

Universidad de **Cádiz**

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

**EMBARCACIÓN DEPORTIVA PASEO – PESCA DE
5,95 METROS DE ESLORA CON MARCADO CE**

Francisco Javier **MORALES PARRA**



Centro: **E. U. I. T. NAVAL**
Titulación: **I. T. NAVAL**
Fecha: **Octubre 2008**





ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. ESTUDIO DE MERCADO. NECESIDADES DEL CLIENTE	6
1.1.- NECESIDADES DE PRODUCCIÓN: ESTUDIO DE MERCADO.....	7
1.2.- CONCLUSIONES Y ANALISIS DEL ESTUDIO DE MERCADO	9
1.3.-. ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE	10
CAPÍTULO II. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	12
2.1.- ESLORA.....	13
2.2.- MANGA	13
2.3.- NÚMERO MÁXIMO DE PERSONAS	13
2.4.- VELOCIDAD DE DISEÑO	13
2.5.- USO GENÉRICO DELA EMBARCACIÓN.....	13
2.6- CATEGORÍA DE DISEÑO.....	14
2.6.1.- <i>Categoría de diseño</i>	14
2.6.2.- <i>Zonas de Navegación de embarcaciones de recreo</i>	15
2.6.3 <i>Relación entre Zonas de Navegación y Títulos</i>	16
2.-7 AUTONOMÍA	16
CAPÍTULO III. ESTUDIO ESTADÍSTICO	18
3.1.- OBJETIVO.....	19
3.2.- RELACIONES GEOMÉTRICAS	21
3.2.1.- <i>Relación eslora total – eslora casco</i>	21
3.2.2.- <i>Relación eslora casco – manga</i>	24
3.2.3 <i>Relación eslora casco – calado</i>	26
3.2.4.- <i>Relación manga –calado</i>	28
3.2.5.- <i>Relación eslora casco- eslora de flotación</i>	30
3.2.6.- <i>Relación eslora casco - desplazamiento</i>	32
3.3.- RELACIONES FUNCIONALES	34
3.3.1- <i>Relación Desplazamiento-potencia</i>	34
3.3.2- <i>Relación Potencia-Combustible</i>	37
3.3.3- <i>Velocidad</i>	39
3.3.4.- <i>Astilla Muerta</i>	39
3.4.- RESUMEN DE LOS VALORES OBTENIDOS ESTADÍSTICAMENTE	41
CAPÍTULO IV. REGLAMENTACIONES Y NORMATIVAS.....	42
4.1.- REGLAMENTACIONES	43
4.2.-CONJUNTO DE NORMAS ARMONIZADAS Y NO ARMONIZADAS	44
CAPÍTULO V. RESISTENCIA Y MOTORIZACIÓN.....	46
5.1.- OBJETIVO.....	47
5.2.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA EN PLANE0	47
5.2.1.- <i>Método de Savistky Computado por Handler</i>	57
5.4.- CONCLUSIONES	64
CAPÍTULO VI. DISEÑO DE LA CARENA.....	65
6.1.- INTRODUCCIÓN.....	66



6.2 PRINCIPIOS HIDRODINÁMICOS DEL PLANEO.....	66
6.3.- RESISTENCIAS QUE ACTÚAN SOBRE EL CASCO.....	66
6.4.- INFLUENCIA DE LA FORMAS DE LAS CUADERNAS.....	69
6.5.- DESPLAZAMIENTO DE DISEÑO.....	71
6.6.- ÁNGULO DE ASTILLA MUERTA B.....	71
6.7.- FORMAS DEL FONDO.....	72
6.8.- CODILLO Y SPRAYS RAILS.....	73
6.9.- DISEÑO POR ORDENADOR.....	74
CAPÍTULO VII. DISEÑO DE INTERIORES.....	75
7.1 OBJETIVO.....	76
7.2.- ZONA DE GOBIERNO.....	76
7.2.1- Puesto de gobierno:.....	76
7.2.2.- Puesto de copiloto.....	77
7.2.3.- Acceso a la habilitación:.....	77
7.3.- INTERIORES.....	78
7.4.- ZONAS DE ESTIBA.....	80
CAPÍTULO VIII. DISEÑO DE LA CUBIERTA.....	82
8.1.- OBJETIVO.....	83
8.2.- MEDIOS DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE.....	83
8.3.- ZONAS DE OCIO, PESCA Y BAÑO.....	84
8.4.- DISEÑO DE LAS CUBIERTAS.....	86
CAPÍTULO IX. DISEÑO ESTRUCTURAL Y CÁLCULO DEL ESCANTILLONADO.....	89
9.1.-OBJETIVO.....	90
9.2.-MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.....	90
9.2.1.- <i>Introducción a los materiales compuestos</i>	90
9.2.3.- <i>Resinas de poliéster</i>	91
9.2.4.- <i>Gel coats</i>	93
9.2.5.- <i>Material de refuerzo: fibra de vidrio</i>	94
9.3.- PROCESO DE FABRICACIÓN.....	95
9.3.1.- <i>Técnica de moldeo por contacto</i>	95
9.3.2.- <i>Proceso de fabricación del molde</i>	97
9.4.-CÁLCULO DE ESCANTILLONADO.....	99
9.5.- APLICACIÓN DE LAS REGLAS DEL LLOYD`S REGISTER OF SHIPING.....	101
9.5.1.- <i>Requerimientos de la normativa</i>	101
9.5.2.- <i>Laminado del casco</i>	101
9.5.3.- <i>Laminado de la cubierta</i>	109
9.5.4.- <i>Laminado de la caseta de habilitación</i>	110
9.6.-CÁLCULO DEL PESO Y POSICIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD.....	112
9.6.1.- <i>Peso del casco</i>	112
CAPÍTULO X. SISTEMAS DE A BORDO.....	116
10.1.- OBJETIVO.....	117
10.2.- SISTEMA ELÉCTRICO.....	117
10.3.- SISTEMA NAVEGACIÓN Y GOBIERNO.....	118
10.4.- SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....	119



10.5.- SISTEMA DE AGUA DULCE.....	120
10.6.- SISTEMA DE ACHIQUE.	121
10.7.- EQUIPO DE FONDEO.....	122
CAPÍTULO XI. ESTIMACIÓN DEL PESO Y CÁLCULO DE LA POSICIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD.....	123
11.1.- OBJETIVO.....	124
11.2- CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO EN ROSCA Y LA POSICIÓN DEL C.D.G.	124
11.3 COMPROBACIÓN DEL DISEÑO DE LA CARENA.....	126
CAPÍTULO XII. CÁLCULO DE LA POTENCIA.....	129
12.1.- CORRECCIÓN DE LA ESTABILIDAD LONGITUDINAL EN PLANEAMIENTO Y RESISTENCIA AL AVANCE.	130
12.2 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA NOMINAL MÁXIMA DE PROPULSIÓN. APLICACIÓN NORMA UNE-EN ISO 11592.....	132
12.2.1.- <i>Objeto y campo de aplicación.</i>	132
12.2.2.- DETERMINACIÓN Y MARCADO DE LA POTENCIA NOMINAL MÁXIMA DE PROPULSIÓN.....	132
12.2.3.- <i>Condiciones de ensayo y determinación de la velocidad máxima (capítulo 6 de la norma).</i>	133
12.2.4.- PROCEDIMIENTO Y CRITERIOS DEL ENSAYO DE MANIOBRA.....	133
12.2.5.- <i>Directrices para determinar la Potencia máxima para el ensayo inicial (anexo C de la norma).</i>	135
CAPÍTULO XIII. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y FLOTABILIDAD	137
13.1.- INTRODUCCIÓN.....	138
13.2.-DISEÑO DE BAÑERAS ESTANCAS Y BAÑERAS DE VACIADO RÁPIDO NORMA UNE-EN ISO 11812.	139
13.2.1.- <i>Objeto y campo de aplicación.</i>	139
13.2.2.- <i>Análisis de la cubierta.</i>	139
13.2.3.- <i>Requisitos.</i>	140
13.2.4.- <i>Evaluación del tiempo y el diámetro del desagüe.</i>	141
13.2.5.- <i>Requisitos para altura de zócalos.</i>	144
13.2.6.- <i>Requisitos de estanqueidad.</i>	145
13.3.- NORMA UNE-EN ISO 12217-3 INTRODUCCIÓN	147
13.3.1.- <i>Objetivo.</i>	147
13.3.2.- <i>Normativa a aplicar.</i>	147
13.3.3.- <i>Introducción a la norma ISO 12217-3</i>	147
13.4.- UNE-EN ISO 12217-3: ENSAYO DE ALTURA DE INUNDACIÓN	149
13.4.1.- <i>Aberturas Inundables.</i>	149
13.4.2.- <i>Generalidades.</i>	151
13.4.3.- <i>Requisitos.</i>	152
13.4.4.- <i>Aplicación del ensayo.</i>	152
13.4.4.- <i>Embarcaciones fuera borda en su puesta en marcha.</i>	154
13.5.- UNE-EN ISO 12217:ENSAYO DE COMPENSACIÓN DE PESOS.	155
13.5.1.- <i>Generalidades.</i>	155
13.5.2.- <i>Ensayo.</i>	155
13.6.- ESTUDIO DE LA FLOTABILIDAD.	164
CAPÍTULO XIV. EQUIPAMIENTOS	166



14.1.- EQUIPAMIENTOS: REQUISITOS MÍNIMOS	167
14.2.- EQUIPO DE SALVAMENTO	168
14.3.- EQUIPO DE NAVEGACIÓN	169
14.4.- ARMAMENTO DIVERSO	169
14.5.-ACHIQUE Y CONTRA INCENDIOS	170
14.6.- PREVENCIÓN DE VERTIDOS DE AGUAS SUCIAS	170
CAPÍTULO XV. PRESUPUESTO ESTIMADO	171
15.1 OBJETIVO.....	172
15.2.- COSTE PROYECTO.....	172
15.3.- MODELOS Y MOLDES.....	173
15.3.1.- <i>Materiales</i>	173
15.3.2.- <i>Mano de obra</i>	176
15.3.3. <i>Coste total de los moldes</i>	177
15.3.4. <i>Inversión Inicial</i>	177
15.4. COSTE DE LA EMBARCACIÓN.....	178
15.4.1.- <i>Materiales</i>	178
15.4.2.- <i>Mano de Obra</i>	181
15.4.3.- <i>Coste total de la embarcación.</i>	183
15.4.4 <i>Análisis comercial.</i>	183
CAPÍTULO XVI. MARCADO CE.....	184
CAPÍTULO XVII. BIBLIOGRAFÍA	186



CAPÍTULO I. ESTUDIO DE MERCADO.

NECESIDADES DEL CLIENTE



1.1.- Necesidades de producción: ESTUDIO DE MERCADO

El astillero que va a fabricar la embarcación de paseo-pesca de 6mts que vamos a desarrollar, antes de realizar ninguna iniciativa de inversión, debe de realizar un pequeño estudio de mercado, en él analizaremos las tendencias y preferencias de los futuros clientes, así como conocer el mercado y su evolución al que va a dirigir dicho producto.

Por lo tanto, vamos a conocer los datos de la evolución del mercado de embarcaciones de recreo en la que se encuentra nuestra embarcación, en concreto, embarcaciones rígidas de 4,5 a 7,5 metros de eslora

El mercado de embarcaciones de recreo por tipo y eslora.

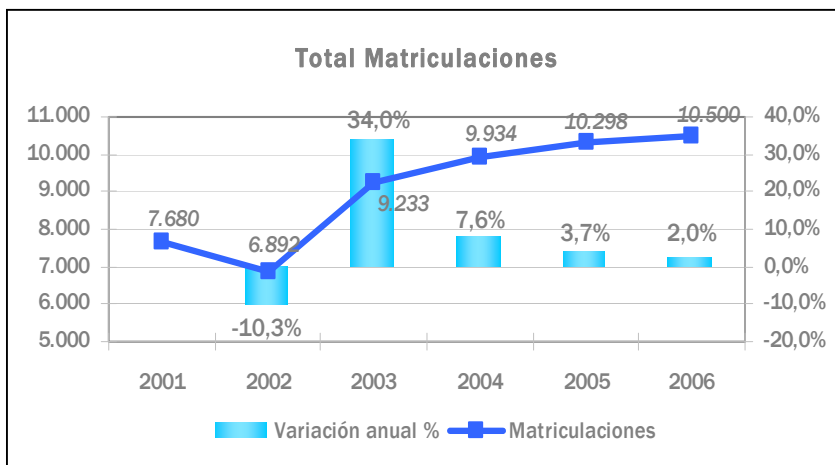
MATRICULACIONES 2001-2006

Tipo	Eslora	2001	2002	2003	2004	2005	2006
VELA	Hasta 7.5 m	177	145	280	280	245	229
	De 7.5 a 12 m	59	59	58	63	72	125
	Más de 12 m	9	7	10	9	17	34
	TOTAL VELA	245	211	348	352	334	388
NEUMÁTICAS	Hasta 4.5 m	1485	1244	1726	1786	1587	1612
	Más de 4.5 m	729	480	769	733	821	863
	TOTAL NEUMÁTICAS	2214	1724	2495	2519	2408	2475
RÍGIDAS	Hasta 4.5 m	1186	1003	1335	1208	1196	1062
	De 4.5 a 7.5 m	3757	3730	4781	5540	6028	6126
	De 7.5 a 12 m	244	192	242	268	287	379
	Más de 12 m	34	31	30	46	45	70
	TOTAL RÍGIDAS	5221	4956	6388	7062	7556	7637
TOTAL		7680	6891	9231	9933	10298	10500

Fuente: ANEN, con datos de la Dirección General de la Marina Mercante

Las nuevas matriculaciones de embarcaciones de recreo en el año 2006 ascendieron a 10.500 unidades, que supone un ligero crecimiento del 2% respecto al año anterior.

Por tipo, las embarcaciones con mayor número de matriculaciones son las rígidas, que representan un 73% del total y dentro de las cuales destacan las de 4,5 a 7,5 m de eslora, más **de 6.000 en el 2006**.



Tras el descenso del número de matriculaciones de embarcaciones de recreo sufrido en el año 2002 y su posterior y, a su vez, espectacular recuperación, se observa ahora una estabilidad en el ritmo de crecimiento de las mismas.

Fuente: ANEN

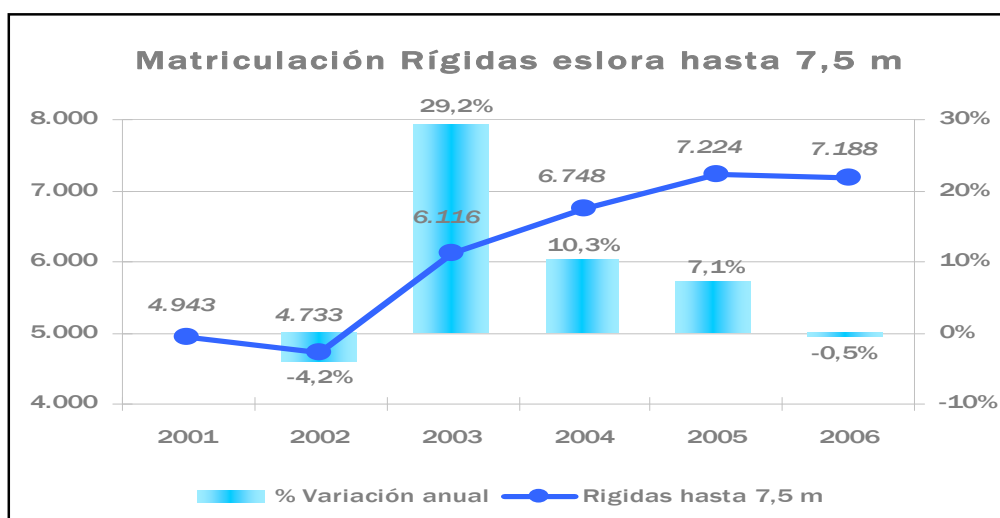
EVOLUCIÓN EMBARCACIONES RÍGIDAS (ESLORA HASTA 7,5 M), SEGÚN POTENCIA. 2001-2006

Potencia		2001	2002	2003	2004	2005	2006
Eslora hasta 7,5 m	Hasta 50 KW	2557	2587	3353	3474	3511	3236
	De 50 a 100 KW	1014	941	1182	1416	1492	1688
	De 100 a 200 KW	1228	1023	1273	1424	1670	1724
	De 200 a 300 KW	128	152	263	400	492	493
	Más de 300 KW	16	30	45	34	59	46
	TOTALES	4943	4733	6116	6748	7224	7188
Eslora superior a 7,5 m	Hasta 50 KW			3	3	1	3
	De 50 a 100 KW	4	3	6	1	5	9
	De 100 a 200 KW	6	6	15	12	16	22
	De 200 a 300 KW	18	14	53	51	69	61
	Más de 300 KW	250	200	195	247	241	354
TOTALES	278	223	272	314	332	449	

Fuente: ANEN

En las embarcaciones rígidas, las matriculaciones ascendieron a 7.637, de las cuales el 94% pertenecen al grupo con esloras iguales o inferiores a 7,5 m. Dentro de éstas, se apreciaron más matriculaciones en las de menor potencia. En cambio, entre las de esloras superiores a los 7,5 metros se registraron más matriculaciones de embarcaciones de mayor potencia, especialmente superior a los 300 KW.

Gráficamente, se observa como las embarcaciones rígidas con eslora superior a los 7,5 m mantienen un ritmo de registros más regular, mientras que las de eslora inferior han ido ralentizando el crecimiento de las matriculaciones en el transcurso de los últimos seis años.



Fuente: ANEN

1. 2.- CONCLUSIONES Y ANALISIS DEL ESTUDIO DE MERCADO

Como podemos observar las nuevas matriculaciones de embarcaciones de hasta 7,5mts desde, las 2730 matriculaciones en 2002 hasta, las 6126 matriculaciones en 2006; es decir más de un 80% de aumento anual en matriculaciones en 5 años.

Dentro de las embarcaciones rígidas de hasta 7,5 metros de eslora podemos observar que el rango de potencia más vendido y el cual ha experimentado un avance más importante son de 50 a 100Kw (de 67 a 134 HP) y los de 100 a 200KW (134 a 268 HP):

De 50 a 100 KW (67 a134 HP)	1014	941	1182	1416	1492	1688
De 100 a 200 KW (134 a 268HP)	1228	1023	1273	1424	1670	1724

Recordar que este estudio se ha realizado con datos del 2006, realizado en el 2007, por lo que desde esta situación, hasta la actual, posiblemente variará considerablemente. Principalmente debido a la crisis internacional en la que nos vemos sumergidos. No obstante, con este estudio he querido transmitir la importancia de realizar un estudio de mercado antes de realizar una inversión o proyecto, sobre todo para ver las expectativas que nuestro producto podría tener en el mercado al que va dirigido

. En definitiva, si hay mercado, hay posibilidades de vender nuestro producto, mientras que si el mercado es pobre, tendremos menos probabilidades de éxito en el proyecto.



1.3.-. ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE

Una vez analizado el estudio de mercado de las embarcaciones de recreo en los últimos años, sabiendo el comportamiento que ha tendido y la evolución que puede tomar dichas ventas., el astillero va a proceder a establecer unas requerimientos de la embarcación para dirigirlos a ese mercado y a los clientes de embarcaciones de menos de 6mts en especial.

Los futuros clientes de estas embarcaciones, quieren un barco “transportable, cómodo para labores de pesca, un barco familiar, que se pueda pilotar sin más títulos que el PNB “Patrón de Navegación Básica”, y a buen precio”.

Por lo tanto vamos a desarrollar éstas premisas para intentar diseñar una embarcación que satisfaga éstas necesidades, todo ello observando embarcaciones ya existentes en el mercado y por consiguiente constituyen una competencia directa para la embarcación a diseñar:

► **Un barco transportable,**

Por lo tanto debe de tener menos de 2,5mts de manga, suficiente para dimensionar una bañera de entre 2, a 2,3 metros de ancho, suficiente para diseñar una bañera cómoda y amplia tanto para la pesca deportiva como para realizar una jornada de paseo en familia .

► **Cómodo para labores de pesca**

Amplia bañera para poder realizar la jornada de pesca cómodamente, cañeros a ambas bandas, asas, bañera autovaciante, cómoda timonera.

Cofres y tambuchos que proporcionen amplios espacios de estiba.

Se dispondrá de un pequeño tanque de agua dulce con ducha.

W.C. químicos

► **Un barco familiar, con plataformas de baño y escalera de acceso**

Para satisfacer toda ésta premisa hay que prever que al ser de uso familiar debería de estar autorizada para 5-6 personas, con asientos para todos, literas para al menos 1 personas, cubierta “walk around” que permita el tránsito cómodo y seguro de proa a popa y viceversa, confortable y que transmita seguridad tanto en la navegación como en la maniobra de fondeo, as í como disponer plataformas de baño a popa y escalera de acceso.



► **6 metros de eslora es el límite para que se pueda gobernar con el título de Patrón de de Navegación Básica (PNB)**

► ***Optima relación calidad/precio y plazos de entrega razonables.***

Éstas son las dos variables más importantes para entrar en el mercado con garantías de éxito, por lo tanto debemos de diseñar la embarcación teniendo en cuenta la correcta elección de los materiales dentro de un proceso productivo pensado para realizar su fabricación, montaje y entrega, lo más eficiente posible, de ésta forma conseguiremos ofrecer a los clientes una embarcación de calidad en plazos cortos.



CAPÍTULO II. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA



2.1.- ESLORA

En principio establecemos una eslora de 5,95m , por lo tanto podremos vender al cliente una embarcación de hasta 6mts de eslora para poder venderla a clientes con el título de PNB como mínimo .

2.2.- MANGA

Se establece una manga de 2,45m, menor de 2,5m de manga requerimiento indispensable para el transporte de la embarcación por el propio cliente.

2.3.- NÚMERO MÁXIMO DE PERSONAS

Se establece en seis el número de personas transportables es decir que la embarcación debe de poseer todas prestaciones básicas necesarias para ese nº. máximo de personas.

2.4.- VELOCIDAD DE DISEÑO

Inicialmente podemos establecer un velocidad máxima de entre 25-30 nudos y una velocidad de crucero de entre 18-23 nudos .En principio con éstos valores podríamos satisfacer a los futuros clientes, aunque en capítulos posteriores estableceremos exactamente los valores de velocidades en los que ésta embarcación podría oscilar.

2.5.- USO GENÉRICO DELA EMBARCACIÓN

Como hemos desarrollado anteriormente queda establecida el uso de embarcación de paseo –pesca.



2.6- CATEGORÍA DE DISEÑO

Vamos a realizar un resumen de las categorías de diseño, zonas de navegación y titulaciones, para establecer dentro de las mismas los requerimientos de diseño de nuestra embarcación:

2.6.1.- Categoría de diseño

El Real Decreto 297/98 traspone al Derecho Español a Directiva Europea 94/25/CE, en cuyo anexo I se clasifican las embarcaciones dependiendo de las características constructivas. Han sido agrupadas en 4 categorías en función de las condiciones de navegación (altura de olas y fuerza del viento) para las que han sido diseñadas.

Categoría de diseño	Fuerza del viento escala Beaufort	Altura de las olas en metros	Definición	Zonas de Navegación
"A" Oceánica	Mas de 8	Más de 4	Embarcaciones diseñadas para viajes largos en los que los vientos puedan superar la fuerza 8 (escala de Beaufort) y las olas la altura significativa de 4 metros o más, y que son embarcaciones autosuficientes en gran medida.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
"B" Alta Mar	Hasta 8 incluido	Hasta 4 incluido	Embarcaciones diseñadas para viajes en alta mar en los que pueden encontrarse vientos de hasta fuerza 8 y olas de altura significativa de hasta 4 metros.	2,3,4, 5,6,7
"C" En aguas Costeras	Hasta 6 incluido	Hasta 2 incluido	Embarcaciones diseñadas para viajes en aguas costeras, grandes bahías, y grandes estuarios, lagos y ríos, en los que pueden encontrarse vientos de hasta fuerza 6 y olas de altura significativa de hasta 2 metros.	4, 5, 6, 7
"D" En aguas protegidas	Hasta 4 incluido	Hasta 0,5 incluido	Embarcaciones diseñadas para viajes en pequeños lagos, ríos y canales, en los que pueden encontrarse vientos de hasta 4 y olas de altura significativa de hasta 0,5 metros.	7



6.2.2.- Zonas de Navegación de embarcaciones de recreo

En el momento de la expedición o renovación del Certificado de Navegabilidad, la Autoridad Marítima, teniendo en cuenta la actualización del equipo de seguridad que haya realizado la embarcación, le asignará la correspondiente **Zona de navegación** en función de su Categoría de diseño.

Categoría de diseño	Zona	Límites	Navegación
"A" Oceánica	1	Ilimitada	
"B" En alta mar	2	60´	Navegación en la zona comprendida entre la costa y la línea paralela a la misma trazada a 60 millas
	3	25´	Navegación en la zona comprendida entre la costa y la línea paralela a la misma trazada a 25 millas
"C" En aguas costeras	4	12´	Navegación en la zona comprendida entre la costa y la línea paralela a la misma trazada a 12 millas
	5	5´	Navegación en la cual la embarcación no se aleje más de 5 millas de un abrigo o playa accesible
	6	2´	Navegación en la cual la embarcación no se aleje más de 2 millas de un abrigo o playa accesible
"D" En aguas protegidas	7	Protegidas	Navegación en aguas costeras protegidas, puertos, radas, rías, bahías abrigadas y aguas protegidas en general



6.2.3 Relación entre Zonas de Navegación y Títulos

La titulación requerida para el gobierno de embarcaciones está en función de la zona de navegación, eslora y potencia de sus motores

Zona de navegación		7	6	5	4	3	2	1
Millas		Protegida	2'	5'	12'	25'	60'	Ilimitado
Títulos	Capitán de Yate	Sin Límites						
	Patrón de Yate	<=20 mts de eslora y 60' millas						
	Patrón Embarcaciones de Recreo PER	<= 12 mts. y 12' millas						
	Patrón de Navegación Básica	Vela <= 8 mts. 4'						
	Patrón de Navegación Básica	Motor <= 6 mts. 4'						
	Certificado de la Federación	<=6 mts. 1'						
	Sin título	<=4 mts. 1'						

Por lo tanto podemos decir que enmarcaremos a nuestra embarcación dentro de la “**categoría de diseño C**”, la cual corresponde a aguas costeras para las categorías **4,5,6 y 7, hasta 12 millas**, aunque si nuestro cliente tiene la titulación de “patrón de navegación básica (PNB)” nos restringe la navegación a 4 millas de la costa, por lo que si queremos que nuestro futuro cliente salga a más de 4 millas debería de obtener la titulación de “Patrón de embarcaciones de recreo (PER)”.

2.-7 AUTONOMÍA

Este tipo de embarcaciones, que son de una sola jornada en la mayoría de los casos, requeriría la suficiente capacidad de espacio de combustible para realizar una jornada completa con margen suficiente. La autonomía, lógicamente va a depender de la motorización y del consumo del mismo, pero podríamos establecer un máximo de navegación de 120 millas.



RESUMEN DE LA DEFINICIÓN INICIAL DE LOS PARÁMETROS

ESLORA	5,95 m
MANGA MÁX.	Máx. 2,50 m
Nº MÁXIMO DE PERSONAS	6 p.
VELOCIDAD DE DISEÑO	18-23 KN
USO GENÉRICO DE LA EMBARCACIÓN	PASEO-PESCA
CATEGORÍA DE DISEÑO	“C”
AUTONOMÍA	120'



CAPÍTULO III. ESTUDIO ESTADÍSTICO



3.1.- OBJETIVO

El objetivo principal de este estudio es el de obtener, partiendo de embarcaciones de características similares, unos valores aproximados de nuestra embarcación.

A continuación vamos a realizar un estudio de algunas de las embarcaciones que actualmente están en el mercado y que se corresponden con los requerimientos especificados en el capítulo anterior.

Las embarcaciones son todas paseo pesca , vamos estudiar un total de 26 unidades ,algunas en varias versiones del mismo modelo, encontradas principalmente en catálogos del propio fabricante, revistas especializadas y en las propias páginas web de los astilleros.

Los parámetros estudiados no solo va ha estar relacionados con las características hidrodinámicas y de motorización sino también otras características funcionales como capacidades de g.o. /a.d. y otras como dimensiones y altura de bañera, nº. de personas

Inicialmente vamos a comparar datos de embarcaciones similares de entre 5,5, a 6 ,5 mts de eslora, todos tienen en común que la motorización es mediante motor fueraborda y el material de fabricación es PRFV :



	Lt	Lc	B	Altura	Calado	HP recom.	HP MÁX	Comb.	A.d.	Categ.	Vel. Max.	Peso	Nº de per.	Carga máx.
	Metros	Metros	Metros	Metros	Metros	Hp	Hp	Litros	Litros	Diseño	Nudos	Kg		Kg
JAVANA 650	6,34	5,99	2,5	1,3		115	150	136		C		970	7	
JAVANA 550	5,5	5,3	2,25	1,05			100	90		C		690	5	
Antioche 600	6,08	6	2,49		0,38		115	90		C		800	6	
ANTIOCHE 550	5,46	5,4	2,43		0,3		70	70		C		600	5	
RANSEA 625 CABIN	5,98	5,6	2,36	2	0,28	100				C		775		
OCRE 575	5,75	5,45	2,3	1,1				70		C		700		
GARIMAR 610T	6,1	5,99	2,35			80	115			C		890	6	
ZENIT 605	6,05	5,99	2,35			115				C		890		
PILOTHOUSE 580	5,8	5,72	2,54		0,47					C		950		
ALAVAI 5,98	5,98	5,85	2,25							C		1240		
RIO CRUISER 600	6,35	6	2,45		0,36	90-150	150	135	42	C		940		
RIO DAY CRUISER 650	6,8	5,99	2,5		0,35					C		1600		
RIO SOL 550	5,5	5,5	2,35							C		760		
RIO SOL 600	6,04	6	2,4							C		880		
RIO 600 CABIN FISH	6,3	6	2,38							C		1200		
DELFIN 595	5,99	5,6	2,48	1,3				90		C		1200		
SHIREN 23 FISHER	6,98	5,98	2,55	1,35	0,43			136		C		1120	6	
PLAYAMAR 630	7	6,2	2,45	1,24	0,41			160	65	C		850	6	540
PLAYAMAR 600	7	6	2,45	1,24	0,41			160	65	C		850	6	540
PLAYAMAR 550	5,5	5,2	2,2	1,08	0,38			90		C		620	6	600
MERRY FISHER 530T	5,22	5,1	2,05		0,31			80		C			6	
MERRY FISHER 580	5,72	5,6	2,4		0,34			100		C			6	
ARTABAN 595	5,95	5,55	2,3											
ARTABAN 650	6,5	6,2	2,4							C		1200	6	
CAP CAMARAT	6,3	6,05	2,48	0,33	0,33			136		C		910	7	
SABER 540 CABIN FISHER	5,5	5,4	2,3		0,4		70	70		C	25,9 / 21,4	700		



3.2.- RELACIONES GEOMÉTRICAS

Son aquellas relaciones que van a definir las dimensiones principales del casco. A partir de los parámetros de los diferentes tipos de embarcaciones conocidas, obtendremos la recta de mínimos cuadrados de todos esos valores, la cual nos va a dar un valor aproximado de nuestros parámetros. Las relaciones que vamos a calcular se especifican a continuación:

- Eslora Total/ Eslora casco
- Eslora casco/ Manga máxima
- Eslora casco/calado
- Manga/calado
- Eslora casco/eslora flotación
- Eslora casco-desplazamiento

3.2.1.-Relación eslora total – eslora casco

La tabla de valores conocidos para esta relación es la siguiente:

Lt	Lc	Lt/Lc
metros	metros	metros
6,34	5,99	1,06
6,08	6	1,01
5,46	5,4	1,01
6,1	5,99	1,02
6,04	5,95	1,02
5,99	5,6	1,07
6,98	5,98	1,17
7	6,2	1,13
7	6	1,17
5,5	5,2	1,06
5,22	5,1	1,02
5,72	5,6	1,02
5,95	5,55	1,07
6,5	6,2	1,05
6,3	6,05	1,04

A continuación, calculamos la ecuación de la recta de mínimos cuadrados correspondiente a los valores de la tabla anterior:



	Lt (X)	Lc(Y)	Lt 2(X ²)	Lt x Lc (XY)	Lc2 (Y ²)
	metros	metros	metros ²	metros ²	metros ²
1	6,34	5,99	40,1956	37,9766	35,8801
2	6,08	6	36,9664	36,48	36
3	5,46	5,4	29,8116	29,484	29,16
4	6,1	5,99	37,21	36,539	35,8801
5	6,04	5,95	36,4816	35,938	35,4025
6	5,99	5,6	35,8801	33,544	31,36
6	6,98	5,98	48,7204	41,7404	35,7604
8	7	6,2	49	43,4	38,44
9	7	6	49	42	36
10	5,5	5,2	30,25	28,6	27,04
11	5,22	5,1	27,2484	26,622	26,01
12	5,72	5,6	32,7184	32,032	31,36
13	5,95	5,55	35,4025	33,0225	30,8025
14	6,5	6,2	42,25	40,3	38,44
15	6,3	6,05	39,69	38,115	36,6025
Σ	92,18	86,81	570,825	535,7935	504,1381

La ecuación de la recta de mínimos cuadrados es

$$Y = a_0 + a_1 X, \text{ siendo las ecuaciones normales de la recta;}$$

donde,

$$a_0 = \frac{(\sum Y) (\sum X^2) - (\sum X) (\sum XY)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a_1 = \frac{N \sum XY - (\sum X) (\sum Y)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

siendo,

$$\sum Y = a_0 N + a_1 \sum X$$

$$\sum XY = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2$$

por lo tanto, tenemos

$$a_0 = 2,5 \text{ y } a_1 = 0,53$$

Entonces $Y = 2,5 + 0,53 X$;

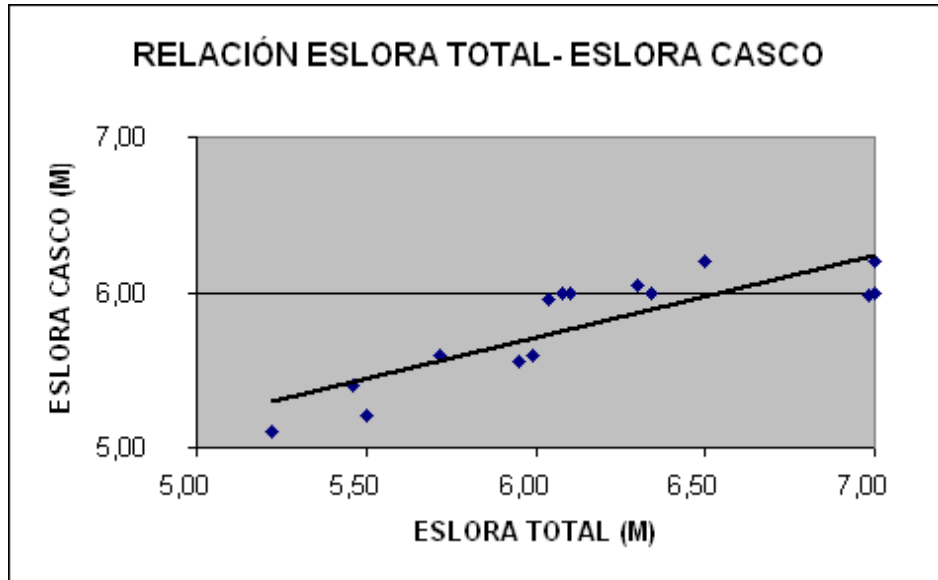
De esta forma:

$Lc = 2,5 + 0,530 Lt$; como lo que tenemos como requerimiento del posible clientes es que la eslora del casco es de 5,95mts; despejamos la eslora total:

$$Lt = \frac{Lc - 2,5}{0,53} = 6,510 \text{ mts}$$



Gráficamente podemos representar la recta obtenida con los cálculos anteriores, como se muestra en la siguiente figura:



La relación obtenida para nuestro caso, así como los valores máximos y mínimos son los siguientes:

Lt = 6,510, según la línea de mínimos cuadrados (línea de tendencia)
Lt/Lc máx. = 1,17
Lt/Lc mín. 1,01



3.2.2.- Relación eslora casco – manga

La tabla de valores conocidos para esta relación es la siguiente:

Lc	B	Lc/B
Metros	Metros	metros
5,99	2,5	2,4
6	2,49	2,41
5,4	2,43	2,22
5,99	2,35	2,55
5,95	2,4	2,48
5,6	2,48	2,26
5,98	2,55	2,35
6,2	2,45	2,53
6	2,45	2,45
5,2	2,2	2,36
5,1	2,05	2,49
5,6	2,4	2,33
5,55	2,3	2,41
6,2	2,4	2,58
6,05	2,48	2,44

De la misma forma que en el punto 3.2.1., tenemos;

N	Lc (X)	B(Y)	Lc x B (XxY)	Lc2 (X2)	B2 (Y2)
	metros	metros	m ²	m ²	m ²
1	5,99	2,50	14,98	35,88	6,25
2	6,00	2,49	14,94	36,00	6,20
3	5,40	2,43	13,12	29,16	5,90
4	5,99	2,35	14,08	35,88	5,52
5	5,95	2,40	14,28	35,40	5,76
6	5,60	2,48	13,89	31,36	6,15
7	5,98	2,55	15,25	35,76	6,50
8	6,20	2,45	15,19	38,44	6,00
9	6,00	2,45	14,70	36,00	6,00
10	5,20	2,20	11,44	27,04	4,84
11	5,10	2,05	10,46	26,01	4,20
12	5,60	2,40	13,44	31,36	5,76
13	5,55	2,30	12,77	30,80	5,29
14	6,20	2,40	14,88	38,44	5,76
15	6,05	2,48	15,00	36,60	6,15
Σ	86,81	35,93	208,40	504,14	86,30



A partir de los datos anteriores tenemos que la ecuación de la recta de mínimos cuadrados es:

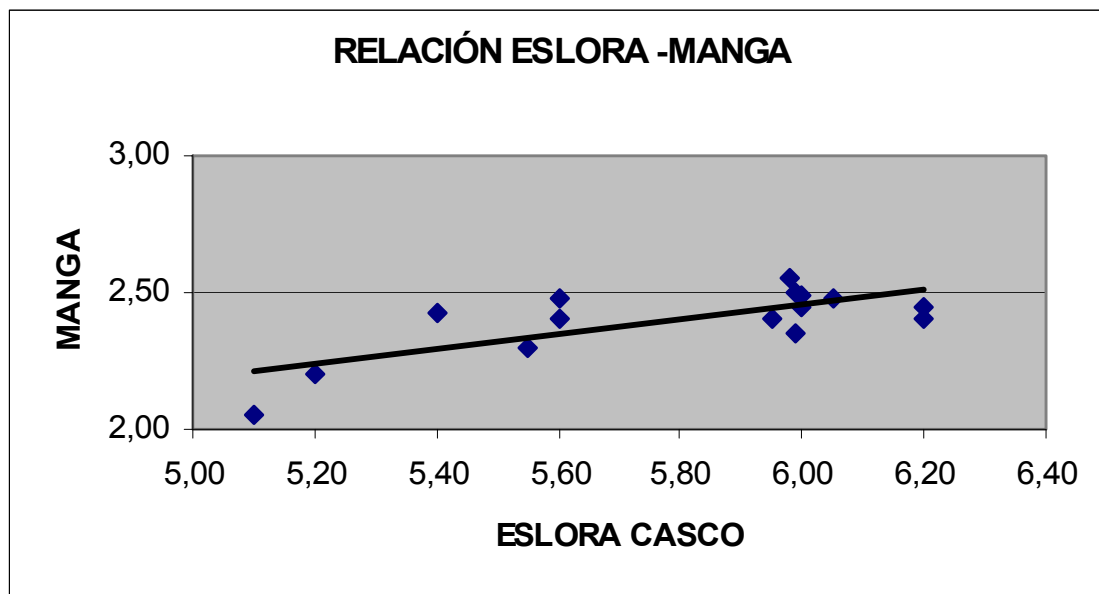
$$Y = 0,86 + 0,26 X$$

Siendo $a_0 = 0,86$ y $a_1 = 0,26$

Por tanto, aplicándolo a nuestro caso, tenemos que

$B = 0,86 + 0,26 L_c$; por lo que, considerando $L_c = 5,95\text{mts}$; tendríamos para la línea de tendencia un valor de la manga de; $B = 2,40 \text{ m}$.

