 ó mayor de 1,0.

Nuestro caso **FWM=1**

FDf: Este factor representa el riesgo de inundación en un hundimiento, no debe ser nunca menor a 0,5 ó mayor de 1,25.

Nuestro caso $FDf= 1,28$ con lo que tomaremos **FDf=1,25**

Una vez calculados todos estos factores nos disponemos a comprobar si verdaderamente nuestra embarcación cumple con los criterios de estabilidad para una embarcación de categoría B por la que la tabla 5 dice que nuestro valor de STIX debe ser mayor que 23.

$$STIX= (7 + 2,25 LBS)(FDS \times FIR \times FKR \times FDL \times FBD \times FWM \times FDf)^{0,5} + \&= 33,37$$

Siendo $\&=0$

$$STIX = 33,37 > 23 \text{ VALIDO}$$

Nuestra embarcación cumple los requisitos de estabilidad para una categoría de diseño B.

Seguidamente se adjunta los datos extraídos del Hidromax con los resultados de estabilidad calculados.

HIDROSTATICAS Y CURVAS KN
(MAXIMA CARGA)

Hydrostatics - FORMAS

Fixed Trim = 0 m (+ve by stern)

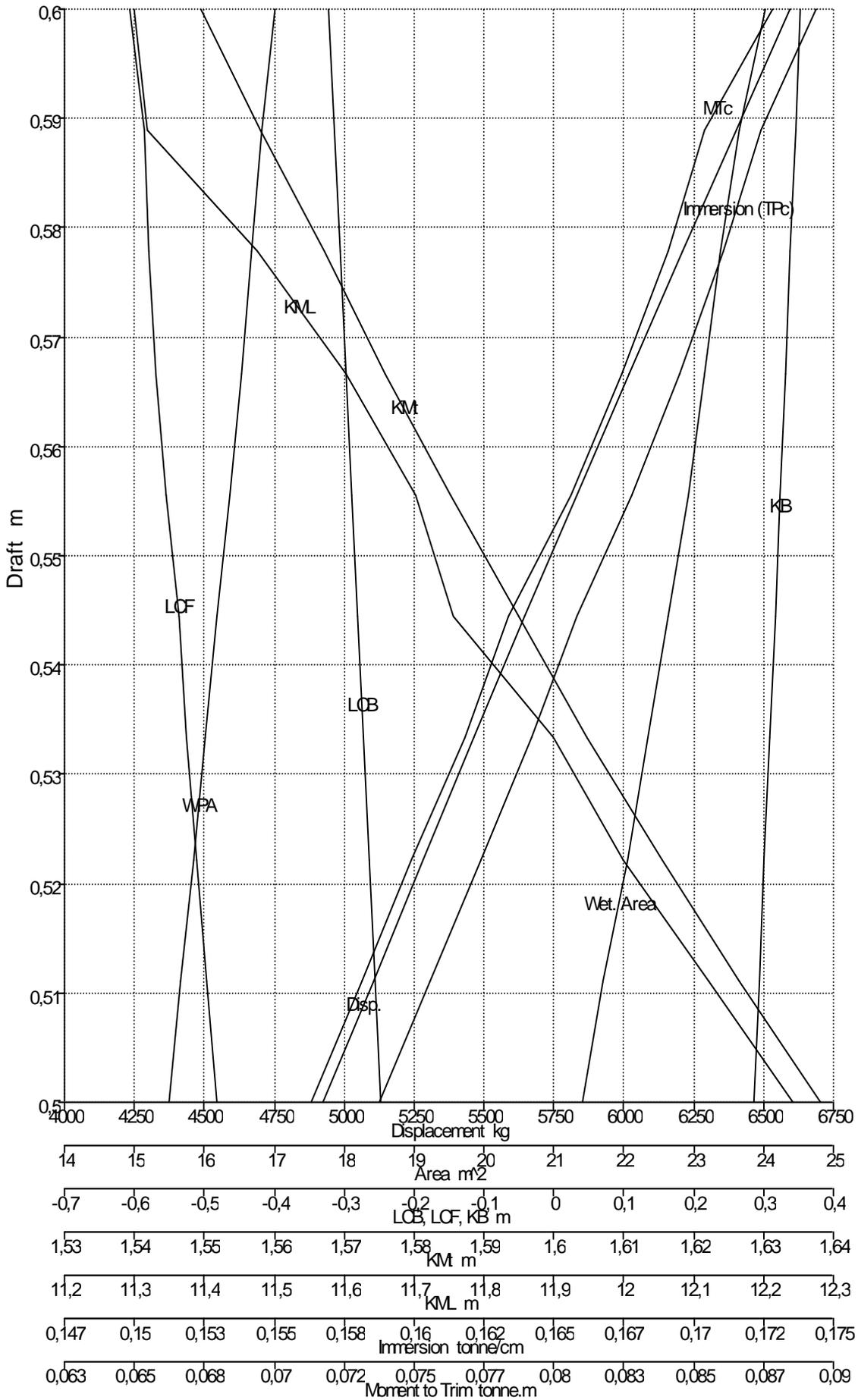
Relative Density = 1,025

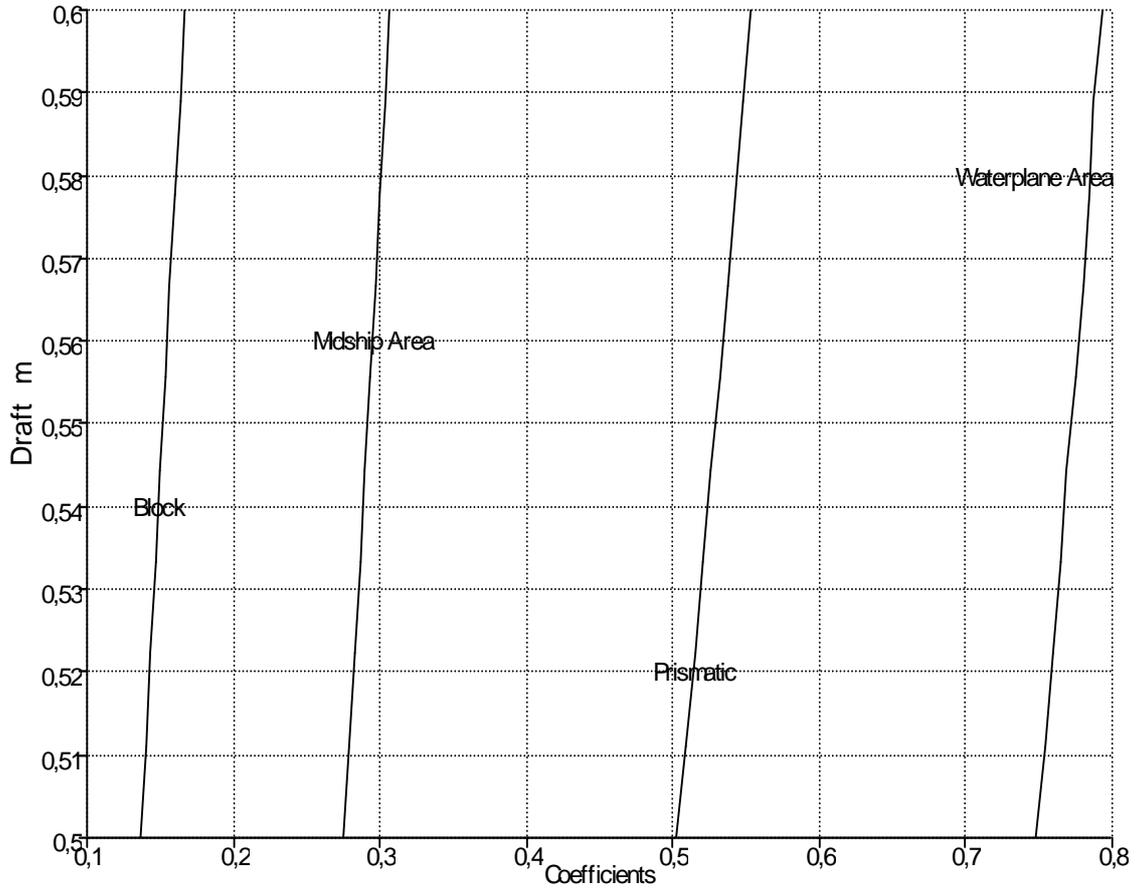
	Draft Amidsh. m	0,5	0,511
1	Displacement kg	4925	5103
2	Heel to Starboard degrees	0	0
3	Draft at FP m	0,500	0,511
4	Draft at AP m	0,500	0,511
5	Draft at LCF m	0,500	0,511
6	Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000
7	WL Length m	8,459	8,465
8	WL Beam m	2,555	2,566
9	Wetted Area m ²	21,414	21,701
10	Waterpl. Area m ²	15,484	15,665
11	Prismatic Coeff.	0,503	0,509
12	Block Coeff.	0,137	0,140
13	Midship Area Coeff.	0,275	0,279
14	Waterpl. Area Coeff.	0,748	0,754
15	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,247	-0,255
16	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,482	-0,497
17	KB m	0,286	0,294
18	KG m	0,514	0,514
19	BMt m	1,352	1,333
20	BML m	11,955	11,828
21	GMt m	1,124	1,113
22	GML m	11,727	11,608
23	KMt m	1,638	1,627
24	KML m	12,241	12,122
25	Immersion (TPc) tonne/cm	0,159	0,161
26	MTc tonne.m	0,071	0,073
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) kg.m	96,634	99,079
28	Max deck inclination deg	0,0	0,0
29	Trim angle (+ve by stern) deg	0,0	0,0

	0,522	0,533	0,544	0,556
1	5282	5464	5647	5833
2	0	0	0	0
3	0,522	0,533	0,544	0,556
4	0,522	0,533	0,544	0,556
5	0,522	0,533	0,544	0,556
6	0,000	0,000	0,000	0,000
7	8,471	8,478	8,484	8,490
8	2,577	2,588	2,600	2,609
9	22,045	22,338	22,636	22,922
10	15,839	16,019	16,176	16,367
11	0,515	0,521	0,526	0,532
12	0,143	0,147	0,150	0,153
13	0,283	0,286	0,290	0,293
14	0,759	0,764	0,768	0,775
15	-0,264	-0,272	-0,281	-0,289
16	-0,510	-0,526	-0,536	-0,555

17	0,301	0,309	0,316	0,324
18	0,514	0,514	0,514	0,514
19	1,314	1,296	1,279	1,262
20	11,698	11,591	11,439	11,379
21	1,101	1,091	1,081	1,071
22	11,485	11,385	11,241	11,188
23	1,615	1,605	1,595	1,585
24	11,999	11,899	11,755	11,702
25	0,162	0,164	0,166	0,168
26	0,075	0,077	0,078	0,081
27	101,542	104,012	106,532	109,046
28	0,0	0,0	0,0	0,0
29	0,0	0,0	0,0	0,0

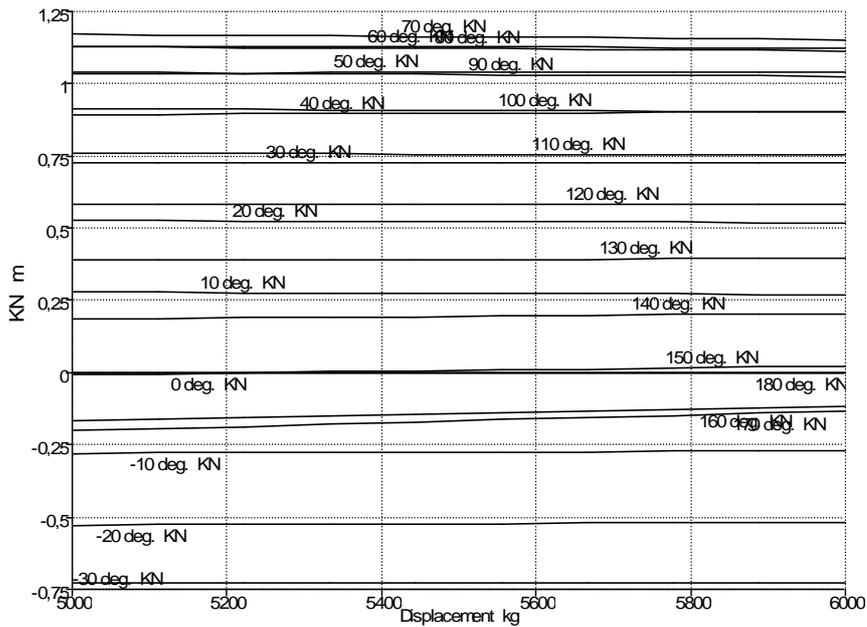
	0,567	0,578	0,589	0,6
1	6020	6210	6401	6593
2	0	0	0	0
3	0,567	0,578	0,589	0,600
4	0,567	0,578	0,589	0,600
5	0,567	0,578	0,589	0,600
6	0,000	0,000	0,000	0,000
7	8,495	8,501	8,507	8,512
8	2,618	2,628	2,637	2,647
9	23,158	23,391	23,658	24,022
10	16,535	16,686	16,818	17,009
11	0,537	0,543	0,548	0,553
12	0,157	0,160	0,163	0,167
13	0,297	0,300	0,304	0,307
14	0,780	0,784	0,787	0,794
15	-0,298	-0,306	-0,315	-0,323
16	-0,569	-0,580	-0,586	-0,607
17	0,331	0,338	0,346	0,353
18	0,514	0,514	0,514	0,514
19	1,245	1,229	1,212	1,197
20	11,272	11,139	10,972	10,946
21	1,062	1,053	1,044	1,036
22	11,089	10,963	10,804	10,785
23	1,576	1,567	1,558	1,550
24	11,603	11,477	11,318	11,299
25	0,170	0,171	0,172	0,174
26	0,082	0,084	0,085	0,088
27	111,578	114,124	116,632	119,168
28	0,0	0,0	0,0	0,0
29	0,0	0,0	0,0	0,0