Gráficamente podemos representar la recta obtenida con los cálculos anteriores, como se muestra en la siguiente figura:



La relación obtenida para nuestro caso, así como los valores máximos y mínimos son los siguientes:

$B = 2,40 \text{ m}$, según la línea de mínimos cuadrados (línea de tendencia)

$B/L_c \text{ máx.} = 2,58$

$B/L_c \text{ mín.} = 2,26$



3.2.3 Relación eslora casco – calado

La tabla de valores conocidos para esta relación es la siguiente:

N	Lc	T	Lc / T
	metros	metros	metros
1	6	0,38	15,79
2	5,4	0,3	18,00
3	5,98	0,28	21,36
4	5,8	0,47	12,34
5	6	0,36	16,67
6	5,95	0,36	16,53
7	5,98	0,43	13,91
8	6,2	0,41	15,12
9	6	0,41	14,63
10	5,2	0,38	13,68
11	5,1	0,31	16,45
12	5,6	0,34	16,47
13	6,05	0,33	18,33

De la misma forma que en el punto 3.2.1., tenemos;

N	Lc (X)	T (Y)	Lc 2 (X2)	Lc x T (X x Y)	T2 (Y2)
	metros	metros	m2	m2	m2
1	6	0,38	36	2,28	0,14
2	5,4	0,3	29,16	1,62	0,09
3	5,98	0,28	35,76	1,67	0,08
4	5,8	0,47	33,64	2,73	0,22
5	6	0,36	36	2,16	0,13
6	5,95	0,36	35,4	2,14	0,13
7	5,98	0,43	35,76	2,57	0,18
8	6,2	0,41	38,44	2,54	0,17
9	6	0,41	36	2,46	0,17
10	5,2	0,38	27,04	1,98	0,14
11	5,1	0,31	26,01	1,58	0,1
12	5,6	0,34	31,36	1,9	0,12
13	6,05	0,33	36,6	2	0,11
Σ	75,26	4,76	437,18	27,63	1,78

A partir de los datos anteriores tenemos que la ecuación de la recta de mínimos cuadrados es:



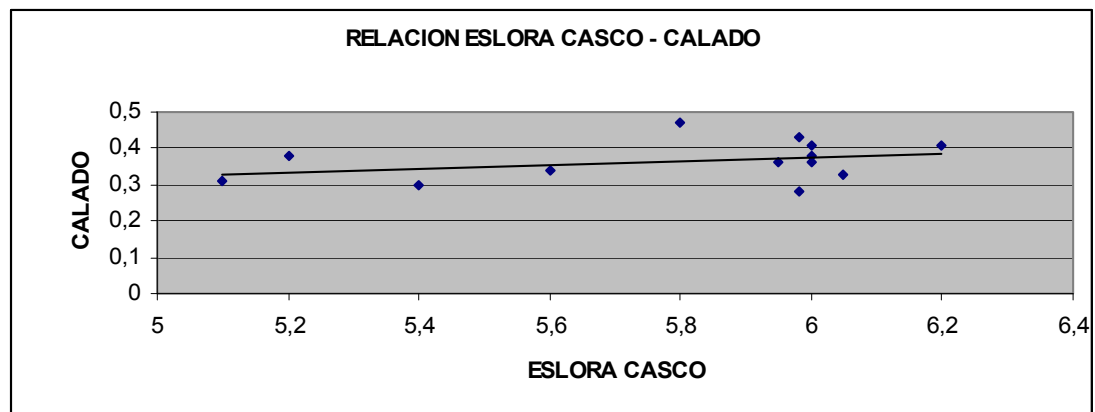
$$Y = 0,08 + 0,049X$$

siendo $a_0 = 0,08$ y $a_1 = 0,049$

Por tanto, aplicándolo a nuestro caso, tenemos que

$T = 0,08 + 0,049 L_c$; por lo que considerando $L_c = 5,95\text{mts}$; tendríamos $T = 0,37\text{ m}$.

Gráficamente podemos representar la recta obtenida con los cálculos anteriores, como se muestra en la siguiente figura:



La relación obtenida para nuestro caso, así como los valores máximos y mínimos son los siguientes:

$T = 0,37\text{ m}$, según la línea de mínimos cuadrados (línea de tendencia)

L_c/T máx. =

L_c/T mín. =



3.2.4.- Relación manga –calado

La tabla de valores conocidos para esta relación es la siguiente:

N	B	CALADO	B/T
	metros	metros	metros
1	2,49	0,38	2,87
2	2,43	0,3	2,73
3	2,36	0,28	2,64
4	2,54	0,47	3,01
5	2,45	0,36	2,81
6	2,4	0,36	2,76
7	2,55	0,43	2,98
8	2,45	0,41	2,86
9	2,45	0,41	2,86
10	2,2	0,38	2,58
11	2,05	0,31	2,36
12	2,4	0,34	2,74
13	2,48	0,33	2,81

De la misma forma que en el punto 3.2.1., tenemos;

N	B(X)	T(Y)	B ² (X ²)	BxT (XxY)	T ² (Y ²)
	metros	metros	m ²	m ²	m ²
1	2,49	0,38	6,2	0,95	0,14
2	2,43	0,3	5,9	0,73	0,09
3	2,36	0,28	5,57	0,66	0,08
4	2,54	0,47	6,45	1,19	0,22
5	2,45	0,36	6	0,88	0,13
6	2,4	0,36	5,76	0,86	0,13
7	2,55	0,43	6,5	1,1	0,18
8	2,45	0,41	6	1	0,17
9	2,45	0,41	6	1	0,17
10	2,2	0,38	4,84	0,84	0,14
11	2,05	0,31	4,2	0,64	0,1
12	2,4	0,34	5,76	0,82	0,12
13	2,48	0,33	6,15	0,82	0,11
Σ	31,25	4,76	75,35	11,49	1,78

A partir de los datos anteriores tenemos que la ecuación de la recta de mínimos cuadrados es:

$$Y = -0,134 + 0,21X$$

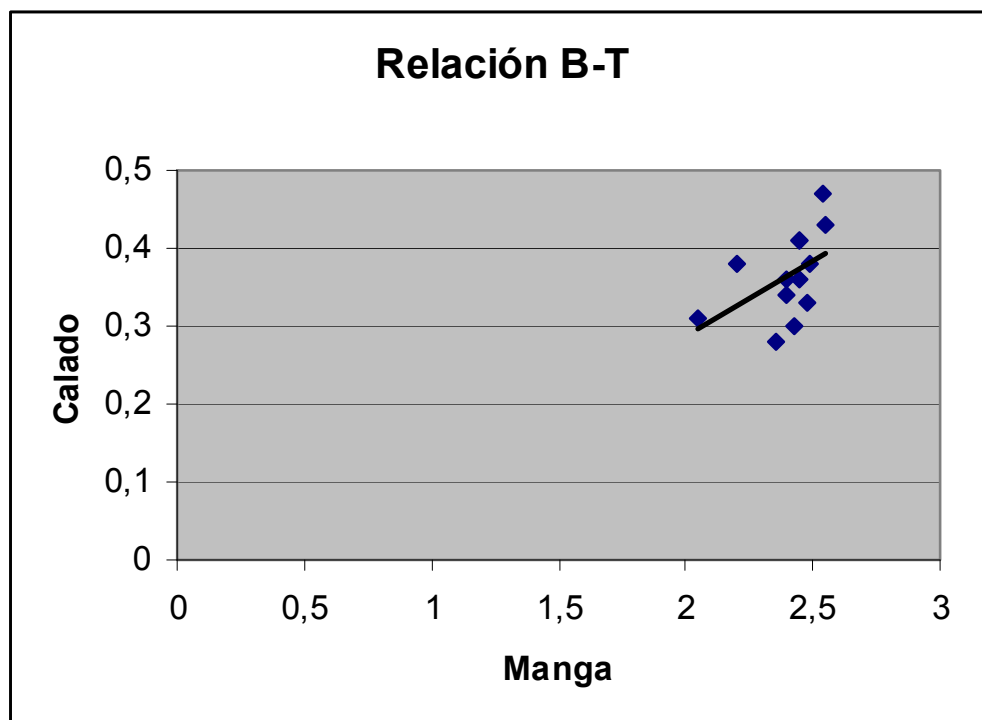
siendo $a_0 = -0,134$ y $a_1 = 0,21$



Por tanto, aplicándolo a nuestro caso, tenemos que

$T = -0,134 + 0,21 B$; por lo que considerando $B = 2,40\text{mts}$; tendríamos $T = 0,37\text{m}$; Coincidiendo con el valor del calado anteriormente estudiado con relación a la eslora.

Gráficamente podemos representar la recta obtenida con los cálculos anteriores, como se muestra en la siguiente figura:



La relación obtenida para nuestro caso, así como los valores máximos y mínimos son los siguientes:

$T = 0,37 \text{ m}$, según la línea de mínimos cuadrados (línea de tendencia)
 $B/T \text{ máx.} = 3,01$
 $B/T \text{ mín.} = 2,36$



3.2.5.- Relación eslora casco- eslora de flotación

La tabla de valores conocidos para esta relación es la siguiente

N	Lc	Lwl	Lc / Lwl
	metros	metros	
1	5,99	5,09	1,18
2	6	5,4	1,11
3	5,4	4,86	1,11
4	5,99	5,09	1,18
5	5,95	5,07	1,17
6	5,6	4,76	1,18

De la misma forma que en el punto 3.2.1., tenemos;

N	Lc (X)	Lwl (Y)	Lc 2 (X2)	Lc x Lwl (X x Y)	Lwl2 (Y2)
	metros	metros	m ²	m ²	m ²
1	5,99	5,09	35,88	30,49	25,91
2	6	5,4	36	32,4	29,16
3	5,4	4,86	29,16	26,24	23,62
4	5,99	5,09	35,88	30,49	25,91
5	5,95	5,07	35,4	30,17	25,7
6	5,6	4,76	31,36	26,66	22,66
Σ	34,93	30,27	203,68	176,44	152,96

A partir de los datos anteriores tenemos que la ecuación de la recta de mínimos cuadrados es:

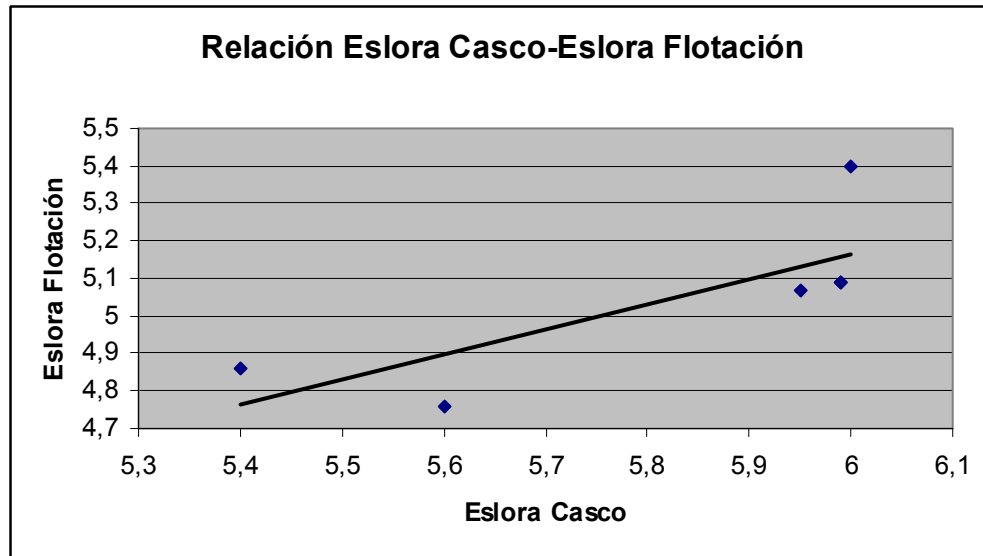
$$Y = -1,19 + 0,66X$$

siendo $a_0 = 1,19$ y $a_1 = 0,66$

Por tanto, aplicándolo a nuestro caso, tenemos que

$Lwl = 1,19 + 0,66 Lc$; por lo que considerando $Lc = 5,95\text{mts}$; tendríamos $Lwl = 5,12\text{m}$

Gráficamente podemos representar la recta obtenida con los cálculos anteriores, como se muestra en la siguiente figura:



La relación obtenida para nuestro caso, así como los valores máximos y mínimos son los siguientes:

Lwl= 5,12 m, según la línea de mínimos cuadrados (línea de tendencia)

Lwl/Lc máx. = 30,49

Lwl/Lc mín.=26,24



3.2.6.- Relación eslora casco - desplazamiento.

La tabla de valores conocidos para esta relación es la siguiente:

N	Lc	W	W/Lc
	m	Kg	
1	5,99	970	161,94
2	6	800	133,33
3	5,4	600	111,11
4	5,99	890	148,58
5	5,95	880	147,90
6	5,6	1200	214,29
7	5,98	1120	187,29
8	6,2	850	137,10
9	6	850	141,67
10	5,2	620	119,23
11	6,2	1200	193,55
12	6,05	910	150,41

De la misma forma que en el punto 3.2.1., tenemos;

N	Lc (X)	Desp. (Y)	Lc 2 (X ²)	Lc x Desp. (X x Y)	Desp.2 (Y ²)
	metros	metros	m ²	m ²	m ²
1	5,99	970	35,88	5810,3	940900
2	6	800	36	4800	640000
3	5,4	600	29,16	3240	360000
4	5,99	890	35,88	5331,1	792100
5	5,95	880	35,4	5236	774400
6	5,6	1200	31,36	6720	1440000
7	5,98	1120	35,76	6697,6	1254400
8	6,2	850	38,44	5270	722500
9	6	850	36	5100	722500
10	5,2	620	27,04	3224	384400
11	6,2	1200	38,44	7440	1440000
12	6,05	910	36,6	5505,5	828100
Σ	70,56	10890	415,97	64374,5	10299300

A partir de los datos anteriores tenemos que la ecuación de la recta de mínimos cuadrados es:

$$Y = -953 + 316,53X$$

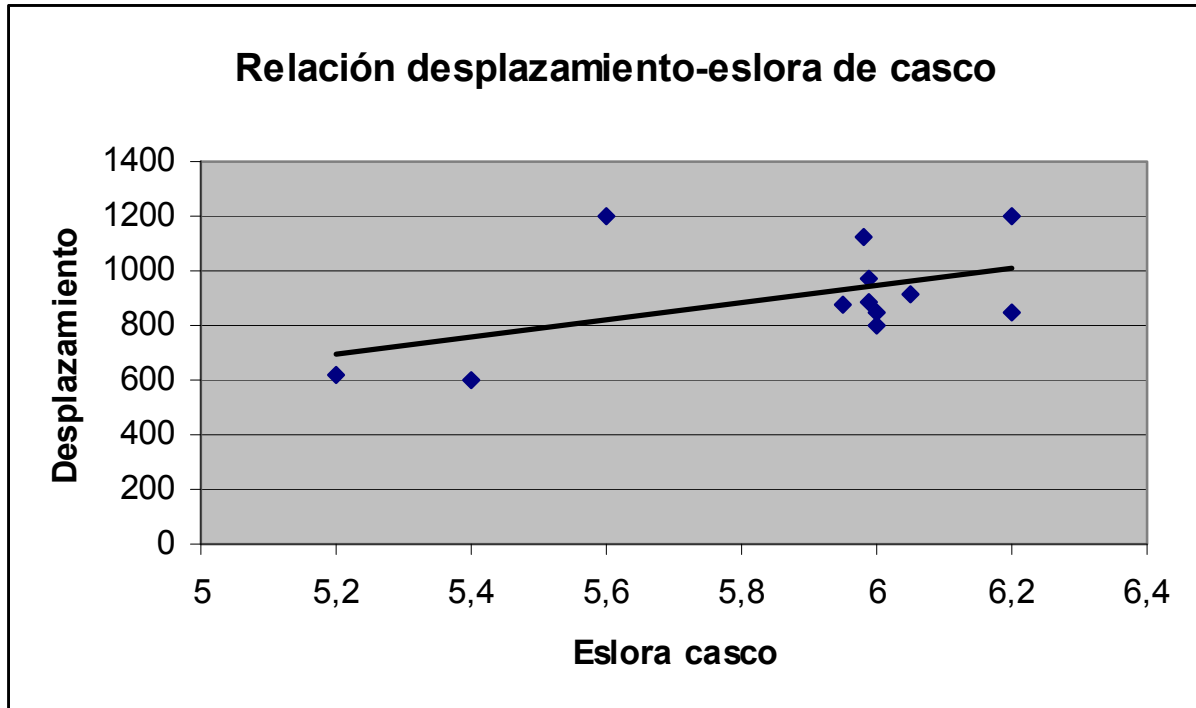
siendo $a_0 = -953$ y $a_1 = 316,53$

Por tanto, aplicándolo a nuestro caso, tenemos que



Desplazamiento = $-953 + 316,53 L_c$; por lo que considerando $L_c = 5,95\text{mts}$; tendríamos que el desplazamiento = 927,2 Kg

Gráficamente podemos representar la recta obtenida con los cálculos anteriores, como se muestra en la siguiente figura:



La relación obtenida para nuestro caso, así como los valores máximos y mínimos son los siguientes:

$\Delta = 927,2 \text{ Kg}$ kg, según la línea de mínimos cuadrados (línea de tendencia)

$\Delta/L_c \text{ máx.} = 214,29$

$\Delta/L_c \text{ mín.} = 111,11$



3.3.- RELACIONES FUNCIONALES

Los parámetros que vamos a estudiar nos van a dar una aproximación de los valores de potencia, capacidades, etc. para nuestra embarcación, haciendo un estudio de las embarcaciones conocidas, al igual que se hizo en la sección anterior.

3.3.1- Relación Desplazamiento-potencia

Tener una referencia de la potencia máxima admisible o recomendada de la embarcación resulta muy importante, ya que teniendo una referencia fiable de la potencia, podremos saber en qué rangos de motores nos vamos a mover.

N	Lc	W	W/Lc
	m	Kg	
1	5,99	970	161,94
2	6	800	133,33
3	5,4	600	111,11
4	5,99	890	148,58
5	5,95	880	147,90
6	5,6	1200	214,29
7	5,98	1120	187,29
8	6,2	850	137,10
9	6	850	141,67
10	5,2	620	119,23
11	6,2	1200	193,55
12	6,05	910	150,41



De la misma forma que en el punto 3.2.1., tenemos;

N	Desp. (X) metros	Potencia máx. (Y) metros	Lc 2 (X ²) m ²	Lc x Desp. (X x Y) m ²	Desp.2 (Y ²) m ²
1	970	150	940900	145500	22500
2	690	100	476100	69000	10000
3	800	115	640000	92000	13225
4	600	70	360000	42000	4900
5	775	100	600625	77500	10000
6	890	115	792100	102350	13225
7	950	90	902500	85500	8100
8	940	120	883600	112800	14400
9	1600	150	2560000	240000	22500
10	760	90	577600	68400	8100
11	880	150	774400	132000	22500
12	1200	150	1440000	180000	22500
13	880	150	774400	132000	22500
14	1120	200	1254400	224000	40000
15	850	240	722500	204000	57600
16	850	240	722500	204000	57600
17	620	135	384400	83700	18225
18	710	60	504100	42600	3600
19	895	90	801025	80550	8100
20	1440	150	2073600	216000	22500
21	880	100	774400	88000	10000
22	1150	120	1322500	138000	14400
Σ	20450	2885	20281650	2759900	426475

A partir de los datos anteriores tenemos que la ecuación de la recta de mínimos cuadrados es:

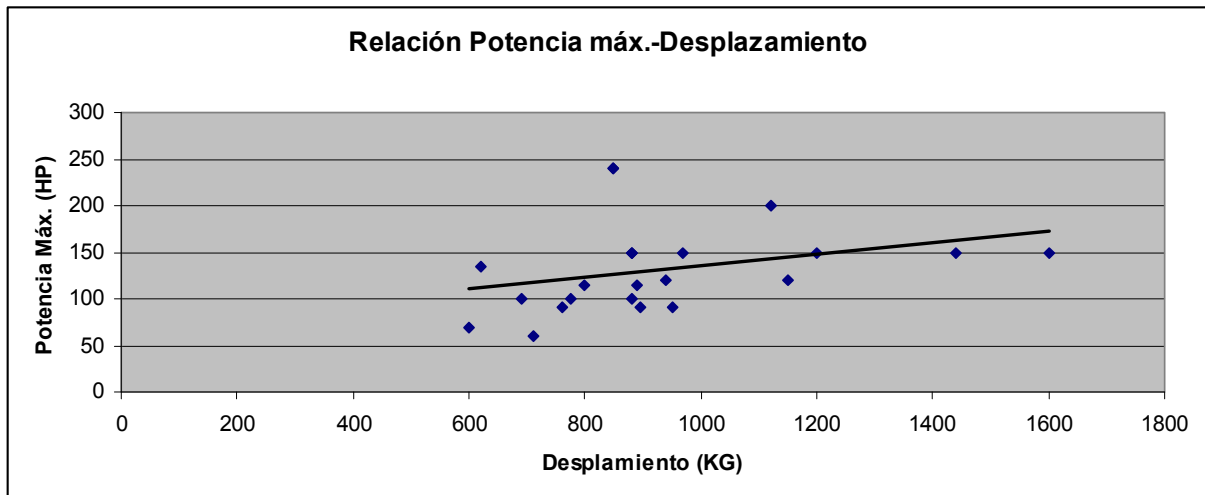
$$Y = 74,03 + 0,061X$$

siendo $a_0 = 74,03$ y $a_1 = 0,061$

Por tanto, aplicándolo a nuestro caso, tenemos que

Potencia máxima = $74,03 + 0,061 \Delta$; por lo que considerando $\Delta = 927,2 \text{ Kg}$ tendríamos que la potencia máxima = 130,60 HP.

Gráficamente podemos representar la recta obtenida con los cálculos anteriores, como se muestra en la siguiente figura:



La relación obtenida para nuestro caso, así como los valores máximos y mínimos son los siguientes:

P = 130,60 HP, según la línea de mínimos cuadrados (línea de tendencia)
P/Δ máx. = 214,29
P/Δ mín. = 111,11



3.3.2- Relación Potencia-Combustible

La tabla de valores conocidos para esta relación es la siguiente

N	POTENCIA MÁX	DEPÓSITO COMBUSTIBLE
	HP	Litros
1	150	136
2	100	90
3	115	90
4	70	70
5	150	120
6	200	136
7	240	160
8	240	160
9	135	90
10	60	80
11	90	100
12	150	80
13	100	75
14	120	90

De la misma forma que en el punto 3.2.1., tenemos;

N	POTENCIA MÁX (X)	DEPÓSITO COMB.(Y)	Lc 2 (X ²)	Lc x Desp. (X x Y)	Desp.2 (Y ²)
	HP	Litros	m ²	m ²	m ²
1	150	136	22500	20400	18496
2	100	90	10000	9000	8100
3	115	90	13225	10350	8100
4	70	70	4900	4900	4900
5	150	120	22500	18000	14400
6	200	136	40000	27200	18496
7	240	160	57600	38400	25600
8	240	160	57600	38400	25600
9	135	90	18225	12150	8100
10	60	80	3600	4800	6400
11	90	100	8100	9000	10000
12	150	80	22500	12000	6400
13	100	75	10000	7500	5625
14	120	90	14400	10800	8100
Σ	1920	1477	305150	222900	168317

A partir de los datos anteriores tenemos que la ecuación de la recta de mínimos cuadrados es:

$$Y = 38,82 + 0,486 X$$

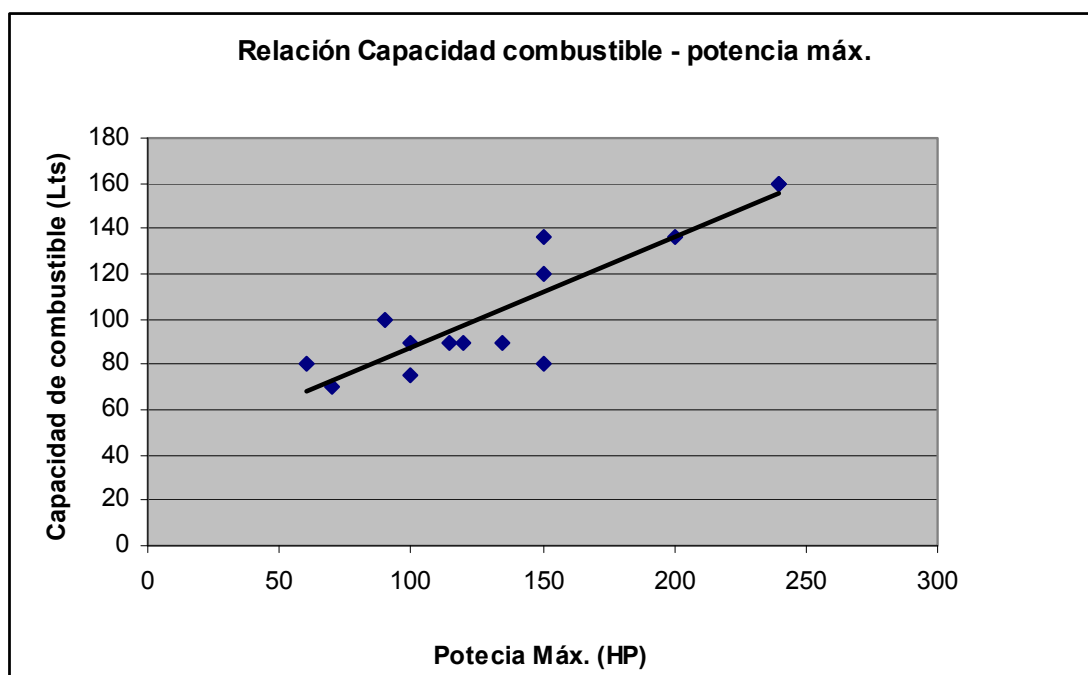


siendo $a_0 = 38,82$ y $a_1 = 0,486$

Por tanto, aplicándolo a nuestro caso, tenemos que

Capacidad de Combustible en litros = $38,82 + 0,486 P_{\text{máx.}}$; por lo que considerando que la potencia máx. es de 130,6 HP ; tendríamos que la capacidad de combustible es de **102,3 lts.**

Gráficamente podemos representar la recta obtenida con los cálculos anteriores, como se muestra en la siguiente figura:



La relación obtenida para nuestro caso, así como los valores máximos y mínimos son los siguientes:

Capacidad combustible = 102,3 lts,



3.3.3- Velocidad

Este parámetro ha de ser estudiado con prudencia y sin esperar del estudio estadístico un valor ni mucho menos exacto, solo no va a ser útil para conocer las velocidades que se alcanzan en embarcaciones similares en unas condiciones determinadas.

De las embarcaciones estudiadas, tan solo una disponemos de valores estimados de velocidad máxima y velocidad de crucero, por lo que vamos a recurrir a otras embarcaciones a las cuales se le han realizado pruebas de navegación y se han publicado en revistas especializadas.

Lc (mts)	Potencia Instalada (HP)	Velocidad Máxima(Nudos)	Velocidad Crucero (Nudos)
5,85	70	24,9	17 a 22
5,80	100	27	20
5,95	140	31	22
5,99	115	32,7	23,5
5,80	90	26	18
6,50	130	35	21

De estos valores se deduce que existen unos rangos de velocidades bastante amplios tanto en la velocidad máx. como en la velocidad de crucero. La velocidad máxima estaría situada entre los 24,9 y los 35 nudos, mientras que la de crucero entre los 17 y los 23,5 nudos.

Por lo que se establece una velocidad máxima de 26 nudos. ($26 \text{ Kn} \times 0,514 = 13,364 \text{ m/s}$)

3.3.4.- Astilla Muerta

La astilla muerta es un parámetro con gran importancia en el diseño de la carena. Es por eso que se utiliza un breve estudio estadístico referente a este parámetro, el cual resulta bastante interesante para poder tener una orientación inicial sobre el rango de valores en el que debe estar nuestra embarcación,

Son pocos los valores de astilla muerta disponibles de otras embarcaciones, ya que es un parámetro que no se suele incluir en catálogos comerciales ni en



artículos técnicos. No obstante se dispone de este dato en algunas embarcaciones y en tres de ella se han medido directamente en la embarcación con medios manuales (un nivel y una falsa escuadra).

Lc (metros)	β en el espejo de popa	β en la maestra	β valor medio
5,99	12	18	15
6,60	13	20	16,5
5,45	15	20	17,5

A pesar de ser pocos los datos disponibles sobre este parámetro, este breve estudio estadístico nos puede servir para tener una idea previa aproximada sobre los valores normales de astilla muerta, para este tipo de embarcaciones.

De la tabla se deduce que:

- ▶ en el espejo de popa el ángulo de astilla muerta varía desde los 12 a 15°.
- ▶ En la sección media esta variación está comprendida entre los 18 y 20°
- ▶ El valor medio esta entre los 15 a 17,5°.

En principio adoptaremos como ángulo de astilla muerta de 15° para asegurarnos cumplir el objetivo de velocidad máxima 26 nudos, en caso de no alcanzarla sería conveniente bajar la exigencia de la velocidad, ya que si bajamos el ángulo de astillas muerta, podríamos obtener un acarena poco marinera.



3.4.- RESUMEN DE LOS VALORES OBTENIDOS ESTADÍSTICAMENTE

La siguiente tabla resume los valores obtenidos en las secciones anteriores.

PARÁMETRO	VALOR ESTIMADO
ESLORA CASCO	5,95 m
ESLORA TOTAL	6,51 m
ESLORA FLOTACIÓN	5,12 m
MANGA MÁX	2,4 m
CALADO	0,37 m
DESPLAZAMIENTO	927,2 Kg
ASTILLA MUERTA	15°
POTENCIA MÁX.	130,6 HP
CAPACIDAD COMBUS.	102,3 Lts
VELOCIDAD MÁXIMA	26 NUDOS



CAPÍTULO IV. REGLAMENTACIONES Y NORMATIVAS



A continuación se facilita un listado de reglamentaciones aplicables a la embarcación según su especificación técnica:

4.1.- Reglamentaciones

▶ Circular n.º 7/95, dirección General de la Marina Mercante. Asunto : construcción, equipo y de embarcaciones de recreo.

▶ RD 1434/99, del 10 de septiembre, por lo que se establecen los reconocimientos e inspecciones de las embarcaciones de recreo para garantizar la seguridad de la vida humana en el mar y se determinan las condiciones que deben reunir las entidades colaboradoras de inspección.

▶ RD 297/98, de 27 de Febrero, por lo que se regulan los requisitos de seguridad de las embarcaciones de recreo semiacabadas y sus componentes, en aplicación de la directiva 94/25/CE.

▶ RD 258/99, de 12 de febrero, por lo que se establecen las condiciones mínimas sobre la protección de la salud y la asistencia médica de los trabajadores del mar.

▶ Orden PRE/930/2002, de 23 de abril, por lo que se modifica el contenido de los botiquines que deben llevar a bordo los buques según lo establecido por el RD/258, de 12 de Febrero, por lo que se establecen condiciones mínimas de sobre la protección de la salud y asistencia médica de los trabajadores del mar.

▶ Orden PRE 3598/2003, de 18 de diciembre, por lo que se desarrolla el RD/258/99, en materia de revisión de botiquines de los que han de ir provistos los buques.

▶ Orden FOM/1144/2003, de 28 de abril, por lo 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.



4.2.-Conjunto de normas armonizadas y no armonizadas

Las siguientes tablas recogen el conjunto de normas armonizadas y no armonizadas que se le aplican a la embarcación:

NORMA	TITULO
UNE-EN ISO7840:1996	Embarcaciones menores. Mangueras resistentes al fuego para carburantes.
UNE-EN ISO 8469:1996	Embarcaciones menores. Mangueras resistentes al fuego para carburantes.
UNE-EN ISO 8865:1996	Embarcaciones menores. Motores y sistemas de propulsión marinos. Medición y declaración de potencia.
UNE-EN ISO 28846:1994	Embarcaciones menores. Equipos eléctricos. Protección contra la inflamación de ambientes gaseosos inflamables.
UNE-EN ISO 28847:1992	Embarcaciones menores. Mecanismos de gobierno. Sistemas de cable mecánico y polea.
UNE-EN ISO 28848:1992	Embarcaciones menores. Mecanismos de gobierno distancia.
UNE-EN ISO 28849:1994	Embarcaciones menores. Bombas de sentina con motor eléctrico.
UNE-EN ISO 9097:1996	Embarcaciones menores. Ventiladores eléctricos
UNE-EN ISO 10087:1996	Embarcaciones menores. Identificación de cascos. Sistemas de codificación.
UNE-EN ISO 10240:1996	Embarcaciones menores. Manual del propietario
UNE-EN ISO 10592:1996	Embarcaciones menores hidráulicas de gobierno.
UNE-EN ISO 11105:1997	Embarcaciones menores. Ventilación de salas de motores de gasolina y/o de los compartimentos para los depósitos de gasolina.
UNE-EN ISO 11547:1996	Dispositivos de protección contra el arranque con marcha engranada.
ISO 14945	Chapa de constructor
ISO 15065	Prevención de caída.
ISO 12215-1 ISO 6185 RINA	Estructura
ISO 12217/1/2/3	Estabilidad y flotabilidad.
ISO 9093 ISO 12216	Aberturas
ISO 11812	Inundación.



NORMA	TITULO
ISO 8849 ISO15082	
ISO 9094-1/2	Evacuación en caso de incendio.
ISO 15084	Fondeo
ISO 10133	Sistema Eléctrico.
ISO 11591	Visibilidad



CAPÍTULO V. RESISTENCIA Y MOTORIZACIÓN



5.1.- OBJETIVO

Vamos a realizar a continuación el estudio de la resistencia al avance de nuestra carena, para a continuación, estimar la potencia necesaria para satisfacer la especificación técnica inicialmente propuesta.

Para ello vamos a utilizar como método de cálculo el de Savitsky computado por handler, para ello debemos de adoptar valores de la carena los cuales van a ser fundamentales para el futuro diseño de la misma, tales como la manga máxima o el valor de la astilla muerta.

Por lo tanto el principal objetivo es el de establecer el valor de ciertos parámetros, anteriormente desarrollado con el estudio estadístico, y comprobar que dichos valores son los apropiados para los requerimientos tanto de propulsión y velocidad, como al comportamiento de la carena ante el planeo.