KN Calculation - FORMAS

Initial Trim = 0 m (+ve by stern)
 Relative Density = 1,025



	Displacement kg	KN 30 deg. Port.	KN 20 deg. Port.	KN 10 deg. Port.	KN 0 deg.
1	5000	-0,728	-0,527	-0,279	0,000
2	5111	-0,728	-0,526	-0,278	0,000
3	5222	-0,728	-0,525	-0,277	0,000
4	5333	-0,728	-0,524	-0,276	0,000
5	5444	-0,728	-0,523	-0,275	0,000
6	5556	-0,728	-0,522	-0,275	0,000
7	5667	-0,728	-0,521	-0,274	0,000
8	5778	-0,728	-0,520	-0,273	0,000
9	5889	-0,728	-0,520	-0,272	0,000
10	6000	-0,728	-0,519	-0,271	0,000

	KN 10 deg. Starb.	KN 20 deg. Starb.	KN 30 deg. Starb.	KN 40 deg. Starb.	KN 50 deg. Starb.	KN 60 deg. Starb.
1	0,279	0,527	0,728	0,893	1,035	1,131
2	0,278	0,526	0,728	0,894	1,036	1,131
3	0,277	0,525	0,728	0,895	1,038	1,130
4	0,276	0,524	0,728	0,896	1,038	1,129
5	0,275	0,523	0,728	0,897	1,039	1,128
6	0,275	0,522	0,728	0,898	1,040	1,127
7	0,274	0,521	0,728	0,900	1,041	1,127
8	0,273	0,521	0,728	0,901	1,042	1,126
9	0,272	0,520	0,728	0,902	1,042	1,125
10	0,271	0,519	0,728	0,903	1,043	1,124

	KN 70 deg. Starb.	KN 80 deg. Starb.	KN 90 deg. Starb.	KN 100 deg. Starb.	KN 110 deg. Starb.	KN 120 deg. Starb.
1	1,172	1,129	1,040	0,915	0,761	0,583
2	1,170	1,127	1,038	0,914	0,760	0,583
3	1,168	1,126	1,037	0,912	0,759	0,583
4	1,166	1,124	1,035	0,911	0,758	0,582
5	1,164	1,122	1,033	0,909	0,757	0,582
6	1,162	1,121	1,032	0,908	0,756	0,582
7	1,160	1,119	1,030	0,907	0,755	0,582
8	1,158	1,118	1,029	0,905	0,754	0,582
9	1,156	1,116	1,027	0,904	0,753	0,581
10	1,154	1,115	1,026	0,903	0,753	0,581

	KN 130 deg. Starb.	KN 140 deg. Starb.	KN 150 deg. Starb.	KN 160 deg. Starb.	KN 170 deg. Starb.	KN 180 deg. Starb.
1	0,388	0,186	-0,009	-0,167	-0,201	0,000
2	0,389	0,188	-0,005	-0,161	-0,193	0,000
3	0,390	0,190	-0,001	-0,155	-0,185	0,000
4	0,391	0,192	0,002	-0,150	-0,178	0,000
5	0,391	0,194	0,006	-0,145	-0,170	0,000
6	0,392	0,196	0,010	-0,139	-0,163	0,000
7	0,393	0,199	0,013	-0,134	-0,155	0,000
8	0,394	0,201	0,017	-0,129	-0,148	0,000
9	0,395	0,203	0,020	-0,124	-0,141	0,000
10	0,395	0,205	0,023	-0,119	-0,134	0,000

ESTABILIDAD A GRANDES
ANGULOS Y EQUILIBRO
(MINIMA CARGA OPERATIVA)

Stability Calculation - FORMAS

Loadcase - MINIMA CARGA OPERATIVA

Damage Case - Intact

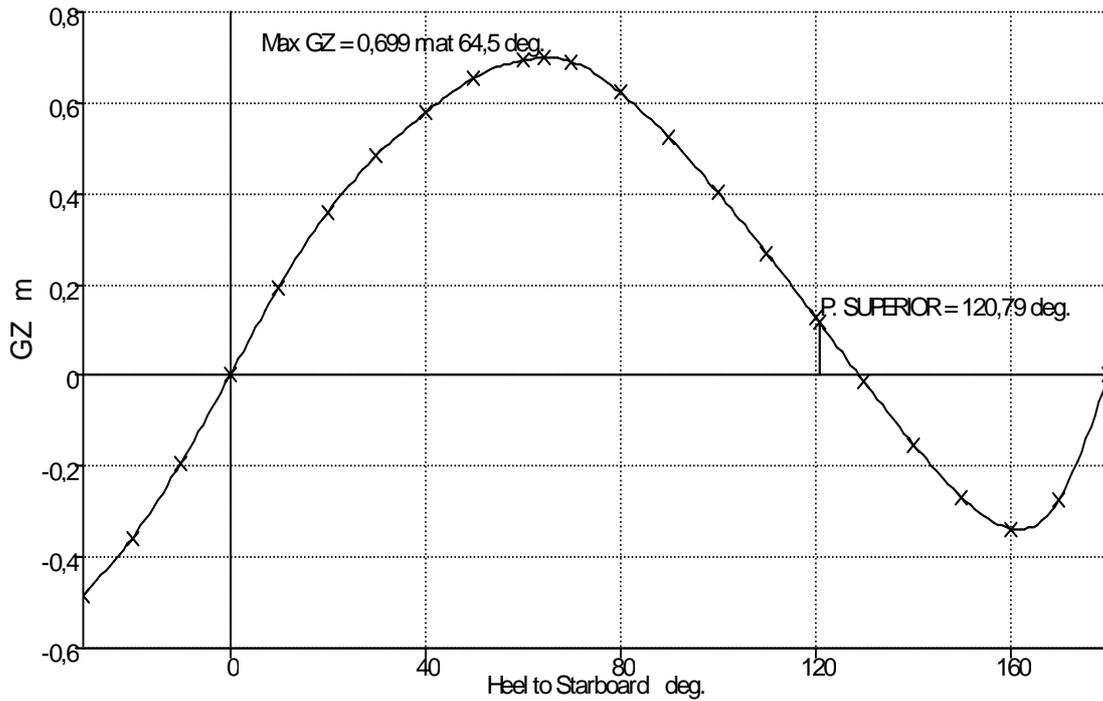
Free to Trim

Relative Density = 1,025

Fluid analysis method: Use corrected VCG

	Item Name	Quantity	Weight kg	Long.Arm m
1	P. Rosca	1	5000	3,725
2	Tripulación(x2)	1	150	1,500
3	Equipos Seguridad(x2)	1	30,0	2,200
4	Tanque agua1	1	50,0	3,275
5	Tanque agua2	1	50,0	3,575
6	Combustible	1	42,5	1,684
7		Total Weight=	5323	LCG=3,632 m
8				
9				

	Vert.Arm m	FS Mom. kg.m
1	0,510	0,000
2	0,600	0,000
3	0,600	0,000
4	0,490	0,000
5	0,490	0,000
6	0,510	0,000
7	VCG=0,513 m	0
8	FS corr.=0 m	
9	VCG fluid=0,513 m	



	Heel to Starboard degrees	-30	-20	-10	0
1	Displacement kg	5322	5322	5322	5323
2	Draft at FP m	0,453	0,468	0,467	0,465
3	Draft at AP m	0,342	0,474	0,547	0,570
4	WL Length m	8,540	8,478	8,424	8,418
5	Immersed Depth m	1,400	1,585	1,692	1,727
6	WL Beam m	2,333	2,457	2,556	2,586
7	Wetted Area m ²	20,846	21,638	22,090	22,262
8	Waterpl. Area m ²	14,748	15,353	15,905	16,143
9	Prismatic Coeff.	0,533	0,530	0,525	0,522
10	Block Coeff.	0,196	0,165	0,148	0,144
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,413	-0,417	-0,420	-0,420
12	VCB from DWL m	0,244	0,236	0,224	0,219
13	GZ m	-0,483	-0,358	-0,193	0,000
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,489	-0,536	-0,589	-0,622
15	TCF to zero pt. m	-0,724	-0,477	-0,231	0,000
16	Max deck inclination deg	30,0	20,0	10,0	0,7
17	Trim angle (+ve by stern) deg	-0,8	0,0	0,6	0,7

	10	20	30	40	50	60
1	5322	5323	5322	5322	5322	5322
2	0,467	0,468	0,453	0,402	0,288	0,094
3	0,547	0,474	0,342	0,132	-0,196	-0,711
4	8,424	8,479	8,540	8,454	8,189	8,091
5	1,692	1,585	1,400	1,140	0,817	0,689
6	2,556	2,457	2,333	2,291	2,272	2,654
7	22,091	21,639	20,846	20,455	20,196	19,288

8	15,906	15,353	14,749	14,568	14,274	13,250
9	0,525	0,530	0,533	0,531	0,530	0,564
10	0,148	0,165	0,196	0,245	0,345	0,403
11	-0,420	-0,417	-0,413	-0,406	-0,396	-0,384
12	0,224	0,236	0,244	0,243	0,233	0,237
13	0,193	0,358	0,483	0,577	0,655	0,694
14	-0,589	-0,536	-0,489	-0,469	-0,453	-0,392
15	0,231	0,477	0,724	0,949	1,080	1,082
16	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
17	0,6	0,0	-0,8	-1,9	-3,4	-5,7

	70	80	90	100	110	120
1	5322	5322	5322	5323	5323	5323
2	-0,280	-1,468	N/A	-3,329	-2,149	-1,767
3	-1,693	-4,540	N/A	-6,490	-3,641	-2,656
4	8,188	8,548	8,917	9,227	9,502	9,766
5	0,674	0,678	0,790	0,895	0,967	1,001
6	2,998	1,633	1,581	1,563	1,566	1,576
7	18,065	17,778	17,914	18,085	18,297	18,581
8	12,236	11,322	10,980	10,859	10,916	11,141
9	0,631	0,646	0,662	0,682	0,706	0,734
10	0,469	0,579	0,513	0,458	0,424	0,407
11	-0,370	-0,358	-0,348	-0,343	-0,345	-0,352
12	0,252	0,267	0,282	0,295	0,304	0,307
13	0,690	0,623	0,523	0,403	0,269	0,128
14	-0,341	-0,314	-0,284	-0,264	-0,253	-0,245
15	1,058	1,040	0,954	0,843	0,717	0,583
16	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	120,0
17	-9,9	-20,8	-90,0	-21,3	-10,4	-6,3

	130	140	150	160	170	180
1	5323	5323	5323	5323	5322	5322
2	-1,589	-1,492	-1,437	-1,412	-1,416	-1,423
3	-2,140	-1,818	-1,600	-1,453	-1,377	-1,375
4	9,689	9,635	9,597	9,559	9,485	9,298
5	0,994	0,943	0,847	0,703	0,497	0,251
6	1,599	1,656	1,787	2,077	2,844	2,999
7	18,965	19,527	20,475	22,290	26,459	27,287
8	11,553	12,279	13,598	16,074	21,293	22,055
9	0,766	0,800	0,837	0,875	0,905	0,903
10	0,403	0,411	0,424	0,440	0,453	0,851
11	-0,365	-0,381	-0,397	-0,412	-0,421	-0,423
12	0,302	0,286	0,258	0,216	0,157	0,118
13	-0,015	-0,151	-0,268	-0,338	-0,272	0,000
14	-0,251	-0,275	-0,310	-0,370	-0,555	-0,641
15	0,446	0,312	0,193	0,124	0,207	0,000
16	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	179,7
17	-3,9	-2,3	-1,2	-0,3	0,3	0,3

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	ISO/FDIS 12217-2:2001(E)	6.2.3 Downflooding angle				Pass
2		shall be greater than	40,0	deg	120,8	Pass

		(>)				
3						
4	ISO/FDIS 12217- 2:2001(E)	6.4 STIX				Pass
5		delta	0	See ISO 12217-2		
6		AS, sail area ISO 8666	72,000	m ²		
7		height of centroid of AS	9,180	m		
8		LH, Hydromax calculated	9,993	m		
9		BH, Hydromax calculated	3,054	m		
10		LWL, Hydromax calculated	8,418	m		
11		BWL, Hydromax calculated	2,586	m		
12		height of immersed profile area centroid, Hydromax calculated	0,042	m		
13		STIX value shall be greater than (>)	32,0	See ISO 12217-2	34,5	Pass
14		<i>Intermediate values</i>				
15		m, mass of boat in current loading condition		kg	5322,5	
16		height of waterline in current loading condition		m	0,517	
17		phiD, actual downflooding angle		deg	120,8	
18		PhiV, actual angle of vanishing stability		deg	129,0	
19		AGZ, area under righting lever curve, from 0,0 to 120,8 deg.		m.deg	55,691	
20		GZ90,		m	0,523	

		righting lever at 90 deg				
21		GZD, righting lever at downflooding angle		m	0,117	
22		FR		See ISO 12217-2	2,231	
23		LBS, weighted average length		See ISO 12217-2	8,943	
24		FL, length factor		See ISO 12217-2	0,959	
25		FB, beam factor		See ISO 12217-2	1,858	
26		VAW, steady apparent wind speed		m/s	n/a	
27		FDS, dynamic stability factor		See ISO 12217-2	1,114	
28		FIR, inversion recovery factor		See ISO 12217-2	1,060	
29		FKR, knockdown recovery factor		See ISO 12217-2	1,060	
30		FDL, displacement-length factor		See ISO 12217-2	1,005	
31		FBD, beam-displacement factor		See ISO 12217-2	1,029	
32		FWM, wind moment factor		See ISO 12217-2	1,000	
33		FDF, downflooding factor		See ISO 12217-2	1,250	
34						

	Key point	Type	DF angle deg	Freeboard m
1	Margin Line (immersion pos = 3,31 m)		41,67	--
2	Deck Edge (immersion pos = 3,31 m)		44,46	--
3	P. INFERIOR	Downflooding point	147,34	--
4	P. SUPERIOR	Downflooding point	120,79	--

Equilibrium Calculation - FORMAS

Loadcase - MINIMA CARGA

Damage Case - Intact

Free to Trim

Relative Density = 1,025

Fluid analysis method: Use corrected VCG

	Item Name	Quantity	Weight kg	Long.Arm m
1	P. Rosca	1	5000	3,725
2	Tripulación(x2)	1	150	1,500
3	Equipos Seguridad(x2)	1	30,0	2,200
4	Tanque agua1	1	50,0	3,275
5	Tanque agua2	1	50,0	3,575
6	Combustible	1	42,5	1,684
7		Total Weight=	5323	LCG=3,632 m
8				
9				

	Vert.Arm m	FS Mom. kg.m
1	0,510	0,000
2	0,600	0,000
3	0,600	0,000
4	0,490	0,000
5	0,490	0,000
6	0,510	0,000
7	VCG=0,513 m	0
8	FS corr.=0 m	
9	VCG fluid=0,513 m	

1	Draft Amidsh. m	0,517
2	Displacement kg	5322
3	Heel to Starboard degrees	0
4	Draft at FP m	0,465
5	Draft at AP m	0,570
6	Draft at LCF m	0,525
7	Trim (+ve by stern) m	0,105
8	WL Length m	8,418
9	WL Beam m	2,586
10	Wetted Area m ²	22,261
11	Waterpl. Area m ²	16,143
12	Prismatic Coeff.	0,522
13	Block Coeff.	0,144
14	Midship Area Coeff.	0,281
15	Waterpl. Area Coeff.	0,771
16	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,420
17	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,622
18	KB m	0,304
19	KG fluid m	0,513

20	BMt m	1,342
21	BML m	12,153
22	GMt m	1,133
23	GML m	11,945
24	KMt m	1,646
25	KML m	12,457
26	Immersion (TPc) tonne/cm	0,165
27	MTc tonne.m	0,079
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) kg.m	105,26
29	Max deck inclination deg	0,7
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0,7

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	ISO/FDIS 12217- 2:2001(E)	6.2.2 Downflooding height				Fail
2		the min. freeboard of the	Downflooding Points			
3		shall be greater than (>)	10,000	m	0,876	Fail
4						

ESTABILIDAD A GRANDES
ANGULOS Y EQUILIBRO
(MAXIMA CARGA)

Stability Calculation - FORMAS

Loadcase - MAXIMA CARGA

Damage Case - Intact

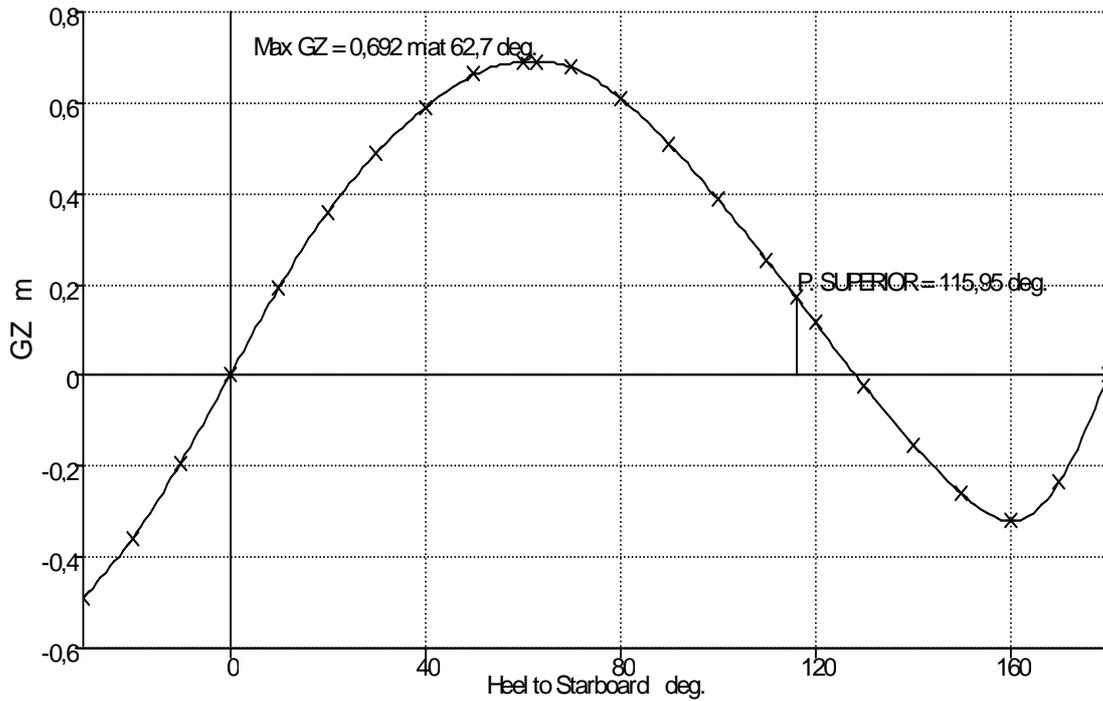
Free to Trim

Relative Density = 1,025

Fluid analysis method: Use corrected VCG

	Item Name	Quantity	Weight kg	Long.Arm m
1	Desplazamiento en Rosca	1	5000	3,725
2	Tripulación(x6)	1	450	1,500
3	Tanque agua1	1	100	3,275
4	Tanque agua2	1	100	3,575
5	Combustible	1	85,0	1,684
6	Equipos Seguridad(x6)	1	150	2,200
7		Total Weight=	5885	LCG=3,476 m
8				
9				

	Vert.Arm m	FS Mom. kg.m
1	0,510	0,000
2	0,600	0,000
3	0,490	0,000
4	0,490	0,000
5	0,510	0,000
6	0,600	0,000
7	VCG=0,518 m	0
8	FS corr.=0 m	
9	VCG fluid=0,518 m	



	Heel to Starboard degrees	-30	-20	-10	0
1	Displacement kg	5885	5885	5884	5885
2	Draft at FP m	0,426	0,444	0,445	0,444
3	Draft at AP m	0,435	0,557	0,622	0,641
4	WL Length m	8,758	8,711	8,606	8,569
5	Immersed Depth m	1,434	1,618	1,727	1,761
6	WL Beam m	2,394	2,513	2,600	2,621
7	Wetted Area m ²	22,008	22,638	23,031	23,158
8	Waterpl. Area m ²	15,592	16,148	16,710	16,886
9	Prismatic Coeff.	0,556	0,553	0,549	0,547
10	Block Coeff.	0,206	0,174	0,158	0,154
11	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,572	-0,576	-0,577	-0,577
12	VCB from DWL m	0,254	0,245	0,233	0,228
13	GZ m	-0,489	-0,359	-0,191	0,000
14	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,632	-0,668	-0,732	-0,758
15	TCF to zero pt. m	-0,726	-0,474	-0,227	0,000
16	Max deck inclination deg	30,0	20,0	10,1	1,4
17	Trim angle (+ve by stern) deg	0,1	0,8	1,2	1,4

	10	20	30	40	50	60
1	5885	5886	5885	5884	5884	5885
2	0,445	0,444	0,426	0,370	0,249	0,038
3	0,622	0,557	0,436	0,240	-0,062	-0,519
4	8,606	8,712	8,758	8,583	8,378	8,282
5	1,727	1,618	1,434	1,175	0,854	0,724
6	2,600	2,513	2,394	2,354	2,267	2,510
7	23,032	22,640	22,009	21,615	21,373	20,578

8	16,712	16,149	15,593	15,397	14,563	13,464
9	0,549	0,553	0,556	0,554	0,553	0,581
10	0,158	0,174	0,206	0,256	0,376	0,422
11	-0,577	-0,576	-0,573	-0,567	-0,559	-0,550
12	0,233	0,245	0,254	0,253	0,247	0,253
13	0,191	0,359	0,489	0,589	0,662	0,690
14	-0,733	-0,669	-0,633	-0,621	-0,587	-0,493
15	0,227	0,474	0,726	0,961	1,073	1,054
16	10,1	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
17	1,3	0,8	0,1	-0,9	-2,2	-3,9

	70	80	90	100	110	120
1	5885	5884	5885	5886	5886	5885
2	-0,371	-1,652	N/A	-3,520	-2,240	-1,824
3	-1,378	-3,873	N/A	-5,788	-3,291	-2,426
4	8,283	8,587	8,918	9,211	9,468	9,718
5	0,713	0,721	0,832	0,937	1,009	1,042
6	2,887	1,636	1,587	1,575	1,585	1,609
7	19,190	18,700	18,833	19,000	19,212	19,505
8	12,321	11,409	11,088	11,009	11,129	11,442
9	0,646	0,672	0,688	0,706	0,729	0,755
10	0,472	0,601	0,537	0,480	0,443	0,423
11	-0,540	-0,530	-0,523	-0,521	-0,523	-0,530
12	0,272	0,289	0,304	0,317	0,325	0,327
13	0,679	0,611	0,509	0,388	0,255	0,116
14	-0,419	-0,385	-0,361	-0,346	-0,341	-0,341
15	1,033	1,027	0,946	0,841	0,718	0,587
16	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	120,0
17	-7,1	-15,3	-90,0	-15,7	-7,4	-4,3

	130	140	150	160	170	180
1	5886	5885	5885	5885	5884	5885
2	-1,626	-1,517	-1,455	-1,425	-1,424	-1,430
3	-1,973	-1,691	-1,502	-1,378	-1,327	-1,327
4	9,780	9,713	9,668	9,624	9,541	9,362
5	1,034	0,983	0,885	0,737	0,525	0,263
6	1,646	1,716	1,862	2,174	2,997	2,990
7	19,922	20,527	21,533	23,444	27,707	27,801
8	11,974	12,818	14,261	16,919	22,281	22,132
9	0,784	0,817	0,849	0,879	0,899	0,895
10	0,416	0,420	0,430	0,442	0,451	0,901
11	-0,541	-0,553	-0,568	-0,578	-0,584	-0,585
12	0,320	0,302	0,272	0,228	0,165	0,130
13	-0,023	-0,153	-0,261	-0,320	-0,235	0,000
14	-0,345	-0,367	-0,402	-0,459	-0,641	-0,659
15	0,455	0,328	0,219	0,165	0,264	0,000
16	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	179,3
17	-2,5	-1,2	-0,3	0,3	0,7	0,7

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	ISO/FDIS 12217-2:2001(E)	6.2.3 Downflooding angle				Pass
2		shall be greater than	40,0	deg	116,0	Pass

		(>)				
3						
4	ISO/FDIS 12217- 2:2001(E)	6.4 STIX				Pass
5		delta	0	See ISO 12217-2		
6		AS, sail area ISO 8666	72,000	m ²		
7		height of centroid of AS	9,180	m		
8		LH, Hydromax calculated	9,993	m		
9		BH, Hydromax calculated	3,054	m		
10		LWL, Hydromax calculated	8,569	m		
11		BWL, Hydromax calculated	2,621	m		
12		height of immersed profile area centroid, Hydromax calculated	0,063	m		
13		STIX value shall be greater than (>)	32,0	See ISO 12217-2	35,0	Pass
14		<i>Intermediate values</i>				
15		m, mass of boat in current loading condition		kg	5884,8	
16		height of waterline in current loading condition		m	0,543	
17		phiD, actual downflooding angle		deg	116,0	
18		PhiV, actual angle of vanishing stability		deg	128,3	
19		AGZ, area under righting lever curve, from 0,0 to 116,0 deg.		m.deg	54,498	
20		GZ90,		m	0,509	

		righting lever at 90 deg				
21		GZD, righting lever at downflooding angle		m	0,172	
22		FR		See ISO 12217-2	2,408	
23		LBS, weighted average length		See ISO 12217-2	9,043	
24		FL, length factor		See ISO 12217-2	0,962	
25		FB, beam factor		See ISO 12217-2	1,797	
26		VAW, steady apparent wind speed		m/s	n/a	
27		FDS, dynamic stability factor		See ISO 12217-2	1,090	
28		FIR, inversion recovery factor		See ISO 12217-2	1,058	
29		FKR, knockdown recovery factor		See ISO 12217-2	1,075	
30		FDL, displacement-length factor		See ISO 12217-2	1,020	
31		FBD, beam-displacement factor		See ISO 12217-2	1,036	
32		FWM, wind moment factor		See ISO 12217-2	1,000	
33		FDF, downflooding factor		See ISO 12217-2	1,250	
34						