5.2.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA EN PLANO

Mediante el método de Savitsky se va a realizar un estudio de la resistencia al avance de la embarcación, con éste método podremos conocer la potencia necesaria para adquirir la velocidad requerida de la embarcación.

La base del cálculo se basa en experimentos realizados con placas planas obteniendo fórmulas empíricas para extrapolar a fondos no planos, es decir con astilla muerta.

Con este método podemos conocer la superficie mojada dinámica y la posición longitudinal de la fuerza hidrodinámica. Para determinar el ángulo de asiento de equilibrio en planeo se emplea el método Handler, según el cual, se calculan los momentos ocasionados por la fuerza hidrodinámica, la resistencia por fricción y la resistencia de apéndices.

Para calcular dichos momentos es necesario obtener por un lado las fuerzas antes mencionadas y sus brazos de palancas e , ff y fa .



Para determinar el ángulo de asiento de equilibrio en planeo, se realiza por el método de ensayo y error, es decir primero se supone un ángulo de partida inicial, a continuación se realizan todos los cálculos para dicho ángulo. Una vez determinadas las fuerzas hidrodinámicas (N), resistencia por fricción y resistencia por apéndices y calculados los brazos de palanca, se aplican momentos y se obtiene el momento resultante.

Dicho momento será, con casi toda seguridad distinta de cero lo que significa que la embarcación no se encuentra en equilibrio. Si el momento resultante es menor que cero, se repetirán los cálculos para un ángulo de asiento mayor, de esta forma repetitiva iremos dando con el momento resultante positivo. Una vez obtenido el valor positivo y el negativo (más cercano de cero) realizaremos una extrapolación lineal para determinar el ángulo de asiento de equilibrio. Con el cual se calculará la resistencia al avance en la condición de planeo y por tanto podemos obtener la potencia necesaria para llevar a la embarcación a ésta condición.

A continuación se describe detalladamente los pasos que se seguirán en el cálculo para la resistencia al planeo por el método de Savitsky computado por Hadler:

1.- Datos de partida

m	Masa desplazada en Kg
LCG	Distancia Longitudinal del c.d.g. en metros
VCG	Distancia Vertical desde el c.d.g. hasta la línea base
B	Manga máxima entre codillos en metros
α	Inclinación del eje relativa a la línea base
β	Ángulo de astilla muerta (Valor medio entre popa y en la sección en c.d.g.)
f	Distancia entre el eje y el c.d.g., en metros
V	Velocidad en m/s
ρ	1025 kg/m ³

2.- Calcular el **coeficiente de velocidad Cv**:

$$Cv = V/\sqrt{g \times B}$$



3.- Calcular el **coeficiente de sustentación** utilizando la fórmula:

$$C_{L\beta} = m \times g / (0,5 \times \varphi \times V^2 \times B^2)$$

4.- Computar el coeficiente de sustentación para fondos rectos C_{L0} mediante ensayo y error (calcular el valor de C_{L0} para obtener el valor de $C_{L\beta}$ obtenido en el punto anterior).

$$C_{L\beta} = C_{L0} - 0,0065 \times \beta \times C_{L0}^{0,6}$$

5.- Asumir un valor de **ángulo de trimado**, τ (por ejemplo 4°), llamado τ_1 .

6.- Computar la relación de eslora-manga, λ , utilizando la siguiente fórmula por ensayo y error (calcular λ para obtener C_{L0} obtenido en el punto 4).

$$C_{L0} = \tau^{1,1} \times (0,012 \times \lambda^{0,5} + 0,0055 \times \lambda^{2,5} / C_v^2)$$

7.- Calcular la eslora mojada L_m y obtener el n° de Reynolds (Rn) usando L_m .

$$\lambda = L_m/B$$

8.- Calcular el **coeficiente de fricción** según la fórmula de ITTC

$$C_f = 0,075 / (\log Rn - 2)^2$$

9.- Hallar el incremento de λ debido al spray, $\Delta\lambda$ usando la gráfica de la figura y obtener la resistencia por fricción

$$R_f = C_f \times 0,5 \times \varphi \times V^2 \times (\lambda + \Delta\lambda) \times B^2 / \cos\beta$$

10.- Calcular el brazo de palanca ff para R_f relativo al centro de gravedad, según la fórmula

$$ff = VCG - (B/4) \times \tan\beta$$

11.- Calcular la posición del centro de presión L_{cp} (distancia medida desde el espejo de popa), utilizando la siguiente fórmula y asumiendo que L_w es igual a L_m para fondos con astilla muerta.



$$L_{cp}/L_w = 0,75 - 1/ \{ (5,21 \times C_v^2) / \lambda^2 + 2,39 \}$$

12.- Calcular el **brazo de palanca para la fuerza de presión, e** , como diferencia entre LCG y Lcp

$$e = LCG - L_{cp}$$

13.- Calcular el **momento de cabeceo resultante M**, como suma de los momentos Mh (originado por N y el brazo e) y Mf (originado por Rf y al brazo ff), utilizando las siguientes fórmulas :

$$M_h = g \times m \times [e \times \cos(\tau + \square) / \cos \tau - f \times (\sin \tau / \cos \square)]$$

$$M_f = R_f \times [ff - e \times \tan \square - (f / \cos \square)]$$

$$M = M_h + M_f \text{ (Nm)}$$

14.- Dado que el ángulo de trimado se ha elegido de manera aleatoria lo normal es el momento resultante sea distinto de cero, con lo que es necesario variarlo para conseguir el equilibrio. Es necesario pues, volver al punto 5 y repetir los cálculos con otro valor de τ , llamado τ_2 , teniendo en cuenta que si el momento resultante es negativo debemos incrementar τ y si es positivo reducirlo.

15.- Calcular el **trimado de equilibrio τ_0** , como interpolación lineal, utilizando la siguiente fórmula

$$\tau_0 = \tau_1 - (M_1 \times (\tau_2 - \tau_1) / M_2 - M_1)$$

16.- Calcular la **resistencia por fricción en el trimado de equilibrio, Rf₀**, mediante interpolación lineal usando la siguiente fórmula

$$R_{f_0} = R_{f_1} + ((R_{f_2} - R_{f_1}) / (\tau_2 - \tau_1)) \times (\tau_0 - \tau_1)$$

17.- **Calcular la resistencia total R:**

$$R = (g \times m \times \sin \tau_0 + R_f) \times \cos(\tau_0 + \square) / \cos \square \quad \text{(N)}$$

18.- **Calcular la Potencia Efectiva:**



$$P_E = V \times R$$

5.3.- Aplicación del método de Savitsky computado por Hadler a la embarcación en estudio:

Datos de partida:

1.- Masa desplazada en Kg:

Se realizará un estudio de la masa desplazada por nuestra embarcación en las dos condiciones de cargas extremas, máximas y mínimas.

► Condición de máxima carga:

CONCEPTO	PESO (Kg)	datos de interés
Embarcación	927,2	Estimación inicial
Motor	170	Yamaha f-100D 73,6KW
combustible	100	102,3 aprox. A 100litros
6 personas a bordo	450	75kg por persona
agua dulce	50	100% capacidad
pertrechos y otros	60	10Kg/persona
Σ	1757,2	Kg

► Condición de mínima carga:

CONCEPTO	PESO (Kg)	datos de interés
Embarcación	927,2	Estimación inicial
Motor	170	Yamaha f-100D 73,6KW
combustible	15	15% capacidad combustible
1 personas a bordo	75	75kg por persona
agua dulce	5	10% agua dulce
pertrechos y otros	10	10Kg/persona
Σ	1202,2	Kg



2.- Estimación de la posición del centro de gravedad

A continuación realizaremos una estimación de la posición del c.d.g. de la embarcación.

Estos valores son de aproximación, ya que estamos trabajando con unos pesos estimativos, en capítulos posteriores realizaremos un estudio exhaustivo de los pesos y por lo tanto analizaremos con repercusión en el valor de aproximación de la potencia.

► Posición Longitudinal LCG

Se estudiará en las dos condiciones de carga antes estudiadas máxima y mínima carga.

Para realizar la estimación de la posición longitudinal del c.d.g. se realizará un reparto de los pesos de los tripulantes y sus pertrechos de forma racional, distribuido de la siguiente forma en la embarcación:

- El centro de gravedad de la embarcación se situará inicialmente en la $\frac{1}{2}$ de la eslora del casco. A pesar de tener más manga en popa la cabina estará situada casi de la mitad hacia proa, por lo quedará prácticamente anulada la mayor manga en popa. Por lo que estimaremos el c.d.g. en su dimensión longitudinal 2,975mts.

- El tanque de combustible lo situaremos a popa de la bañera, estimando su centro de gravedad a 0,6m.

- Tripulación: 6 personas que situaremos dos a popa en los asientos entre en motor, dos en la timonera, y dos en la zona de proa.

- Los pertrechos se situarán en a en la $\frac{1}{2}$ de la eslora del casco, ya que la mayoría de los mismos irán a resguardo entre los cofres de popa, los de la bañera y en el interior de la cabina.

- El agua tanque de agua dulce lo dispondremos bajo la timonera.



► Condición de plena carga:

Concepto	Peso (KG)	Xg (m)	Peso x Kg
Embarcación	927,2	2,975	2758,42
Motor	170	-0,25	-42,5
Combustible	100	0,8	80
2 tripulantes popa	150	0,6	90
2 tripulantes proa	150	4,2	630
tripulante y patrón	150	2,8	420
Pertrechos	60	3	180
Agua Dulce	50	2,5	125
Σ	1757,2		4240,92

$$Xg = \Sigma P \times Xg / \Sigma P = 4240,92 / 1757,2 = \mathbf{2,41m}$$

Dado que es la condición de carga más desfavorable, la posición longitudinal del centro de gravedad no debería ser inicialmente un valor fijo, ya que nos limitaría mucho el diseño de la misma, por lo que habrá que establecer un rango mínimo de Xg y un máximo, en el cual nos vamos a mover para el posterior diseño.

Se establece un rango del 15% hacia popa y un 15% hacia proa, por lo que vamos a estudiar la resistencia y la potencia requerida **para Xg = 3,03mts (xg 15%L hacia proa) y Xg = 1,52mts (xg 15%L hacia popa).**

► Condición de mínima carga:

Concepto	Peso (KG)	Xg (m)	Peso x Kg
Embarcación	927,2	2,975	2758,42
Motor	170	-0,25	-42,5
Combustible	15	0,8	12
Patrón	75	2,8	210
Pertrechos	10	3	30
Agua Dulce	5	2,5	12,5
Σ	1202,2	4,48	2980,42

$$Xg = \Sigma P \times Xg / \Sigma P = 2980,42 / 1202,2 = \mathbf{2,48m}$$

En este caso la condición de carga mínima hay una condición mucho más limitada en su resultado, ya que afectan menos pesos. Por lo que vamos a estimar una variación del Xg de 5% de la eslora. Por lo que estudiaremos unos valores de Xg de 2,80mts (+5% L hacia proa) y 2,20 mts (-5%L hacia popa).



2.2.- Posición vertical del c.d.g. : VCG

Para estimar el valor de este parámetro se ha considerado como situación más desfavorable un KG de la mitad del puntal.

Estimando un puntal del casco de 1,18m, estimaremos que la posición vertical del centro de gravedad se encuentra a 0,59 m del fondo.

Teniendo en cuenta que los mayores espesores de laminado, los tanques, las estibas,.. las vamos a encontrar en las zonas bajas de la embarcación, inicialmente parece un valor razonable para este valor.

3.- Ángulo de Astilla Muerta β .

Como dijimos con anterioridad éste parámetro es de suma importancia ya determina el comportamiento hidrodinámico de la embarcación. Un ángulo de astilla muerta elevado definiría una carena en V con buen comportamiento en la navegación con mal tiempo, por otro lado disminuiría el empuje hidrodinámico, por lo que habría que aumentar la superficie mojada y aumentar el ángulo de trimado, con lo que provocaría un aumento de la resistencia al avance.

Por el contrario, un bajo valor de astilla muerta nos daría lugar a fondos en U, son más eficientes al tener una gran componente vertical del empuje hidrodinámico, sin embargo tienen mal comportamiento con mal tiempo y disminuiría la capacidad de maniobra.

Por lo tanto podemos decir que astillas muertas en popa darán lugar a superficies de planeo efectivas. Mientras que al astilla muerta en proa disminuirán las aceleraciones producidas por los impactos hidrodinámicos y mejorarán maniobrabilidad de la embarcación.

La distribución creciente de la astilla muerta desde popa hasta proa es la mejor solución a tomar, siendo una solución de compromiso para el comportamiento en general de la embarcación.

Tomamos como valores aceptables de ángulos de astilla muerta

$\beta_{\text{popa}} =$ entre 8 y 12 grados

$\beta_{\text{maestra}} =$ entre 15 y 20 grados



Estableciendo un valor de astilla muerta medio entre la sección de popa y la sección en la maestra de: 15°

4.- Manga máxima entre codillos.

De igual forma para la manga entre codillos debemos de optar por una solución de compromiso, ya que una flotación excesiva aumentaría la superficie mojada, por lo que acarrearía un incremento de la resistencia al avance, mientras que una manga excesivamente corta afectaría a la capacidad de estiba.

Se establece por lo tanto una manga máxima entre codillos de 2,08 metros, teniendo en cuenta que la manga máxima es de 2,45 metros., es decir una reducción del 15% de la manga.

5.- Inclinación del eje relativa a la línea base:

Basándose en ejemplos estudiados en publicaciones específicas se considera como valor acertado inicialmente para el estudio de 4 °.

6.- Distancia vertical entre el eje y el centro de gravedad (f) :

Estableciendo anteriormente una posición vertical del centro de gravedad de 0,59mts respecto la línea base y una medida de la pala + ½ del núcleo de la hélice de 210mm, tendremos que $f = 0,59 + 0,21 = 0,8\text{mts}$

7.- Velocidad.

En las especificaciones técnicas realizadas en el capítulo 2º, estimamos un rango de velocidades máximas de entre 25-30 nudos, los cuales se ha confirmado en estudio el estadístico las embarcaciones similares estudiadas están entre 23,5 y 32,7 nudos, ampliando así un poco más el rango óptimo por los dos extremos de las velocidades.

Considerando interesante desde el punto de vista comercial que la embarcación proporcione un velocidad máxima por encima de los 25 nudos , con un buen comportamiento en la navegación en las distintas condiciones de carga.

Por lo que se establece una velocidad de 26 nudos. ($26 \text{ Kn} \times 0,514 = 13,364 \text{ m/s}$)



Resumiendo, a continuación vamos a realizar los diferentes cálculos para las distintas condiciones de carga: condición de carga máxima y mínima.

CONDICIÓN DE CARGA	MÁXIMA			MÍNIMA		
	15%L PROA	TEORICO	15%L POPA	5%L PROA	TEORICO	5%L POPA
MOVIMIENTOS XG						
VALORES XG (MTS)	1,52	2,41	3,03	2,2	2,48	2,8

Una vez obtenidos los valores, tendremos que comprobar si los valores estimados nos proporcionan un régimen de planeo estable o por el contrario entra en el régimen “porpoising” en este caso deberíamos ir desplazando xg, hasta situarnos en los intervalos de estabilidad en el planeo para los cuales debemos de diseñar nuestra embarcación.

**5.2.1.- Método de Savitsky Computado por Handler**

m. Masa desplazada	1.757,2 kg
LCG. Distancia longitudinal de popa al C.D.G.	2,41 m
VCG. Distancia vertical desde la línea base al C:D.G (KG)	0,59 m
b. Manga máxima entre pantoques	2,08 m
Ángulo del eje rpto. línea base. Inclinação del eje relativa a la línea base	4 °
Ángulo de astilla muerta (valor medio entre popa y en la sección en C.D.G.)	15 °
f. Distancia entre el eje y el C.D.G	0,8 m
V. Velocidad	13,363 m/s

	Tau 1: 3 °	Tau 2: 4 °
CV. Coeficiente de velocidad	2,96	
CL beta	0,04	
CLo	0,06	
CLo (recálculo)	0,06	0,06
CLb (recálculo)	0,04	0,04
Lambda	1,76	1,11
Incremento de Lambda	0,32	0,1
Lm. Eslora mojada	3,656 m	2,312 m
RN. Número Reynolds	40710468,59	25747328,45
Cf. Coeficiente de fricción	0	0
Rf. Resistencia por fricción	2,034 KN	1,275 KN
ff. Brazo ff	0,451 m	0,451 m
LCP	2,529 m	1,675 m
e. Diferencia entre LCG y LCP	-0,119 m	0,735 m
Mf. Momento por fricción	-0,697 KN/m	-0,513 KN/m
Mh. Momento por f. hidrodinámica	-2.047,023 KN/m	12.652,039 KN/m
M. Momento total	-2.047,720 KN/m	12.651,525 KN/m
To. Trimado medio		3,14 °
Rfo. Resistencia fricción en equilibrio		1,9279 KN
R. Resistencia		2,8557 KN
PE. Potencia efectiva		38,1606 KW
RT. Rendimientos de transmisión		0,5
PD. Potencia directa Kw		76,32
PD. Potencia directa HP		102,31



m. Masa desplazada	1.757,2 kg
LCG. Distancia longitudinal de popa al C.D.G.	1,52 m
VCG. Distancia vertical desde la línea base al C:D.G (KG)	0,59 m
b. Manga máxima entre pantoques	2,08 m
Ángulo del eje rpto. línea base. Inclinación del eje relativa a la línea base	4 °
Ángulo astilla muerta	
Ángulo de astilla muerta (valor medio entre popa y en la sección en C.D.G.)	15 °
f. Distancia entre el eje y el C.D.G	0,8 m
V. Velocidad	13,363 m/s

	Tau 1: 3 °	Tau 2: 5 °
CV. Coeficiente de velocidad	2,96	
CL beta	0,04	
CLo	0,06	
CLo (recálculo)	0,06	0,06
CLb (recálculo)	0,04	0,04
Lambda	1,76	
		1,11
Incremento de Lambda	0,38	0,1
Lm. Eslora mojada	3,656 m	2,312 m
RN. Número Reynolds	40710468,59	25747328,45
Cf. Coeficiente de fricción	0	0
Rf. Resistencia por fricción	2,092 KN	1,275 KN
ff. Brazo ff	0,451 m	0,451 m
LCP	2,529 m	1,675 m
e. Diferencia entre LCG y LCP	-1,009 m	0,735 m
Mf. Momento por fricción	-0,587 KN/m	-0,513 KN/m
Mh. Momento por f. hidrodinámica	-17.373,321 KN/m	12.652,039 KN/m
M. Momento total	-17.373,908 KN/m	12.651,525 KN/m
To. Trimado medio		4,43 °
Rfo. Resistencia fricción en equilibrio		1,4083 KN
R. Resistencia		2,7167 KN
PE. Potencia efectiva		36,3027 KW
RT. Rendimientos de transmisión		0,5
PD. Potencia directa KW		72,61
PD. Potencia directa HP		97,33



m. Masa desplazada	1.757,2 kg
LCG. Distancia longitudinal de popa al C.D.G.	3,03 m
VCG. Distancia vertical desde la línea base al C:D.G (KG)	0,59 m
b. Manga máxima entre pantoques	2,08 m
Ángulo del eje rpto. línea base. Inclinación del eje relativa a la línea base	4 °
Ángulo de astilla muerta (valor medio entre popa y en la sección en C.D.G.)	15 °
f. Distancia entre el eje y el C.D.G	0,8 m
V. Velocidad	13,363 m/s

	Tau 1: 3 °	Tau 2: 2,5 °
CV. Coeficiente de velocidad	2,96	
CL beta	0,04	
CLo	0,06	
CLo (recálculo)	0,06	0,06
CLb (recálculo)	0,04	0,04
Lambda	1,76	
		2,23
Incremento de Lambda	0,38	0,48
Lm. Eslora mojada	3,656 m	4,638 m
RN. Número Reynolds	40710468,59	51652449,33
Cf. Coeficiente de fricción	0	0
Rf. Resistencia por fricción	2,092 KN	2,558 KN
ff. Brazo ff	0,451 m	0,451 m
LCP	2,529 m	3,078 m
e. Diferencia entre LCG y LCP	0,501 m	-0,048 m
Mf. Momento por fricción	-0,808 KN/m	-0,890 KN/m
Mh. Momento por f. hidrodinámica	8.629,725 KN/m	-823,671 KN/m
M. Momento total	8.628,916 KN/m	-824,561 KN/m
To. Trimado medio		2,54 °
Rfo. Resistencia fricción en equilibrio		2,5170 KN
R. Resistencia		3,2678 KN
PE. Potencia efectiva		43,6674 KW
RT. Rendimientos de transmisión		0,50
PD. Potencia directa Kw		87,33
PD. Potencia directa HP		117,07



m. Masa desplazada	1.202,3 kg
LCG. Distancia longitudinal de popa al C.D.G.	2,48 m
VCG. Distancia vertical desde la línea base al C:D.G (KG)	0,59 m
b. Manga máxima entre pantoques	2,08 m
Ángulo del eje rpto. línea base. Inclinación del eje relativa a la línea base	4 °
Ángulo astilla muerta	
Ángulo de astilla muerta (valor medio entre popa y en la sección en C.D.G.)	15 °
f. Distancia entre el eje y el C.D.G	0,8 m
V. Velocidad	13,363 m/s

	Tau 1: 2 °	Tau 2: 2,5 °
CV. Coeficiente de velocidad	2,96	
CL beta	0,03	
CLo	0,04	
CLo (recálculo)	0,04	0,04
CLb (recálculo)	0,03	0,03
Lambda	1,93	
		1,39
Incremento de Lambda	0,58	0,48
Lm. Eslora mojada	4,014 m	2,896 m
RN. Número Reynolds	44703689,33	32246878,91
Cf. Coeficiente de fricción	0,00	0,00
Rf. Resistencia por fricción	2,422 KN	1,901 KN
ff. Brazo ff	0,451 m	0,451 m
LCP	2,737 m	2,060 m
e. Diferencia entre LCG y LCP	-0,257 m	0,420 m
Mf. Momento por fricción	-0,807 KN/m	-0,723 KN/m
Mh. Momento por f. hidrodinámica	-3.023,967 KN/m	4.946,434 KN/m
To. Trimado medio		2,19 °
Rfo. Resistencia fricción en equilibrio		2,2239 KN
R. Resistencia		2,6650 KN
PE. (HP). Potencia efectiva (HP)		47,7209 HP
RT. Rendimientos de transmisión		0,5
PD. Potencia directa Kw		71,23
PD. Potencia directa HP		95,48



m. Masa desplazada	1.202,3 kg
LCG. Distancia longitudinal de popa al C.D.G.	2,2 m
VCG. Distancia vertical desde la línea base al C:D.G (KG)	0,59 m
b. Manga máxima entre pantoques	2,08 m
Ángulo del eje rpto. línea base. Inclinação del eje relativa a la línea base	4 °
Ángulo astilla muerta	
Ángulo de astilla muerta (valor medio entre popa y en la sección en C.D.G.)	15 °
f. Distancia entre el eje y el C.D.G	0,8 m
V. Velocidad	13,363 m/s

	Tau 1: 2 °	Tau 2: 2,5 °
CV. Coeficiente de velocidad	2,96	
CL beta	0,03	
CLo	0,04	
CLo (recálculo)	0,04	0,04
CLb (recálculo)	0,03	0,03
Lambda	1,93	
		1,39
Incremento de Lambda	0,58	0,48
Lm. Eslora mojada	4,014 m	2,896 m
RN. Número Reynolds	44703689,33	32246878,91
Cf. Coeficiente de fricción	0	0
Rf. Resistencia por fricción	2,422 KN	1,901 KN
ff. Brazo ff	0,451 m	0,451 m
LCP	2,737 m	2,060 m
e. Diferencia entre LCG y LCP	-0,537 m	0,140 m
Mf. Momento por fricción	-0,760 KN/m	-0,686 KN/m
Mh. Momento por f. hidrodinámica	-6.323,078 KN/m	1.647,322 KN/m
M. Momento total	-6.323,838 KN/m	1.646,636 KN/m
To. Trimado medio		2,40 °
Rfo. Resistencia fricción en equilibrio		2,0082 KN
R. Resistencia		2,4914 KN
PE. Potencia efectiva		33,2931 KW
RT. Rendimientos de transmisión		0,5
PD. Potencia directa Kw		66,59
PD. Potencia directa Hp		89,26



m. Masa desplazada	1.202,3 kg
LCG. Distancia longitudinal de popa al C.D.G.	2,8 m
VCG. Distancia vertical desde la línea base al C:D.G (KG)	0,59 m
b. Manga máxima entre pantoques	2,08 m
Ángulo del eje rpto. línea base. Inclínación del eje relativa a la línea base	4 °
Ángulo astilla muerta	
Ángulo de astilla muerta (valor medio entre popa y en la sección en C.D.G.)	15 °
f. Distancia entre el eje y el C.D.G	0,8 m
V. Velocidad	13,363 m/s

	Tau 1: 2 °	Tau 2: 1,5 °
CV. Coeficiente de velocidad	2,96	
CL beta	0,03	
CLo	0,04	
CLo (recálculo)	0,04	0,04
CLb (recálculo)	0,03	0,03
Lambda	1,93	
		2,71
Incremento de Lambda	0,58	0,8
Lm. Eslora mojada	4,014 m	5,637 m
RN. Número Reynolds	44703689,33	62770465,33
Cf. Coeficiente de fricción	0	0
Rf. Resistencia por fricción	2,422 KN	3,216 KN
ff. Brazo ff	0,451 m	0,451 m
LCP	2,737 m	3,573 m
e. Diferencia entre LCG y LCP	0,063 m	-0,773 m
Mf. Momento por fricción	-0,861 KN/m	-0,956 KN/m
Mh. Momento por f. hidrodinámica	746,446 KN/m	-9.102,170 KN/m
M. Momento total	745,585 KN/m	-9.103,126 KN/m
To. Trimado medio		1,96 °
Rfo. Resistencia fricción en equilibrio		2,4818 KN
R. Resistencia		2,8767 KN
PE. Potencia efectiva		38,4410 KW
RT. Rendimientos de transmisión		0,5
PD. Potencia directa Kw		76,88
PD. Potencia directa HP		103,06



A continuación vamos a realizar las comprobaciones del planeo estable, entrando en la gráfica de la figura 3, por el eje de abcisas con $CL \beta/2$ y por el eje de ordenadas el trimado

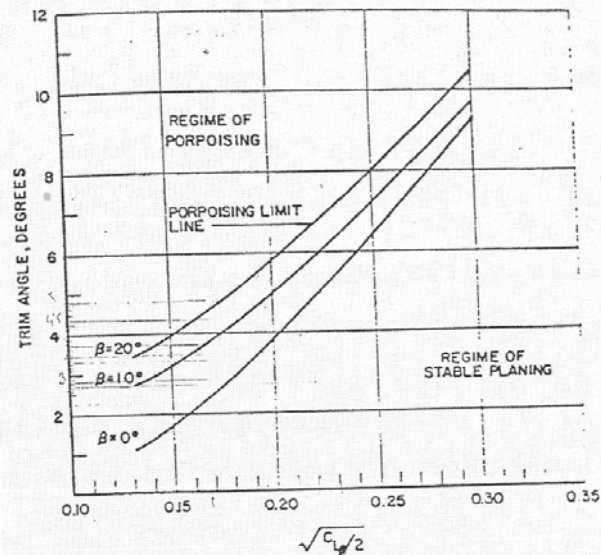


Fig. 18 Porpoising limits for prismatic planing hulls

CONDICIÓN DE CARGA	MÁXIMA			MÍNIMA		
	15%L POPA	TEORICO	15%L PROA	5%L PROA	TEORICO	5%L POPA
VALORES XG (MTS)	1,52	2,41	3,3	2,2	2,48	2,8
CI β	0,434	0,043	0,434	0,0297	0,0297	0,0297
$\sqrt{CL \beta/2}$	0,146	0,146	0,146	0,122	0,121	0,122
Trimado de equilibrio τ_0	4,43	3,14	2,54	2,4	2,19	1,96
Potencia KW	72,61	76,32	87,22	6,59	71,23	76,88
Potencia HP	97,33	102,31	117,07	89,26	95,48	103,06
Equilibrio ó Porpoising	INESTABLE	EQUILIBRIO	EQUILIBRIO	EQUILIBRIO	EQUILIBRIO	EQUILIBRIO

Como se puede observar en todas las condiciones la embarcación entra en equilibrio, excepto cuando el X_g es de 1,52 mts en condición de máxima carga, por lo tanto vamos a realizar los cálculos para conocer el límite del valor del centro de gravedad por popa.

Teniendo valores constantes de astilla muerta y de CL_0 , tenemos que para que entre en equilibrio estable longitudinal, el trimado en equilibrio ha de ser menor de $3,25^\circ$, por lo que por el método ensayo-error, vamos desplazando el centro de longitudinal hacia proa hasta entra en equilibrio, por tanto tenemos:



10%L Popa	Xg = 1,815	τ equilibrio = 3,6	>3,2 Inestable
5%L popa	Xg = 2,11	τ equilibrio = 3,3	>3,2 Inestable
3%L popa	Xg = 2,23	τ equilibrio = 3,16	<3,2 Equilibrio

5.4.- CONCLUSIONES

Analizando los valores obtenidos podemos empezar el diseño de carena sabiendo los límites de los valores del centro de gravedad en los que nos debemos mover para que la embarcación entre en planeo estable.

Teniendo en cuenta una disposición de pesos lógica y habitual que se correspondería a las situaciones extremas de navegación.

Para la condición de mínima carga tenemos:

► Con un Xg 2,20 y 2,80 metros, la embarcación entraría en planeo estable, en las condiciones estudiadas.

Para la condición de máxima carga tenemos:

► Con un Xg entre 2,23 y 3,30 metros, la embarcación entraría en planeo estable, en las condiciones estudiadas.

Reseñar que se debería de hacer una mención sobre el reparto de pesos estudiado en máxima carga en modo de “consejos de navegación”, para trasladarlos al manual del propietario de la embarcación, aconsejando un reparto de pesos adecuado durante la navegación.



CAPÍTULO VI.

DISEÑO DE LA CARENA



6.1.- Introducción.

El casco es la parte más determinante de la embarcación, pues éste debe ofrecer la mínima resistencia posible al desplazarse por el agua, lo que da lugar a que la embarcación alcance la velocidad requerida, adquiera un mejor comportamiento, menor consumo, habitabilidad,...

Una vez establecidas en el estudio estadístico un rango de valores de la variables más importantes de la carena no dispondremos a definir una a una analizando la carena que queremos obtener.

6.2 Principios hidrodinámicos del planeo.

Cuando una embarcación se encuentra sumergida parcialmente en un fluido, su flotación se debe a la presión hidrostática del fluido. Cuando dicha embarcación se encuentra en reposo, la fuerza hidrostática equilibra el peso de ésta. En cuanto la embarcación empieza a desplazarse, el casco pone las partículas de alrededor en movimiento, aplicando una fuerza a cada partícula determinada. La misma fuerza, pero en sentido contrario, es aplicada sobre el casco .ésta fuerza por área se denomina Presión hidrostática, cuya componente horizontal es responsable de la resistencia por formación de olas y presión de origen viscoso. La componente vertical, por otro lado, es responsable del asiento y elevación del casco. Sin embargo, dicho efecto es despreciable a baja velocidad.

Antes hemos citado que actúan dos tipos de resistencia sobre la embarcación, la resistencia por formación de olas y la resistencia por presión de origen viscoso.

Éstas no son las únicas que actúan sobre la embarcación, por lo que a continuación se describirán de una forma resumida los tipos de resistencias y su importancia en este tipo de embarcaciones.

6.3.- Resistencias que actúan sobre el casco.

La resistencia total al avance (R_t) experimentada por la embarcación navegando, a números de fraude superiores a 0,50, como es nuestro caso, puede considerarse formada por los siguientes sumandos:



$$R_t = R_w + R_v + R_{ap} + R_a + R_o ;$$

Siendo,

6.3.1.- R_w , la resistencia por formación de olas,

La cual a su vez se descompone en,

$$R_w = R_{wp} + R_s + R_p, \text{ siendo;}$$

R_{wp} = resistencia consumida por la embarcación en la generación de trenes libres de olas de gravedad, transversales y divergentes.

► R_s , *resistencia por generación del spray*, suele descomponerse en una resistencia de origen viscoso y otra de origen de presión. Debido a las indeterminaciones tanto en la evaluación del área mojada por el spray, como en su dirección y velocidad, no existe actualmente ningún método fiable para su cálculo. Lógicamente esta componente de la resistencia será nula cuando se consideren embarcaciones con codillo pronunciados navegando a velocidades de desplazamiento.

En régimen de planeo esta componente de la resistencia se intentará reducir dotando al caso de junquillos anti-spray o spray-rails.

► R_p , *es la resistencia inducida* por la componente horizontal de las fuerzas hidrodinámicas que actúan normalmente al casco. El calificativo de *inducida* ser una consecuencia de la generación de una sustentación dinámica.

6.3.2.- R_v , la resistencia de origen viscoso,

R_v , la resistencia viscosa, se suele considerar compuesta por un término de origen friccional (R_f), y otro que constituye la resistencia de presión de origen viscoso (R_{vp}).

Por lo que, $R_v = R_f + R_{vp}$

► R_f , *resistencia tangencial debida a la fricción*, la cual se desarrolla en el casco mojado aumentando su importancia relativa con la velocidad. A números de



froude por encima de 1,00, es la componente mayor de la resistencia total al avance de la embarcación.

Esta componente de resistencia es prácticamente imposible de eliminar ya que, el casco de la embarcación siempre está en contacto con el agua.

► *R_{pv}*, *resistencia de origen viscoso*, se origina por la formación de torbellinos y por la separación del flujo. Cuando el número de froude es superior a 0,6 se puede considerar prácticamente nula.

Esa embarcación al tener espejo de popa la resistencia de origen viscoso le afectará en menor medida cuando navegue en régimen de desplazamiento, ya que en este régimen se producirán torbellinos y separación del flujo del casco.

6.3.3.- *R_{ap}*, resistencia debida a los apéndices.

Tiene más importancia en embarcaciones rápidas que en embarcaciones convencionales. Dependiendo del tamaño y configuración esta componente puede alcanzar, a altas velocidades, hasta el 20% más que si el casco fuera sin apéndices.

La resistencia de estos apéndices tienen una componente friccional, otra de presión y otra inducida, debido a la sustentación dinámica que generan. Existen fórmulas para calcular la resistencia de cada apéndice, y suelen ser más fiables que incrementar en un porcentaje determinado la resistencia al avance del casco por este motivo.

6.3.4.- *R_a*, resistencia aerodinámica.

Debida al viento relativo, puede representar hasta un 10% de su resistencia total. A velocidades bajas la resistencia debida al viento es casi despreciable, pero a medida que aumenta la velocidad, ésta resistencia va tomando importancia, por lo que es importante el diseño óptimo de la obra muerta.

6.3.5.- *R_o*, resistencia residual.

Incluyen otras componentes menores o parásitas de la resistencia al avance, su naturaleza puede ser friccional o de presión, y por causas muy diversas, como, imbornales, ánodos, ..etc.



En general, debemos de aprovechar el empuje vertical de la embarcación, es decir la sustentación dinámica, reduciendo así la superficie mojada de la carena, reduciendo en un porcentaje proporcional a la sustentación la resistencia al avance.

El empuje vertical o fuerza de planeo generada depende para una velocidad constante de las formas tanto transversales, como longitudinales de la carena.

6.4.- Influencia de la formas de las cuadernas.

Existen dos tipos de formas de las cuadernas. En U y en V. Las formas en U son formas más llenas que las formas en V. Las formas en U tienen tendencia por lo tanto a producir “slamming” o pantocazos, cuando se navega con mal tiempo de proa, con la reducción de velocidad y esfuerzos que en la estructura de proa se producen.

► Zona de proa

En embarcaciones grandes y lentas se suelen usar formas en U, ya que aumentan la capacidad de carga y tiene menos problemas de comportamiento en la mar, ya que el mal tiempo le afecta menos.

Las pequeñas embarcaciones y rápidas como es la nuestra, se ven afectadas en su comportamiento con mala mar de proa y por eso la tendencia es diseñar formas afiladas en proa, usando cuadernas en V, con el objeto que pase mejor la ola de proa y tenga un mejor comportamiento en la mar.

► Zona de popa

Las cuadernas en U son más llenas, pero perjudiciales desde el punto de vista hidrodinámico, debido a que aumentan la resistencia de presión de origen viscoso al producir separación del fluido y grandes turbulencias.

Las cuadernas en V son desde esta punto de vista mejores, ya que el flujo discurre más perpendicular a las cuadernas, pero por otra parte, estas formas pueden dar problemas en el cambio de trimado, al pasar del régimen de desplazamiento al de planeo. Puesto que se produce un trimado positivo con emersión de la proa, por lo que, el aprovechamiento de las fuerzas de sustentación será un aspecto importante para el diseño de ésta zona.



El área de fondo debe determinarse como una solución de compromiso de manera que debe minimizarse la superficie mojada, pero al mismo tiempo debe de ser lo suficientemente grande para que las presiones sustentadoras, perpendiculares a la superficie, no superen la capacidad de la estructura del fondo. Para obtener el máximo rendimiento de las fuerzas sustentadoras generadas durante el planeo se deberían proyectar fondos planos. La superficie de planeo más eficiente es la placa plana. Por otra parte, es evidente que una embarcación de éstas características tendría unas pobres cualidades de gobierno y experimentaría en mala mar unas aceleraciones e impactos intolerables.