	Key point	Type	DF angle deg	Freeboard m
1	Margin Line (immersion pos = -0,81 m; freeboard pos = -1,05 m)		33,92	0,144
2	Deck Edge (immersion pos = 2,7 m; freeboard pos = -1,05 m)		42,29	0,22
3	P. INFERIOR	Downflooding point	138,63	0,876
4	P. SUPERIOR	Downflooding point	115,95	1,416

Equilibrium Calculation - FORMAS

Loadcase - MAXIMA CARGA

Damage Case - Intact

Free to Trim

Relative Density = 1,025

Fluid analysis method: Use corrected VCG

	Item Name	Quantity	Weight kg	Long.Arm m
1	Desplazamiento en Rosca	1	5000	3,725
2	Tripulación(x6)	1	450	1,500
3	Tanque agua1	1	100	3,275
4	Tanque agua2	1	100	3,575
5	Combustible	1	85,0	1,684
6	Equipos Seguridad(x6)	1	150	2,200
7		Total Weight=	5885	LCG=3,476 m
8				
9				

	Vert.Arm m	FS Mom. kg.m
1	0,510	0,000
2	0,600	0,000
3	0,490	0,000
4	0,490	0,000
5	0,510	0,000
6	0,600	0,000
7	VCG=0,518 m	0
8	FS corr.=0 m	
9	VCG fluid=0,518 m	

1	Draft Amidsh. m	0,543
2	Displacement kg	5884
3	Heel to Starboard degrees	0
4	Draft at FP m	0,444
5	Draft at AP m	0,641
6	Draft at LCF m	0,561
7	Trim (+ve by stern) m	0,197
8	WL Length m	8,568
9	WL Beam m	2,621
10	Wetted Area m ²	23,158
11	Waterpl. Area m ²	16,886
12	Prismatic Coeff.	0,547
13	Block Coeff.	0,154
14	Midship Area Coeff.	0,290
15	Waterpl. Area Coeff.	0,796
16	LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,577
17	LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,758
18	KB m	0,329
19	KG fluid m	0,518

20	BMt m	1,308
21	BML m	12,191
22	GMt m	1,119
23	GML m	12,002
24	KMt m	1,637
25	KML m	12,520
26	Immersion (TPc) tonne/cm	0,173
27	MTc tonne.m	0,087
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) kg.m	114,872
29	Max deck inclination deg	1,4
30	Trim angle (+ve by stern) deg	1,4

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
1	ISO/FDIS 12217- 2:2001(E)	6.2.2 Downflooding height				Fail
2		the min. freeboard of the	Downflooding Points			
3		shall be greater than (>)	10,000	m	0,819	Fail
4						

13. EQUIPAMIENTOS

El objetivo de este capítulo debemos constatar que se cumplen los requisitos según la Normativa de Seguridad vigente.

Este capítulo tiene como objetivo establecer el equipamiento mínimo que llevará la embarcación, y el equipo de seguridad que debe llevar dentro de su rango de aplicación, mediante la ORDEN FOM/1144/2003 de 28 de abril, por la que se regulan los equipos de seguridad, salvamento, contra incendios, navegación y prevención de vertidos por aguas sucias, que deben llevar a bordo las embarcaciones de recreo.

Estos elementos dependerán del tipo de embarcación, del tamaño de la embarcación y de la zona de navegación.

Volvemos a recalcar que nuestra categoría de diseño es la B por lo que la zona de navegación en Alta Mar es la zona 2, recordando que es la zona comprendida entre la costa y la línea paralela a la misma trazada a 60 millas.

13.1. ELEMENTOS DE SALVAMENTO

- **Balsas Salvavidas**

Según el presente reglamento, las embarcaciones de la zona de navegación 2, deberán llevar una o varias balsas salvavidas para el total de las personas permitidas a bordo. Dentro de la balsa llevará un paquete de emergencia del tipo B.

- **Chalecos Salvavidas**

Para esta zona de navegación nuestra embarcación está obligada a llevar, como mínimo, un chaleco salvavidas por persona

autorizada, con una flotabilidad mínima requerida de 150 N. En nuestro caso son 6 chalecos.

- Aros Salvavidas

Para nuestra zona la embarcación está obligada a llevar un aro salvavidas homologado con luz y rabiza.

- Señales de socorro

Toda embarcación de recreo deberá disponer de señales pirotécnicas de socorro. Para nuestra zona serán las siguientes:

- 6 Cohetes con luz roja y paracaídas
- 6 Bengalas de mano
- 2 Señales fumígenas flotantes.

13.2. EQUIPO DE NAVEGACION

- Luces y marcas de navegación

Las luces y marcas de navegación deberán ajustarse al Convenio sobre el Reglamento Internacional para prevenir los Abordajes, 1972, y sus modificaciones posteriores, nuestro velero llevará:

- Luz de alcance o de popa :luz blanca 135°
- Luz de Estribor: Luz verde 112,5°
- Luz de Babor: Luz roja 112,5°
- Luz de navegación : luz blanca 225°
- Cuando el velero navegue con el motor deberá llevar una marca cónica con el vértice hacia abajo.
- Luz de fondeo: luz blanca 360°

- Líneas de fondeo

Todas las embarcaciones deberán disponer de una línea de fondeo cuya longitud no podrá ser inferior a cinco veces la eslora de la embarcación (en nuestro caso 50m). Además para nuestra zona, la longitud del tramo de cadena será como mínimo igual a la eslora de la embarcación (en nuestro caso 25m).

La cadena esta empalmada a la estacha por un grillete giratorio y dicha cadena será de acero galvanizado o equivalente. Llevaremos un ancla con un peso mínimo 16 kg, el diámetro mínimo de la cadena será de 8mm y el de la estacha de 12 mm.

13.3. MATERIAL NAUTICO

Para la zona de navegación 2 deberemos de llevar:

- Un compás de gobierno con iluminación y un compás de marcaciones. Además deberá existir a bordo una tablilla de desvíos.
- Una corredera, que puede ser de hélice, eléctrica o de presión con totalizador. También se permite GPS.
- Un compás de puntas.
- Un transportador.
- Una regla de 40 cm.
- Unos prismáticos.
- Cartas y libros náuticos. Son obligatorios el cuaderno de faros y un derrotero de la zona en que naveguen, el anuario de mareas (excepto en el mediterráneo), el manual de primeros auxilios y el reglamento de radiocomunicaciones si montan radio.

- Una bocina de niebla a presión manual o accionada por gas (si es de gas con recipiente y membrana de respeto).
- Un barómetro.
- Una campana o similar.
- Un pabellón nacional.
- Un código de banderas, deberán disponer como mínimo las banderas C y N.
- Dos linternas estancas.
- Un espejo de señales.
- Un reflector de radar.
- Un código de señales.
- Una caña de timón de emergencia.
- Un mínimo de dos estachas de amarre, de longitud y resistencia adecuadas.
- Un bichero.
- Un botiquín del tipo C.

13.4. MEDIOS CONTRAINCENDIOS Y DE ACHIQUE

- Extintores portátiles: Nuestra embarcación de acuerdo con la zona de navegación, eslora y motorización llevará 1 extintor del tipo 21 B.
- Baldes contra incendios: Nuestra embarcación contará con 2 baldes contra incendios que serán de fácil manejo y dispondrá de una capacidad mínima de 7 litros.
- Medios de achique: nuestra embarcación al pertenecer a la zona 2 deberá llevar, una bomba accionada por el motor principal u otra

fuelle de energía, otra bomba de accionamiento manual, y dos baldes.

Al menos una de las bombas deberá ser manual y fija, operable desde la bañera con todas las escotillas y accesos al interior cerrados.

La capacidad de las bombas no debe ser de (a una presión de 10Kpa) 15 litros/min, alcanzándose esta capacidad con 45 emboladas por minuto.

13.5. PREVENCIÓN DE VERTIDOS

- Vertidos de aguas sucias y contaminantes:

Nuestra embarcación estará construida y dotada de modo que se evite que se produzcan vertidos accidentales de aguas sucias y de contaminantes tales como aceites o combustible al agua.

- Sistemas de retención de aguas sucias:

Toda embarcación de recreo dotada de aseos, deberá estar provista de depósitos de retención o instalaciones que puedan contener depósitos, destinados a detener las aguas sucias generadas durante la permanencia de la embarcación en zonas para las cuales existan limitaciones del vertido de este tipo de aguas, y con capacidad suficiente para el número de personas a bordo.

Los depósitos dispondrán de medios de ventilación adecuados y dispondrán de medios para indicar que el contenido de aguas sucias almacenado supere los $\frac{3}{4}$ de capacidad del depósito o instalación.

Su capacidad será suficiente para retener las aguas sucias generadas por el máximo número de personas autorizadas para la embarcación, durante al menos dos días a razón de 4 litros por día.

13.6. RADIOCOMUNICACIONES

Nuestro velero según la categoría de navegación deberá llevar:

- Un transmisor-receptor de VHF
- Un transmisor-receptor de ondas hectométricas para navegación en el Atlántico y en el Cantábrico.
- Una radiobaliza de localización de siniestros de 406 MHz.

13.7. MOTOR

El uso del motor en estos veleros está en la salida y entrada de puerto principalmente, además de constituir un gran elemento de seguridad al disponer el velero de dos modos de propulsión.

De entre las varias posibilidades que tendríamos para dotar a la embarcación de propulsión, hemos decidido optar por un motor intraborda, con transmisión Sail- drive. Este tipo de transmisión ha ganado popularidad debido a su mejor rendimiento, reducción notable de las vibraciones y a la estanqueidad que asegura.

14. PRESUPUESTO DETALLADO

El objetivo de este capítulo es estimar el coste de fabricación de la embarcación y sus componentes, indicando el precio de venta.

En primer lugar hemos realizado un detallado presupuesto de todos los elementos que lleva el barco, así como de los materiales utilizados y a mano de obra empleada.

Para la realización del presupuesto, ha sido necesario el contacto con proveedores, fabricantes, revistas náuticas, etc.

Todos los precios que seguidamente voy a dar serán con IVA incluido y de venta al público con lo que los costes al astillero serán inferiores con lo que tendremos posteriormente que regularlos.

14.1 TABLA DE PRECIOS

Material del casco:

Mat. de fibra de vidrio 300 y 450 (por Kg)	215 kg	1,51 €/kg →	324,65 €
Tejido de fibra de vidrio 500	100 kg	1,26 €/kg →	126 €
Resina vinilester	585 kg	4,27 €/kg →	2497,95 €
Planchas de PVC de 20 mm de espesor	20 m ²	34,2 €/ m ² →	684 €
Plomo (por KG)	2000 kg	0,70 €/kg →	1400 €
Pino contrachapado 1ª calidad (20 mm espesor)	75 m ²	12,32 €/ m ² →	924 €
Teca	1 m ³	825 €/ m ³ →	825 €

Carpintería:

- Camarote de popa: Armario y puerta de entrada
- Cocina: mueble superior completo y cajonera
- Mesa de cartas: Mesa de navegación estantería superior
- Aseo: Armario bajo lavabo
- Salón : Mesa central con alas, armario, estanterías y estructura sofás,
- Camarote de proa: Puerta entrada armario vestidor y pequeño mueble superior.

MATERIALES DEL INTERIOR		CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO
CAMAROTE POPA	COLCHON + ALMOHADA	1	125 €	125 €
	BANQUETA	1	78 €	78 €
	MANTAS Y SABANAS	2	26 €	52 €
	PORTILLO	2	157 €	314 €
	CORTINA	2	26 €	52 €
COCINA	ENCIMERA	1	132 €	132 €
	FREGADERO + GRIFO	1	73 €	73 €
	FRIGORIFICO ELECTRICO	1	240 €	240 €
	HORNO	1	289 €	289 €
	BOMBA GRIFO	1	60 €	60 €
	PORTILLO	1	147 €	147 €
	CORTINA	1	26 €	26 €
MESA DE CARTAS	SILLA	1	49 €	49 €
	SISTEMA CARTOGRAFICO	1	195 €	195 €
	GPS	1	205 €	205 €
	TRANSMISOR-RECEPTOR VHF	1	239 €	239 €
	SONDA	1	298 €	298 €
	CORTINA	1	26 €	26 €
ASEO	PLATAFORMA DUCHA	1	115 €	115 €
	ESPEJO	1	95 €	95 €
	LAVABO + GRIFO	1	63 €	63 €
	WC CON BOMBA ELECTRICA	1	260 €	260 €
	BOMBA DEL GRIFO	1	58 €	58 €
	PORTILLO	1	147 €	147 €
	CORTINA	1	26 €	26 €
SALON	SOFAS	2	308 €	616 €
	PUNTA INTERIOR DEL MASTIL	1	205 €	205 €
	MANTAS Y SABANAS	6	26 €	156 €
	ESCOTILLA	1	240 €	240 €
	PORTILLO	4	147 €	588 €
	CORTINA	4	26 €	104 €
CAMAROTE PROA	COLCHON + ALMOHADA	1	159 €	159 €
	ARMARIO	2	37 €	74 €
	ESCOTILLA	2	29 €	58 €
	CORTINA	1	240 €	240 €
	COFRE	1	26 €	26 €
BAÑERA	PEDESTAL	1	275 €	275 €
	RUEDA TIMÓN	1	98 €	98 €
	CUADRO DE NAVEGACIÓN	1	275 €	275 €
	BANCOS LATERALES	2	248 €	496 €
	BANCO TRASERO	1	248 €	248 €
	CAJA DE MANDOS	1	55 €	55 €
	BOMBAS DE AGUA	2	158 €	316 €