Dependiendo del fondo transversal del casco, existirán diferentes distribuciones transversales de presión, derivados de la variación en el ángulo de la astilla muerta, lo que da lugar a tres posibilidades de secciones transversales, fondo recto, fondo cóncavo y fondo convexo.

La principal diferencia entre un fondo cóncavo y otro convexo, consiste en la distribución de presiones bajo el casco, así pues, en la sección cóncava esta distribución crece produciendo más empuje a medida que se acerca al costado de la embarcación, con lo que hay mayor empuje en la zona de costado que bajo la quilla, todo lo contrario ocurre con la sección convexa.

Ésta distribución de presiones implica que cuando el casco se eleva al aumentar la velocidad, la sección cóncava pierde rápidamente el empuje, además de dejar una cuña cóncava ineficaz en cuanto al planeo se refiere, mucha superficie mojada y una manga de planeo estrecha. En la sección convexa no ocurren estas desventajas, sino que por el contrario a altas velocidades muestra una importante reducción de superficie mojada, buen empuje y mucha manga de planeo, además las secciones convexas tienen una excelente rigidez que permiten escantillonados más ligeros.

En el caso de la sección recta, ofrece unas condiciones muy parecidas a la convexa pero reduce la superficie mojada al aumentar la velocidad, más que en la sección convexa.

En conclusión las formas que se adoptarán para el diseño del casco de la embarcación, serán formas intermedias entre U y V, con su característico codillo, cuyo objetivo es evitar un cambio brusco entre las dos formas y respecto a la sección transversal optamos por el fondo recto.



6.5.- Desplazamiento de diseño

Para llevar a cabo la definición de las formas, es necesario fijar de antemano el desplazamiento de diseño, para el cual se diseñará la carena.

Lo normal sería que para el diseño de la carena se estableciese un desplazamiento único, si embargo, para embarcaciones de bajo desplazamiento, como es el caso, se hace necesario diseñar las formas teniendo en cuenta dos condiciones extremas de desplazamiento (mínima carga y máxima carga), ya que la diferencia de desplazamiento entre ambas es considerable.

Así pues, en el diseño de la carena se han considerado las dos condiciones de carga definidas en el capítulo anterior, éstas son :

- ▶ $\Delta_{\text{mínimo}} = 1202,20$ Kg con Xg situado a 2,48m del extremo de popa.
- ▶ $\Delta_{\text{máximo}} = 1757,20$ Kg con Xg situado a 2,41m del extremo de popa.

6.6.- Ángulo de Astilla Muerta β .

El ángulo de astilla muerta se tiene en cuenta, a la hora de determinar una carena apta para la navegación con mal tiempo, ya que cuanto más plana sea la embarcación mayores serán los efectos hidrodinámicos.

Desde el punto de vista de la proyección del fondo de la embarcación nos conviene diseñarla con el fondo plano, pues es el más eficiente, sin embargo éste da lugar a una pobre capacidad de maniobra. Una solución a este problema consiste en el diseño de fondos con astilla muerta variable y creciente a lo largo de la eslora desde proa hasta popa.

Sin embargo, por otra parte, este ángulo de astilla muerta, reduce el empuje ascendente, con lo que para compensar esta pérdida será necesario aumentar la el ángulo de trimado, con lo que se producirá un aumento de la resistencia al avance.

El ángulo de astilla muerta, tiene otro efecto añadido, sobre la embarcación, éste es el incremento de superficie mojada debido al spray, éste efecto será mayor cuanto mayor sea el ángulo β .



Pequeños ángulos de astilla muerta en popa darán lugar a superficies de planeo efectivas, mientras que altos ángulos de astilla muertas en proa disminuirán las aceleraciones producidas por los impactos hidrodinámicos y mejorarán la maniobrabilidad de la embarcación.

La distribución creciente de astilla muerta produce longitudinales no paralelos que incrementan algo la resistencia al avance en aguas tranquilas a bajas velocidades, y originan alguna pérdida de eficiencia en el planeo con respecto a las superficies prismáticas.

6.7.- Formas del fondo

La influencia en el planeo de la sección longitudinal tiene una gran importancia pues a la hora de elegir una de las tres posibilidades de fondos (ya sea recto, concavo o convexo), tendremos que tener en cuenta la posición del punto de mayor presión y el comportamiento de la embarcación a baja velocidad y a alta velocidad.

► Fondo convexo:

Es el que mejor rendimiento de planeo a alta velocidad produce, la proa tiene un movimiento ascendente conforme va aumentando la velocidad y la posición máxima de presión está cerca de proa.

► Fondo cóncavo:

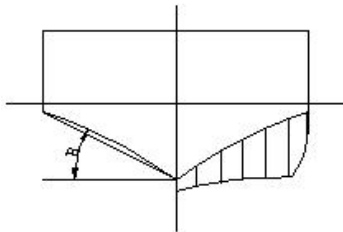
Se obtiene mejor rendimiento de planeo a baja velocidad , al aumentar la velocidad la proa describe un movimiento descendente y la posición del punto de máxima presión se encuentra más a popa.



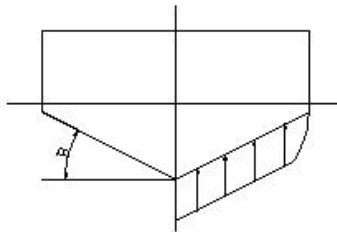
► Fondo recto:

A igualdad de velocidades se obtiene el mismo rendimiento, la proa tiene un movimiento horizontal y la posición del punto de máxima presión está centrada.

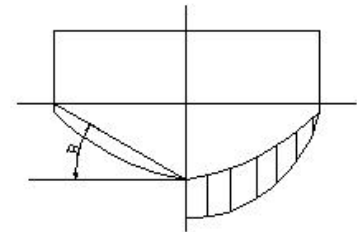
Distribución de presiones en un fondo Cóncavo



Distribución de presiones en un fondo recto



Distribución de presiones en un fondo Convexo

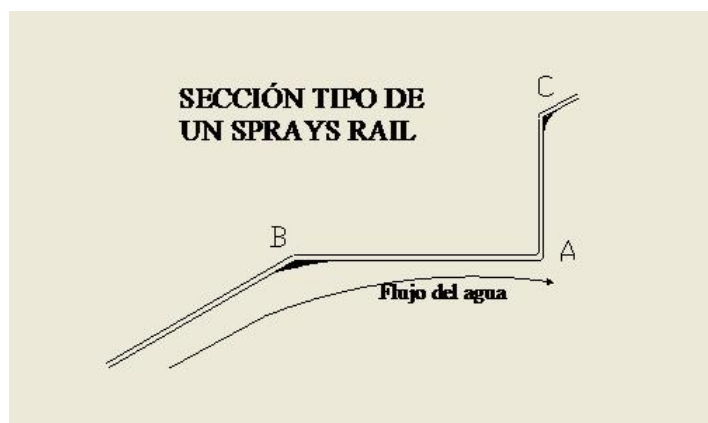


En el diseño de nuestra embarcación, el fondo será preferiblemente recto o cóncavo, pues el punto de centro de presiones, al aumentar la velocidad va tomando una posición más a popa, en ambos casos. Así conseguiremos bajar un poco la proa, aumentará la superficie mojada y cambiará el trimado (disminuyendo la popa), y contribuiremos a que el asiento apopante creado al navegar con la proa mantenida en una cresta, no sea muy grande.

6.8.- Codillo y Sprays rails.

Los codillos junto con los sprays desempeñan varias funciones. La principal de ellas es proporcionar la sustentación a la embarcación, favoreciendo de esta forma el planeo. Por otro lado mejora la estabilidad dinámica ante situaciones de guiñada y balance.

Si observamos la figura del la sección tipo del sprays rails, vemos que el codillo debe ser muy agudo y son prácticamente paralelos a la quilla. Los puntos B y C, pueden ser suavizados un poco, mientras que el punto al punto A se le debe dar el radio mínimo de construcción.



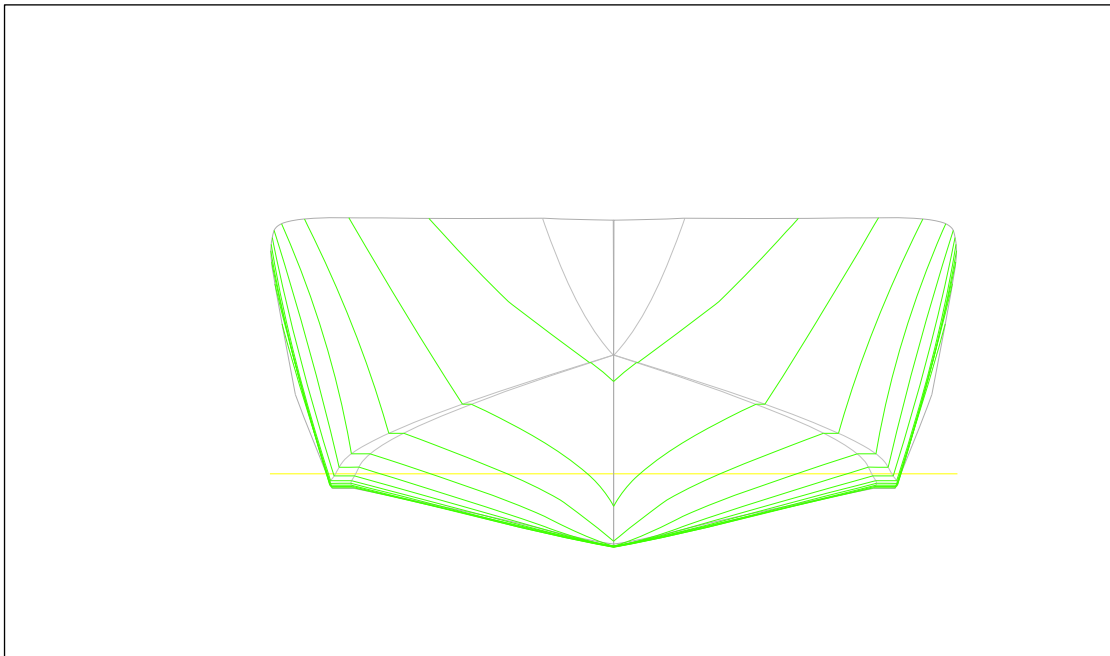


6.9.- *Diseño por ordenador*

Partiendo de las dimensiones básicas y teniendo en cuenta todas las consideraciones mencionadas, se procede a diseñar la carena.

Una vez acabado este proceso y comprobando que nuestra carena es válida para nuestro proyecto, pus de caso contrario, volvemos a retocar las formas hasta obtener unas finales.

Las formas obtenidas han sido:





CAPÍTULO VII. DISEÑO DE INTERIORES



7.1 Objetivo

En embarcaciones como esta, de reducidas dimensiones, no es esencial disponer de amplios espacios interiores, puesto que la estancia a bordo, salvo excepciones, no suele excederse de una jornada. No obstante, es necesario tener en cuenta una serie de consideraciones de diseño que permitan obtener unos interiores útiles y prácticos tanto para jornadas de pesca como de recreo.

Los objetivos principales que se establecen en el diseño de interiores son los siguientes:

- 1.- Conseguir el espacio suficiente para una litera de espacios aceptable, que resulte cómoda aunque para ello suponga no disponer de otra, siempre que tengamos suficiente espacio para albergar un inodoro y un lavabo.
- 2.- Poder albergar cuatro personas sentadas.
- 3.- Contribuir a aumentar los espacios de estiba respecto a los situados en cubierta.
- 4.- Disponer de un espacio de aseo y resguardo de la intemperie.

7.2.- Zona de gobierno.

La cabina está formada fundamentalmente por:

7.2.1- Puesto de gobierno:

Es el puesto más importante de la embarcación por lo que tendremos que diseñar su disposición, dimensiones y características del mismo con el objetivo de proporcionar al cliente un puesto de mando verdaderamente cómodo y práctico.

En el puesto de gobierno del patrón, situado en parte de estribor, en ella se sitúan:

► Un asiento giratorio ergonómico, giratorio y abatible, el cual permitirá al patrón la posibilidad de ir de pie durante las maniobras. El asiento deberá de estar fabricado con materiales resistentes al agua de mar. Como plástico y aluminio anodizado. El tapizado estará realizado con un vinilo resistente al sol y al agua de mar.



► Consola de mandos: situada en el frontal de estribor, compuesta por volante de dirección, palanca de acelerador, consola con instrumentos.

Realizando un pequeño análisis ergonómico del puesto del piloto , situamos a el asiento a un a distancia en el cual se pueda manipular el volante y la instrumentación sin tener que forzar la posición sentado. Por lo que situamos a unos 450mm el centro del asiento del volante, permitiéndonos la posibilidad de ir de pié en el mismo puesto con el asiento plegado. El acelerador lo situaremos en el costado con el el acelerador de tal forma que sentado lleguemos a la potencia máxima con el brazo estirado.

Situaremos un reposapiés en el frontal de la cabina de acero inoxidable de unos 400mm de ancho.

En definitiva hemos diseñado un puesto de mando el cual permita al patrón realizar largos periodos de navegación sentado cómodamente, teniendo un campo de alcance máximo de 500mm cualquier equipo de control, permitiendo una navegación cómoda y sin posturas forzadas.

7.2.2.- Puesto de copiloto

Compuesto por un asiento giratorio regulable en altura y con reposapiés integrado, así como un pasamano de acero inoxidable en el costado de babor.

7.2.3.- Acceso a la habitación:

Existen dos conceptos de diseño en cuanto dispongamos o no de puerta de cierre en la cabina, colocar o no dicha puerta tiene sus ventajas e inconvenientes, por lo que las analizaremos a continuación:

Ventajas:

► Establece la cabina como un espacio aislado a la bañera de popa que por un lado para algunos clientes supone un foco de contaminación (suciedad, olores provenientes del motor,).

► Aislamiento de las condiciones climáticas en el interior de la cabina.



► Elemento de seguridad para el interior de la cabina, sobre todo de los componentes electrónicos y de comunicación y elementos del interior.

Inconvenientes:

► Menor luminosidad y ventilación de la cabina.

► Mientras para algunos clientes puede suponer una ventaja aislar la zona de la bañera de la timonera, para otros puede suponer un obstáculo al tránsito entre las dos zonas, ya que normalmente el patrón está integrado en las labores de pesca.

► Incremento de peso/potencia/consumo.

► Incremento del precio total de la embarcación. Normalmente el suministro y el montaje de puertas correderas son más caras que las convencionales de madera/GRP de acceso al interior.

► Mayor mantenimiento.

Siguiendo criterios funcionalidad y precio para la valoración de las dos opciones, en nuestra embarcación no dispondremos de puerta fija de acceso, así que la consola, y los asientos quedarían en la timonera y una puerta daría acceso al espacio interior.

Como se puede observar en el plano de disposición general de interiores, plano nº 2, el acceso a la cabina se realiza a través de una puerta situada sobre la puerta situada en el frontal de proa de la timonera. La puerta del frontal está por dos hojas de 325 mm cada una, realizada en madera de iroko, mientras que la puerta superior, la forma una bandeja superior abatible de 650mm de ancho y 400 mm de fondo, realizada en GRP.

Dotar a la cabina de una puerta de acceso amplia proporciona una mayor comodidad de acceso y a la vez dota al interior de más luz natural.

7.3.- Interiores

Como primer paso para diseñar la distribución del espacio interior, es necesario conocer las dimensiones disponibles para ello. La situación en eslora de



la cabina está condicionada por dimensiones de la bañera y timonera. Una vez conocida dicha situación en la eslora, ya se pueden establecer los límites dimensionales que imponen tanto las formas del casco como de la cubierta. Se deben tomar unos márgenes

sobre éstos límites para la disposición de elementos estructurales, así como para la instalación del sistema eléctrico, de achique, ..

La distribución que se ha realizado es una cabina con una disposición interior asimétrica, por un lado, en la banda de estribor tendremos el espacio destinado al descanso y por el lado de babor el del aseo.

En la banda de estribor situamos en diagonal alcanzando su mayor dimensión una gran litera de 900 x 1900mm aproximadamente, aprovechando el interior de ésta para disponer de un gran espacio de estiba.

En el costado de babor hemos puesto un lavabo y inodoro eléctrico.

El acabado interior está compuesto por contramolde de casco y un contramolde de cubierta, ambos acabados en gel coats. El contramolde de casco compondrá todo el interior incluyendo la litera y el suelo del aseo será en antideslizante.

El contramolde de cubierta vendrá de igual forma acabado en gel coat, los contramolde estarán unidos al casco y ala cubierta mediante adhesivo de montaje. El remate de unión de ambos contramolde se terminará mediante un listón biselado de teca.

Con respecto a las escotillas, tanto del techo como el ojo de buey situado al costado,

Por último mencionar que los interiores sean diseñado con el objetivo básico de la funcionalidad, ya que en este tipo de embarcaciones no se pasan jornadas de más de un día no criemos apropiado de disponer de más de una cama y sí de una bien aprovechada y espaciosa, por otro lado creímos importante de disponer de un zona de aseo personal, cambiando una cama, por un a inodoro eléctrico en el costado de babor.



7.4.- Zonas de estiba

En la embarcación disponemos de las siguientes zonas de estiba:

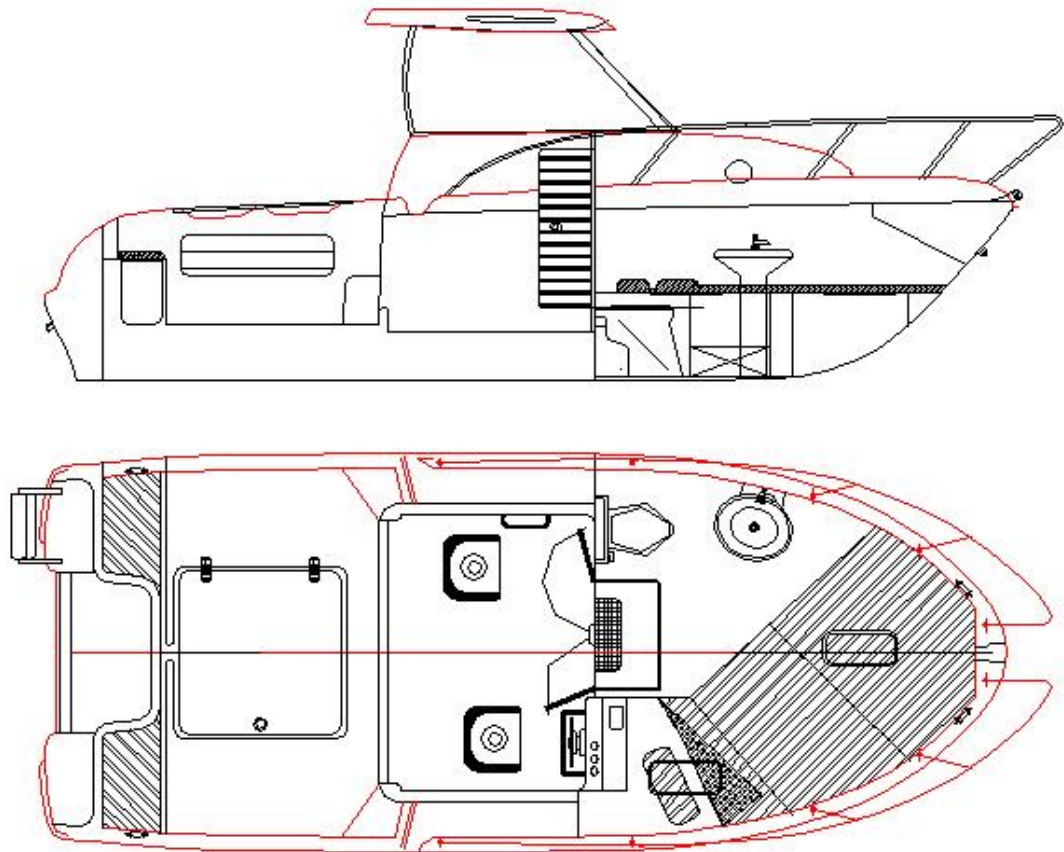
Cofre central de bañera: Este es el mayor cofre de los que dispone la embarcación. Está situado en la parte central de la bañera de popa, proporcionado un gran volumen de estiba. A este compartimento se accede desde la cubierta principal con una escotilla estanca (grado de estanqueidad 1) de dimensiones 1000 x 1000 mm.

Cofres bajo los asientos de popa: de pequeñas dimensiones y 350mmx 450mm y un fondo de 400mm , salen terminados del mismo molde cubierta y queda aislado por tanto del doble fondo donde dispondremos los tanques de combustibles, situando las rejillas de ventilación bajo éstos asientos. Por lo que los cofres quedan aislados de los malos olores de la ventilación de los tanques de combustible. Las tapas de cierre de los mismos cofres son los respectivos asientos de popa.

Cofres bajo la litera: las dimensiones del cofre bajo la litera se ajustan a las limitaciones establecidas por las formas de la carena, así como las dimensiones propias de la litera. Como de talle constructivo, se puede señalar que los cofres son extraíbles, con el fin de facilitar la limpieza y hacer posible la inspección del casco con tan sólo extraer los cofres.

Cofres laterales del piloto y copiloto, pequeños cofres situados a los costados para estiba, formarán parte de los costados rematados por un listón de madera de iroko o teka.

Cofres de la bañera: en los costados de la bañera se han diseñado un cofre de estiba de 935mm de largo por 263mm de alto, con un fondo de 100mm, adaptándose a los costados, podremos aprovechar dicha zona principalmente diseñado para las labores de pesca. Antes de montar la cubierta habrá que laminar el cajón propiamente dicho sobre el casco, luego en el costado de la cubierta se le practicará el hueco de entrada correspondiente.





CAPÍTULO VIII. DISEÑO DE LA CUBIERTA



8.1.- Objetivo

A la hora de diseñar la cubierta o espacios exteriores, se tendrán en cuenta, por supuesto, los objetivos generales del proyecto.

Uno de los principales objetivo a tener en cuenta es la bañera y las plataformas de baño las cuales deberán ser cómodas y prácticas.

Por otro lado la a través de la bañera se podrá acceder a la cubierta de proa mediante un escalón situado a cada lado de la timonera, la cual deberá ser lo suficientemente ancha para el paso cómoda a través de ella, llegando a los asientos de proa y a la zona de fondeo, la cual a su vez se diseñará lo más amplia y cómoda posible para efectuar las labores propias de fondeo.

8.2.- Medios de embarque y desembarque

Debido a las reducidas dimensiones de la embarcación no dispone de medios de embarque y desembarque propiamente dichos. Sin embargo, en el diseño de la misma en el diseño de la cubierta se ha tenido en cuenta este aspecto.

Las características del diseño de la embarcación que facilitan tanto el embarque como el desembarque para las distintas formas de atracar son las siguientes:

- ▶ Atraque por una banda.

En este caso, para facilitar el embarque y desembarque se han realizado las siguientes consideraciones:

Regala de 90mm con antideslizante : a fin de crear una zona de apoyo que proporcione seguridad. En esta superficie se evita disponer de cualquier tipo de púlpito o barandillas para que no generen ningún obstáculo que pueda dificultar el embarque o desembarque.

Escalón intermedio de 250mm en su mayor dimensión y 300mm de altura: como mencionamos anteriormente, se dispone de un escalón intermedio para salvar el francobordo interior de la bañera. Este mismo escalón es el que se utilizará para acceder a los pasillos laterales de acceso a proa . este pasillo se encuentra a una altura inferior a la regala, por lo tanto, para salvar el francobordo interior de la bañera se dispone de tres niveles de apoyo.



► Atraque por proa.

Para este caso, las consideraciones para facilitar el embarque y desembarque son:

Apertura de los púlpitos en sus extremos de proa, se trata de conseguir que el embarque a través de la proa esté libre de obstáculos. Así pues, los púlpitos de cada banda no llegan a cerrarse en proa, si no que forman un pasillo de 338mm.

Superficie antideslizante, en todas las zonas susceptibles de pisar. Por lo que toda la cubierta de proa proporcionará un agarre adecuado para su tránsito, sin riesgo de resbalar.

Púlpitos, los púlpitos se prolongan hasta la roldana de proa, a fin de servir de agarre para facilitar el embarque y desembarque.

► Atraque por popa.

Para este tipo de embarcaciones con motor fuera borda , no resulta práctico de atracar de esta forma no obstante, para contemplar cualquier posibilidad, se ha previsto en el diseño de la zona de popa la disposición de elementos y formas que faciliten el embarque y desembarque por esta zona:

Plataformas de baño a cada banda, a parte de estar diseñada para el baño propiamente dicho, proporciona un soporte fijo seguro para el embarque/desembarque por esta zona. Las plataformas de baño también vienen provistas de una superficie antideslizante.

8.3.- Zonas de ocio, pesca y baño.

Como se definió en la especificación técnica de la embarcación, la finalidad de la misma es la de embarcación paseo-pesca, con lo cual, deberá de existir zonas destinadas a la pesca y zonas destinadas al ocio. En este caso, la zona de ocio y pesca son compartidas, entendiéndose, además, que la pesca también se considera una forma de ocupar el tiempo de ocio, ya que no se trata de una actividad profesional.

A continuación se procede a la descripción detallada de estas zonas, diferenciándolas según la actividad a desarrollar y especificando en cada caso las



transformaciones que se han previsto para la adaptación de estas zonas a la finalidad con las que vayan a ser utilizadas:

► Zonas de ocio.

Entendiéndose por estas las que se utilizarán para el disfrute de la embarcación mediante actividades que no sean exclusivamente relacionado con la pesca, como puedan ser el paseo en familia o la navegación deportiva.

Para estas actividades la embarcación estará preparada para llevar a bordo al número máximo de personas para la que está diseñada, seis, de un a manera cómoda y confortable, ofreciendo espacios y complementos suficientes para un buen disfrute de la embarcación. Para ello contará con los siguientes medios:

Dos asientos en popa, medidas de 350 x 600mm cada uno, delante de las plataformas de popa de baño, estos asientos son fácilmente desmontables por el usuario, acolchados y con un respaldo que forma la cubierta garantizando su comodidad.

Bañera de popa con mesa circular, la bañera con medidas de 2300mm a la manga x 1350mm a la eslora, proporcionará suficiente espacio para el disfrute de la misma se ha diseñado una mesa de 900 mm de diámetro, y con pata telescópica plegable, con la idea de estibarla en el tambucho de la bañera. La pata de la mesa será atornillada en la tapa del tambucho, el cual tendrá embutido un hueco con cuatro espárragos roscados de métrica 8, en el cual entra la base de la pata telescópica. Este hueco irá con una tapa de plástico enrasada a cubierta, en caso de que la mesa vaya estibada.

Asiento en la zona de proa, 260mm a la eslora y 700mm a la manga, situado en proa se dispone de un asiento sobre el techo de la cabina, haciendo un rebaje en la cabina. El asiento se encuentra centrado a la manga y está diseñado para dos personas, lleva asas de 200mm cada una, a cada lado para que los pasajeros puedan ir agarrados durante la navegación. Es aconsejable que éstos asientos se usen solo en condiciones de

Velocidad de crucero y siempre que las condiciones climáticas, así lo permitan.



El asiento tiene una canaleta en el fondo para desaguar el agua proveniente de la escotilla superior, por lo que deberá tener al menos 5° de caída hacia proa.

► Zonas de pesca

Se entiende que las zonas de ocio descritas anteriormente son parte de las zonas de pesca, además podemos incluir los siguientes equipamientos:

Porta cañas, en la bañera de popa, la regala está equipada con dos porta cañas a cada banda. Además está previsto en el diseño de la regala pueda instalar carretes eléctricos, dejando suficiente espacio para ello.

Mesa para la labores de pesca en el hueco de los asientos de popa, se ha pensado en disponer en la zona de los asientos de popa un tablero de GRP que haga de mesa auxiliar para las labores de pesca. Por lo tanto en el contorno del asiento tendrá un pequeño codillo para el soporte del tablero. Se realizará en antideslizante y con huecos para las cajas de cebo.

► Zona de baño

Plataformas de baño integradas, sus dimensiones son de 300mm en la dimensión de la eslora y 565mm a la manga, medidas suficiente para poder estar tanto de pie como sentado. Estas dos plataformas de baño están incorporadas al casco, es decir que el casco forma las propias plataformas, están cubiertas por madera de teca de 6mm pegada sobre la propia cubierta, aportando calidad y comodidad a la zona.

Escalera de acceso, en el costado de babor se dispone una escalera de acceso de 455mm de ancho, plegable, de tres escalones, la cual permite embarcar fácilmente y queda completamente plegada durante la navegación.

8.4.- Diseño de las cubiertas.

Para el diseño óptimo de las cubiertas se han de tener en cuenta varios factores como el reparto de dimensiones según su uso, el grado de inclinación de las mismas para que se asegure el auto achique, el material antideslizante, los peraltes o zócalos ,etc., vamos a analizar cada uno de estos variables detalladamente de popa a proa.



En el capítulo de estabilidad realizaremos los cálculos de justificación de los desagües y alturas mínimas de zócalo, en función del tiempo, aplicando la norma UNE-EN ISO 11812 sobre Diseño bañeras estancas y de vaciado rápido.

Analizaremos todas las cubiertas, bañeras o nichos, susceptibles de retener agua:

Hueco montaje del motor, de medidas 563mm x 877mm y una altura media de 500mm, el fondo lo formará un plano con una inclinación suficiente para que dirija el agua al desagüe de 20mm, colocado en la crujía, en el punto más bajo.

Bañera popa y bañera gobierno, ambas deben de tener un inclinación hacia popa, al menos de 3°, ya que si analizamos las flotaciones en las distintas situaciones de carga, comprobamos que en todas ellas se produce un asiento aproante, que en la condición más desfavorable alcanza los 2° de inclinación, teniendo en todas las bañeras los desagües en popa necesitaremos además de los 2° de compensación, inclinar al menos un grado más, hacia popa, para asegurarnos que el agua circulará hacia los desagües.

Sección de los desagües de las bañeras popa y gobierno: 65 y 55 mm de diámetro respectivamente.

Entre las dos cubiertas se ha dispuesto de un zócalo de 100mm, el cual va a evitar la posible entrada de agua, el zócalo cumple con la normativa ISO, y además nos permite la instalación opcional por parte del cliente de un toldo de cierre.

Cubierta de acceso a proa, de un ancho en la zona más estrecha de 280mm y una altura mínima de brazola d 115mm, tenemos la cubierta de proa, diseñaremos la cubierta con la caída hacia popa para poder desaguar por cada costado, mediante una abertura en la brazola de 90mm en la zona más baja, además de un zócalo de 100mm, el cual nos evitará que el agua pase a la bañera de popa.

Como aspecto importante de la cubierta es la condición de walk around, es decir que sea cómodamente transitable a su alrededor, con el ancho del pasillo, junto a las púlpitos o las barandillas de un altura aproximada de 550mm y el pasamanos colocado en el techo de la cabina, creemos cumple con las exigencias de seguridad de los futuros clientes.



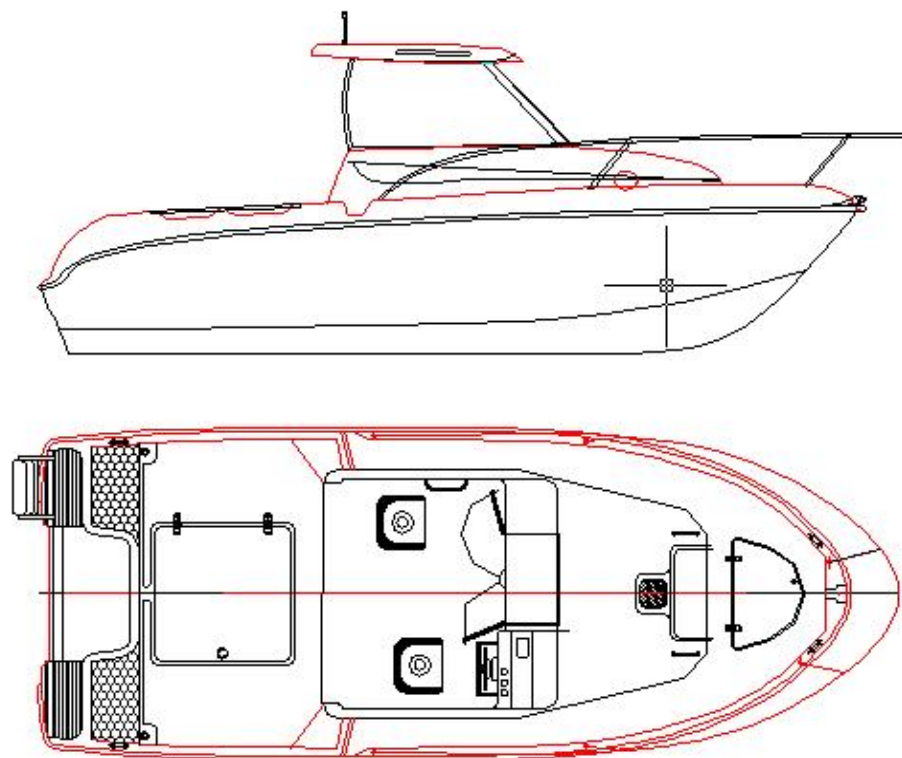
El material antideslizante de toda la cubierta obtenido de molde previa instalación en el modelo del tejido tipo millepunte, es decir que la superficie antideslizante nos sale del propio molde.

Pozo de ancla, En la zona de proa se ubica el pozo de ancla. Su función es la de proporcionar un espacio para la estiba de la línea de fondeo.

El pozo de ancla será suficiente para alojar el equipo de fondeo compuesto por la línea de fondeo y el ancla, el cual veremos con más detalles en el capítulo de sistemas de abordó.

El pozo será de achique rápido y tendrá un desagüe de 10mm de diámetro, llevará una tapa con bisagras con abertura hacia popa, herrajes y tornillería de acero inoxidable AISI 316 electropulido.

A continuación vemos el diseño de la embarcación sin techo.





CAPÍTULO IX. DISEÑO ESTRUCTURAL Y CÁLCULO DEL ESCANTILLONADO



9.1.-Objetivo

El principal objetivo de este capítulo será, una vez decidido el material y el método de construcción, calcular los diferentes espesores y rigidizadores de las diferentes piezas en las que se divide la embarcación.

También obtendremos el peso de la embarcación, en cuanto estructura se refiere.

9.2.-Material de construcción

A la hora de elegir el material de construcción se debe atender a diferentes aspectos. Uno de los más importantes es la rentabilidad económica del material, pero siempre sin descuidar otros aspectos como la calidad del producto obtenido, así como el buen comportamiento durante la vida útil de la embarcación.

Actualmente, los materiales compuestos presenta la opción más eficaz de la producción en serie de embarcaciones, ya que permita con un molde obtener un número extraordinario de piezas.

9.2.1.- Introducción a los materiales compuestos.

Los materiales compuestos los podemos identificar en dos fases, una continua, constituida por la *matriz*, y otra fase discontinua, denominada *refuerzo*. Los componentes de los materiales compuestos no deben de fusionarse ni disolverse completamente unos con otros. La identificación de los materiales y la de su interfase debe ser posible distinguir por medios físicos.

Las propiedades del nuevo material dependen, entonces, del tipo de interfase y de las características de los componentes.

Por lo tanto el concepto matriz-refuerzo, es el resultado que otorga las principales propiedades mecánicas al nuevo material. De hecho, de hecho las fibras de refuerzo ya constituyen por sí solas el elemento resistente del material. Sin embargo, aisladamente, su eficacia no es la óptima, es necesario combinarlas con una matriz que las proteja de factores externos y con algún tipo de esfuerzo en particular.



Los materiales compuestos de matriz polimérica los que se usan en el campo naval son , las matrices termoplásticos y las termoestables.

Los termoplásticos se utilizan únicamente en la construcción de piezas de tamaño reducido, debido a que su estructura molecular es lineal o ramificada; necesitan aporte de calor y alta presión para moldearse, lo que eleva los precios de los moldes.

En cambio, los materiales compuestos de matriz termoestable no necesitan de grandes Inversiones en moldes ni controles de temperatura, ya que la mayoría de las resinas se procesan a temperatura ambiente. Los procesos de fabricación son sencillos, construidos por lo general con los mismos compuestos u otros más sencillos, como la madera, y las propiedades físicas y mecánicas finales son más que aceptables. El coste de la materia prima es razonable y la mano de obra, a pesar de ser numerosa y artesanal, no requiere de un alto grado de capacitación.

9.2.3.- Resinas de poliéster.

Son las resinas más utilizadas a escala mundial, ocupan un sitio destacado con más del 90% del volumen de consumo entre las matrices termoestables, y dadas sus características, son las más utilizadas en la construcción de embarcaciones en serie. Su coste es el más reducido de todas las matrices termoestables.

1.- Propiedades.

Es casi imposible definir las propiedades genéricas de las resinas de poliéster, debido a la gran variedad existente y a que cada una está formulada para unos requerimientos específicos y con unos constituyentes especiales. En líneas generales presentan baja temperatura de transición vítrea, y su resistencia y su rigidez no son muy elevadas. Durante el endurecimiento tienden a contraerse (entre el 6 y el 10%), siendo uno de sus puntos débiles. La viscosidad a temperatura ambiente, ronda los 300 cPs, aunque existen resinas específicas, como las de infusión, en las cuales la viscosidad se establece en torno a los 100cPs.

2.- Tipos de resinas.

Dependiendo del tipo de alcoholes y ácidos a los que se parta , se obtienen diferentes tipos de resinas de poliéster; según la naturaleza de sus monómeros



constituyentes, se dividen en ortoftálicas, isoftálicas, bisfenólicas y otros tipos. Las más utilizadas son :

Ortoftálicas: constituyen la más frecuentes y las de menor coste. Absorben hasta un 2,5% de agua en inmersiones prolongadas. Combinación de anhídrido maleico y anhídrido ftálico con glicoles. De utilización general.

Isoftálicas: tienen mejores propiedades mecánicas que las anteriores y mejor resistencia a ambientes marinos (menor absorción). Se sustituye el anhídrido ftálicos por ácidos isoftálicos . La mayoría de los gel coats de uso naval se formulan en base isoftálica.

Isoftálica NPG: se sustituye el propilen glicol por neopentil glicol, mejorando la resistencia química de la resina isoftálica.

Bisfenólicas: mejores propiedades mecánicas y químicas que todas las anteriores. Es la utilizada para medios corrosivos.

3.- Proceso de curado.

Es el proceso por el cual la resina pasa de un estado líquido a un estado sólido. Este cambio de estado no se produce por sí solo si no que hay que añadir en el momento de la aplicación un iniciador o también catalizador y un activador o también acelerador.

El catalizador produce radicales libres que provocan el inicio de la reacción, y están basados generalmente en peróxidos orgánicos, que se añaden a la resina en forma de líquidos en porcentajes del peso de la misma, y que varían entre el 1 y 3%.

Los peróxidos se seleccionan en función de la temperatura de curado de la resina y de la exotermia de la reacción y, asociados, al acelerador, determinan los tiempos de trabajo (tiempo gel) y el endurecimiento del sistema.

El acelerador se selecciona en función del catalizador. En los procesos de curado a temperatura ambiente, el acelerador suele ser una pequeña cantidad de sales de cobalto orgánicas, que se adicionan a la resina en estado líquido previamente a la adición del catalizador.



Dado que los porcentajes de acelerador requeridos son mínimos (entre el 0,1 y el 0,3%), por lo general los adiciona el fabricante de la resina, y ésta pasa a denominarse *preacelerada*. La otra razón de este proceder es la de evitar accidentes ocasionados por la mezcla del catalizador y del acelerante, ya que si esto ocurre tiene lugar se producirá una fuerte reacción exotérmica que se manifiesta normalmente en una explosión.

Los tiempos de curado de las resinas a temperatura ambiente se pueden controlar desde las siguientes variables, pero respetando siempre las especificaciones del fabricante:

- ▶ cantidad de acelerador
- ▶ cantidad de catalizador
- ▶ temperatura del local de trabajo

La temperatura de trabajo ideal se sitúa entre 17° y 22°C, buenos resultados se obtienen también entre 15 y 25°C, y nunca debe de laminarse por debajo de 10°C y por encima de 30°C

9.2.4.- Gel coats

El gel coats o gel de recubrimiento es la primera capa de resina que protege al laminado del ataque químico y medioambiental. Es la primera capa que se aplica sobre el molde y, una vez la pieza es extraída, constituye la superficie que estará en contacto con el exterior, actuando como barrera de desgaste de la misma.

La duración de la pieza estará íntimamente relacionada a la calidad de esta barrera que es el gel coats. El gelcoats oculta y protege las fibras de refuerzo del ataque de la humedad y del medio exterior, proporcionando una superficie más atractiva. También proporciona las propiedades estéticas de la pieza como color y brillo, proporciona resistencia al calor, y brinda también resistencia a la abrasión. Todo ello con una total ausencia de porosidad superficial.

Por el método de aplicación se dividen en:

- ▶ Gelcoats de brocha o rodillo, poseen viscosidades de entre 7500 y 12000 cPs; índice tixotrópico entre 3,5 y 4,5 ; buen poder cubriente.
- ▶ Gelcoats de proyección; poseen baja viscosidad, entre 3000 y 3500 cPs, obtenida por medio de un diluyente como monómero de estireno o acetona, lo



que permite su aplicación con pistola de proyección o equipo de presión. Índice tixotrópico de entre 3,5 y 4,5.

Los espesores de aplicación recomendados para los gelcoats oscilan de entre 0,25 y 0,4mm para piezas y de entre 0,4 y 0,6mm, para moldes. Espesores menores no aseguran la protección y ocultamiento de las fibras, y espesores mayores pueden agrietarse cuando el laminado sea sometido a esfuerzos, fruto de la fragilidad de la película de gelcoats.

9.2.5.- Material de refuerzo: fibra de vidrio.

Las fibras de vidrio están constituidas fundamentalmente por sílice, que se combina con diferentes óxidos (alúmina, alcalinos y alcalinotérreos), que en función de sus respectivos porcentajes permiten modificar las características de la fibra resultante.

► Tipos de fibra de vidrio:

A (alcalino); buena resistencia al ataque de soluciones químicas y ácidas, mal comportamiento al agua.

B (boro); excelentes propiedades eléctricas y gran durabilidad.

C (Chemical); gran resistencia química. Propiedades mecánicas entre la fibra de vidrio A y E , utilización en sectores químicos, alimenticio,..

D (dieléctrico); debido a sus altas propiedades dieléctricas (pérdidas eléctricas muy débiles), se utilizan electrónica y telecomunicaciones.

E (eléctrico); es la más utilizada en la fabricación de fibras continuas, se utilizan en la fabricación de barcos . Posee buena resistencia a la humedad.

R o S (resistente-francés y strenght-inglés); es el tipo de fibra con más resistencia. Su principal terreno de aplicación se encuentra en el campo aeroespacial y militar. Relación resistencia/peso superior al de vidrio E. ofrece mayor resistencia a la tracción y a la fatiga.



► **Propiedades:**

Entre las principales características de las fibras de vidrio podemos destacar:

- a) excelente resistencia mecánica específica (resistencia a la tracción/densidad)
- b) resistencia a la humedad (debe sin embargo evitarse la humedad antes de la laminación, porque perjudica la unión con la resina)
- c) Resistencia al ataque de agentes químicos
- d) buenas propiedades como aislante eléctrico
- e) débil conductividad térmica
- f) buena estabilidad dimensiona
- g) bajo alargamiento
- h) propiedades isotropas
- i) excelente adherencia a la matriz
- j) incombustibilidad
- k) imputrescibilidad

9.3.- *Proceso de fabricación*

9.3.1.- Técnica de moldeo por contacto

La técnica de moldeo por contacto son aquellas en las cuales la mano del hombre juega un papel muy importante en la constitución del material compuesto. Las características físicas y mecánicas del laminado dependerán en mayor medida de lo cuidadoso que sea el operario durante su elaboración. Son técnicas sencillas, más económicas y las más artesanales.

El proceso de laminado manual consiste en la aplicación de sucesivas capas de material de refuerzo sobre un molde, para impregnarlas gradualmente con resina mediante la acción de un rodillo o brocha.

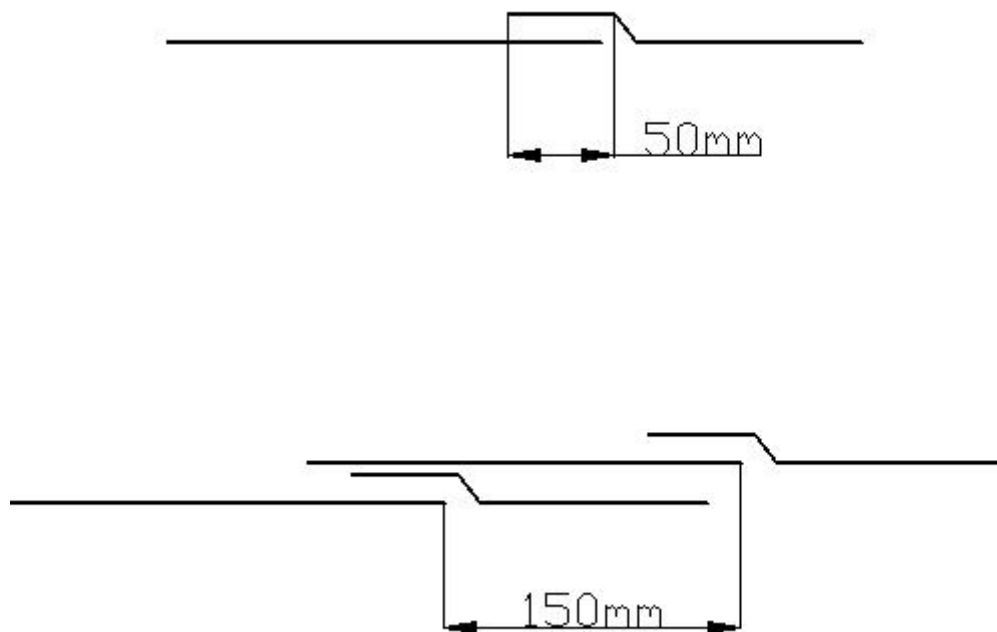
La acción de pasar el rodillo sobre la superficie obedece a dos razones fundamentales, a) ayudar a la impregnación del refuerzo ; b) intentar evitar que queden burbujas de aire atrapadas entre las sucesivas capas del estratificado.



Siempre que sea posible, la primera capa o piel de contacto con el gelcoats o el molde, deberá ser un velo de superficie, o en su defecto un fieltro o mat de bajo gramaje ; su presencia permitirá mejorar el aspecto superficial de la pieza , evitará problemas de marcado de la misma y minimizará el riesgo de aparición de ósmosis en piezas como el casco.

Cuando los espesores sean grandes es aconsejable realizar el estratificado por partes, para evitar calentamientos de la misma. Hay que revisar que las sucesivas etapas de laminación se realicen con la superficie lisa y exenta de polvo e imperfecciones.

Si debido al tamaño de la pieza los tejidos no pueden ser colocados enteros, se procederá a realizar juntas debidamente solapadas. A continuación vemos en el siguiente esquema los solapes y distancias entre ellos.





9.3.2.- Proceso de fabricación del molde.

A continuación vamos a realizar un breve esquema para la fabricación de un molde de una embarcación como esta por el método tradicional, es decir fabricaremos primero el modelo y luego obtendremos el molde para realizar la fabricación de las embarcaciones. El procedimiento que a continuación detallo es en particular para el casco, pero en general es para todos y cada una de las piezas que componen nuestra embarcación, como son:

- Molde casco
- Contra molde casco 1
- Contra molde casco 2
- Molde de cubierta
- Contramolde de cubierta
- Molde Tapa de asiento popa babor
- Molde tapa asiento popa estribor
- Molde tapa bañera
- Molde tapa pozo anclas

Para realizar la fabricación del molde tenemos que realizar el siguiente proceso:

1.- Trazado y corte de las secciones transversales. Bien las podemos trazar y cortar a mano, o bien mandarlas a una empresa especializada con corte por control numérico. Es importante conocer el descuento que hay que dar a cada sección corregida por el alistonado y el forrado.

2.- Montaje de las vigas soporte de las secciones. normalmente son vigas de aproximadamente 200mm de altura , 80mm de ancho y de algo más de la eslora del casco. Éstas vigas tendrán cajoneras del espesor de las secciones en la situación exacta de cada sección transversal y suficiente para asegurar su amarre a la vigas. Es importante de nivelar siempre horizontalmente dichas vigas.

3.- Fijación de las vigas al suelo. Mediante escuadras que aseguren la estabilidad del conjunto.

4.- Montaje de las secciones. Éste montaje se ha de hacer cuidadosamente, asegurándonos de la situación exacta de cada sección. Cada



cuaderna se monta al revés, es decir con la quilla para arriba. El montaje de las mismas se debe hacer siguiendo una línea de agua trazada en cada sección, normalmente la línea de flotación. Importante dar sobrante hacia abajo, para colocación de pestaña de desmoldeo.

5.- Alistonado. Mediante listones que aseguren la adaptabilidad a la forma de la sección. A veces es necesario el montaje de secciones intermedias, secciones o planos longitudinales para definirnos la zona. En algunas zonas de un diseño con mucha formas, es necesario prescindir de los listones y directamente dar la forma a una espuma moldeable, por ejemplo espuma de poliuretano.

6.- Forrado. El material adecuado es aquel que te permita adaptarse a los listones, por ejemplo PVC de 3-8mm, tablero marino 3-6mm...etc.

7.- Laminado del modelo con un velo de superficie o un fieltro (mat) de poco gramaje, tiene varias finalidades entre ellas la de para dar resistencia al forrado, aislar de la humedad, preparar para recibir masilla y pintura.

8.- Aplicación de masilla y pintura. Proceso laborioso ya que hay que estar continuamente pintando con pintura de aparejo para ir corrigiendo defectos superficiales y de formas si los hubiese.

9.- Aplicación de topcoat. Pinturas especial para modelos, normalmente de base poliéster, la cual permite su pulido y abrillantado.

10.- Lijado, pulido y abrillantado. Proceso laborioso comenzando con lijas de 400 hasta llegar a 1200 aproximadamente, depende del nivel de exigencia que se requiera para ese molde en cuestión. De ello depende el brillo y el desmoldeo de las piezas.

11.- Colocación del antideslizante. En el caso de la cubierta y las tapas.

12.- Aplicación del desmoldeante. Existen diferentes tipo de desmoldeantes, según su aplicación, lo habitual para un modelo es el desmoldeante permanente como es la cera, la cual da mucho brillo y asegura el desmolde.

13.- Colocación de pestaña de desmolde. De 200mm aproximadamente, dependiendo del tipo unión casco cubierta se sitúa justo en el final de la pieza.



Normalmente de madera plastificada, sin más tratamiento, ya que es un elemento del molde, no de la pieza.

14.- Trazado de la línea de flotación o de otra línea de agua que nos sirva de referencia en la embarcación. Se puede trazar con un punzón sobre el modelo, así saldrá marcado en cada unidad.

15.- Control dimensional y de desmolde . En todas las fases mencionadas es muy importante de asegurarse de que todas las superficies tengan su dimensión proyectada y que tenga margen de desmolde, es decir que todas puedan salir en una dirección determinada. El ángulo de desmolde depende de cada superficie pero estará entre 2° y 5°.

16.- Pintado con gelcoats de molde. Con un espesor entre 0,4 y 0,6mm, existen diferentes tipos de gelcoats, como vimos en apartados anteriores, dependiendo de su uso y en el caso del gelcoat de molde , de la cantidad de piezas para el que está proyectado el molde, podemos usar un gelcoats viniléster, con mejores propiedades mecánicas y mayor durabilidad.

17.- Estratificado del molde. De un espesor aproximado de 10-14mm.

18.- Colocación de refuerzos y estructura de apoyo. Esta puede ser fija, móvil, oscilante, para facilitar el proceso de laminado,.. existen diferentes alternativas de diseño, aunque siempre hay que procurar realizar la ergonomía del puesto de trabajo empezando por el diseño de los útiles y/o maquinaria.

9.4.-Cálculo de escantillonado

Aunque existen varias posibilidades para proceder al cálculo de los escantillones de la estructura de la embarcación, las más aceptadas y aplicadas son las normas expedidas por las distintas Sociedades de Clasificación. En este caso, por la sencillez de uso, se procederá al cálculo aplicando la normativa del *“Lloyds Register Of Shipping”*, correspondiente al año 1978, titulada *“Normas y Reglas para la clasificación de yates y pequeñas embarcaciones; apartado 2: Construcción del casco; capítulo 2: plásticos reforzados con vidrio”*.

En particular, esta normativa (en el punto 4.2) establece las características mecánicas del material conseguido tras la laminación y sobre la base de las cuales se han elaborado el conjunto de reglas que la conforman:



Propiedades	N/mm ²	KGf/mm ²
Esfuerzo máximo de tensión	85	8,66
Módulo de tensión	6350	647
Esfuerzo máximo de tensión	152	15,5
Módulo de flexión	5206	531
Esfuerzo máximo de compresión	117,2	11,9
Módulo de compresión	6000	312
Esfuerzo cortante máximo	62	6,32
Módulo de esfuerzo cortante	2750	280
Esfuerzo cortante interlaminar	17,25	1,76
Espesor Nominal de la placa	0,7mm por cada 300gr/m ²	

La propia geometría del casco, compuesto por formas rectas, que forman sencillos codillos a 90°, ya constituye por sí solos refuerzos longitudinales del casco. Por lo tanto las formas en v de la proa, los sprays rails y los codillos principales, constituyen un casco reforzado (longitudinalmente).

Por lo tanto podemos decir que cuando hemos diseñado la carena y hemos decidido colocar los elementos que favorezcan la sustentación dinámica, también hemos aportado rigidez a la estructura.

No obstante, debemos de analizar las zonas de la embarcación sometidas a esfuerzos críticos, como puede ser el espejo de popa, los sprays y en la cubierta las zonas de elementos de amarre y remolque, por ejemplo.

Aunque la normativa establece claramente los pasos a seguir para el cálculo, tanto de espesores que componen el forro del casco, cubierta y los refuerzos de los mismos, la decisión en cuanto al tipo de estructura a disponer queda a disposición del proyectista.



9.5.- Aplicación de las reglas del Lloyd's Register of Shipping

9.5.1.- Requerimientos de la normativa

Según la norma, la embarcación ha de cumplir los siguientes cuatro requerimientos:

► 1.- La velocidad no exceda de 35 nudos.

Para nuestra embarcación la velocidad proyectada es de 26 nudos.

La Lwl para un calado de 0,30mts es de 5,08m

CUMPLE

► 2.- El coeficiente $V/Lwl^{1/2} < 10,8$, por lo que:

$$V/Lwl^{1/2} = 26/5,18^{1/2} = 10,75 < 10,8$$

CUMPLE

► 3.- El desplazamiento de la embarcación con una $v/Lwl^{1/2}$ de 3,6 o mayor no exceda de $0,094(L^2 - 15,8)$ toneladas. Siendo $L = (LOA + Lwl)/2$

Siendo el coeficiente $V/Lwl^{1/2} > 3,6$ y por otro lado;

Eslora de escantillado $L = 5,95 + 5,18/2 = 5,56$ mts

Peso de nuestra embarcación (estimado) = 0,927ton

$$0,094(L^2 - 15,8) = 1,42\text{ton} > 0,927\text{ton};$$

CUMPLE

► 4.- La eslora no exceda de 30mts.

Siendo la Eslora de escantillado 5,51mts

CUMPLE

9.5.2.- Laminado del casco

En el cálculo del laminado del casco, se distinguen tres partes principales que se van a diferenciar por su espesor, como es lógico éstos espesores o laminados irán aumentando desde las zona alta del casco costado hasta la s baja quilla, por lo que se diferencian en:

► Costado: Comprende la superficie delimitada por la línea de unión costado-cubierta y por una línea paralela a la flotación trazada a 150mm sobre la misma.



► Quilla: Se extiende en mayor o menor magnitud a ambos lados de la línea de crujía sobre el fondo de la embarcación.

► Fondo: Es la superficie comprendida entre las dos anteriores.

A efectos prácticos se deberá de dar un laminado base para todo el casco y a continuación dar una secuencia de laminado extra en el fondo y en la quilla., es decir, primero vamos a obtener el laminado base ó mínimo que coincide con el laminado del costado y luego vamos a ver en cuánto hay que aumentar el laminado en el fondo y en la quilla.

Antes de proceder al cálculo de los espesores del casco vamos a ver consideraciones y cálculos a tener en cuenta en la normativa, como son :

Peso del laminado (w):

La tabla 2.5.1 de la normativa obtenemos el peso del fondo y del costado, entrando en la última columna con $v/Lwl^{1/2}=10,8$ con la eslora de 6m, obtenemos:

Peso de fondo:3900gr/m²

Peso del costado:2600gr/m²

Absorción de resina por la fibra (G_c)

En el punto 4.2.2. no dan los contenidos de resina que absorben, cada uno de las diferentes fibra de vidrio empleadas:

En nuestra embarcación utilizaremos únicamente mat y tejido en diferentes gramajes

<i>TIPO DE FIBRA</i>	<i>G_c gramos de resina por cada 100g de fibra</i>
<i>MAT</i>	<i>0,34</i>
<i>TEJIDO</i>	<i>0,50</i>

Espesor del laminado (t)

Aplicando lo establecido en el punto 4.2.3., tenemos que el espesor de una determinada capa de laminado depende de la cantidad de resina que absorbe la fibra empleada, por lo que el espesor de una capa de fibra vienes determinada por:



$$t = (w/3072) [(2,56/g_c)-1,36] ;$$

Siendo w el peso en gr/m^2 de la fibra empleada.

Tipo de Fibra de Vidrio- gr/m^2	Espesor en mm
MAT 300	0,602
MAT 450	0,903
TEJIDO 500	0,612
TEJIDO 800	0,979

Factor de Corrección (Kw)

El peso mínimo que obtuvimos en el punto 1. a través de la tabla 2.5.1 de la normativa hay que corregirlo mediante el denominado factor de corrección Kw (punto 4.3.4. sección b) , que tiene la siguiente expresión:

$$Kw = 2,8 * G_c + 0,16;$$

$$G_c = 2,56 / [(3072T/W) + 1,36]$$

Al corregir dichos valores debemos de tener un peso total de la secuencia del laminado igual o por encima del valor obtenido.

1.- Laminado del costado:

El peso mínimo del laminado en esta zona ha de ser de $2600gr/m^2$, lo cual realizaremos el siguiente laminado:

Peso mínimo	$2600 gr/m^2$
GC	0,412
Kw	1,313
Pm*Kw	3414,483



Capa nº.	Tipo de Fibra	Peso (gr/m ²)	Gc (%)	Espesor (mm)
1	Mat	300	0,34	0,603
2	Mat	450	0,34	0,903
3	Tejido	500	0,5	0,612
4	Mat	450	0,34	0,903
5	Tejido	500	0,5	0,612
6	Mat	450	0,34	0,903
7	Tej	800	0,5	0,979
8	mat	450	0,34	0,903
		3900		6,418

3900 > 3414; por lo que obtenemos un espesor en el costado de **6,5mm**

2.- Laminado del fondo:

El peso mínimo del laminado en esta zona ha de ser de 3900gr/m², lo cual podríamos conseguir con el siguiente estratificado:

Peso mínimo fondo	3900 gr/m ²
Gc	0,423
Kw	1,346
Pm*Kw	5095,569

Capa nº	Tipo de Fibra	Peso (gr/m ²)	Gc (%)	Espesor (mm)
1	Mat	300	0,34	0,603
2	Mat	450	0,34	0,903
3	Tejido	500	0,5	0,612
4	Mat	450	0,34	0,903
5	Tejido	800	0,5	0,979
6	Mat	450	0,34	0,903
7	Tejido	500	0,5	0,612
8	mat	450	0,34	0,903
9	Tejido	800	0,5	0,979
10	mat	450	0,34	0,903
Total		5150		8,536

5150 > 5095; por lo que obtenemos un espesor del fondo de **8,6 mm**.

Es decir añadimos 2 capas más (la 9 y la 10), como extra del fondo.



3.-Laminado del la zona de la quilla.

La obtención del peso del laminado de esta zona se realiza según lo recogido en el apartado 5.2.3.. En este apartado se especifica que el peso por metro cuadrado se obtiene aumentado un 50% el peso correspondiente a la zona del fondo correspondiente a una embarcación cuyo $V/Lwl^{1/2}$ es igual o menor que 3,6, (tabla 2.5.1. del reglamento).

También especifica el ancho de la zona de la quilla que viene expresado por la siguiente fórmula, $(25*L)+300mm$, siendo L la eslora de escantillonado.

Peso mínimo de la zona de la quilla: $5150 \times 1,5 = 7725 \text{ gr/m}^2$

Ancho de la zona de la quilla: $(25 \times 5, 51) + 300 = 437,80mm$

Capa	Tipo de Fibra	Peso (gr/m2)	Gc (%)	Espesor (mm)
1	Mat	300	0,34	0,603
2	Mat	450	0,34	0,903
3	Tej	500	0,5	0,612
4	Mat	450	0,34	0,903
5	Tej	500	0,5	0,612
6	Mat	450	0,34	0,903
7	Tej	500	0,5	0,612
8	Mat	450	0,34	0,903
9	Tej	800	0,5	0,979
10	Mat	450	0,34	0,903
11	Mat	300	0,34	0,603
12	Tej	500	0,5	0,612
13	Mat	450	0,34	0,903
14	Tej	800	0,5	0,979
15	Mat	450	0,34	0,903
16	Mat	450	0,34	0,603
		7800		12,563

4.- Refuerzos del casco

Según el apartado 6.1.3. de la normativa, siempre que la eslora de la embarcación no exceda de 9mts no es necesario de reforzar el casco con ningún tipo de refuerzo, siempre que **el armamento interno proporcione un refuerzo adecuado al casco.**

No obstante, aunque la existencia de codillos y sprays en el casco contribuyen al refuerzo del mismo, se ha decidido de realizar una estructura de fondo que tenga una componente estructural y a la vez una componente de acabado superficial.



Diseño del contramolde

La existencia del contramolde del casco, nos va proporcionar tanto mejorar en acabados como en mejora del proceso productivo, reduciendo horas de terminación y mejorando en calidad.

Estará compuesto por dos piezas una desde el espejo de popa hasta el mamparo de habilitación y otro hasta la proa.

El de popa tendrá dos esloras, una a cada lado de la escotilla principal de la bañera y dos varengas una a proa y otra a popa de la escotilla ppal., por lo tanto tendremos el acabado interior en gel coat de molde, al igual que el casco.

El siguiente contramolde estará compuesto por la zona del aseo y la cama, así como la parte del costados del casco.

En principio la idea es diseñar un contramolde ligero y luego reforzar las zonas de esloras y varengas en la zona alta de los mismos, así como las zonas susceptibles a soportar algún peso, como las literas.

El contramolde en cuestión irá pegado tanto al casco como a la zona baja de la cubierta mediante adhesivo estructural, e incluso se podrá realizar una laminación asegurando la estanquidad a localizada del casco.

► Longitudinales de fondo:

En la tabla 2.6.3. de la normativa aparece el módulo resistente para los longitudinales en función de la eslora y del coeficiente $V/Lwl^{1/2}$.

Aunque nuestra eslora no llega a 6mts no sirve como referencia para ver el grado de refuerzo necesario.

Entrando con la mínima eslora tendremos:

$V/Lwl^{1/2} = 10,8$		
Eslora en metros	Fondo	Costados
6	95 cm ³	90 cm ³

Considerando una geometría del refuerzo según la siguiente figura, por descomposición de la misma en paralelogramos se puede calcular el módulo resistente, en función de unas dimensiones estimativas comprobaremos si alcanza el módulo requerido.



T	t1	t2	c	h	w	f
8,6	3	5	80	320	186	50

figura	área	A (mm ²)	Yg	Yg(mm)	A*Yg(mm ³)	Ip=1/12bh	I=Ip+AYg ²
1	2 x t1xf	191	T+ t1/2	10,1	1929,1	112,5	19596,41
2	2xt1xh	1920	T+ h/2	168,6	323712	8192000	62769843,2
3	t2xc	400	T+h+t2/2	331,1	132440	833,333333	43851717,3
4	wxT	1599,6	T/2	4,3	6878,28	9858,868	39435,472
total		4110,6			464959,38		106680592

Yln	113,11229	mm
In=I-Yln2ΣA	54087972,1	mm ⁴
Ymáx.=T+h+t2-yg	220,48771	mm
Wreal=In/Ymáx.	245310,599	mm ³

El módulo requerido es de 95 cm³, y con este refuerzo hemos obtenido un módulo de 245 cm³, por lo que hemos aumentado en más de 2,5 veces el requerido, quizás parezca demasiado, pero teniendo en cuenta el poco peso que vamos introducir (1700 gr/m²), y teniendo en cuenta que es un contramolde, merece la pena reforzar dicha zona ya que al navegar en régimen de planeo va a sufrir una serie de golpes de mar y unos esfuerzos en la vida de la embarcación que, aunque no provoquen el colapso de la misma, si puede dar una imagen de debilidad e inseguridad a los clientes.

Laminación de esloras:

Capa	Tipo de Fibra	Peso (gr/m ²)	Gc	Espesor (mm)
1	Mat	300	0,34	0,603
2	Mat	450	0,34	0,903
3	Tejido	500	0,5	0,612
4	Mat	450	0,34	0,903
		1700		3,021

4.- Espejo de popa.

El espejo de popa está sometido a grandes esfuerzos, ya que es el encargado de soportar todo el empuje que suministra el motor fueraborda a la embarcación. Por lo tanto tenemos que realizar un reforzado extra en la zona.



La normativa de escantillado del Lloyd's no determina dicho reforzado, por lo que vamos a recurrir a procedimientos puestos en práctica por los astilleros de embarcaciones similares.

La solución propuesta es la siguiente:

► 1.- Tomando como t laminado nominal del fondo, que para este caso tenemos $t=8,6\text{mm}$, vamos a realizar el siguiente laminado en sándwich:

Laminado t + PVC 30mm h80+ laminado t

	Tipo de Fibra	Peso (gr/m ²)	Gc (%)	Espesor (mm)
1	Mat	300	0,34	0,603
2	Mat	450	0,34	0,903
3	Tejido	500	0,5	0,612
4	Mat	450	0,34	0,903
5	Tejido	500	0,5	0,612
6	Mat	450	0,34	0,903
7	Tej	500	0,5	0,612
8	mat	450	0,34	0,903
9	Tej	800	0,5	0,979
10	mat	450	0,34	0,903
11	Mat	300	0,34	0,603
12	PVC 30mm H80			30
13	Mat	300	0,34	0,603
14	Mat	450	0,34	0,903
15	Tejido	500	0,5	0,612
16	Mat	450	0,34	0,903
17	Tejido	500	0,5	0,612
18	Mat	450	0,34	0,903
19	Tej	500	0,5	0,612
20	mat	450	0,34	0,903
21	tej	800	0,5	0,979
22	mat	450	0,34	0,903
23	Mat	300	0,34	0,603
	Σ	10380		47,072

Siendo el $G_c = 0,40$



► 2.-Reforzar con dos cartabones de 350mm x 350mm con espuma de PVC de un espesor de 60mm y una densidad de 80 gr/m², separados de de cruja 350mm.

Tipo de Fibra	Peso (gr/m ²)	Gc (%)	Espesor (mm)
Mat	300	0,34	0,603
Mat	450	0,34	0,903
Tejido	500	0,5	0,612
Mat	450	0,34	0,903
Tejido	500	0,5	0,612
Mat	450	0,34	0,903
Tej	500	0,5	0,61
mat	450	0,34	0,903
Σ	3600		6,049

Gc = 0,49

9.5.3.- Laminado de la cubierta

Al igual que el casco, la cubierta no precisa tampoco de reforzado mientras que el armamento interno proporcione un refuerzo adecuado. Por lo que vamos a realizar la cubierta en sándwich.

La tabla del reglamento 2.7.1, establece el peso del laminado de la cubierta superior para embarcaciones a motor, veleros y auxiliares.

Tendremos que el peso requerido por metros cuadrados es de 1850 gramos, por lo que aplicaremos el siguiente esquema de laminación:

Peso mínimo	1850 gr/m ²
GC	0,399
Kw	1,277
Pm*Kw	2362,080



	Tipo de Fibra	Peso (gr/m ²)	Gc (%)	Espesor (mm)
1	Mat	300	0,34	0,603
2	Mat	450	0,34	0,903
3	Tejido	500	0,5	0,612
4	Mat	450	0,34	0,903
5	Tejido	500	0,5	0,612
6	Mat	450	0,34	0,903
	Σ	2650		4,536

Pensamos que lo adecuado es fabricar la cubierta en sándwich, por lo que deberíamos realizar el escantillonado del Lloyd's referido a esta construcción, pero teniendo en cuenta el valor del espesor monolítico tan bajo que es requerido, no merece la pena ajustar el peso, ya que por otro lado el reglamento nos marcaría un espesor mínimo de piel exterior por el desgaste.

Por lo tanto vamos a incluir entre las capas 5 y 6, un núcleo de espuma de PVC de 15mm y densidad 80 kg/m³.

Quedando la secuencia de laminado de la siguiente forma:

Capa	Tipo de Fibra	Peso (gr/m ²)	Gc (%)	Espesor (mm)
1	Mat	300	0,34	0,603
2	Mat	450	0,34	0,903
3	Tej	500	0,5	0,612
4	Mat	450	0,34	0,903
5	PVC H80	80		15
6	Tejido	500	0,5	0,612
7	Mat	450	0,34	0,903
	Σ	2730		19,536

9.5.4.- Laminado de la caseta de habitación.

Considerando la superestructura en dividida en dos zonas, incluidas cada una de ella en dos moldes distintos.

La primera zona que incluye la zona baja de superestructura, estará incluida en el molde de la cubierta, al salir de una pieza. Como el peso mínimo requerido es el mismo que para la cubierta, podremos realizar el mismo esquema de laminado.



Por otra parte tenemos en la parte alta, el techo que estará compuesto por dos piezas una exterior siendo el techo propiamente dicho y el interior con un contramolde.

Por lo tanto los espesores y secuencia de laminados quedaría de la siguiente forma:

Laminación habilitación (zona baja molde de cubierta):

Peso mínimo	1850 gr/m ²
GC	0,399
Kw	1,277
Pm*Kw	2362,080

Capa	Tipo de Fibra	Peso (gr/m ²)	Gc (%)	Espesor (mm)
1	Mat	300	0,34	0,603
2	Mat	450	0,34	0,903
3	Tej	500	0,5	0,612
4	Mat	450	0,34	0,903
5	PVC H80			15
6	Tej	500	0,5	0,612
7	Mat	450	0,34	0,903
	Σ	2650		19,536

Laminación techo:

	Tipo de Fibra	Peso (gr/m ²)	Gc (%)	Espesor (mm)
1	Mat	300	0,34	0,603
2	Mat	450	0,34	0,903
3	Tejido	500	0,5	0,612
4	Mat	450	0,34	0,903
5	Tejido	500	0,5	0,612
6	Mat	450	0,34	0,903
	Σ	2650		4,536



Laminación de contramolde de techo:

Capa	Tipo de Fibra	Peso (gr/m ²)	Gc (%)	Espesor (mm)
1	Mat	300	0,34	0,603
2	Mat	450	0,34	0,903
3	Tejido	500	0,5	0,612
4	Mat	450	0,34	0,903
	Σ	1700		3,021

9.6.-Cálculo del peso y posición del centro de gravedad.

En previsión de un posterior estudio de pesos para comprobar la estabilidad de la embarcación, se hace necesario conocer el peso y la posición del centro de gravedad del casco, la cubierta, la timonera, el techo, así como de todos los contramolde y refuerzos, es decir, el peso de todos el escantillonado realizado hasta ahora.

Evidentemente, es posible conocer este peso y su posición del centro de gravedad, a partir de los cálculos de realizados hasta ahora, obtenemos su peso por metro cuadrado que multiplicándolo por su área obtendremos a peso, por lo que:

Peso de elemento = superficie x peso por unidad de superficie.

9.6.1.- Peso del casco

Como hemos visto en el procedimiento de aplicación de las normas de escantillonado del Lloyd's, el casco queda fraccionado en zonas de diferentes espesores. Por lo tanto para conocer el peso por metro cuadrado de cada una de las zonas, tendremos que saber las áreas de las mismas, así como el peso de resina que absorbe la fibra durante el proceso de laminado, dicho peso viene dado por el coeficiente Gc, que vimos anteriormente.

Tanto la superficie como la posición del centro de gravedad la vamos a obtener mediante el programa de diseño de la carena maxsurf, el cual nos va a mostrar la superficie y la posición del c.d.g, para cada una de las flotaciones que determinaremos.



La primera será un calado superior al puntal de casco obteniéndose la superficie mojada y por lo tanto el peso del casco, y por otro lado el calado más 150mm, obteniéndose el peso del fondo y la quilla.

Puesto que el laminado se considera uniforme, el centro de carena coincidirá con el centro gravedad del laminado.

Por lo tanto, a continuación procederemos a los cálculos de la superficie y peso de cada elemento, dividiéndolo de la siguiente forma:

Tabla 1: Laminados básicos

► Laminado de casco, como explicamos anteriormente situando la flotación al nivel deseado obtendremos las superficies directamente mediante maxsurf.

► Laminado de la cubierta, realizaremos una descomposición de la misma en figuras geométricas sencillas, ayudándonos del plano de disposición general sin techo, en zona de popa y zona de proa. Se considerará cubierta a efectos del cálculo desde la cubierta de proa hacia abajo, exceptuando la timonera.

► Superestructura, consistente a efectos de cálculos, la timonera al completo y la cabina desde la cubierta de proa hacia arriba.

► Techo, al igual que el resto, calculado directamente por descomposición en figuras geométricas sencillas.

Tabla 2: Pesos de los refuerzos y contramolde

Al igual que los cálculos anteriores las superficies se han obtenido por calculo directo por descomposición en figuras geométricas sencillas ayudándonos de los planos de disposición general, planos de estructuras, y el plano del contramolde de casco.

Tabla 3 y 4: Pesos de la espuma de PVC y la espuma de poliuretano

La laminación en sándwich de cubierta y superestructura se realizará con espuma de PVC de célula cerrada de una densidad de 80Kg/m^3 y un espesor de 15mm. No se considera el sándwich en la brazola de la cubierta ya que ella misma



forma el refuerzo y nos consideramos , al necesario por productividad llevar el núcleo hasta la brazola. El núcleo terminará en bisel a 45⁰ al llegar a la brazola.

De igual forma el núcleo acabará en bisel a 45 grados en todas la zonas de remate.