INSTALACIONES	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO
Motor Volvo Penta	1	9.640,00 €	9.640,00 €
Baterías nauticas 12V-70Ah	2	156,00 €	312,00 €
Caja bateria en polipropileno	2	17,00 €	34,00 €
Acoplador de baterias 4 posiciones	1	25,00 €	25,00 €
Panel con fusibles 6 entradas	1	34,00 €	34,00 €
Bombonas gas + mangueras instalación	1	84,00 €	84,00 €
Deposito aguas grises	1	185,00 €	185,00 €
Deposito agua	1	81,00 €	81,00 €
Bombona gas + Mangueras instalación	1	55,00 €	55,00 €
Contacto automático para bomba sentina	1	31,60 €	31,60 €
Mangueras bomba sentina	1	55,75 €	55,75 €
Luces techo halógenas	12	12,65 €	151,80 €
Cableado de luches	50	1,60 €	80,00 €
Equipo de fondeo	1	169,95 €	169,95 €
Equipo de amarre	1	42,00 €	42,00 €
Escaleras	1	98,00 €	98,00 €

EQUIPO DE CUBIERTA	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO
Molinete eléctrico	1	646,04 €	646,04 €
Pasamanos inoxidable	2	142,00 €	284,00 €
Mástil con 2 crucetas	1	2.357,00 €	2.357,00 €
Botavara	1	538,00 €	538,00 €
Vela Mayor	1	1.600,00 €	1.600,00 €
Vela Genova	1	1.539,00 €	1.539,00 €
Stay de proa	1	178,00 €	178,00 €
Stay de popa	1	178,00 €	178,00 €
Obenques	2	87,85 €	175,70 €

ELEMENTOS DEL APAREJO	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO
Battcars	1	197,04 €	197,04 €
Lazy Jacks	1	301,33 €	301,33 €
Cunningham	1	111,82 €	111,82 €
Reling del pujamen	1	186,13 €	186,13 €
Enrollador del Génova	1	2.222,55 €	2.222,55 €
Toma de rizos de la mayor	1	94,57 €	94,57 €
Contra de la Botavara	1	113,76 €	113,76 €
Polea base del mástil y sobre cabina	2	1.152,38 €	2.304,76 €
Escota de la mayor	1	448,33 €	448,33 €
Escotero de la mayor	1	667,55 €	667,55 €
Escotero de la génova	2	400,65 €	801,30 €
Tensor del Backstay	1	539,71 €	539,71 €
Winches primarios de la Génova	2	125,00 €	250,00 €
Kit de poleas del enrollador	1	212,96 €	212,96 €

ELEMENTOS DE SEGURIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO
Pack de salvamento para navegación en zona 2	1	564,00 €	564,00 €
1. Equipo de 6 bengalas/6 cohetes/2botes humo			
1. Compás con tabla desvios			
1. Compás de puntas			
1. Transportador			
1. Regla de 40 cm			
1. Botiquín zona 2			
1. Aro salvavidas			
1. Luz de aro con rabiza			
1. Bocina niebla a gas.			
1. Barometro			
1. Pabellón nacional			
1. Espejo de señales			
1. Reflector radar			
1. Códifo señales			
1. Codigo de banderas			
1. Extintor Homologado			
2. Linternas estancas			
6. Chalecos salvavidas			
Balsa salvavidas homologada para 6 personas	1	1.866,00 €	1.866,00 €

COSTE TOTAL DE LOS MATERIALES	
Coste de materiales con IVA	43.831,25 €
Costes varios (5%)	2.191,56 €
Coste total	46.022,81 €

MANO DE OBRA

CUBIERTA	
TRABAJO	HORAS
Pintar cubierta	5
Laminar	149
Hacer vacio	27
Colocar refuerzos	43
Lijado	40
Canaleta	14
Colocar herrajes stay	5
Garaje	8
Emplastece	4
Desmoldeo	5
Reformas cubierta	15
Acoplar cubierta	11
Maniobra cubierta	1
Unión cubierta casco	35
Recortar hueco puerta	2
Carril Genova	17
Dar cera	5
Terminación cubierta	60
Limpieza	3
Antideslizante	14
TOTAL	463

CASCO	
TRABAJOS	HORAS
Preparacion molde	20
Pintado	22
Laminación	224
Colocación refuerzos	32
Laminación refuerzos	110
Laminación pestaña	4
Laminación huella	11
Marcar cuadernas	22
Colocación mamparo	255
Laminación mamparos	90
Maniobra	20
Desmoldear	5
Lijado	90
Pintado interior	4
Obenques	47
Groeras	5
Enmasillar y fijar mamparos	200
Masillar suelo	10
Lijar y enmasillar interior	135
Matizado casco	14
Lijar y emplastecer exterior	8
Dar cera	4
Lijado y pintado fondo exterior	57
Pulido	6
TOTAL	1395

CONTRAMOLDES	
TRABAJOS	HORAS
Preparar moldes	10
Encerar moldes	2
Pintar	3
Laminar	4
Contramolde	27
Sacar plantillas	10
Molde puerta entrada	16
Poner contramolde	75
Dar cera	3
TOTAL	150

CARPINTERÍA	
TRABAJOS	HORAS
Replanteo	16
Trazado	16
Despiece madera	40
Cortar	35
Labrar	30
Cepillar	16
Pegado	15
Escoplear	20
Espigar	20
Armar	40
Barnizado o pintado	24
Acabar	8
TOTAL	280

MONTAJE	
TRABAJOS	HORAS
Montaje de elementos	207
Colocación carril	7
Maniobra de la cubierta	156
Montaje de Timonería	30
Acabados	220
Montaje tanque y tuberías	11
TOTAL	631

ACABADOS	
TRABAJOS	HORAS
Terminaciones	60
Interiores Cbta.	25
Montaje	22
Pegado Plomo	11
TOTAL	118

HORAS TOTAL MANO DE OBRA	3037
COSTE TOTAL DE MANO DE OBRA	36.444,00 €

COSTE TOTAL	82.466,81 €
--------------------	--------------------

14.2 VIABILIDAD COMERCIAL

Empezaremos comentando el presupuesto anteriormente expuesto.

Llama la Atención principalmente, el presupuesto total de materiales, pues los precios son dados de venta al público.

También vemos que para este velero, el coste de los materiales para la construcción del casco y cubierta es pequeño comparado con el coste del equipamiento. Por tanto, uniendo ambas cosas, deducimos que el beneficio de estos veleros radica principalmente en negociar los precios con los fabricantes y buscar los proveedores que más margen de beneficio nos ofrezca. De ello dependerá en gran parte, el precio final del velero.

Según las consultas realizadas, sabemos que los descuentos en el precio de los materiales a un astillero o a una empresa privada dedicad a la construcción de veleros están entre el 20 y 35% de margen. Por lo tanto dependerá de la capacidad negociadora que tengamos así como de las unidades que fabriquemos. A más producción, obviamente, nos pondrán los precios más baratos.

Contando para nuestro caso un descuento generalizado del 30%, pues en realidad cada proveedor nos hará su descuento correspondiente, vemos que el precio de los materiales nos saldría por:

PRECIO TOTAL DE LOS MATERIALES: 32.215,97 €

Habríamos que sumarle el gasto de la mano de obra, que sí estimamos de forma muy aproximada en el presupuesto.

Comentar que la plantilla que se ha elegido ha sido de 8 personas:

- 3 Oficiales de 1ª,
- 3 Oficiales de 2ª,
- 3 Peones

Hemos tomado un salario intermedio de 15€/h según nos hemos estado informando de cuáles son los salarios según el convenio.

COSTE VELERO: 68.659,97 €

Este es el precio neto que nos saldría a nosotros fabricar la embarcación, en este tipo de embarcaciones los beneficios pueden oscilar entre el 35 y el 50%, dependiendo de si el diseño va a ser para una serie o si es una embarcación específica para un cliente personalizado. Nosotros vamos a estimar un beneficio del 40% del precio calculado anteriormente con lo que nuestra embarcación tendrá un precio final de:

PRECIO: 96.123,95 €

Con lo que tendremos un beneficio del 27.463,99 € por cada unidad vendida.

Una vez terminado este presupuesto de dicha embarcación la hemos comparado con embarcaciones con características similares y vemos que está dentro de una buena relación calidad/precio.

15. BIBLIOGRAFIA

15.1. Libros y apuntes de:

- A. QUEROL → Apuntes embarcaciones deportivas
- PENAGOS G. → Libro de Materiales compuestos “Escantillonado”
- APUNTES DE DIVERSAS ASIGNATURAS A LO LARGO DE LA CARRERA, COMO:
 - RESISTENCIA DE MATERIALES
 - TEORIA DEL BUQUE
 - CALCULO DE ESTRUCTURAS
 - TECNICAS DE LA CONSTRUCCION NAVAL
 - EQUIPOS Y SERVICIOS
 - DIBUJO TECNICO
- LARSSON L. & ELIASSON R. → “Principles of Yacht Design” segunda edición. Editorial Adlard Coles Nautical
- .C.A. MARCHAJ → “SAIL PERFORMANCE THEORY AND PRACTICE”
- Brian Hancock → “MAXIMUM SAIL POWE”
- GUTELLE P. → Desing of sailing Yacht. Warsash Nautical booksh

15.2. Revistas y catalogos:

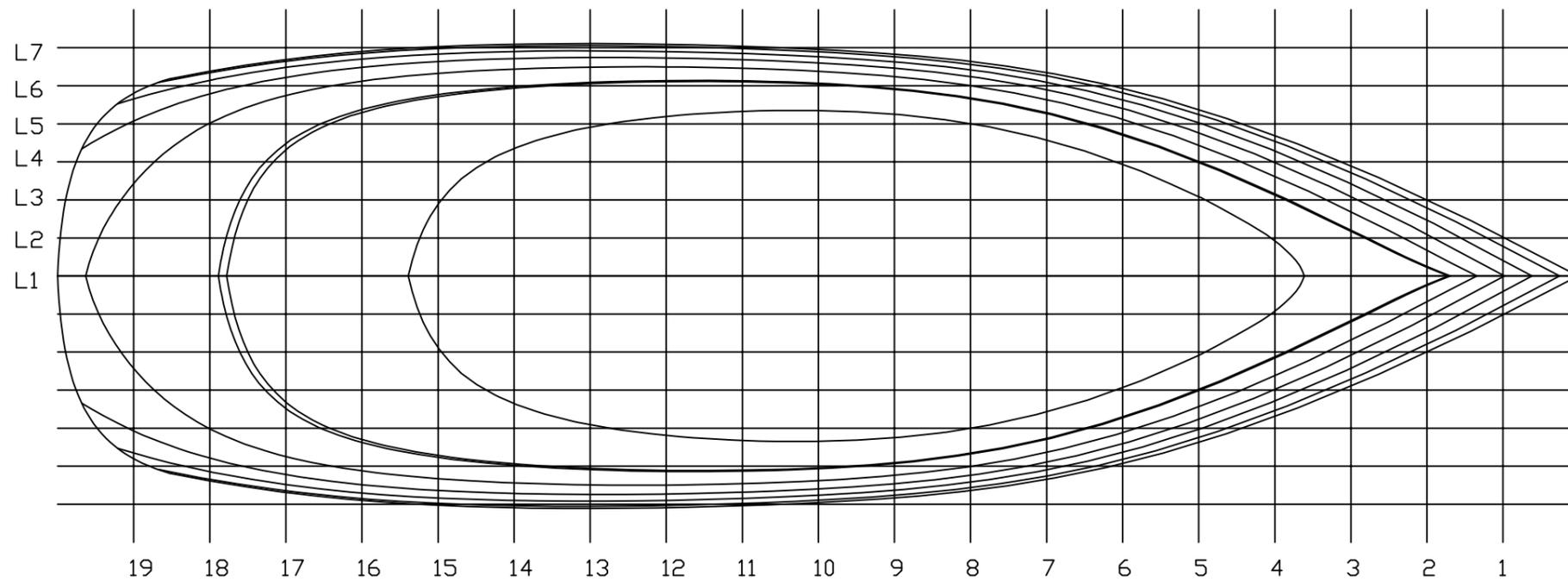
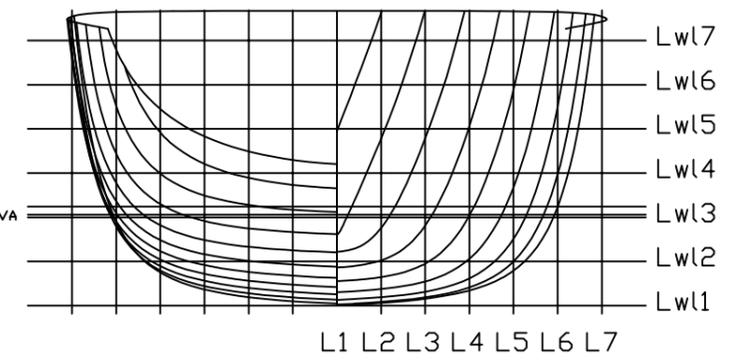
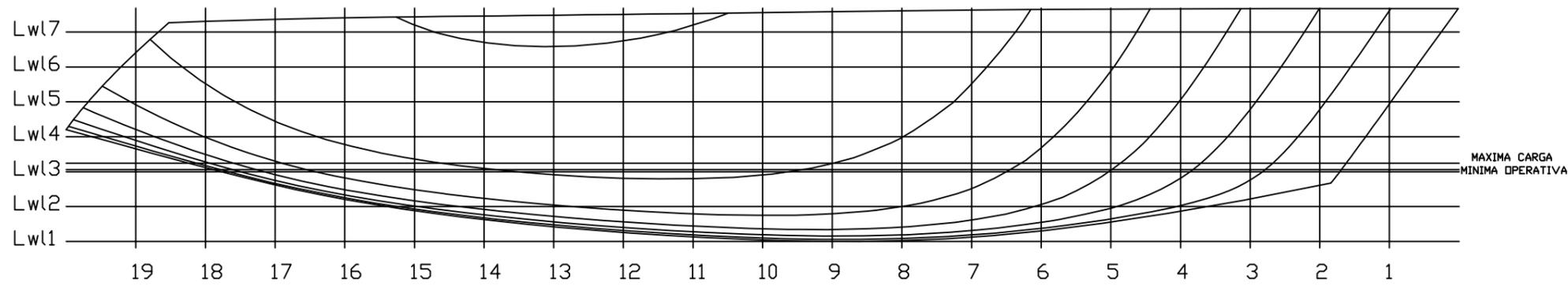
- YATE
- NAVEGAR
- BARCOS A VELA
- INGENIERIA NAVAL
- SKIPPER
- BIENVENIDO A BORDO
- TOP BARCOS