Se laminará una espuma de poliuretano sobre el casco de las 40x60 mm para recibir el mamparo de la habitación. La espuma será de célula cerrada de una densidad de 40 kg/m³.

Tabla 5: Resumen de Pesos y momentos.

Obteniéndose el peso total de laminado de la embarcación, así como las coordenadas del centro de gravedad del mismo.

Laminado casco	Laminado	Superficie	Fibra	Gc	Peso	LCG	Mto LCG	VCG	Mto. VCG
	Kg/m2	m2	Kg		kg	m	Kg x m	m	Kg x m
Costados	3,9	7,73	30,147	0,412	42,568	3,4	144,73	0,735	31,287
Fondo	5,15	8,4	43,26	0,423	61,559	2,3	141,586	0,295	18,16
Quilla	7,8	2,7	21,06	0,4	29,484	2,3	67,813	0,15	4,423
Espejo de popa	10,38	0,9	9,342	0,4	13,079	-0,066	-0,863	0,313	4,094
Cubierta	2,65	14,33	37,975	0,4	53,164	2,434	129,402	1,025	54,493
Super-estructura	2,65	4,2	11,13	0,4	15,582	3,6	56,095	1,5	23,373
Techo	2,65	2,5	6,625	0,4	9,275	2,607	24,18	2,2	20,405
Total	35,18	40,76	159,539		224,71	2,505	562,942	0,6952	156,235

Pesos refuerzos y Contramol.	Laminado	Superficie	Peso de fibra	Gc	Peso total	LCG	Mto LCG	VCG	Mto. VCG
	Kg/m2	m2	Kg		kg	m	Kg x m	m	Kg x m
Contramolde casco 1 (bañera)	1,7	10,11	17,187	0,37	23,546	1,68	39,558	0,1	2,355
Contramolde casco 2 (habilitación)	1,7	7,16	12,172	0,4	17,041	4,5	76,684	0,288	4,908
Mamparo habitación	2,65	0,512	1,357	0,4	1,9	3,37	6,401	0,16	0,304
Refuerzo apoyo	2,65	0,622	1,648	0,4	2,308	3,37	7,777	0,155	0,358
Contramolde techo	1,7	2	3,4	0,37	4,658	2,607	12,143	2,16	10,061
Cartabones	3,6	0,81	2,916	0,49	4,345	0,23	0,999	0,08	0,348
de popa									
Mamparos divisorios bajo cama		0,927			9,8	4,151	40,68	0,25	2,45
Gel coats considerando 600gr/m2	0,6		13,285		13,285	2,736	36,347	0,729	9,684
Total	14,6	22,141	51,965		76,882	2,869	220,588	0,396	30,467



Peso PVC	Superficie	Espesor	Volumen	Densidad	Peso	LCG	Mto. LCG	VCG	Mto. VCG
	m ²	m	m ³	Kg/m ³	Kg	m	Kg*m	m	Kg*m
Cubierta	14,33	0,015	0,215	80	17,196	2,434	41,855	1,025	17,626
Superestructura	4,2	0,015	0,063	80	5,04	3,6	18,144	1,5	7,56
Mamparo habilitación	0,512	0,015	0,008	80	0,614	3,37	2,071	0,16	0,098
Adhesivo Núcleo	19,042	(300gr/m²)			5,71	2,71	62,07	1,39	25,284
Σ					28,56	2,173	62,07	0,885	25,284

	metros lineales	superficie	volumen	densidad	Total
	m	m ²	m ³	Kg/m ³	kg
Poliuretano refuerzo apoyo mamparo	2,83	0,0024	0,006792	40	0,27168

Resumen total de pesos	Peso	Xg	Mto. a Xg	Kg	Mto. a Kg
Laminación del casco	224,711	2,514	564,923	0,690	155,051
Pesos refuerzos y contramoldes	76,882	2,869	220,574	0,396	30,445
Espuma PVC sandwich	28,550	2,173	62,039	0,883	25,210
Total	330,143	2,567	847,537	0,638	210,706

Por lo tanto tenemos los siguientes resultados:

Peso total de la embarcación en PRFV: 330,143Kg

Xg: 2,567mts; Kg: 0,638mts;



CAPÍTULO X. SISTEMAS DE A BORDO



10.1.- Objetivo.

La embarcación necesita para el correcto funcionamiento, de unos servicios propios, cada uno de los sistemas se va a diseñar con el objetivo de poner en marcha los servicios en cuestión. A continuación describiremos el servicio, los métodos de funcionamiento y las soluciones aportadas para cada caso.

10.2.- Sistema eléctrico.

Su misión, evidentemente, proporcionar la energía eléctrica a cada uno de los elementos de la embarcación.

Se debe considerar cual puede ser la demanda de energía para el servicio habitual, y sobre esta demanda aplicar los márgenes que nos permitan operar tras un periodo largo de tiempo sin recibir carga.

Los elementos eléctricos y electrónicos instalados en la embarcación son:

- ▶ Sistema de Arranque.
- ▶ Iluminación.
- ▶ Luces de navegación.
- ▶ Motor limpiaparabrisas.
- ▶ Radio.
- ▶ Instrumentos de navegación.
- ▶ Sistema de agua dulce.

Vamos a disponer de dos baterías para a nuestra embarcación, una para el arranque y otra para el resto de servicios, para el arranque vamos a instalar una batería de 120 Ah, aconsejada para motores fuera borda de hasta 130HP, y la capacidad de la otra batería la vamos a calcular a continuación:

Estimación del consumo:

Limpiaparabrisas 24W

Plafón interior 5W

Luces de navegación 10W

Luces timonera 15W

Instrumentación y radio 20W

Total estimado :74 W



. Pero para calcular las baterías que debe llevar su barco, debemos como una buena norma, tener capacidad de almacenamiento para 3 veces el consumo que calculemos que utilizamos en un día, evitando así caer en ciclos de descarga profunda. Para ello debemos cargar las baterías una vez al día.

$$P=V \times I ; \quad I = P/V=74/12=6,16\text{Ah}$$

Suponemos que tenemos 6 horas durante la noche conectados aparatos y luces por un total de 74vatios. El consumo de energía eléctrica será igual a vatios dividido por 12 voltios, o sea 6,16 amperios por cada hora encendido. Como tendremos 6 horas encendido serán en total 37 amperios-hora de consumo. Y como se aconseja unas 3-4 veces esta capacidad, la batería deberá ser de más de 111 amperios-hora de capacidad total. Lo lógico en esta situación será utilizar dos baterías de 120Ah, una para servicios y otra para arranque.

Características de la batería a instalar:

Batería Vetus tipo Plomo-calcio 120Ah

Voltaje: 12v

Peso: 35,4Kg

Medidas: largo x alto x ancho cm: 50,5 x 18,2 x 23,4

10.3.- Sistema navegación y gobierno

Como sistema de navegación instalada a bordo se pueden mencionar el compás magnético y el cuadro del puesto de control.

El desarrollo de los motores fueraborda se ha acompañado de distintos accesorios, entre los cuales destacan los indicadores que suministran al patrón buena parte de la información necesaria para la navegación y el buen funcionamiento del motor.

A partir de aquí los indicadores más habituales son el tacómetro, el termostato y el indicador de inclinación.

► **El tacómetro** –o cuentavueeltas nos informa del régimen de funcionamiento del motor, con la finalidad de poder estimar la velocidad, el consumo o, simplemente, no pasar el motor de vueltas; con lo cual sufriría un exceso de temperatura y se podría estropear. Los modernos motores tienen un



sistema de protección que impide que se pasen de vueltas.

► **El termostato** es un indicador de la temperatura del motor, ya que mide los grados centígrados del agua de refrigeración que circula por su interior; pero no nos informa de la temperatura ambiente o del agua del mar. Si nos pasamos de vueltas o si algún objeto obstruye el circuito de refrigeración el termostato nos informaría de ello, pero los actuales motores, desde hace ya muchos años, cuentan con unos dispositivos de seguridad que reducen automáticamente el régimen del motor en cuanto se sobrepasa determinada temperatura, con la finalidad de evitar averías mayores. El termostato también sirve para no exprimir el motor antes de que alcance una razonable temperatura de funcionamiento justo después de ponerlo en marcha, pues tampoco es correcto que el motor funcione en frío.

► **El indicador de inclinación longitudinal**, sólo puede existir en aquellos motores dotados de powertrim o inclinación asistida del motor. En tal caso, un interruptor situado en la palanca de aceleración del motor permite inclinarlo voluntariamente.

Cuando se levanta el motor se alza también la proa y se consigue más velocidad; cuando se baja el motor se baja la proa, el casco trabaja más en contacto con la superficie del agua y desciende la velocidad. Lógicamente se pretende más velocidad cuando el mar está en calma y se reduce el ángulo cuando hace mal tiempo.

El sistema de gobierno consiste básicamente en una dirección mecánica para un motor de 235cv, accionada por una rueda de timón o volante situada en la consola de la timonera.

10.4.- Sistema de combustible.

El sistema de combustible de la embarcación estará compuesto por los siguientes elementos:

2 Tanques de combustible de 61 litros de capacidad y construido en plástico de polietileno lineal y son principalmente más seguros contra explosiones que los tanques de metal. Además la formación de vapor de agua es más reducida que en los tanques metálicos. Medidas exteriores : Largo x ancho x alto : 660 x 350 x 290 mm.



Aforador y reloj de combustible: componen el sistema que hace posible la indicación del nivel de combustible. El aforador se encuentra en el tanque y reloj en el cuadro de mandos puesto de gobierno.

Boca de llenado: como su propio nombre indica es utilizado para llenar el tanque. Su situación responde a consideraciones de comodidad de repostado de combustible.

Respiradero: es indispensable que el tanque esté equipado con un respiradero que de salida a los gases emitido por el combustible.

Un aspecto importante de la zona de instalación del tanque o tanques a instalar, es la ventilación y aislamiento, por lo que es obligatorio disponer los tanques en un a zona aislada, de otros elementos que pudieran suponer un riesgo y ventilada, la cual aseguren la ventilación del lugar, ya sea de forma natural o forzada.

Para nuestra embarcación dispondremos de una tanque de combustible en la zona baja de los asientos de popa con rejillas de ventilación.

10.5.- Sistema de agua dulce

El sistema agua dulce tiene como principal objetivo proporcionar el suministro de agua dulce tanto al W.C. y lavabo.

Está compuesto por:

▶ **Tanque de agua dulce:** de materia sintética inodora e insípida calidad adecuada para productos alimenticios, posee tapa de inspección ,61 litros de capacidad, medidas exteriores

Largo x ancho x alto : 660 x 350 x 290mm.

▶ **Tubo de llenado:** transporte de agua exterior al tanque, PVC transparente con alma de acero en espiral, diámetro 38mm, peso 0,8Kg/m.

- ▶ Respiradero
- ▶ Bomba de mano
- ▶ Grifo en lavabo
- ▶ Ducha plataforma de popa.



10.6.- Sistema de achique.

La normativa de aplicación de la embarcación obliga a la instalación de una bomba de achique eléctrica. En este caso, se ha instalado una bomba de una capacidad de 27lts/mín con una altura de elevación de 1metro.

Características bomba achique: 27 lts/min, altura elevación 1m, 12V, diámetro del tubo 19mm, altura total 104mm, diámetro del cuerpo 99mm, peso 370gr. Marca –modelo Vetus EBP-40 Cumple normativa iso8849.

Además de está bomba eléctrica exigida por la normativa, la embarcación está dotada de un sistema de auto vaciado del agua embarcada. Este sistema consiste en diseñar la cubierta de forma que toda el agua que pudiera embarcarse durante la navegación y en reposo vayan nuevamente al agua:

Cubierta de popa: bañera autovaciante con pozo de recogida del agua situada en la popa de la bañera. Dicho pozo recoge el agua de la bañera y la de la canaleta de la escotilla principal y la dirige a los pasacascos la cual permite la salida del agua embarcada.

Cubierta de proa: la cubierta walk around tiene un resalte en la zona de popa y una abertura de la brazola que permite que el agua embarcada salga de forma natural.

Caja del motor: dispone de un imbornal en la zona de popa, por encima de la flotación, el cual permite el auto vaciado.

Caja de cadenas: La caja de cadenas posee un imbornal en la zona más baja conectado un pasacascos que permite la salida del agua embarcada.



10.7.- Equipo de fondeo

El pozo de ancla será suficiente para alojar el equipo de fondeo compuesto por:

Línea de fondeo: la normativa permite si la embarcación es de menos de 6m que sea de cabo únicamente , pero para ofrecer unas mayores prestaciones y seguridad a los futuros clientes, he decidido disponer de 10 metros de cadena de 8mm (1,35 Kg/m) y unos 20 metros de cabo de 10mm (aplicando la norma de 5 veces la eslora de la embarcación), decantándonos por el de poliamida de gran resistencia a la rotura y a la abrasión al tiempo que dispone de gran elasticidad, por lo que sirve de amortiguador.

Cojinete del ancla: se dispondrá un cojinete de ancla de tipo basculante de tipo Vetus Asterix de 328mm de longitud para cadena de 8mm.

Ancla: se instalará un tipo danforth, con grillete giratorio y será de un peso de 8kg.



CAPÍTULO XI. ESTIMACIÓN DEL PESO Y CÁLCULO DE LA POSICIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD



11.1.- Objetivo

El objetivo de este capítulo es el cálculo del desplazamiento en rosca de la embarcación, la posición del centro de gravedad y comprobar si las posibles variaciones del c.d.g. sobre las estimaciones iniciales pueden ser toleradas por el diseño realizado hasta el momento, y en caso de ser necesario, realizar las modificaciones oportunas.

El desplazamiento calculado en este capítulo servirá de base para el estudio la estabilidad, añadiendo para cada caso establecido por las normativas aplicadas referente a la estabilidad.

Para ello procederemos a realizar una tabla de de los pesos que se instalarán y la posición del c.d.g. de cada uno de ellos.

Ya que es bastante probable que los datos difieran de los resultados hasta ahora manejados, es necesario mencionar, que ha de procederse a la corrección de los cálculos afectados por esta modificación, sobre todo, la estabilidad dinámica en planeo y la motorización.

11.2- Cálculo del desplazamiento en rosca y la posición del c.d.g.

Rosca	Peso	XG	VG	LG	Mto. XG	Mto.VCG	Mto. LG
	Kg	m	m	m	Kg x m	Kg x m	Kg x m
SALVAMENTO Y PREVENCIÓN							
Botiquín	3	3,9	0,39	-0,6	11,7	1,18	-1,8
Radio	3	3,32	1,2	0,3	9,96	3,6	0,9
Chalecos Salvavidas (6) 1,5 x 6	9	3,8	0,39	-0,6	34,2	3,53	-5,4
Aro salvavidas con luz y rabiza	2	3,18	1,5	0,6	6,36	3	1,2
Extintor tipo 21B	5	1,15	0,4	0	5,74	2	0
Balde contra incendios	0,4	1,15	0,4	0	0,46	0,16	0
Otros (Bengalas, prismáticos,...)	5	4,7	0,38	-0,6	23,5	1,9	-3
Bomba achique eléctrica	0,6	1,15	0,4	0	0,69	0,24	0
TIMONERA Y PUESTO DE MANDO							
Parabrisas frontal	45	3,3	2,3	0	148,5	103,5	0
Ventanas laterales	40	2,61	1,83	0	104,4	73,2	0
asiento piloto	15	2,57	0,8	0,54	38,54	12	-7,92
Asiento copiloto	15	2,43	0,8	-0,53	36,44	12	-7,92
Limpiaparabrisas eléctrico	5,2	3,68	1,52	0	19,11	7,91	0
Conjunto dirección	8,5	2	0,6	0,75	17	5,1	6,38
Cofres costados	8	2,63	0,8	0	21,05	6,4	0



Rosca	Peso	XG	VG	LG	Mto. XG	Mto.VCG	Mto. LG
	Kg	m	m	m	Kg x m	Kg x m	Kg x m
Paneles del motor /navegación	8	3,18	0,8	0,54	25,43	6,4	4,32
CABINA							
Puerta GRP superior	3,6	3,39	1,52	-0,13	12,19	5,48	-0,47
Puertas madera frontal entrada	10	3,18	1,2	-0,1	31,8	12	-0,96
colchonetas	12	4,37	0,54	0,46	52,44	6,52	5,5
Lavabo-fregadero	8	3,61	0,6	-0,76	28,88	4,8	-6,11
Bomba de pie	3	3,61	0,4	-0,65	10,83	1,2	-1,95
W.C. Químico	18	4,19	0,3	-0,76	75,49	5,4	-13,75
Escotilla	5	4,29	1,47	0	21,45	7,34	0
Reposapiés piloto	2	2,98	0,42	0,54	5,97	0,84	1,09
pasamanos copiloto	1,5	2,76	0,65	-0,75	4,14	0,98	-1,13
Forrado interior techo	8	3,89	1,41	0	31,09	11,3	0
EXTERIORES							
Cornamusas inox. Proa (2)	2	5,48	1,3	0	10,95	2,6	0
Cornamusas inox. Popa (2)	2	0,41	1	0	0,81	2	0
Cáncamo remolque proa (2)	0,3	5,75	0,9	0	1,73	0,27	0
Cáncamo remolque popa	0,6	0,15	0,4	0	0,09	0,24	0
Escalera de baño	6,5	-0,27	0,45	-0,78	-1,76	2,93	-5,06
Escotilla cabina 432X432mm	6	4,29	1,5	0	25,73	9	0
Herrajes tapa bañera	1,2	1,2	0,45	-0,1	1,44	0,54	-0,12
Herrajes tapas asientos de popa (2)	0,4	0,35	0,79	0	0,14	0,32	0
Herrajes de tapa cofre anclas	0,2	5,63	1,24	0	1,13	0,25	0
Ojo de buhey (2)	4	5,28	1,27	0	21,12	5,1	0
Candeleros y púlpitos	24	4,37	1,2	0	104,88	28,8	0
Pasamanos techo (2)	4,5	2,61	2,24	0	11,75	10,07	0
Sistema de fondeo	31	5,48	1,02	0	170	31,53	0
Cojinete del ancla	1,8	5,8	1,15	0	10,44	2,08	0
Cintón	20	2,1	0,85	0	42	17	0
Adhesivo casco-cta, contramoldes casco	20	2,6	0,3		52	6	
ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN							
Batería (2)	70,8	2,3	0,12	0,33	162,84	8,28	23,36
Material eléctrico (cableado, fusibles,...)	4	2,5	0,37	0	10	1,48	0
Iluminación interior	2	2,5	1,77	-0,15	5	3,54	-0,3
Luces de navegación	4	2,1	2,3	0	8,4	9,2	0
TANQUES Y FONTANERÍA							
Tanque combustible	10	0,54	0,15	0	5,36	1,5	0
Tanque agua grises/negras	5	2,64	0,2	0,12	13,22	1	0,6
Tanque agua dulce	5	3	0,2	0,12	14,99	1	0,6
Bomba aguas sanitarias	5	3	0,5	0,100	14,99	2,48	
Fontanería	8	2,4	0,4	-0,1	19,2	3,2	-0,8
MOTOR 110CV 4T	186	-0,2	0,49	0	-37,2	91,14	0
EMBARCACIÓN							
Total	998,1	2,3	0,75	-0,01	2293,68	750,03	-12,76



Plena carga	Peso	XG	VG	LG	Mto. XG	Mto.VCG	Mto. LG
	Kg	m	m	m	Kg x m	Kg x m	Kg x m
Rosca	998,1	2,3	0,75	-0,01	2295,63	752,57	-9,98
combustible	120	0,54	0,15	0	64,32	18	0
agua dulce	60	3,04	0,2	0	182,1	12	0
1 persona	75	2,57	0,8	0,54	192,75	60	40,73
1 persona	75	2,43	0,8	-0,53	182,25	60	-39,45
2 personas	150	4,5	1,3	0	675	195	0
2 personas	150	0,35	0,79	0	52,05	118,2	0
pertrechos y otros	60	4,7	0,38	0,6	282	22,8	36
Total	1688,1	2,33	0,73	0,02	3926,1	1238,57	27,29

Mínima carga	Peso	XG	VG	LG	Mto. XG	Mto.VCG	Mto. LG
	Kg	m	m	m	Kg x m	Kg x m	Kg x m
Rosca	998,1	2,3	0,75	-0,01	2295,63	748,58	-9,98
combustible 10%	10,8	2,58	0,03	0	27,86	0,32	0
1 persona	75	2,57	0,8	0,54	192,75	60	40,73
pertrechos y otros	10	4,7	0,38	0,6	47	3,8	6
Total	1093,9	2,34	0,74	0,03	2563,24	812,7	36,74

Por lo tanto tenemos que los pesos y las posición del c.d.g. para las diferentes condiciones de carga:

Condiciones	Peso (Kg)	XG (m)	VG (m)	LG (m)
Máxima carga	1688,10	2,33	0,73	0,02 (estribor)
Mínima carga	1093,90	2,34	0,74	0,03 (estribor)

Xg y Vg referidos a la intersección de la línea de quilla con el espejo de popa. Lg referido a la línea de crujía + hacia estribor y – hacia babor.

11.3 Comprobación del diseño de la carena

Al definir los desplazamientos calculados con las estimaciones realizadas en etapas anteriores de proyecto, y que se han utilizado para el diseño de la carena, es preciso comprobar si estas diferencias provocan trastornos importantes de diseño.



En cuanto a carena se refiere, se prestará especial atención a que se consiga la inmersión de los codillos sobre la flotación de cualquier condición de carga, en especial la de mínima carga.

Condición de máxima carga	
Calado en la maestra. M	0,326
Desplazamiento kg	1688
Calado a proa m	0,367
Calado a popa m	0,285
Calado en LCF m	0,321
Trimado (+hacia popa) m	-0,081
L _{WL} eslora flotación m	5,225
B _{WL} Manga en la flotación m	2,081
Coefficiente prismático	0,772
Coefficiente de bloque	0,437
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,384
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,315
KB m	0,210
KG fluid m	0,723
BMt m	1,781
BML m	9,589
GMt corrected m	1,269
GML corrected m	9,077
KMt m	1,992
KML m	9,799
Immersion (TPc) tonne/cm	0,093
MTc tonne.m	0,030
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) kg.m	37,396
Max deck inclination deg	1,5
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,9

Condición de mínima carga	
Calado en la maestra. M	0,259
Desplazamiento kg	1094
Calado a proa m	0,295
Calado a popa m	0,224
Calado en LCF m	0,253



Condición de mínima carga	
Trimado (+hacia popa) m	-0,071
L _{WL} eslora flotación m	5,125
B _{WL} Manga en la flotación m	2,041
Coefficiente prismático	0,765
Coefficiente de bloque	0,368
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,421
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,437
KB m	0,168
KG fluid m	0,743
BMt m	2,341
BML m	12,502
GMt corrected m	1,766
GML corrected m	11,927
KMt m	2,509
KML m	12,670
Immersion (TPc) tonne/cm	0,086
MTc tonne.m	0,026
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) kg.m	33,727
Max deck inclination deg	1,1
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,8



CAPÍTULO XII. CÁLCULO DE LA POTENCIA



12.1.- Corrección de la estabilidad longitudinal en planeo y resistencia al avance.

Una vez realizado las condiciones de carga máxima y mínima definitiva, vamos a realizar el cálculo de la potencia y la estabilidad longitudinal al planeo para éstas condiciones de carga.

Condiciones	Peso (Kg)	XG (m)	VG (m)	LG (m)
Máxima carga	1688,10	2,33	0,73	0,02 (estribor)
Mínima carga	1093,90	2,34	0,74	0,03 (estribor)

m. Masa desplazada	1.688,1 kg
LCG. Distancia longitudinal de popa al C.D.G.	2,33 m
VCG. Distancia vertical desde la línea base al C:D.G (KG)	0,73 m
b. Manga máxima entre pantoques	2,08 m
Ángulo del eje rpto. línea base. Inclinación del eje relativa a la línea base	4 °
Ángulo de astilla muerta (valor medio entre popa y en la sección en C.D.G.)	15 °
f. Distancia entre el eje y el C.D.G	0,8 m
V. Velocidad	13,363 m/s

	Tau 1: 3,5 °	Tau 2: 3 °
CV. Coeficiente de velocidad	2,96	
CL beta	0,04	
CLo	0,06	
CLo (recálculo)	0,06	0,06
CLb (recálculo)	0,04	0,04
Lambda	1,32	
		1,68
Incremento de Lambda	0,38	0,48
Lm. Eslora mojada	2,750 m	3,494 m
RN. Número Reynolds	30625501,57	38913056
Cf. Coeficiente de fricción	0	0
Rf. Resistencia por fricción	1,742 KN	2,129 KN
ff. Brazo ff	0,591 m	0,591 m
LCP	1,966 m	2,433 m
e. Diferencia entre LCG y LCP	0,364 m	-0,103 m
Mf. Momento por fricción	-0,412 KN/m	-0,435 KN/m
Mh. Momento por f. hidrodinámica	6.019,715 KN/m	-1.696,269 KN/m
M. Momento total	6.019,303 KN/m	-1.696,703 KN/m
To. Trimado medio		3,11 °
Rfo. Resistencia fricción en equilibrio		2,0441 KN
R. Resistencia		2,9261 KN



PE. Potencia efectiva	39,1011 KW
RT. Rendimientos de transmisión	0,5
PD. Potencia directa Kw	78,2
PD. Potencia directa HP	105,25

m. Masa desplazada	1.093,9 kg
LCG. Distancia longitudinal de popa al C.D.G.	2,34 m
VCG. Distancia vertical desde la línea base al C:D.G (KG)	0,74 m
b. Manga máxima entre pantoques	2,08 m
Ángulo del eje rpto. línea base. Inclinación del eje relativa a la línea base	4 °
Ángulo de astilla muerta (valor medio entre popa y en la sección en C.D.G.)	15 °
f. Distancia entre el eje y el C.D.G	0,8 m
V. Velocidad	13,363 m/s

	Tau 1: 2 °	Tau 2: 2,5 °
CV. Coeficiente de velocidad	2,96	
CL beta	0,03	
CLo	0,04	
CLo (recálculo)	0,04	0,04
CLb (recálculo)	0,03	0,03
Lambda	1,87	
		1,34
Incremento de Lambda	0,38	0,48
Lm. Eslora mojada	3,890 m	2,783 m
RN. Número Reynolds	43313937,33	30991006,35
Cf. Coeficiente de fricción	0	0
Rf. Resistencia por fricción	2,181 KN	1,857 KN
ff. Brazo ff	0,601 m	0,601 m
LCP	2,665 m	1,987 m
e. Diferencia entre LCG y LCP	-0,325 m	0,353 m
Mf. Momento por fricción	-0,389 KN/m	-0,420 KN/m
Mh. Momento por f. hidrodinámica	-3.487,433 KN/m	3.779,451 KN/m
M. Momento total	-3.487,822 KN/m	3.779,031 KN/m
To. Trimado medio		2,24 °
Rfo. Resistencia fricción en equilibrio		2,0258 KN
R. Resistencia		2,4362 KN
PE. Potencia efectiva		32,5551 KW
RT. Rendimientos de transmisión		0,5
PD. Potencia directa Kw		65,11
PD. Potencia directa HP		87,63



Desplazamiento	1093,9 Kg	1681,1 Kg
VALORES XG (MTS)	2,33	2,34
CI β	0,03	0,04
$\sqrt{CL \beta/2}$	0,146	0,122
Trimado de equilibrio τ_0	3,11°	2,24°
Potencia KW	65,11	78,20
Potencia HP	87,63	105,25
Equilibrio ó Porpoising	EQUILIBRIO	EQUILIBRIO

Como podemos comprobar en la gráfica del capítulo V sección 3, la embarcación se encuentra en equilibrio estable para las distintas condiciones de carga.

12.2 Determinación de la potencia nominal máxima de propulsión. Aplicación norma UNE-EN ISO 11592

12.2.1.- Objeto y campo de aplicación.

Esta norma establece los requisitos para la determinación de la potencia nominal máxima de propulsión de las embarcaciones de recreo a motor eslora menor de 8m.

12.2.2.- Determinación y marcado de la potencia nominal máxima de propulsión.

Para las embarcaciones propulsadas con motor fueraborda, la potencia del motor para la evaluación de prestaciones debe de determinarla el fabricante de la embarcación de acuerdo con el método dado en los capítulos 6 y 7 de la norma, y si :



- ▶ $V_{\text{máx.}} > 7 \sqrt{Lh}$ en nudos, la potencia debe ser la máxima nominal de propulsión de la embarcación (evaluada por el capítulo 6 y verificada mediante procedimiento de ensayo de maniobra).
- ▶ $V_{\text{máx.}} < 7 \sqrt{Lh}$ en nudos, la potencia a elección del fabricante de la embarcación, debe ser la potencia máxima de propulsión.

12.2.3.-Condiciones de ensayo y determinación de la velocidad máxima (capítulo 6 de la norma).

Los ensayos deben de realizarse en aguas tranquilas, considerando una velocidad de viento de menor de 5m/s (10 nudos) y una altura máxima de de ola inferior a 0,2m.

Los ensayos deben realizarse sin más cargas que el equipo estándar suministrado y el depósito permanente de combustible no debe estar lleno a más de la mitad y el peso del operario debe estar entre los 70 y los 90Kg.

La velocidad máxima de la embarcación en régimen de planeo $V_{\text{máx.}}$, debe determinarse efectuando al menos dos pasadas a lo largo de una distancia media en los dos sentidos , o por cualquier otro medio adecuado y aceptado de medición de la velocidad.

12.2.4.- Procedimiento y criterios del ensayo de maniobra.

1.-El ensayo debe de realizarse utilizando la línea de referencia, como se indica en el anexo A de la norma y la figura anexa a este apartado.

2.-Se pone la embarcación a plena potencia $V_{\text{máx.}}$ avante en recta en un rumbo paralelo y dentro de 5m de la línea A-B de referencia.

3.-Para embarcaciones, como la nuestra con $V_{\text{máx.}} < 30$ nudos, la distancia, d , respecto a la línea de referencia a la altura de la cual se inician las viradas deben ser igual a $6Lh$, es decir $6 \times 5,95 = 35,7$ metros.

4.-Las viradas deben de iniciarse cuando la proa de la embarcación alcance un punto situado a la altura de la referencia B, situado en función de la velocidad a la que la embarcación se esté ensayando.



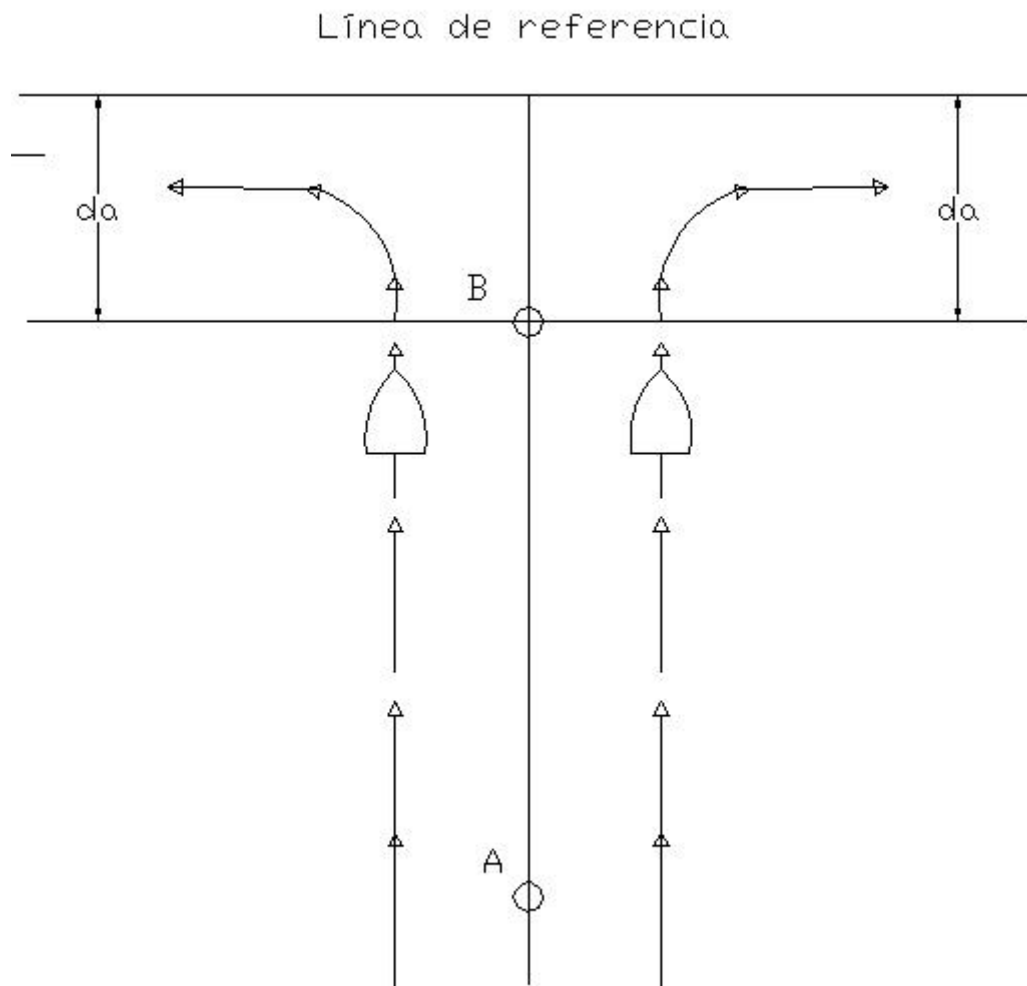
5.-Se ejecuta la virada sin reducir el régimen, sin cortar la línea de referencia y seguir un rumbo paralelo a la línea de referencia. Se completan seis carreras, virando tres veces a babor y tres veces a estribor.

Para superar el ensayo, la embarcación debe de cumplir los requisitos de los apartados 1 a 5, de forma que el operario no experimente pérdida del control direccional o estabilidad, ni dificultad de mantener la posición al timón.

Ensayo de maniobra embarcación con $V_{\text{máx.}} > 7\sqrt{Lh}$ en nudos;
 $V_{\text{máx.}} > 17$ nudos; para nuestro caso $V_{\text{máx.}} 26$ nudos.

Distancia $d_a = 6L_c = 6 \times 5,95 = 35,70\text{m}$

A continuación representamos gráficamente el ensayo para nuestra embarcación:

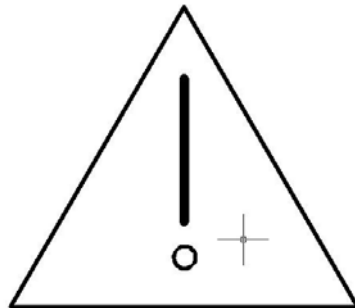




En caso de no superar el ensayo para nuestra embarcación que la $V_{m\acute{a}x.}$ esta entre $7\sqrt{L}$ y 30 nudos:

Reducir la potencia, reducir el ensayo $V_{m\acute{a}x.}$ o repetir el ensayo al $>85\%$ de $V_{m\acute{a}x.}$ para pasar, e instalar rótulo que se adjunta e instalar velocímetro.

El rótulo debe estar permanentemente bien a la vista del operario, indicando la velocidad máxima de maniobra, con la información que se señala a continuación:



Advertencia

Maniobrabilidad limitada por encima denudos

Los giros bruscos pueden provocar pérdida de control

Reducir la velocidad antes de realizar un giro pronunciado en cualquier dirección.

LÉASE EL MANUAL DEL PROPIETARIO

12.2.5.- Directrices para determinar la Potencia máxima para el ensayo inicial (anexo C de la norma)

La potencia máxima para el ensayo inicial de las embarcaciones fueraborda se determina a partir de los siguientes elementos:

1) *Factor* $\lambda = Lh \times B_T$;



siendo B_T = la anchura de la estampa de popa, al nivel o por debajo del arrufo.

2) el tipo de gobierno con que está equipada la embarcación, rueda de gobierno remota o caña de gobierno del motor.

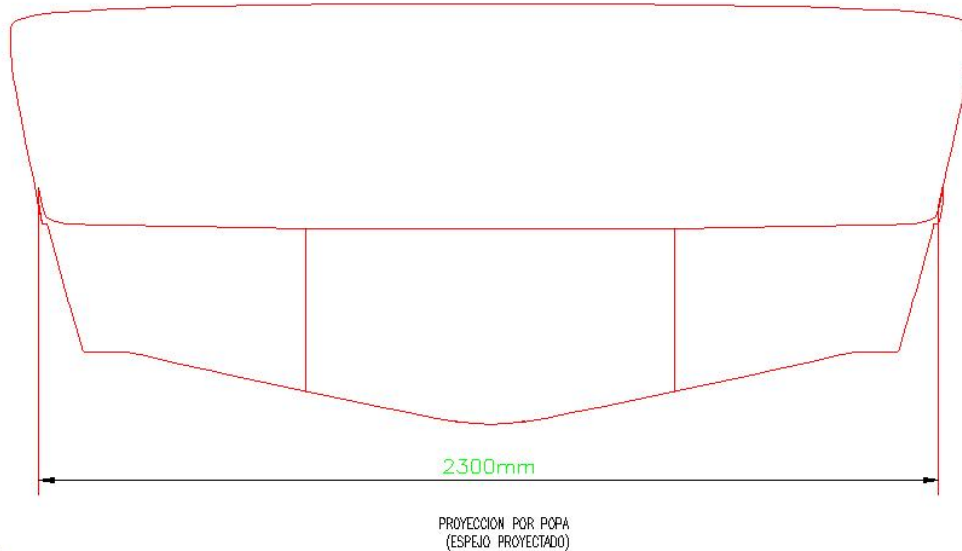
3) ángulo de astilla muerta del fondo, φ , medida en el centro.

Calculamos el valor del factor landa para nuestra embarcación:

$$\lambda = Lh \times B_T = 13,68$$

$$Lh = 5,95\text{mts}$$

$$B_T = 2,3\text{mts}$$



Para embarcaciones con un factor λ superior a 5,1, como es nuestro caso, la potencia máxima para el ensayo expresada en KW :

$$\text{Con volante de gobierno a distancia : } 16 \lambda - 67 = 151,88\text{Kw}$$



CAPÍTULO XIII. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y FLOTABILIDAD



13.1.- Introducción

En el estudio de la estabilidad según la norma UNE-EN ISO 12217-3, es necesario realizar un consulta de las diferentes normas que afectan al siguiente estudio como son:

ISO 9093-1:1994 Pequeñas embarcaciones. Grifos de fondo y pasacascos. Parte 1: Metálicos.

ISO 9093-2:1994 Pequeñas embarcaciones. Grifos de fondo y pasacascos. Parte 1: No metálicos.

ISO 9094-1-2 Pequeñas embarcaciones. Protección contra el fuego. Parte 1 y 2.

ISO 10240:1995 Manual del propietario.

ISO 12216 Pequeñas embarcaciones. Ventanas, portillos, escotillas, tapas ciegas y puertas. Requisitos de resistencia y estanqueidad.

ISO 1496:2001 Pequeñas embarcaciones. Capacidad máxima de carga.

ISO 11812:2001 Pequeñas embarcaciones. Bañeras estancas y de vaciado rápido.

Por lo que respecta a ésta ultima norma de referencia la ISO 11812:2001, es muy importante analizarla y aplicarla a nuestra embarcación, antes de realizar el estudio de estabilidad, ya que dicho estudio se realiza por una de seis opciones que veremos más adelante, de acuerdo con la eslora del casco, las características de la flotación y cubiertas, y según que la embarcación esté equipada o no con los nichos apropiados de acuerdo con la norma ISO 11812

Por lo tanto vamos a realizar un estudio y aplicación de ésta norma ISO 11812, previo al estudio de estabilidad.



13.2.-Diseño de bañeras estancas y bañeras de vaciado rápido norma UNE-EN ISO 11812.

13.2.1.- Objeto y campo de aplicación.

Esta norma especifica los requisitos para bañeras y nichos que deben designarse bien como “estancos” bien como “nichos de vaciado rápido”, en embarcaciones pequeñas de eslora hasta 24m.

No establece requisitos sobre la forma y tamaño de la bañera o nicho o sobre cuándo debe utilizarse. Solo se ocupa del vaciado por gravedad, y no el realizado por bombeo y otros medios.

El término “bañera de vaciado rápido” se ha elegido para diferenciarlo de “bañera autovaciante” en la que el agua puede vaciarse al mar en ciertas condiciones, pero sin especificar el tiempo de vaciado, altura del fondo o zócalo,..etc.

13.2.2.- Análisis de la cubierta.

Vamos a definir que tipo de cubiertas o nichos vamos a diseñar para nuestra embarcación, a continuación se detallan los tipos de bañeras posee la embarcación aplicándole a cada bañera o nicho la norma.

Abertura inundable	Tipo	Cumplimiento
Nicho motor fuera borda	Nicho de achique rápido	ISO 11812 para “cabinas y nichos de achique rápido”
Nichos de estiba bajo asientos	Nicho estanco al agua. Grado 2	ISO 11812 para “cabinas y nichos estancos”
Bañera popa	Nicho de achique rápido	ISO 11812 para “cabinas y nichos de achique rápido”
Bañera timonera	Nicho de achique rápido	ISO 11812 para “cabinas y nichos de achique rápido”
Habilitación	Nicho estanco al agua. Grado 2	ISO 11812 para “cabinas y nichos estancos”
Caja de cadenas	Nicho de achique rápido	ISO 11812 para “cabinas y nichos de achique rápido”



13.2.3.- Requisitos

Requisitos para fondos de Bañera de vaciado rápido:

- a) Altura mínima del fondo de la bañera , $H_{Bmin.} = 0,075m$, para la categoría C (según tabla 2 de la norma)
- b) Cuando la embarcación esté adrizada: debe drenarse al menos el 98% del volumen de la bañera.
- c) Cuando esté escorada: debe de vaciarse al menos el 90% del volumen del nicho a 10° de escora.
- d) tiempo de vaciado: es el tiempo de que tarda en vaciarse la bañera desde su altura h_c , hasta que quede un resto de 0,1m por encima del fondo de la bañera.

Si la sección del desagüe, expresada en metros cuadrados, es mayor o igual que $0,05V_c$, se considera suficientemente grande para cumplir con los requisitos y no hace falta una evaluación del tiempo de desagüe Para otras consideraciones de vaciado, debe evaluarse el tiempo de desagüe y no debe de ser mayor de $t_{máx.}$, por las fórmulas de la tabla 3 de la norma, que para nuestra embarcación tendremos:

$$\text{Categoría de diseño C} \dots \dots \dots t_{máx} = 0,6/K_c,$$

siendo K_c la relación entre el volumen de la bañera y la reserva de flotabilidad y es igual a:

$$K_c = V_c / (L_H \times B_{máx.} \cdot F_M) ; F_M \text{ Francobordo medio.}$$

- e) número de desagües, una bañera de desagüe rápido debe de tener como mínimo dos desagües, uno a babor y otro a estribor, a menos que una apertura permita el drenaje del buque cuando está escorado tanto a babor como a estribor.
- f) Los desagües con sección transversal circular deben tener un diámetro de al menos 25mm.



g) Rejillas protectoras, si los desagües están equipados con sistemas que impidan el que los objetos sueltos caigan en el sistema de desagüe, debe de ser consciente que una rejilla de orificios pequeños es más susceptible de resultar atascada que el desagüe en sí.

h) instalación del desagüe, la salida del desagüe que pase a través del casco debe de colocarse por encima de la línea de flotación, o si está por debajo, estar equipada con tapones de fondo.

13.2.4.- Evaluación del tiempo y el diámetro del desagüe.

Paso 1. Determinación del tiempo de desagüe $t_{m\acute{a}x}$.

Paso 2. Determinación del tiempo de referencia $t_{ref} = t_{m\acute{a}x}/Vc$

Paso 3. Determinación del coeficiente C_1 (Se debe a una corrección para poder entrar en las tablas, ya que éstas están realizadas para una altura h_c de 0,4m hasta un remanente de 0,1m).

Paso 4. Se determina si la salida del desagüe está por encima o por debajo de la línea de flotación.

Paso 5. Entrar en la tabla 4 de la norma y seleccionar el diámetro de desagüe.

Por lo tanto vamos a realizar los cálculos para las siguientes bañeras:

► Bañera de popa

Dimensiones bañera = (1,346 largo x 2,227m de ancho x por 0,7m profundidad)

Altura media de la bañera popa $h_c=0,70m$

Luego el área del fondo de la bañera = $3m^2$

El Volumen de la bañera (Vc) es de $3 \times 0,70 = 2,1m^3$



$$K_c = 2,1/(5,95 \times 2,45 \times 0,70) = 0,21;$$

Puesto que la embarcación está en la categoría diseño C, embarcación sin vela:

$$t_{\text{máx.}} = 0,6/K_c = 0,6/0,21 = 2,8 \text{ mín. y } h_{\text{smín}} = 0,1 \text{ m}$$

$$\text{Si se dispone de dos desagües, } t_{\text{ref}} = t_{\text{máx.}}/V_c = 2,8/2,1 = 1,3 \text{ mín}$$

Entrando en la tabla 4 de la norma por la primera fila donde la salida del desagüe está por encima de WL sin codo,

Y de acuerdo con la tabla 4 de la norma, diámetro $d = 65 \text{ mm}$

Si se disponen de cuatro desagües: el volumen de la bañera por conjunto de desagües será :

$$V_c = 1,05 ; K_c = 1,05/5,95 \times 2,45 \times 0,70 = 0,10$$

$$T_{\text{máx.}} = 0,6/0,10 = 6$$

$$t_{\text{ref}} = t_{\text{máx.}}/V_c = 6/2,1 = 2,85 \text{ min, diámetro } d = 45 \text{ mm}$$

► Bañera timonera

Dimensiones de la bañera = (1,690m de largo x 1,314 ancho x 0,8 de profundidad)

$$\text{Altura media de la bañera popa } h_c = 0,80 \text{ m}$$

$$\text{Luego el área del fondo de la bañera} = 2,22 \text{ m}^2$$

$$\text{El Volumen de la bañera (} V_c \text{) es de } 2,22 \times 0,80 = 1,77 \text{ m}^3$$

$$K_c = 1,77/(5,95 \times 2,45 \times 0,80) = 0,15;$$

Puesto que la embarcación está en la categoría diseño C, embarcación sin vela:

$$t_{\text{máx.}} = 0,6/K_c = 0,6/0,15 = 4 \text{ mín. y } h_{\text{smín}} = 0,1 \text{ m}$$



Si se dispone de dos desagües, $t_{ref} = t_{m\acute{a}x}/V_c = 4/1,77 = 2,25\text{mín}$

Entrando en la tabla 4 de la norma por la tercera fila donde la salida del desagüe está por debajo de WL sin codo,

Obtenemos un diámetro $d = 55\text{mm}$

Si se disponen de cuatro desagües: el volumen de la bañera por conjunto de desagües será :

$$V_c = 0,88\text{m}^3$$

$$K_c = 0,88/5,95 \times 2,45 \times 0,80 = 0,075$$

$$T_{m\acute{a}x.} = 0,6/0,075 = 8 \text{ mín.}$$

$$t_{ref} = t_{m\acute{a}x}/V_c = 8/0,88 = 9 \text{ mín, diámetro } d = 30\text{mm}$$

► Nicho del motor fuera borda.

Volumen en m^3 del hueco donde va instalado el motor : $0,563\text{m}$ (largo) x $0,877\text{m}$ (ancho) x $0,5\text{m}$ (altura media) = $0,246\text{m}^3$;

Según el apartado c) citado anteriormente, si la sección del desagüe, expresada en metros cuadrados, es mayor o igual que $0,05V_c$, se considera suficientemente grande para cumplir con los requisitos y no hace falta una evaluación del tiempo de desagüe.

Por lo que $0,05 \times 0,246 = 0,012\text{m}^2$, suponiendo un desagüe de 20mm de diámetro,

$$\text{Sección desagüe: } \tau r^2 = \tau \times 0,01 = 0,031\text{m}^2 > 0,012\text{m}^2$$

Por lo tanto podemos poner un desagüe de 20mm de diámetro.

► Nicho caja de cadenas

Volumen en m^3 de la caja cadenas: $0,855\text{m}$ (largo) x $0,5\text{m}$ (ancho) x $0,4\text{m}$ (altura media) = $0,171\text{m}^3$;

Según el apartado c) citado anteriormente, si la sección del desagüe, expresada en metros cuadrados, es mayor o igual que $0,05V_c$, se considera



suficientemente grande para cumplir con los requisitos y no hace falta una evaluación del tiempo de desagüe.

Por lo que $0,05 \times 0,171 = 0,008\text{m}^2$, suponiendo un desagüe de 10mm de diámetro,

Sección desagüe: $\tau r^2 = \tau \times 0,005 = 0,016\text{m}^2 > 0,008\text{m}^2$

Por lo tanto podemos poner un desagüe de 10mm de diámetro.

► Cubierta proa walk around.

Volumen en m^3 de la cubierta de proa : 7 m (largo) x 0,28m (ancho) x 0,115m (altura media) = $0,231\text{m}^3$;

Según el apartado c) citado anteriormente, si la sección del desagüe, expresada en metros cuadrados, es mayor o igual que $0,05Vc$, se considera suficientemente grande para cumplir con los requisitos y no hace falta una evaluación del tiempo de desagüe.

Por lo que $0,05 \times 0,231 = 0,011\text{m}^2$, suponiendo un desagüe en forma de abertura en la parte más baja de la cubierta es decir, en popa, justo antes de la bajada, tendremos:

Sección desagüe en forma trapezoidal de bases 0,24 y 0,09m y altura 0,115m

Tendremos un sección de $0,115 \times (0,24+0,09)/2 = 0,019 \text{m}^2$, a cada banda de los pasillos, por lo que tendremos una superficie total de desagüe de $0,038\text{m}^2 > 0,011\text{m}^2$.

Por lo tanto podemos poner un desagüe en forma trapezoidal de bases 0,24 y 0,09m y altura 0,115m.

13.2.5.- Requisitos para altura de zócalos.

Antes de entrar en el cálculo de la altura de los zócalos debemos de decir que la norma hace dos distinciones, según la bañera sea de un único nivel o de niveles múltiples, para las bañeras de un único nivel determina la altura mínima del zócalo, según la categoría de diseño y según sea el tipo de zócalo, mientras que



las bañeras de niveles múltiples establece la altura de la bañera más baja, considerando el traspaso de una bañera a otra, sin disponer de zócalos entre ellas.

Para nuestra embarcación, aunque tenga la bañera en dos niveles, vamos a considerar dos bañeras de un único nivel y colocaremos un zócalo para cada una, siempre respetando la altura mínima de la cubierta más baja sea la altura mínima que exige la norma para cubierta de niveles múltiples.

Las alturas de zócalo mínimas requeridas ($h_{s\text{mín.}}$), según el tipo de embarcación y la categoría de diseño se dan en la tabla 5 de la norma, obteniendo para nuestra embarcación:

Categoría de diseño	Zócalo fijo	Zócalo semifijo	
	Altura del zócalo	Altura de la parte fija	Altura de la parte móvil
C	$h_{s\text{mín}}$	$h_{s\text{mín}}/2$	$h_{s\text{mín}}$
	0,1m	0,05m	0,1m

Por lo tanto tendremos una altura de zócalo mínima para la bañera de popa de 100mm y una altura mínima de zócalo fijo para la puerta de entrada a la habitación de 100mm, siempre que la puerta esté por encima de 100mm.

13.2.6.- Requisitos de estanqueidad.

Estanqueidad de bañeras estancas: todas las bañeras estancas deben de tener todas las superficies con una estanqueidad de grado 1 (protección contra efectos de inundación continua).

Estanqueidad de bañeras de desagüe rápido hasta h_c (altura de agua contenida en la bañera) deben de tener una estanqueidad de grado 1.

El grado de estanqueidad de los dispositivos de cierre deben ser tal como se exige en la tabla 6 de la norma.

Analizaremos cada una de las bañeras y nichos de nuestra embarcación en lo relativo a la estanqueidad:

Bañera de popa: al tener al abertura por proa, directamente no cumple
. NO CUMPLE



Bañera de timonera: abertura en el frente dentro de h_c , para el acceso a habitación, no creemos necesario hacer cumplir el requisito de estanqueidad a esta abertura, ya que aumentaría en el precio y mermaría en comodidad, aún no cumpliendo la normativa para ser definida como bañera de vaciado rápido.

NO CUMPLE

Caja de cadenas: sin aberturas ni dispositivos. CUMPLE

Hueco motor: sin aberturas ni dispositivos. CUMPLE

Cubierta proa: hay escotillas de cierre, pero está por encima de h_c , aún así es estanca de grado 1. CUMPLE.

CUADRO RESUMEN DE DESAGUES Y ALTURAS DE ZÓCALO DE LAS DISTINTAS BAÑERAS Y NICHOS. APLICACIÓN NORMA UNE-EN ISO 11812. BAÑERAS ESTANCAS Y DE VACIADO RÁPIDO.

BAÑERA O NICHOS DE ACHIQUE RÁPIDO	Ø DESAGUE		ALTURA ZÓCALO		
	2 DESAG.	4 DESAG.	Altura del zócalo	Altura de la parte fija	Altura de la parte móvil
			h_{Smin}	$h_{Smin}/2$	h_{Smin}
BAÑERA POPA	65mm	45mm	0,1m	--	--
BAÑERA TIMONERA	55mm	30mm	--	0,05m	0,1m
NICHO MOTOR	20mm uno solo	--	--	--	--
CAJA DE CADENAS	10mm uno solo	--	--	--	--
CUBIERTA PROA WALK AROUND	Abertura de $0,02m^2$, a cada banda	--	0,1m	--	--



13.3.- Norma UNE-EN ISO 12217-3 Introducción

13.3.1.- Objetivo

El objetivo de este capítulo es, obviamente realizar un estudio sobre estabilidad de la embarcación que permita comprobar si se cumplen requisitos mínimos, establecidos por la normativa al respecto.

13.3.2.- Normativa a aplicar.

La norma de aplicación para el estudio de la estabilidad es la norma UNE-EN ISO 12217-3 2002 Pequeñas embarcaciones. Evaluación y clasificación de la estabilidad y la flotabilidad. Parte 3: Embarcaciones de eslora inferior a 6m.

13.3.3.- Introducción a la norma ISO 12217-3

Esta parte de la norma ISO 12217 especifica los métodos de evaluación de la estabilidad y flotabilidad de embarcaciones en estado intacto (es decir sin averías). También se contemplan las características de la flotación de las embarcaciones susceptibles de inundación.

La evaluación de las condiciones de estabilidad y flotabilidad utilizando esta parte de la norma ISO 12217 permitirá asignar a la embarcación una categoría de diseño (C o D) adecuada a su diseño y a su carga máxima total.

Esta parte de la norma ISO 12217 es aplicable a las embarcaciones menores de 6m , tanto sean propulsadas por medios humanos o mecánicos, exceptuando los multicascos a vela con habilitación.

Los ensayos que se deben aplicar a las embarcaciones no propulsadas a vela, vienen definidos en el capítulo seis de la norma.

Las embarcaciones no propulsadas a vela se pueden evaluar por una de las seis opciones de acuerdo con la eslora del casco, las características de la flotación y cubiertas, y según que la embarcación esté equipada o no con nichos apropiados de acuerdo con la norma ISO 11812. Tanto estas opciones como los correspondientes ensayos que se deben aplicar figuran en la siguiente tabla:



Opción	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
Aplicable a los cascos de eslora	Hasta 6m			Desde 4,8m hasta 6m		
Categoría de diseño posible	C y D	C y D	D	C y D	D	C y D
Aplicable a motores de una de una potencia de	Cualquiera	Cualquiera	<3kw	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Aplicable a los siguientes tipos de instalaciones de motores	Cualquier tipo	Cualquier tipo	Cualquier tipo	Cualquier tipo	Cualquier tipo	Motores intraborda
Cubierta o protecciones	Cualquiera	Cubierta completa	Cualquiera	Cubierta parcial	Cualquiera	Cualquiera
Ensayo de altura de inundación	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
Ensayo de compensación de cargas	6.3	6.3	-	6.3	6.3	6.3
Grado de flotación	A nivel	-	Véase el apdo. 6.6	-	-	Básico
Ensayo de flotación	6.4	-	Véase el apdo. 6.6	-	-	6.5
Elementos de flotación	Anexo C	-	Anexo C	-	-	Anexo C
Ensayo de recuperación después del vuelco	-	-	6.6	-	-	-

Para decidir la opción de ensayos a realizar para a nuestra embarcación, debemos de ver de cual de ellas quedamos excluidos directamente, por lo que veremos que la 3ª quedamos excluidos por la potencia , de la 6ª por el tipo de instalación de motores y la 3ª por el tipo de categoría. Por lo tanto solo podemos acceder a las opciones 1ª, 2ª y 4ª opción.

Descartando la opción 1 al incluir un ensayo más que las otras dos opciones tendremos la opción 2ª, si la cubierta es completa, o la opción 4ª , si es la cubierta es parcial.

Por lo tanto para decidir cual de ellas vamos aplicar vamos a ver el tipo de cubierta de nuestra embarcación, las cual se define en el punto 3.1.5 y 3.1.6 de la norma.

Embarcación con cubierta completa: Embarcación en la que la proyección horizontal del área total de diseño comprende cualquier combinación de:

Cubiertas estancas y/o superestructuras,



Nichos de achique rápido que cumplan la Norma ISO 11812.

Nichos estancos que cumplan la norma ISO 11812 con un volumen conjunto inferior a $L_H B_H F_M / 40$.

Todos los dispositivos cerrados deben ser estancos al agua de acuerdo con la norma ISO12216.

Embarcación con cubierta parcial: Embarcación en la que al menos dos terceras partes de la proyección horizontal del área total de diseño está constituida por cubiertas, cabinas, protecciones o tapas de escotilla rígidas que sean estancas al agua de acuerdo con la norma ISO 12216 y que hayan sido diseñadas para verter el agua de mar, que todo esta área esté comprendida dentro de $L_H / 3$ a partir de proa, y en cuyo área esté también comprendida una superficie de 100mm hacia el interior contados a partir del borde de toda la periferia de la embarcación.

Ya que nuestra la cubierta de nuestra embarcación en el acceso a habitación posee el grado de estanqueidad 3 (que proporciona protección contra salpicaduras de agua), por lo tanto tendremos un cubierta parcial y aplicaremos opción 4ª.

Por lo tanto tendremos que realizar dos ensayos que a continuación describimos y realizamos en nuestra embarcación.

13.4.- UNE-EN ISO 12217-3: Ensayo de altura de inundación.

13.4.1.-Aberturas Inundables.

Se deben aplicar los requisitos que a continuación se detallarán, a todas las aberturas inundables excepto:

a) nichos estancos al agua de un volumen inferior a $(L_H B_H F_M) / 40$, o nichos de achique rápido;

Para ver qué compartimentos se incluirían en nuestra embarcación debemos de analizar que tipo de abertura inundable es cada una de ellas.

Aberturas inundables de nuestra embarcación:



Abertura inundable	Tipo	Cumplimiento
Nicho motor fuera borda	Nicho de achique rápido	ISO 11812 para “cabinas y nichos de achique rápido”
Nichos de estiba bajo asientos	Nicho estanco al agua	ISO 11812 para “cabinas y nichos estancos”
Bañera popa	Bañera autovaciante	ISO 11812 no cumple
Bañera timonera	autovaciante	ISO 11812 no cumple
Habilitación	Abertura inundable	-

Por lo tanto si excluimos el nicho del motor fuera borda y las bañeras de popa y timonera, por ser de achique rápido, vemos si el volumen conjunto de los espacios bajo los asientos es inferior que $(LhBhFm)/40$; $(5,95 \times 2,45 \times 0,686) / 40 = 0,25m^3$; mientras que el espacio de estiba bajo los asientos tienen un volumen interior de $0,4 \times 0,5 \times 0,4 = 0,08m^3 < 0,25m^3$, por lo que los espacios de estiba bajo los asientos quedan también excluidos.

Por lo tanto tendremos que realizar el ensayo para la abertura inundable de la habilitación.

b) conductos de drenaje de los nichos de achique rápido o de los nichos estancos al agua, si estando llenos no lleva a la inundación o zozobra de la embarcación.

c) Dispositivos no abiertos.

d) Dispositivos abiertos situados en la parte superior que cumplan con la ISO 12216 para una estanqueidad de grado 2 y que en el manual del propietario esté claramente marcado “ cierre estanco- mantener cerrado durante la navegación”; y que sean

- 1) Escotillas de salida de emergencia o dispositivos con cierres atornillados, o
- 2) Estando en un compartimento de un volumen tan reducido que, incluso si está inundado, la embarcación satisface todos los requisitos, o
- 3) en una embarcación de la categoría C o D, en la que, cargada con el peso de desplazamiento, no llegue a naufragar si el compartimento



en cuestión se inunda como resultado de haberse dejado el dispositivo abierto.

e) dispositivo abiertos situados en el interior de la parte superior que cumplan con la norma ISO 12216 para una estanqueidad de grado 2.

13.4.2.-Generalidades.

El ensayo sirve para demostrar que la embarcación dispone de un margen suficiente de francobordo en la condición de desplazamiento en carga antes de que se embarque agua a bordo.

Este ensayo debe de realizarse utilizando el personal que se describe a continuación, mediante los pesos de ensayo que representan al personal (a razón de 75Kg por persona), o por medio de cálculos (utilizando el plano de formas y el desplazamiento calculado a partir del pesaje o la medición de los francobordo).

- a) Se selecciona un número de personas igual a la tripulación límite, cuyo peso medio no sea inferior a 75Kg.
- b) Se carga la embarcación, en aguas tranquilas, con todos los elementos que constituyen la carga máxima total, y con las personas colocadas de forma que se consiga el asiento de diseño.
- c) Se mide la altura desde a línea de flotación hasta los puntos por los que puede comenzar a entrar agua por cualquiera abertura inundable. Cuando la abertura esté protegida por una brazola más alta alrededor del nicho del que sobresale, la altura inundable debe medir hasta el punto más bajo de la brazola.



13.4.3.- Requisitos

Se determina la categoría de diseño comparando las mediciones efectuadas con los requisitos para una altura mínima de inundación, usando bien

- 1) las normas del anexo A de la norma, generalmente dan los requisitos más bajos,
- 2) usando el gráfico basado solamente en la eslora de la embarcación.

13.4.4.- Aplicación del ensayo.

1) Entrando en el gráfico de la fig.2 obtenemos para una categoría de diseño C, una eslora del casco de 5,95m, obtendremos altura requerida de 0,5metros.

La altura por la que empezaría a entrar agua en la abertura inundable de la habilitación es, medida en el plano de formas, a la condición de carga realizada obtenemos:

2) Aplicando el anexo A de la norma, tendremos un valor mínimo y un máximo de la altura de inundación para cualquier abertura inundable, por lo tanto tendremos que realizar el método completo para el cálculo de la altura de inundación y comprobar que se encuentra entre los siguientes márgenes de la tabla A.1, del anexo A de la citada norma:

Categoría de diseño	C
Opciones	1-4,6,10,11
$h_{D(R)}$ no debe ser menor que	0,3
$h_{D(R)}$ no debe ser mayor que	0,75

Método completo para calcular la altura de inundación requerida por el Anexo A

La altura de inundación requerida ($h_{D(R)}$) se calcula separadamente para cada abertura inundable como sigue:

$$h_{D(R)} = H_1 \times F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times F_5$$



Donde $H_1 = L_H/15$

F_1 es el factor de posición de abertura (varía entre 0,5 y 1,0).

F_2 es el factor de tamaño de la abertura (varía entre 0,6 y 1,0).

F_3 es el factor de tamaño del nicho, mayor que 0,7, pero nunca debe ser mayor que 1,2.

F_4 es el factor de desplazamiento.

F_5 es el factor de flotación, el cual es 1,25 para la opción 4.

► Cálculo del factor de posición de abertura F_1

$F_1 = (1 - X_d/L_H)$ ó $(1 - Y_d/L_H)$, la que sea mayor, donde,

X_d es la distancia longitudinal hasta la abertura inundable desde el extremo de la roda o de la popa (cualquiera que sea la menor).

Y_d es la menor distancia transversal de la abertura inundable desde la periferia de la embarcación.

► Cálculo del factor de tamaño de la abertura F_2

$$F_2 = 1 + X_d/L_H (\sqrt{a/(75L_H)} - 0,4) \text{ si } a < (30L_H)^2$$

donde a es el área conjunta de las aberturas hasta el extremo de proa de L_H .

► Cálculo del factor de tamaño del nicho F_3

$F_3 = 1,0$ cuando la abertura no sea un nicho, en otro caso;

$F_3 = 0,7$ si el nicho es de achique rápido;

$$F_3 = 0,7 + k^{0,5};$$

donde

$$k = V_R/L_H B_H F_M;$$

donde V_R es el volumen de los nichos que no tienen achique rápido, expresados en metros cúbicos.

► Cálculo del factor de desplazamiento F_4

$$F_4 = [10 V / L_H B^2]^{1/3};$$



donde V es el volumen de desplazamiento en condición de desplazamiento en carga = $m_{LDC}/1025$;

B es B_H para monocascos y B_{WL} para catamaranes.

► Cálculo del factor de flotación F_5

$F_5 = 1,25$ para la opción 4.

Por lo tanto, para nuestra embarcación obtenemos que:

Abertura 1: Bañera. Nicho estanco de achique rápido, de acuerdo ISO 11812.

Abertura 2: Bañera de la timonera Nicho estanco de achique rápido, de acuerdo ISO 11812.

Abertura 3 : Habilitación. Nicho no estanco.

Elemento	Abertura 1	Abertura 2	Abertura 3
H1 (Lh/15)	0,4	0,4	0,4
Posición aberturas F_1	0,9	0,87	0,643
Tamaño aberturas F_2	1,1	1,23	1
Tamaño de los nichos F_3	0,7	0,7	1,5
Desplazamiento F_4	1,38	1,38	1,38
Flotación F_5	1,25	1,25	1,25
Altura requerida por cálculo	0,47m	0,51m	0,66m
$h_{D(R)}=H1F1F2F3F4F5L/15$			
Altura de inundación requerida con los límites que se deban aplicar (tabla A1, anexo A)	$h_{D(R)}\text{mín}=0,3\text{m}$	$h_{D(R)}\text{mín}=0,3\text{m}$	$h_{D(R)}\text{mín}=0,3\text{m}$
	$h_{D(R)}\text{máx.}=0,75\text{m}$	$h_{D(R)}\text{máx.}=0,75\text{m}$	$h_{D(R)}\text{mín}=0,75\text{m}$
Altura medida de inundación	0,7	0,75	0,75
Categoría de diseño posible	C	C	C
	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

13.4.4.- Embarcaciones fuera borda en su puesta en marcha.

Solamente para embarcaciones preparadas para un montaje externo de un motor fuera borda, se han de cumplir además los siguientes requisitos:



- Con la embarcación en la condición de rosca, y con el motor montado y una persona de un peso no inferior a 75Kg situada a 0,5m a proa del punto de amarre del motor, la menor altura desde la línea de flotación al punto en que la embarcación puede comenzar a inundarse a través de cualquier abertura inundable debe ser mayor de 0,1 metros.

Para esta condición de carga medimos la altura de la abertura inundable del hueco del motor, que sería la abertura inundable más baja que tendríamos por lo que lo medimos directamente en el plano de formas y obtenemos una medida de 182mm, por lo que $182 > 100$ mm, por lo que cumple.

- El peso que se debe tomar para los motores de gasolina en las columnas 1 y 3 de las tablas B.1 y B.3 debe ser el adecuado a la potencia máxima recomendada para la embarcación por el constructor. Para todos los demás motores se debe tomar el peso real del motor.

Para una potencia máxima de 110HP tendremos 82Kw, por lo que estaremos en la fila de entre 55,0 a 83,9 Kw con un peso del motor más controles en seco de 187Kg sumergido de 160,8Kg.

13.5.- UNE-EN ISO 12217:Ensayo de compensación de pesos.

13.5.1.-Generalidades.

Este ensayo sirve para comprobar que las embarcaciones insumergibles tienen suficiente estabilidad ante una descompensación de pesos de la tripulación. En lugar de un ensayo práctico se deben efectuar cálculos teóricos utilizando los pesos reales de la embarcación.

13.5.2.- Ensayo

Se preparan los pesos de ensayo que representan a cada persona hasta la tripulación límite. Cada persona debe estar representada por un peso de 75Kg .

Al colocar los pesos de ensayo se utiliza el siguiente procedimiento, los pesos no se deben colocar en aquellos lugares en donde la gente no pueda estar sentada o de pie. En caso de duda, se colocan en aquellos lugares en los que se produzca un resultado más desfavorable.



1º) Se colocan los pesos correspondientes directamente a la situación de máxima carga con toda la tripulación a una banda. Se deben de colocar el centro de gravedad de los pesos de ensayo lo más lejos posible de un costado, pero teniendo en cuenta que los pesos representan a cada miembro de la tripulación, por lo que no deben estar colocados con sus centros de gravedad a menos de 500mm uno del otro, o menos de 250mm del borde exterior de las zonas destinadas a estar de pie o sentadas.

2º) Se mide la menor altura desde la línea de flotación hasta el punto menor que empieza a penetrar agua en el interior de la embarcación. Para esta situación se puede excluir cualquier penetración en forma de pozo de un motor fuera borda. Se repite en la dirección opuesta a la escora. La menor de estas dos medidas es el margen medio de francobordo.

Los valores de las medidas hechas para la condición de carga hasta la tripulación máxima es el margen medido de francobordo, que debe exceder al requerido para la opción apropiada que se da en la siguiente tabla (tabla 4 del ISO 12217-3)

Opción	1	2	3	4	5	6
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Categoría de diseño C	100	100	100	150	No aplicable	100
Categoría de diseño D	10	10	10	10	250	10

Por lo que para nuestra categoría y opción tendremos un valor de 150mm.

Ensayo para la condición hasta la tripulación máxima en la condición de carga máxima y con una distribución de pesos, siguiendo las instrucciones citadas con anterioridad y analizando con medidas

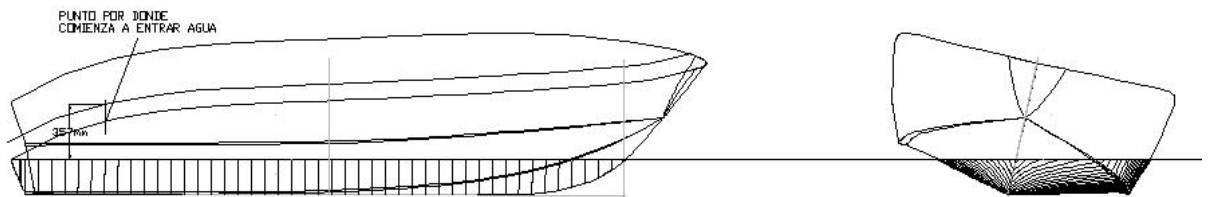
Analizamos las situaciones de carga en el programa Hridromax y exportamos los gráficos de las diferentes escoras, al Autocad, donde podremos comprobar las diferentes alturas de francobordo en la sección donde comienza a entra agua.



Por lo que :

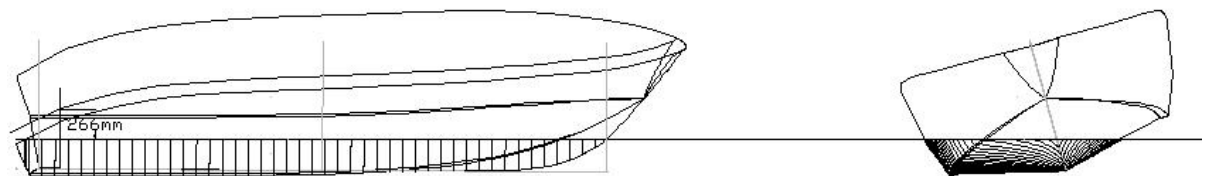
Para el costado de BABOR: **Valor obtenido 357mm**

Ensayo de compensación de pesos hasta la tripulación máxima (6 personas) hacia el costado de babor



Para el costado de ESTRIBOR: **Valor obtenido 266mm**

Ensayo de compensación de pesos hasta la tripulación máxima (6 personas) hacia el costado de Estribor



Como podemos observar la condición más desfavorable se produce cuando hacemos el ensayo para estribor, principalmente debido por la escora que tiene hacia ese costado por la situación del barco en rosca y de la situación de los pertrechos, situados a la banda de estribor.

Margen medio de francobordo: 266mm > 150mm **CUMPLE.**

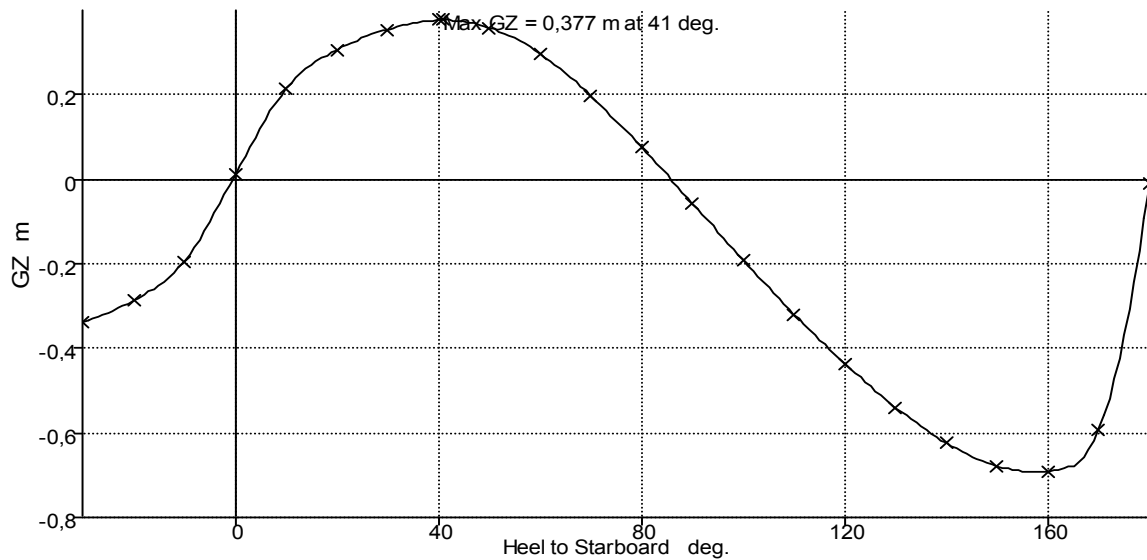


A continuación introducimos las curvas de estabilidad a grandes ángulos, para las dos condiciones el barco en rosca y el desplazamiento a plena carga.