15.3. Paginas web consultadas:

- www.Yachtdatabase.com
- www.amazon.com
- www.eurocontrol.es
- www.gestenaval.com
- www.quiminet.com

- www.Beneteau.com
- www.volvopenta.es
- www.Nauticexpo.com/es
- www.jeanneau.com
- www.lewmar.com
- www.nautamarine.com
- www.tiendadelmar.com
- www.cosasdebarcos.com
- www.foronautica.com

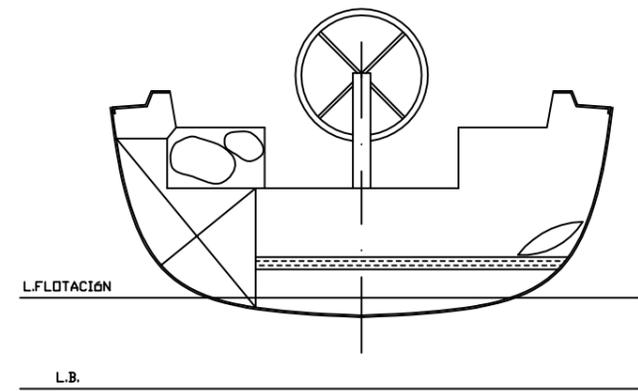
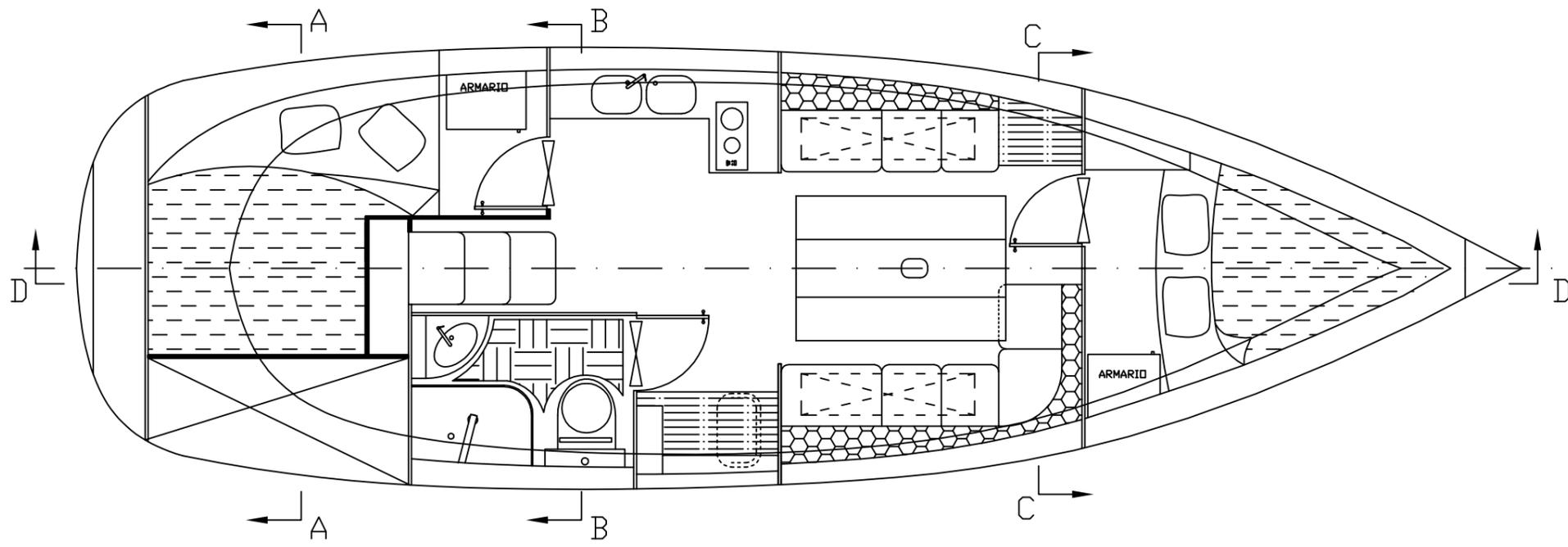
MIS MÁS SINCERAS “GRACIAS” A **DON ANTONIO QUEROL SAHAGÚN** SIN LA AYUDA DEL CUAL NO HUBIESE PODIDO HACER ESTE POYECTO.



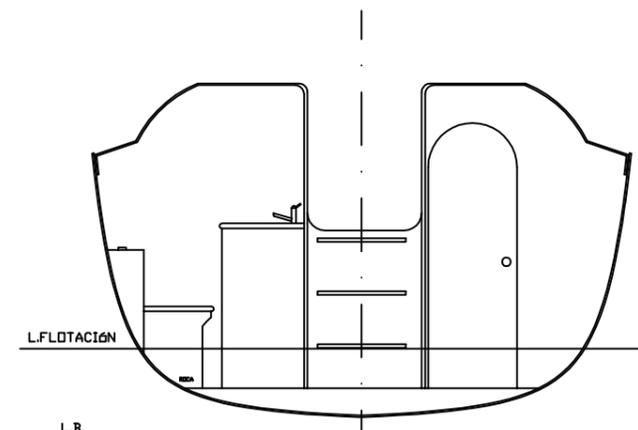
DESPLAZAMIENTO MAXIMA CARGA	5885 Kg.
MANGA	3,20 m.
CALADO MINIMA OPERATIVA	1,72 m.
CALADO MAXIMA CARGA	1,77 m.
CALADO del CASCO	0,51 m.
ESLORA EN FLOTACION	8,01 m.
MANGA EN FLOTACION	2,57 m.
COEFICIENTE PRISMATICO	0,58 m.
LCB	3,86 m.

ESPACIADOS:
 Secciones transversales 250 mm.
 Líneas de agua 250 mm.
 Secciones Longitudinales 500 mm.

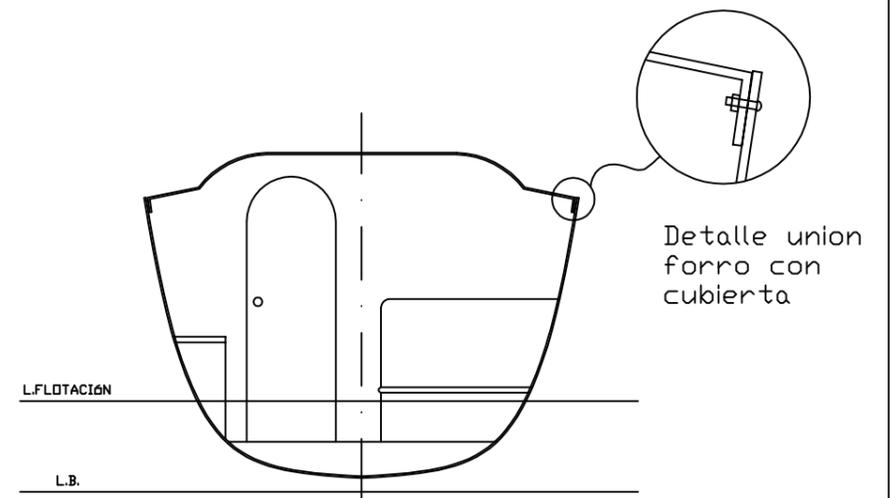
Proyecto fin de carrera		Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Naval
Autor: FRANCISCO SOTO CANO		
Embarcación	Escala	Fecha
Embarcación a vela de 10 m	1:40	19/ 02 / 09
Título Plano de formas		



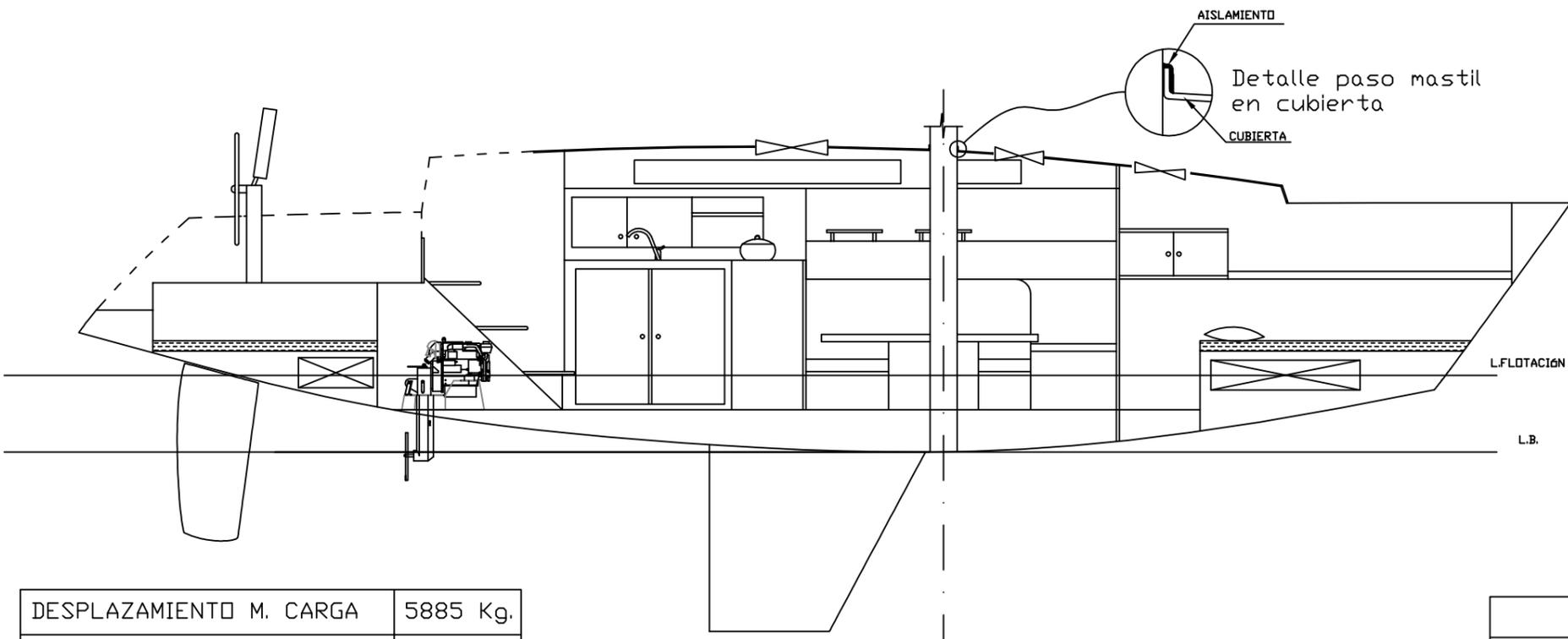
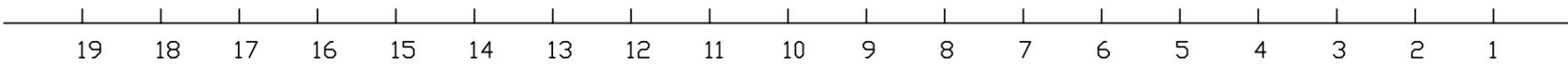
SECCIÓN A-A



SECCIÓN B-B



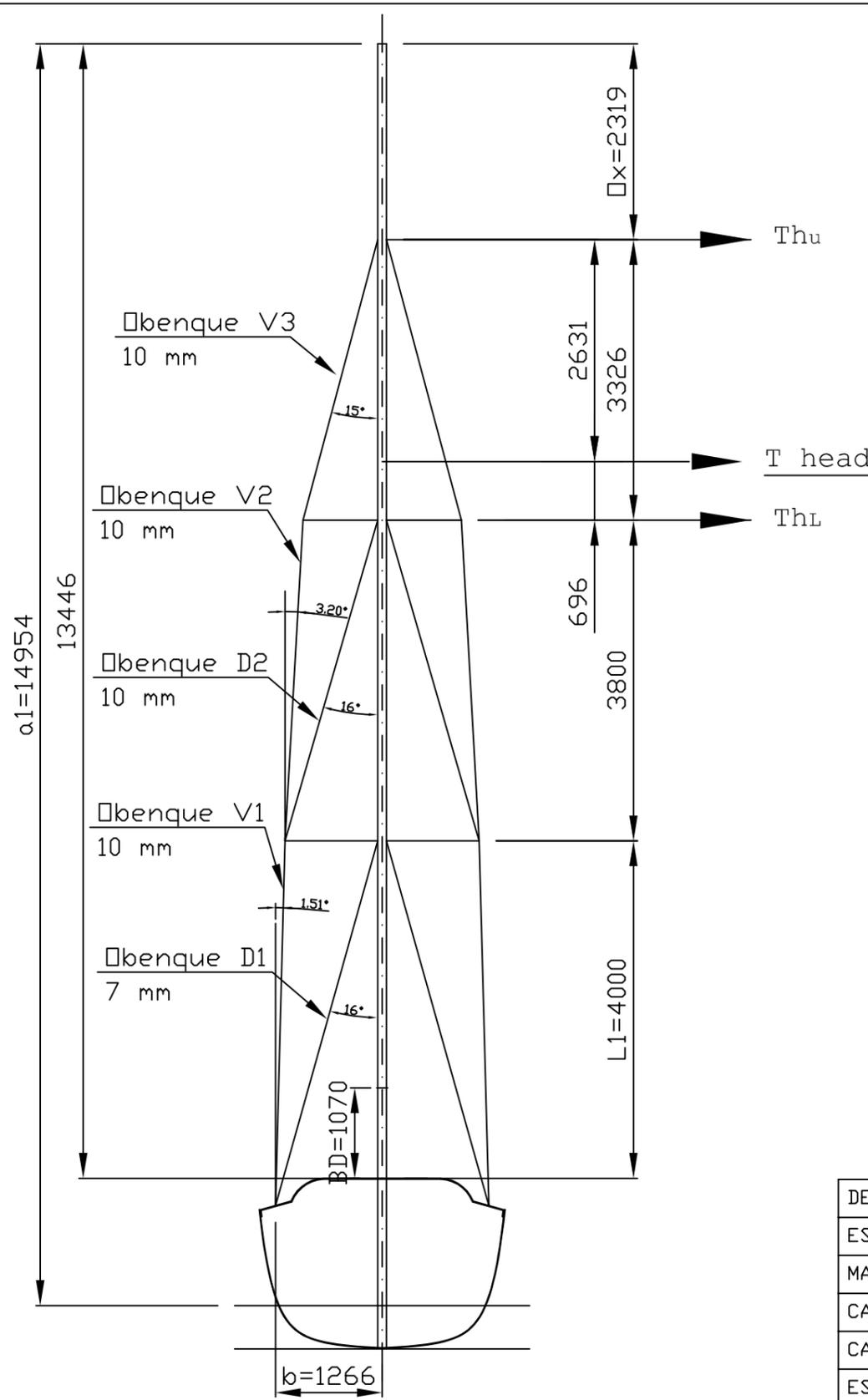
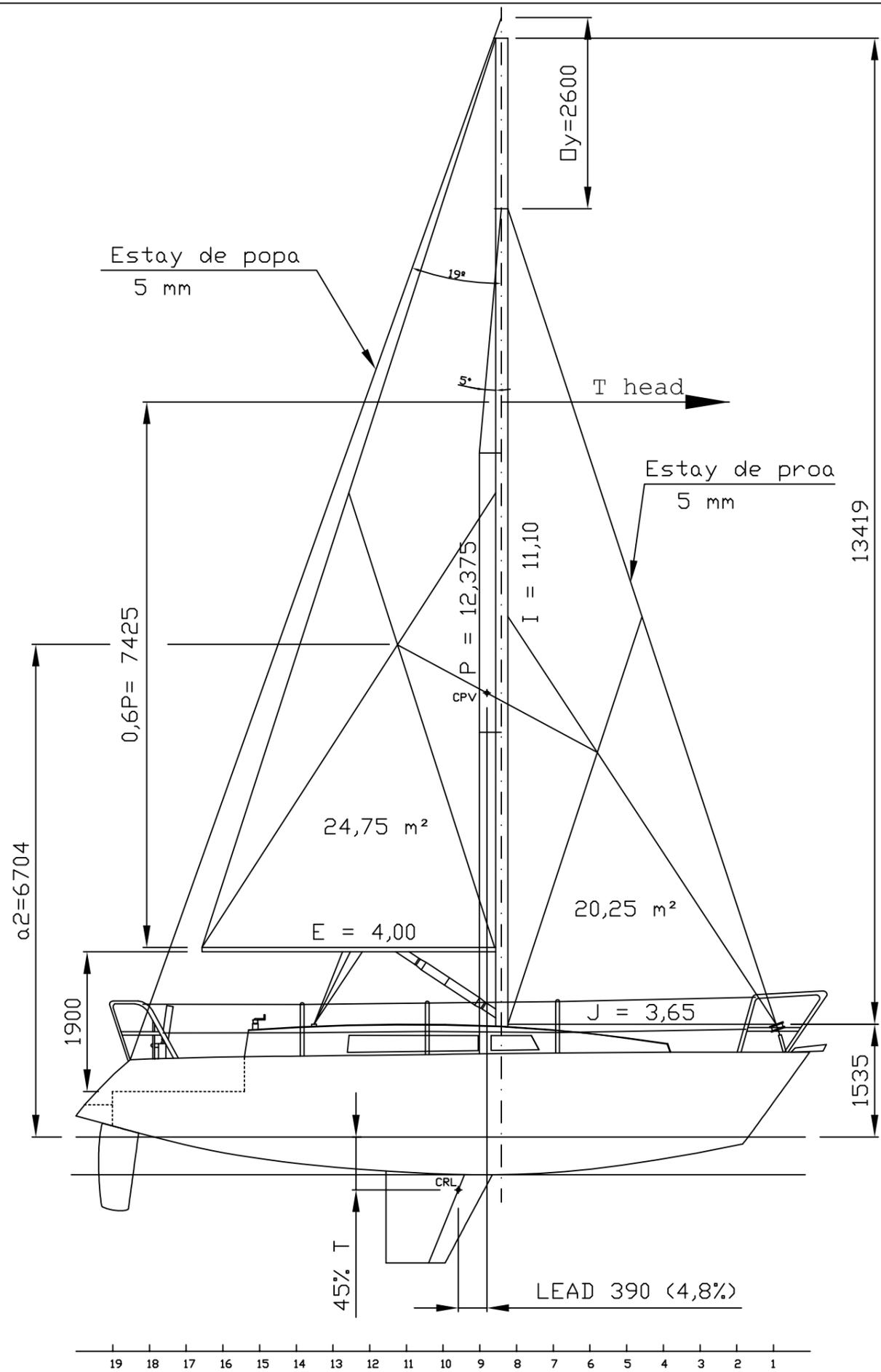
SECCIÓN C-C



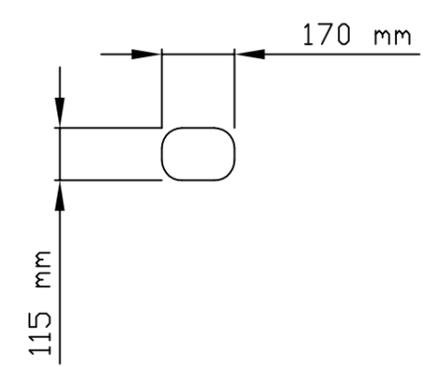
SECCIÓN D-D

DESPLAZAMIENTO M. CARGA	5885 Kg.
ESLORA	10 m.
MANGA	3,20 m.
CALADO MINIMA OPERATIVA	1,72 m.
CALADO CASCO	0,514 m.
ESLORA EN FLOTACION	8,01 m.

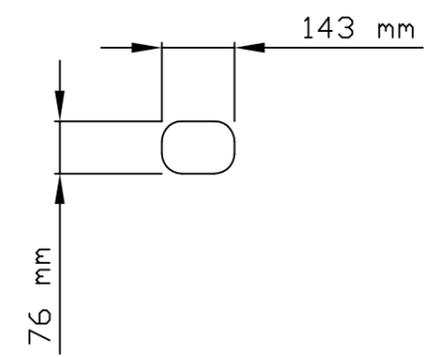
Proyecto fin de carrera		Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Naval
Autor:	FRANCISCO SOTO CANO	
Embarcación	Embarcación a vela de 10 m	Fecha 19 / 02 / 09
Escala: 1:40		
Título Plano de interiores		



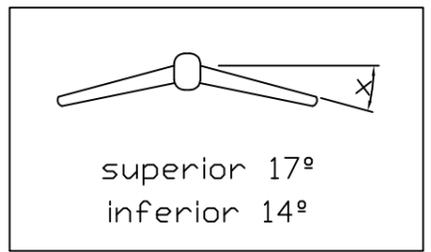
SECCIÓN MASTIL



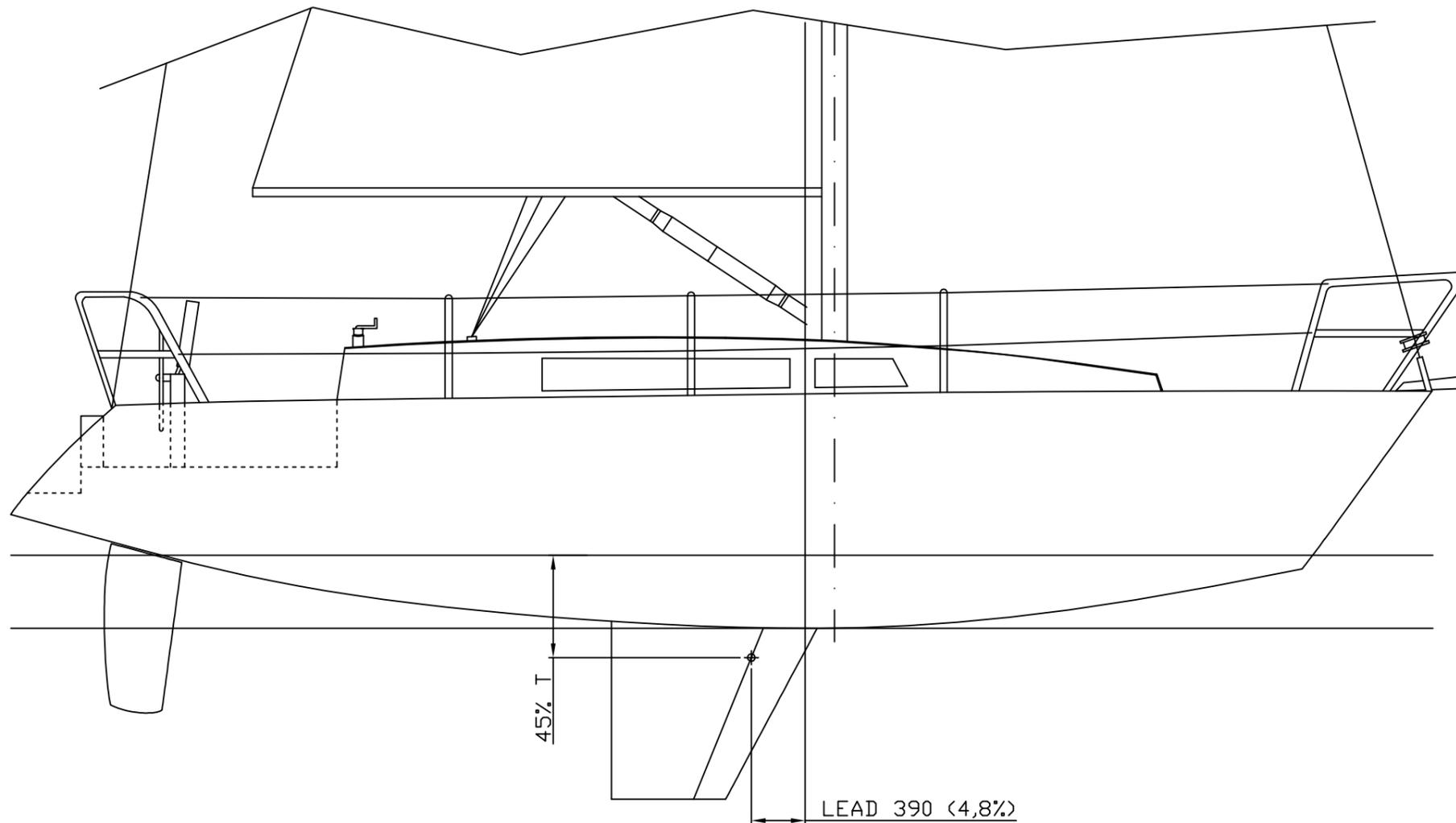
SECCIÓN BOTAVARA



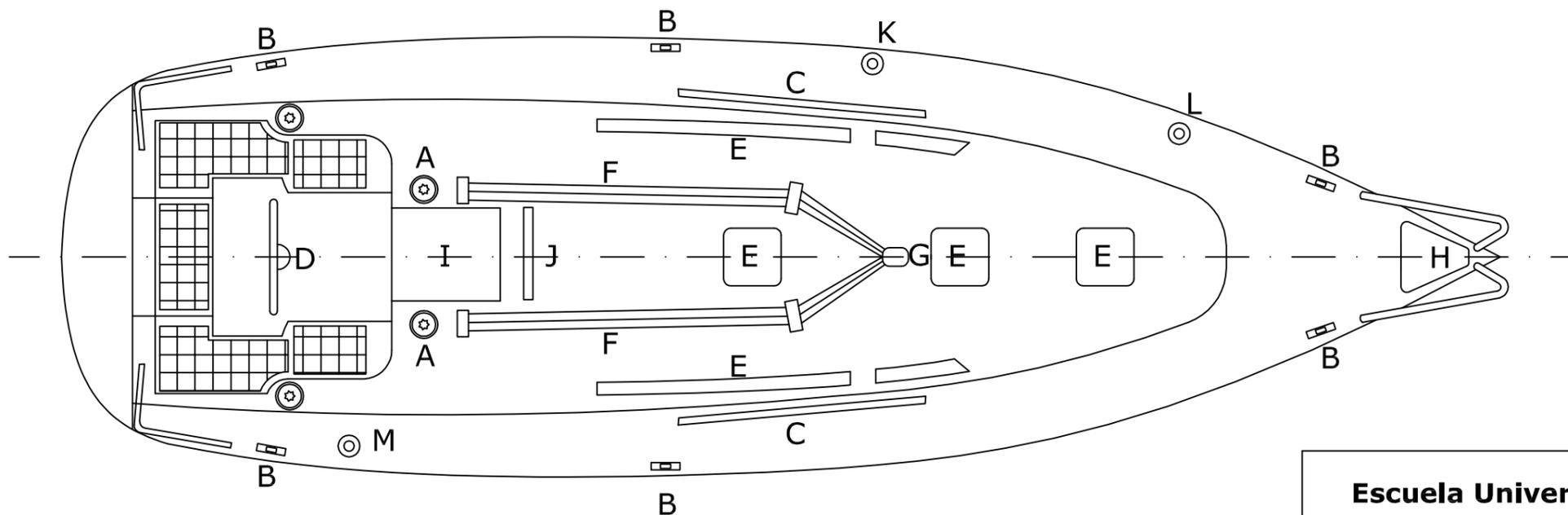
DESPLAZAMIENTO M. CARGA	5885 Kg.
ESLORA	10 m.
MANGA	3,20 m.
CALADO MINIMA OPERATIVA	1,72 m.
CALADO MAXIMA CARGA	1,77 m.
ESLORA EN FLOTACION	8,01 m.



Proyecto fin de carrera		Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Naval	
Autor: FRANCISCO SOTO CANO			
Embarcación Embarcación a vela de 10 m	Escala: 1:70	Fecha 19 / 02 / 09	
Título Plano Vélico			



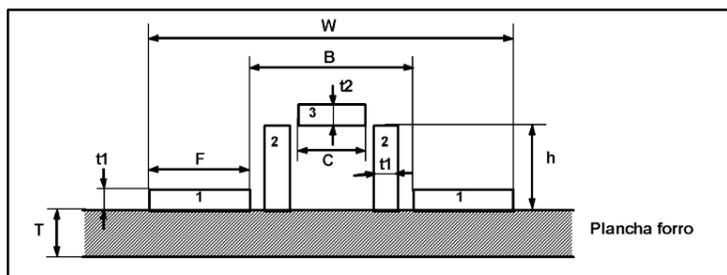
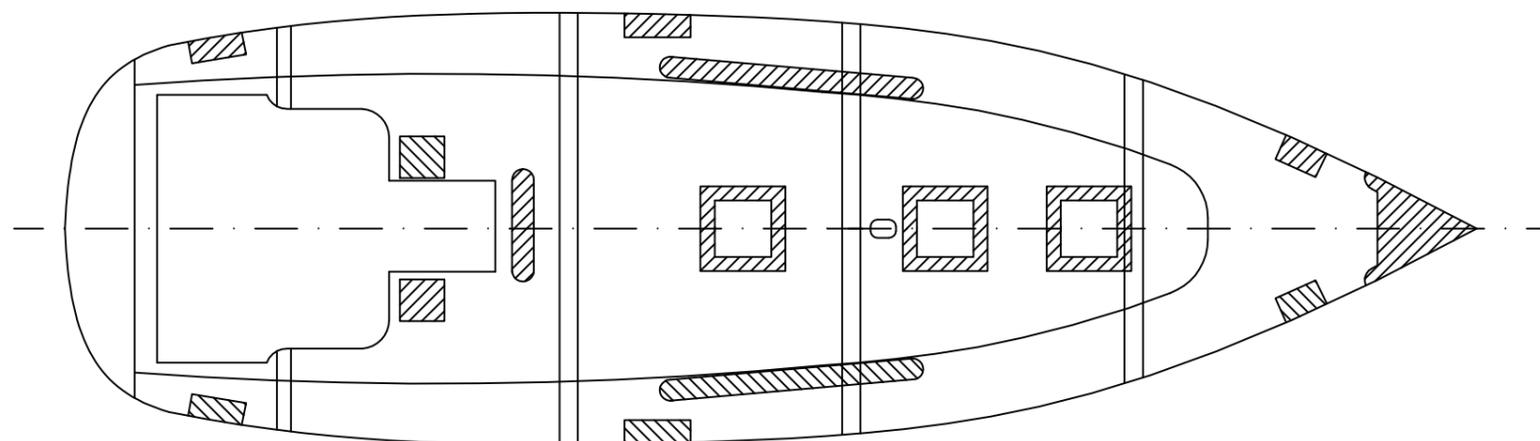
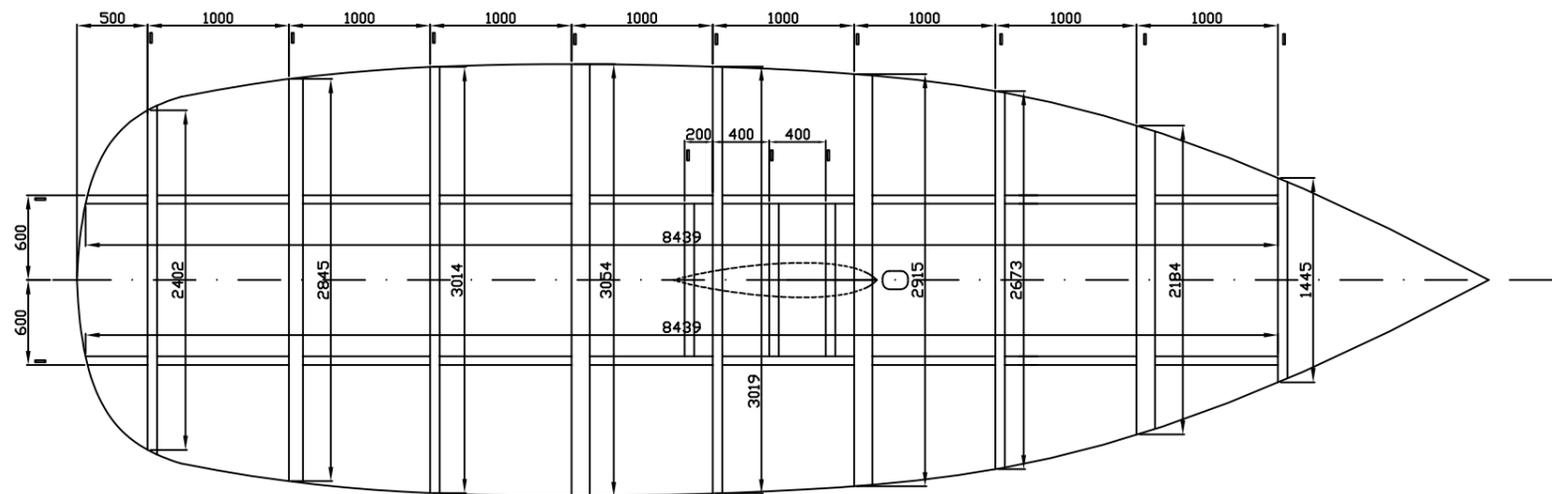
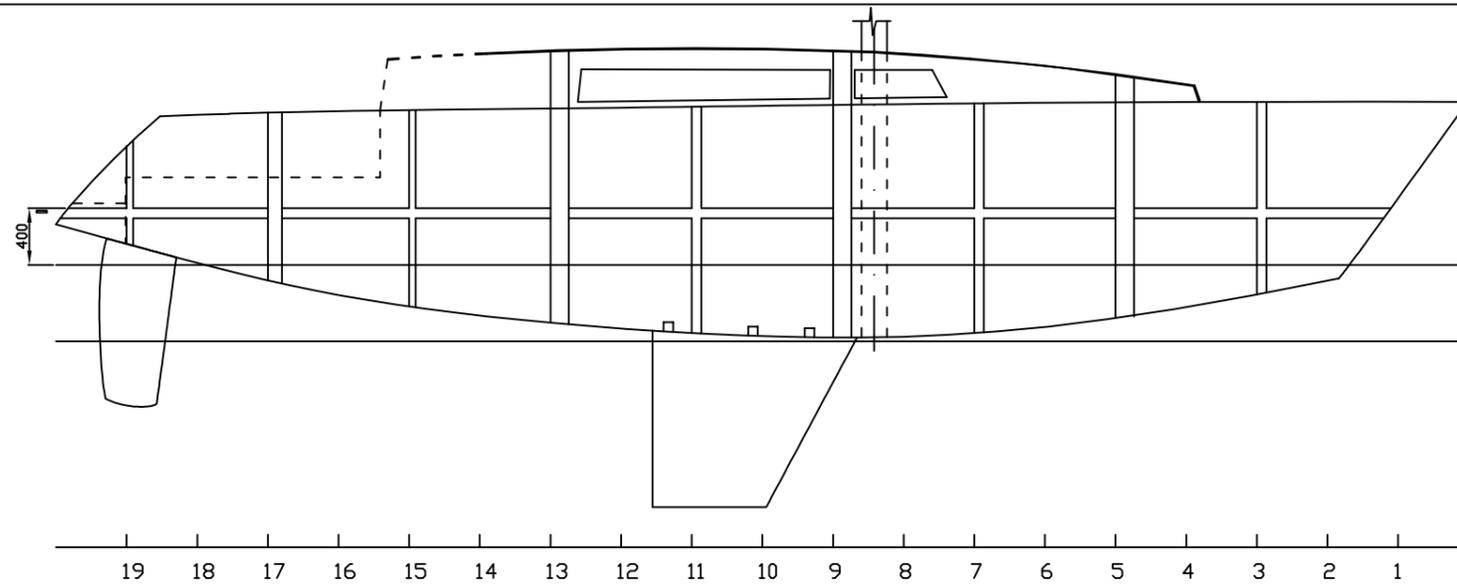
A	WINCHES
B	CORNAMUSAS
C	CARRO ESCOTA GENOVA
D	CAÑA DEL TIMON
E	VENTANAS
F	ESCOTEROS
G	MÁSTIL
H	ESCOTILLA CAJA CADENAS
I	ESCOTILLA ACCESO
J	CARRO ESCOTA MAYOR
K	BOCA LLENADO AGUA
L	BOCA LLENADO COMBUSTIBLE
M	BOCA AGUAS GRISES



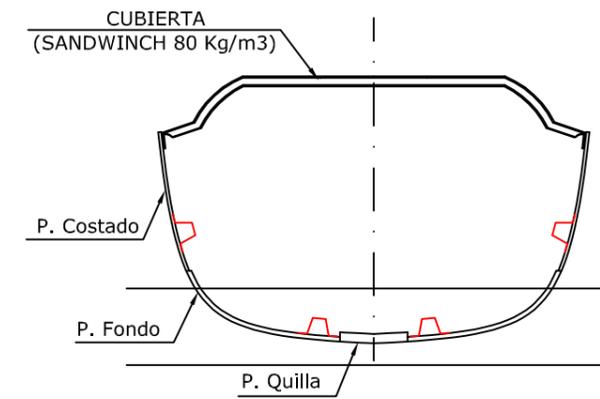
DESPLAZAMIENTO M. CARGA	5885 Kg.
ESLORA	10 m.
MANGA	3,20 m.
CALADO MINIMA OPERATIVA	1,72 m.
CALADO MAXIMA CARGA	1,77 m.
ESLORA EN FLOTACION	8,01 m.

Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Naval	Proyecto fin de carrera	
	Autor: Francisco Soto Cano	
Título Embarcación a vela de 10m	Escala: 1:40	Fecha 19 / 02 / 09

Plano de Cubierta



Elemento Costados	Espesor (mm)
Fondo	7,85
Costado	6,50
Quilla	16,4
Cubierta	5,42



	T	t	C	h	W	F
VARENGA	7,85	9	50	55	188	60
CNA. COSTADO	6,50	8	30	50	146	50
LONG. FONDO	7,85	9	60	65	178	50
LONG. COSTADO	6,50	10	50	60	170	50
BULARCAMA CENTRO N°1	7,85	10	100	100	220	50
BULARCAMA CENTRO N°2,3Y4	7,85	10	130	140	250	50
BULARCAMA COSTADO N°1	6,50	11	100	110	222	50
BULARCAMA COSTADO N°2,3Y4	6,50	10	130	130	260	50
BAD N°1	5,42	10	100	100	220	50
BAD N°2,3Y4	5,42	10	100	120	260	65

DESPLAZAMIENTO M. CARGA	5885 Kg.
ESLORA	10 m.
MANGA	3,20 m.
CALADO MINIMA OPERATIVA	1,72 m.
CALADO CASCO	0,514 m.
ESLORA EN FLOTACION	8,01 m.

Nota: Material de fibra de aluminio.

Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Naval	Proyecto fin de carrera	
	Autor: Francisco Soto Cano	
Título Embarcación a vela de 10m	Escala: 1:50	Fecha 19 / 02 / 09

Plano de Escantillonado