Condición de Rosca:

Condición	nº	peso Kg	LCG=2,300	VCG=0,750	Trans.Am
		Kg	m	m	m
rosca	1	998,1	2,3	0,75	-0,01
	total peso	998,1	LCG=2,300	VCG=0,750	TCG=-0,010

Draft Amidsh. m	0,248
Displacement kg	998,2
Heel to Starboard degrees	-0,3
Draft at FP m	0,289
Draft at AP m	0,207
Draft at LCF m	0,24
Trim (+ve by stern) m	-0,082
WL Length m	5,109
WL Beam m	2,033
Wetted Area m ²	8,873
Waterpl. Area m ²	8,266
Prismatic Coeff.	0,769
Block Coeff.	0,348
Midship Area Coeff.	0,501
Waterpl. Area Coeff.	0,796
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,409
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,468
KB m	0,16
KG fluid m	0,75
BMT m	2,44
BML m	13,61
GMt corrected m	1,85
GML corrected m	13,02
KMt m	2,6
KML m	13,77
Immersion (TPc) tonne/cm	0,085
MTc tonne.m	0,026
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) kg.m	32,224
Max deck inclination deg	1
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,9



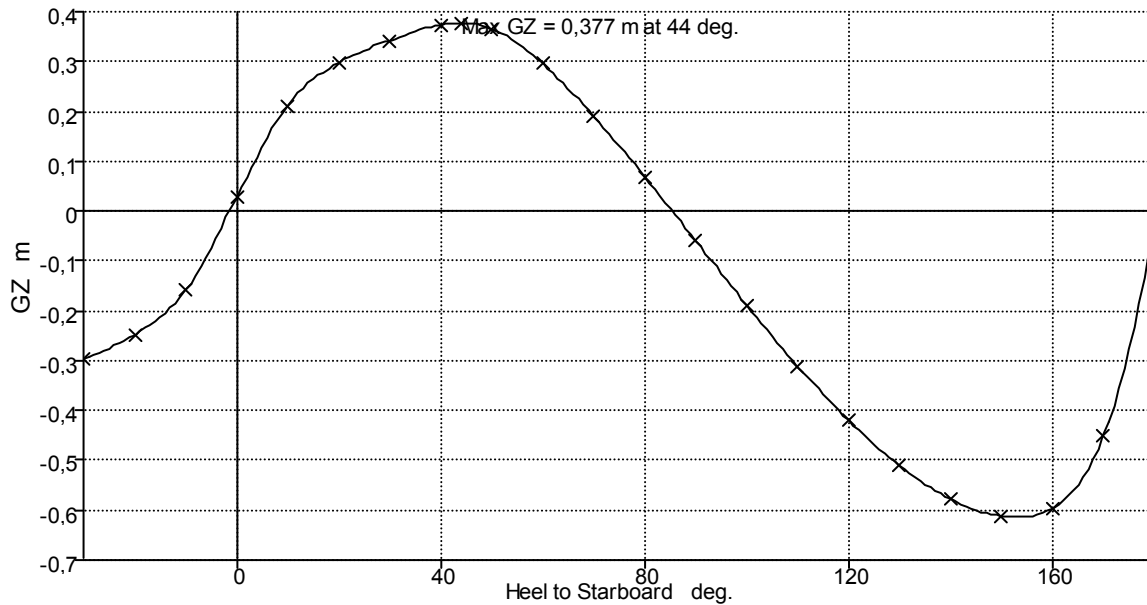
Heel to Starboard degrees	-30	-20	-10	0	10	20
Displacement kg	998,1	998,2	998,2	998,2	998	998
Draft at FP m	0,136	0,212	0,263	0,289	0,263	0,212
Draft at AP m	-0,014	0,104	0,179	0,207	0,179	0,104
WL Length m	4,77	5,106	5,143	5,107	5,143	5,106
Immersed Depth m	0,349	0,27	0,239	0,269	0,239	0,27
WL Beam m	1,41	1,454	1,609	2,033	1,609	1,454
Wetted Area m ²	6,964	7,21	7,588	8,931	7,588	7,21
Waterpl. Area m ²	6,107	6,307	6,872	8,325	6,872	6,307
Prismatic Coeff.	0,79	0,755	0,759	0,769	0,759	0,755
Block Coeff.	0,415	0,486	0,492	0,349	0,492	0,486
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,401	-0,406	-0,409	-0,409	-0,408	-0,405
VCB from DWL m	-0,104	-0,09	-0,082	-0,081	-0,082	-0,09
GZ m	-0,337	-0,287	-0,195	0,01	0,215	0,306
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,282	-0,302	-0,343	-0,48	-0,343	-0,302
TCF to zero pt. m	-0,626	-0,487	-0,31	0	0,31	0,487
Max deck inclination deg	30	20	10	0,9	10	20
Trim angle (+ve by stern) deg	-1,7	-1,2	-1	-0,9	-1	-1,2



Heel to Starboard degrees	30	40	50	60	70	80
Displacement kg	998	998,2	998,2	998,2	998,2	998,1
Draft at FP m	0,136	0,017	-0,215	-0,645	-1,496	-3,997
Draft at AP m	-0,014	-0,195	-0,472	-0,897	-1,688	-3,952
WL Length m	4,771	4,763	4,746	4,667	4,775	4,937
Immersed Depth m	0,349	0,394	0,394	0,365	0,322	0,339
WL Beam m	1,41	1,377	1,414	1,285	1,153	1,017
Wetted Area m ²	6,964	6,59	6,426	6,331	6,299	6,27
Waterpl. Area m ²	6,107	5,675	5,305	4,591	4,132	3,832
Prismatic Coeff.	0,79	0,773	0,765	0,777	0,763	0,738
Block Coeff.	0,415	0,377	0,39	0,511	0,64	0,634
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,4	-0,394	-0,391	-0,397	-0,406	-0,42
VCB from DWL m	-0,104	-0,118	-0,121	-0,123	-0,131	-0,141
GZ m	0,355	0,376	0,359	0,298	0,197	0,075
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,282	-0,252	-0,206	-0,169	-0,153	-0,164
TCF to zero pt. m	0,626	0,795	0,936	0,924	0,865	0,773
Max deck inclination deg	30	40	50	60	70	80
Trim angle (+ve by stern) deg	-1,7	-2,4	-2,9	-2,9	-2,2	0,5

Condición de plena carga:

Rondición de carga	nº	Weight kg	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m
rosca	1	998,1	2,3	0,75	-0,01
combustible	1	120	0,54	0,03	0
agua dulce	1	60	3,04	0,2	0
1persona	1	75	2,57	0,8	0,54
1persona	1	75	2,43	0,8	-0,53
2personas	2	75	4,5	1,3	0
2personas	2	75	0,35	0,79	0
petrechos	6	10	4,7	0,38	-0,6
	Total	1688	LCG=2,326	VCG=0,723	TCG=-
	Weight=				0,027



Heel to Starboard degrees	-30	-20	-10	0	10	20
Displacement kg	1688	1688	1688	1688	1688	1688
Draft at FP m	0,234	0,305	0,349	0,367	0,349	0,305
Draft at AP m	0,118	0,218	0,274	0,285	0,274	0,218
WL Length m	4,963	5,076	5,27	5,217	5,27	5,076
Immersed Depth m	0,451	0,369	0,326	0,347	0,326	0,369
WL Beam m	1,609	1,665	1,852	2,081	1,852	1,665
Wetted Area m ²	8,514	8,662	9,25	10,033	9,25	8,662
Waterpl. Area m ²	7,159	7,411	8,126	9,126	8,126	7,411
Prismatic Coeff.	0,81	0,801	0,773	0,773	0,773	0,801
Block Coeff.	0,458	0,528	0,518	0,437	0,518	0,528
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,38	-0,383	-0,385	-0,384	-0,384	-0,383
VCB from DWL m	-0,142	-0,131	-0,12	-0,109	-0,12	-0,131
GZ m	-0,296	-0,247	-0,159	0,027	0,212	0,298
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,225	-0,261	-0,293	-0,313	-0,293	-0,261
TCF to zero pt. m	-0,616	-0,455	-0,242	0	0,243	0,455
Max deck inclination deg	30	20	10	0,9	10	20
Trim angle (+ve by stern) deg	-1,3	-1	-0,8	-0,9	-0,8	-1



Heel to Starboard degrees	30	40	50	60	70	80
Displacement kg	1688	1688	1688	1688	1688	1688
Draft at FP m	0,234	0,117	-0,097	-0,479	-1,241	-3,478
Draft at AP m	0,118	-0,029	-0,228	-0,518	-1,053	-2,587
WL Length m	4,963	4,868	4,846	4,803	4,983	5,103
Immersed Depth m	0,451	0,498	0,516	0,513	0,511	0,574
WL Beam m	1,609	1,646	1,428	1,232	1,118	1
Wetted Area m ²	8,514	8,605	8,384	8,237	8,155	8,128
Waterpl. Area m ²	7,159	7,114	5,981	5,092	4,529	4,2
Prismatic Coeff.	0,81	0,806	0,797	0,801	0,765	0,739
Block Coeff.	0,458	0,412	0,461	0,566	0,62	0,583
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,38	-0,377	-0,38	-0,389	-0,403	-0,419
VCB from DWL m	-0,142	-0,153	-0,169	-0,188	-0,206	-0,223
GZ m	0,343	0,373	0,366	0,295	0,191	0,069
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,225	-0,144	-0,091	-0,082	-0,096	-0,111
TCF to zero pt. m	0,616	0,748	0,817	0,825	0,79	0,725
Max deck inclination deg	30	40	50	60	70	80
Trim angle (+ve by stern) deg	-1,3	-1,7	-1,5	-0,4	2,1	10
Heel to Starboard degrees	90	100	110	120	130	140
Displacement kg	1688	1688	1688	1688	1688	1688
Draft at FP m	N/A	-5,278	-3,027	-2,247	-1,839	-1,584
Draft at AP m	N/A	-3,369	-1,847	-1,326	-1,053	-0,879
WL Length m	5,182	5,254	5,327	5,387	5,45	5,513
Immersed Depth m	0,645	0,714	0,762	0,785	0,781	0,749
WL Beam m	0,923	0,914	0,935	0,989	1,103	1,246
Wetted Area m ²	8,119	8,127	8,152	8,193	8,257	8,395
Waterpl. Area m ²	4,022	3,968	4,029	4,21	4,496	4,909
Prismatic Coeff.	0,717	0,697	0,678	0,662	0,647	0,635
Block Coeff.	0,533	0,48	0,434	0,394	0,351	0,32
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,435	-0,449	-0,458	-0,461	-0,46	-0,454
VCB from DWL m	-0,235	-0,243	-0,246	-0,244	-0,236	-0,222
GZ m	-0,06	-0,189	-0,311	-0,42	-0,511	-0,578
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,136	-0,169	-0,205	-0,246	-0,298	-0,351
TCF to zero pt. m	0,635	0,525	0,4	0,266	0,134	0,015
Max deck inclination deg	90	100	109,9	119,9	129,8	139,6
Trim angle (+ve by stern) deg		20,7	13,2	10,4	8,9	8

Heel to Starboard degrees	50,0	60,0	70,0	80,0
°	688	688	688	688
Draft at FP m	1,410	1,284	1,196	1,173
Draft at AP m	0,758	0,679	0,651	0,658
WL Length m	,574	,645	,716	,024
Immersed				



Depth m	,686	,585	,431	,224
WL Beam m	,380	,670	,387	,373
Wetted Area m ²	,711	,527	1,558	3,147
Waterpl. Area m ²	,540	,632	,291	1,286
Prismatic Coeff.	,620	,595	,551	,611
Block Coeff.	,312	,299	,280	,616
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0,445	0,435	0,422	0,416
VCB from DWL m	0,200	0,168	0,121	0,085
GZ m	0,612	0,595	0,451	0,027
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0,380	0,363	0,336	0,149
TCF to zero pt. m	0,073	0,104	,016	,000
Max deck inclination deg	49,4	59,0	68,3	74,2
Trim angle (+ve by stern) deg	,4	,8	,2	,8



13.6.- Estudio de la Flotabilidad.

En cuanto a la flotabilidad, aunque la norma ISO12217-3 nos exige de realizar los ensayos respectivos de flotación, vamos a realizar un estudio de la reserva de flotabilidad que vamos a encontrar en nuestra embarcación.

El volumen de reservas de flotabilidad tiene que ser el suficiente como para mantener a flote la embarcación inundada y con la tripulación abordo. Es decir el peso de la embarcación más el peso de agua embarcada, más el el peso de agua embarcada, más el peso de la tripulación debe ser igual al empuje provocado por la reserva de flotabilidad más el empuje propio de la embarcación y los tripulantes (en este caso pondremos 75 Kg por persona).

Esto quiere decir que el volumen que no puede ser ocupado por agua en caso de inundación debe ser equivalente al desplazamiento de la embarcación.

Se hace necesario, por lo tanto, calcular el desplazamiento de la embarcación para éstos cálculos. Para ello se tomará, como base el desplazamiento a plena carga 1688,10 Kg.

Considerando los espesores de los laminados con los distintos espesores y volumen de refuerzos que se encuentra en la zona inundada (hasta la regala de popa) se obtiene los siguientes datos:

	Superficie m	Espesor m	Volumen m
Costados	7,730	0,006	0,046
Fondo	8,400	0,009	0,076
Quilla	2,700	0,012	0,032
Contramolde casco 1 (bañera)	10,110	0,004	0,040
Contramolde casco 2 (habilitación)	7,160	0,004	0,029
Mamparo habilitación	0,512	0,016	0,008
Refuerzo apoyo	0,622	0,003	0,002
Cartabones de popa	0,810	0,030	0,004
Mamparos divisorios bajo cama	0,927	0,016	0,015
Espejo de popa	0,900	0,040	0,036
Contramolde casco 1 Volumen interior (Esloras + Varenga)			0,174
Cubierta	7,000	0,030	0,210
			0,672



Los espacios que nos quedan estancos a los costados del contramolde del casco de popa, según el plano de estructura del contramolde de casco así como la popa, tendremos:

A cada costado (descontando el volumen de los tanques de combustibles):

Cámara estanca costado de $0,5\text{m}^3 \times 2 = 0,86\text{m}^3$

Cámara estanca de popa : $0,44\text{m}^3$

Suma del volumen que nos proporciona la embarcación más la cámaras estancas de los costados (a la cual hemos descontado el volumen que ocupa los tanques de combustible) y de la popa, tendremos:

Total reserva de flotabilidad: $0,86 \text{ m}^3 + 0,67 \text{ m}^3 + 0,44 \text{ m}^3 = 1,97 \text{ m}^3 > 1,68\text{m}^3$, requeridos como requisito de flotabilidad de la embarcación.



CAPÍTULO XIV. EQUIPAMIENTOS



14.1.- Equipamientos: Requisitos mínimos

Atendiendo a la orden del ministerio de fomento 1144/2003 del 28 de abril, por la que se regulan los equipos de seguridad, salvamento, contra incendios, navegación y prevención de vertidos por aguas sucias, que se deben llevar a bordo las embarcaciones de recreo, se establece lo siguiente:

Para no limitar la embarcación exclusivamente a usuarios con la titulación de patrón de navegación básica (PNB), limitados a 4 millas de un abrigo o playa accesible), se le ha otorgado la categoría "C" (en aguas costeras). De esta manera se le la posibilidad de alejarse hasta 12 millas de la costa, por lo que lo usuarios que posean mayor titulación (PER, por ejemplo), puedan hacer un uso más extenso de las posibilidades de la embarcación. A esta categoría le corresponden las zonas de navegación 4,5,6 y 7; cuyas limitaciones son las siguientes:

	Zona de Navegación	Distancia de la costa
Navegación en aguas costeras	Zona "4"	Hasta 12 millas
	Zona "5"	Hasta 5 millas
	Zona "6"	Hasta 2 millas
Aguas protegidas	Zona "7"	Aguas protegidas en general

Los requerimientos mínimos establecidos por la norma anteriormente mencionada, en cuanto a equipamiento, son:

**14.2.- Equipo de salvamento**

Material	Zona de Navegación				Comentarios
	4	5	6	7	
Chalecos salvavidas	x	x	x	x	Chalecos para el 100% de las personas. Homologación SOLAS (R.D. 809/99) o "CE" (Directiva 89/686,r.d.1407/92)Flotabilidad 150N
Aros salvavidas	1	-	-	-	Con luz y rabiza. Homologación SOLAS (R.D. 809/99) o "CE" (Directiva 89/686,R.D. 1407/92)
Cohetes con luz roja y paracaídas	6	-	-	-	Homologación R.D. 809/99
Bengalas de mano	6	3	3	-	Homologación R.D. 809/99
Señales Fumígenas flotantes	1	-	-	-	Homologación R.D. 809/99



14.3.- Equipo de Navegación

Material	Zonas de Navegación				Comentarios
	4	5	6	7	
Luces y marcas de navegación	x	x	x	x	Homologación COLREG 72 cualquier país (UE) Navegación diurna, hasta 12 millas y/o eslora <7m podrá llevar linterna eléctrica de luz blanca con pilas de repuesto, en lugar de luces.
Compás	1				Un compás de gobierno. Homologación R.D. 809/99, (anexo A1: compás magnético o compás de bote salvavidas).
Prismáticos	1				
Cartas y libros Náuticos	1	1	1	1	De los mares por lo que navegue
Bocina de niebla	1				
Campana	1	1	1	1	
Pabellón nacional	1				
Linterna estanca	1	1	1	1	
Espejo de señales	1				
Reflector radar	1	1	1	1	
Código de señales					

14.4.- Armamento diverso

Material	Zona de Navegación				Comentarios	
	4	5	6	7		
Estachas de amarre muelle		2	2	2	2	En su caso: longitud y resistencia adecuada a la eslora.
Bichero	1	1	1	1		
Remo	1	1	1	1	Un par de zaguales	
Botiquín		1	1			Para zona 4: tipo balsa salvamento (RD 258/99 y orden PRE/930/2002); para zona 5: botiquín nº4 según orden 4/12/80
Líneas de fondeo		x	x	x	x	Obligado como mínimo 5 veces la eslora .Menos de 6m puede ser si cadenas

**14.5.-Achique y contra incendios**

Material	Zona de Navegación				Comentarios
	4	5	6	7	
Extintores portátiles, función de la eslora	x	x	x	x	Con cabina cerrada y menor de 10m, uno de tipo 21B. peso mínimo de los extintores:2kg de polvo seco (peso equivalente si es otro agente extintor)
Extintores portátiles, función de la potencia instalada	x	x	x	x	Inferior a 150Kw uno de tipo 21B.peso mínimo de los extintores: 2kg de polvo seco (peso equivalente si es otro agente extintor)
Detector de gas	x	x	x	x	Si tiene instalaciones de gas combustible
Baldes contra incendios	1				
Bombas de achique	1	1	1	1	Zonas 4,5 y 6 una bomba. En zona 7: una bomba manual o electrica para esloras menore o iguales a 6m, con cámara de flotabilidad, podrá sustituirse por achicador
Baldes de achique	1	1	1		Puede ser el del contraincendios

14.6.- Prevención de vertidos de aguas sucias

Material	Zonas de Navegación				Comentarios
	4	5	6	7	
Depósitos de retención de aguas sucias	x	x	x	x	Si están dotados de aseos. Depósitos permanentes: conexión universal a tierra. Conductos que atraviesen el casco: válvulas de cierre hermético con precintos o dispositivos mecánicos de cierre.
Equipos de desmenuzar y desinfectar	x	x	x	x	Si están dotadas de aseo. Equipos homologados o aprobados. En caso de descargas de aguas desmenuzadas y desinfectadas en zonas permitidas.
Equipos de tratamientos	x	x	x	x	Si están dotados de aseos. Equipos homologados o aprobados. En caso de descargas de aguas tratadas en zonas permitidas.



CAPÍTULO XV. PRESUPUESTO ESTIMADO



15.1 Objetivo

El objetivo principal del cálculo del presupuesto es establecer si la embarcación será competitiva en el mercado de embarcaciones de similares características.

Se ha procurado, por tanto, realizar una estimación del presupuesto lo más detallado posible. Para ello se ha consultado listados de precios de distintos proveedores de forma actualizada, y se ha realizado una estimación bastante exacta de todos los materiales necesarios para la construcción de la embarcación.

15.2.- Coste proyecto.

Una vez tenemos las instalaciones donde vamos a construir la embarcación según la normativa ISO, el siguiente paso, es el de analizar las diferentes opciones que el mercado de los diseñadores navales presentan.

Un presupuesto tipo de un proyecto de construcción de una embarcación como ésta tendría la siguiente configuración:

El coste del paquete de diseño y documentación rondaría entre los 6000 y 8000 Euros. Este pago otorgaría licencia de construcción para una unidad de embarcación. Unidades sucesivas implican un royalty de:

De unidad 2 a 20:800 Euros.

De unidad 21 a 40: 600 Euros.

De unidad 41 en adelante: 500 Euros.

No habrá cargos durante las visitas de asistencia en construcción que se ofrecen. Si el cliente solicita asistencia adicional el coste por jornada es de 200 Euros más gastos de viaje y alojamiento.



15.3.- Modelos y moldes

15.3.1.-Materiales

Modelo casco	unidad	cantidad	precio/udad	total
tablones de pino 30x30x0,08x 15	ml	15	16,00 €	240,00 €
tableros aglomerado 16mm 2,44x1,22x16mm	ud	10	26,00 €	260,00 €
tablero DM 10mm cortados a 30mm 2 x 1 m	ml	5	12,00 €	60,00 €
PVC 3mm H60 Kg/m3 plachas 2 x 1m	udad.	7	30,00 €	210,00 €
resina + fibra de vidrio	Kg	15	2,50 €	37,50 €
masilla poliéster tl 4010 Ferro	Kg	15	8,00 €	120,00 €
masilla poliéster carrocería, lata 2,5Kg	udad.	20	10,00 €	200,00 €
Pintura de poliéster de fondo (aparejo) 2,5 lts	udad.	2	120,00 €	240,00 €
Top coat molde Durabuild 1Galon (1galón : 3,7lt)	galón	1	300,00 €	300,00 €
Lijas grano 120,220,320,500,800,1200 y 1500	uds	500	0,50 €	250,00 €
otros				300,00 €
				2.217,50 €

Molde casco	unidad	cantidad	precio/udad	total
desmoldeante cera FR16 (ferro)	udad	6	20,00 €	120,00 €
gelcoat molde casco Vinilester	Kg	20	10,00 €	200,00 €
Resina poliéster Ortóftálica Tixotrópica y preacelerada	Kg	600	1,40 €	840,00 €
Fibra de vidrio	Kg	300	1,20 €	360,00 €
Poliuretano refuerzos planchas 2x1	udad	3	8,00 €	24,00 €
Fabricación estructura casco				1.000,00 €
				2.544,00 €

Modelo cubierta	unidad	cantidad	precio/udad	total
tablones de pino 30x30x0,08x 15	ml	15	16,00 €	240,00 €
tableros aglomerado 16mm 2,44x1,22x16mm	ud	15	26,00 €	390,00 €
tablero DM 10mm cortados a 30mm 2 x 1 m	ml	2	12,00 €	24,00 €
resina + fibra de vidrio	udad.	7	30,00 €	210,00 €
masilla poliéster tl 4010 Ferro	Kg	15	2,50 €	37,50 €
masilla poliéster carrocería, lata 2,5Kg	Kg	25	8,00 €	200,00 €
Pintura de poliéster de fondo (aparejo) 2,5 lts	udad.	3	120,00 €	360,00 €
Top coat molde Durabuild 1Galon (1galón : 3,7lt)	udad.	1	300,00 €	300,00 €
Lijas grano 120,220,320,500,800,1200 y 1500	uds	300	0,50 €	150,00 €
otros	uds	1	300,00 €	300,00 €
				2.211,5 €



Molde cubierta	unidad	cantidad	precio/udad	total
Desmoldeante cera FR16 (ferro)	udad	6	20,00 €	120,00 €
gelcoat molde casco Vinilester	Kg	20	10,00 €	200,00 €
Fibra de vidrio	Kg	300	1,20 €	360,00 €
Resina poliéster Ortóftálica Tixotrópica y preacelerada	Kg	300	1,40 €	420,00 €
Poliuretano refuerzos planchas 2x1	udad	3	8,00 €	24,00 €
Fabricación estructura casco				1.000,0 €
				2.124,0 €

Modelo contramolde casco	unidad	cantidad	precio/udad	total
tableros 4mm marinos 2,5 x 1,22m	udad.	3	15,00 €	45,00 €
tableros aglomerado 16mm 2,44x1,22x16mm	ud	4	26,00 €	104,00 €
resina + fibra de vidrio	udad.	7	30,00 €	210,00 €
masilla poliéster tl 4010 Ferro	Kg	15	2,50 €	37,50 €
masilla poliéster carrocería, lata 2,5Kg	Kg	15	8,00 €	120,00 €
Pintura de poliéster de fondo (aparejo) 2,5 lts	udad.	2	120,00 €	240,00 €
Top coat molde Durabuild 1Galon (1galón : 3,7lt)	udad.	1	300,00 €	300,00 €
Lijas grano 120,220,320,500,800,1200 y 1500	galón	2	300,00 €	600,00 €
otros	uds	300	0,50 €	150,00 €
				1.806,50€

Molde contramolde casco	unidad	cantidad	precio/udad	total
desmoldeante cera FR16 (ferro)	udad	3	20,00 €	60,00 €
gelcoat molde casco Vinilester	Kg	20	10,00 €	200,00 €
Resina poliéster + fibra	Kg	400	1,40 €	560,00 €
Poliuretano refuerzos planchas 2x1	udad	3	8,00 €	24,00 €
Fabricación estructura casco				1.000,00 €
Fibra de vidrio	Kg	300	1,20 €	360,00 €
				2.204,0 €



Modelo contramolde cubierta	unidad	cantidad	precio/udad	total
tableros 4mm marinos 2,5 x 1,22m	udad.	3	15,00 €	45,00 €
tableros aglomerado 16mm 2,44x1,22x16mm	ud	4	26,00 €	104,00 €
resina + fibra de vidrio	udad.	7	30,00 €	210,00 €
masilla poliéster tl 4010 Ferro	Kg	15	2,50 €	37,50 €
masilla poliéster carrocería, lata 2,5Kg	Kg	15	8,00 €	120,00 €
Pintura de poliéster de fondo (aparejo) 2,5 lts	udad.	1	120,00 €	120,00 €
Top coat molde Durabuild 1Galon (1galón : 3,7lt)	udad.	0,3	300,00 €	90,00 €
Lijas grano 120,220,320,500,800,1200 y 1500	galón	2	300,00 €	600,00 €
otros	uds	300	0,50 €	150,00 €
				1.476,5 €

Molde contramolde cubierta	unidad	cantidad	precio/udad	total
desmoldeante cera FR16 (ferro)	udad	3	20,00 €	60,00 €
gelcoat molde casco Vinilester	Kg	10	10,00 €	100,00 €
Fibra de vidrio	Kg	220	1,20 €	264,00 €
Resina poliéster Ortóftálica Tixotrópica y preacelerada	Kg	300	1,40 €	420,00 €
Poliuretano refuerzos planchas 2x1	udad	3	8,00 €	24,00 €
Fabricación estructura casco				200,00 €
				1.068,00 €

modelos y moldes de tapas

300,00 €

Total suma de todos los materiales

11.934,0€



15.3.2.-Mano de obra

En base a la experiencia, podremos estimar el cálculo de la mano de obra como la sumatoria de horas trabajadas por un personal especializado y auxiliar, durante un tiempo estimado, por lo tanto:

Media de trabajadores: 5

Duración aproximada de la obra: 5 meses

Horas trabajadas/mes: 160

Estimación horas trabajadas obra completa: 3200 horas

Precio Hora

Mano de obra Oficial primera carpintería 1600,00 euros Brutos/mes/160 horas/mes=10,00 euros/hora

Mano de obra oficial de segunda: 1450,00euros bruto/mes/160 horas/mes = 9,00 euros/hora

Mano de obra ayudante:1200,00euros bruto/mes/160 horas/mes = 7,5 euros/horas

Por lo tanto tendremos el siguiente reparto:

Ingeniero técnico Naval : 1 operario x 5meses x 160 Horas/mes x12,00/hora=9600 euros

Oficiales de primeras necesarios: 2 operarios x 5meses x 160Horas/mes x10,00 euros/hora = 16000 euros

Oficiales de segunda necesarios: 2 operarios x 5 meses x 160Horas/mes x 9,00 euros/hora = 14400 euros

Ayudantes necesarios: 1 operarios x 5 meses x 160Horas/mes x 7,5 euros/hora = 6000 euros

Total mano de obra estimada: 46.000euros

Aplicamos un margen del 10%, para poder hacer frente a situaciones imprevistas en la obra: 4.600 euros

Total mano de obra estimada para la construcción de todos los moldes: 50.600,00 euros



15.3.3. Coste total de los moldes

Total materiales	11.934,00 €
Mano de obra	50.600,00 €
Alquiler instalaciones	10.000,00 €
Servicio ajeno prevención de riesgos laborales	500,00 €
EPI's y y medidas de protección colectivas	2.500,00 €
servicios generales (luz, agua, teléfono,...)	800,00 €
Inversión en maquinaria desgaste	600,00 €
Total moldes	76.934,00 €

15.3.4. Inversión Inicial

Una vez analizado todos los costes, tendremos que realizar una inversión inicial de:

Inversión Inicial	
Proyecto embarcación	8.000,00 €
Moldes	76.934,00 €
total	84.934,00 €

Por lo que en el precio de las embarcaciones debemos de realizar un incremento del precio, en la dirección de recuperar la inversión inicial. La cuestión es en cuantas unidades recuperamos la cantidad inicial aportada y cuanto beneficio neto nos proporciona cada embarcación, por lo que el mercado no exige ajustarnos a unos precios establecidos de forma flexible por la competencia, a continuación presento unas tablas de amortización del capital inicial para unas cantidades determinadas. Antes de decidimos por una u otra, creo conveniente de realizar el presupuesto de la embarcación y según los márgenes del precio que tengamos, aplicaremos el incremento necesario.

Unidades producidas	30	40	50	60	100	200
Incremento amortización inversión inicial	2.831,13 €	2.123,35€	1.698,68 €	1.415,57 €	849,34 €	424,67 €



El estudio de mercado realizado en el primer capítulo nos puede dar indicaciones para realizar una previsión de ventas y una estimación inicial de las ventas. El departamento comercial del astillero se encargará de captar clientes, como podemos observar cuanto mayor sea la previsión de ventas, menor será el incremento de amortización de la inversión inicial.

15.4. Coste de la embarcación.

En la estimación del coste total de la embarcación lo vamos a realizar desglosando el total en diferentes partidas, como son los materiales y la mano de obra, a esto hay que añadir como vimos anteriormente los gastos proporcionales de la amortización del capital inicial más el royalty, en caso de que el diseñador sea ajeno a la empresa o astillero.

15.4.1.- Materiales

Laminado	Cantidad	udad	Precio/udad	Total
Mat 300/450	80	Kg	2,8	224,00 €
Tejido 500/800	60	Kg	2,5	150,00 €
Resina	180	Kg	2,7	486,00 €
Gelcoats	80	Kg	7	560,00 €
PVC	28,55	m2	15	428,25 €
Adhesivo núcleo	1	udad	30	30,00 €
Material vacío*	1	udad	120	120,00 €
				1.998,25 €

* (Peel Ply, plástico de vacío, manta conductora, plástico perforado,...)

Carpintería	Cantidad	udad	Precio/udad	Total
Puertas de madera teka entrada	2	uds.	120,00 €	240,00 €
Madera teka 6mm plataformas de baño	2	uds.	60,00 €	120,00 €
Remates Interiores		uds.	20,00 €	20,00 €
				380,00 €



Aseo	Cantidad	udad	Precio/udad	Total
Depósito agua dulce 61Lts	1	uds	160,00 €	160,00 €
Depósito aguas grises 61Lts	1	uds	160,00 €	160,00 €
Mangueras, tuberías,..	1	uds	44,00 €	44,00 €
Bomba eléctrica	1	uds	30,00 €	30,00 €
Inodoro químico	1	uds	100,00 €	100,00 €
Tapones de cubierta Agua Tubo38mm	1	uds	30,40 €	30,40 €
Lavabo	1	uds	23,40 €	23,40 €
Válvula de fondo, pasacascos salidas a. grises	1	uds	50,00 €	50,00 €
Accesorios de montaje (sellantes,abrazaderas,tornillería)	1	uds	20,00 €	20,00 €
				617,80 €

Instalación eléctrica	Cantidad	uds	Precio/udad	Total
Baterías 12V 108 Ah	2	uds	167,00 €	334,00 €
Cuadro Servicios	1	uds	100,00 €	100,00 €
Interruptor ppal. servicio batería	2	uds	28,50 €	57,00 €
Interruptor emergencia	1	uds	28,50 €	28,50 €
Cable batería conexión (rollo 10m)	1	uds	100,00 €	100,00 €
Juegos terminales baterías (juego 2 piezas)	2	uds	9,80 €	19,60 €
Luces de navegación reglamentarias	1	uds	45,00 €	45,00 €
Luces de techo halógenas	1	uds	24,00 €	24,00 €
Cables	1	uds	58,00 €	58,00 €
Limpiaparabrisas eléctrico	1	uds	180,00 €	180,00 €
				946,10 €

Elementos de cubierta y accesorios casco	Cantidad	uds	Precio/udad	Total
Cornamusas 100mm	4	uds	20,00 €	80,00 €
Pasamanos acero Inox. Tubo 25mm diámetro proa 300mm	0,6	m	35,90 €	21,54 €
Pasamanos acero Inox. Tubo 25mm diámetro copiloto 300mm	0,3	m	35,90 €	10,77 €
Pasamanos acero Inox. Tubo 25mm diámetro had top 500mm	1	m	35,90 €	35,90 €
Soporte tubo acero inox 25mm de diámetro	9	uds	11,10 €	99,90 €
Barandilla acero inox. Elcctropulido	1	uds	600,00 €	600,00 €
Parabrisas frontal y lateral Securit	1	uds	800,00 €	800,00 €
Cáncamos remolque	2	uds	6,00 €	12,00 €
Pasmano teca bañera	4	uds	12,00 €	48,00 €
Bisagras asientos popa	4	uds	9,00 €	36,00 €
Bisagras caja de cadenas	2	uds	10,00 €	20,00 €
Bisagra tapa Bañera	2	uds	18,00 €	36,00 €
Mesa bañera c/ pata telescópica	1	uds	100,00 €	100,00 €
Cierres asientos popa	2	uds	6,00 €	12,00 €
Cierre tapa bañera	1	uds	30,00 €	30,00 €



Elementos de cubierta y accesorios casco	Cantidad	uds	Precio/udad	Total
Junta estanquidad tapa bañera	1	uds	12,00 €	12,00 €
Portillo tipo PQ51 acero inox. 125mm diámetro	2	uds	78,30 €	156,60 €
Escotilla de ventilación Libero 200x200mm	1	uds	128,90 €	128,90 €
Pascascos bañera popa 65mm diámetro	2	uds	8,20 €	16,40 €
Pascascos bañera timonera 55mm	2	uds	62,00 €	124,00 €
Pasacascos hueco motor 20mm	1	uds	6,00 €	6,00 €
Asientos Patrón admiral, ergonómica y asiento abatible	1	uds	375,00 €	375,00 €
Pata asiento telecópica y ajustable	2	uds	191,00 €	382,00 €
Asiento Captain	1	uds	138,80 €	138,80 €
Pata de mesa 60cm , desmontable	1	uds	217,40 €	217,40 €
Tapa de mesa	1	uds	120,00 €	120,00 €
				3.619,21€

Sistema de combustible	Cantidad	uds	Precio/udad	Total
Depósitos de combustible	2	uds	152,00 €	304,00 €
Tapones de cubierta (llenado combustible)	1	uds	30,00 €	30,00 €
Respiradro	1	uds	31,40 €	31,40 €
Rejillas de ventilación	1	uds	15,00 €	15,00 €
Accesorios tanques	2	uds	6,00 €	12,00 €
	1	1	30,00 €	30,00 €
				422,40 €

Dirección y control	Cantidad	uds	Precio/udad	Total
Rueda Timón KS 32,320mm diámetro, recubrimiento poliretano gris	1	1	68,5	68,50 €
Mando a distancia planca montaje lateral	1	1	150	150,00 €
Medidor de Temperatura 12V (40-120°)	1	1	51	51,00 €
Cable empuje-tracción LF (baja fricción) largo 4m	1	1	46,9	46,90 €
Indicador Nivel carburante	1	1	51	51,00 €
Cuenta revoluciones/hora 12/24v, (0-4000 RPM)	1	1	175,3	175,30 €
				542,70 €

Unión casco-cubierta	Cantidad	uds	Precio/udad	Total
Cintón Poly 40x31mm	15	m	8,1	121,50 €
Sellante	2	uds	7	14,00 €
				135,50 €



Sistema de Fondeo	Cantidad	uds	Precio/udad	Total
Cojinete de ancla acero inox. Basculante	1	uds	137,90 €	137,90 €
Cadena 8mm DIN766, calibrada y galvanizada	10	uds	6,95 €	69,50 €
Cabo poliamida	20	uds	2,40 €	48,00 €
Grillete quitavuelas	1	uds	20,00 €	20,00 €
Ancla Danfordth 8Kg	1	uds	70,00 €	70,00 €
				345,40 €

Otros	Cantidad	uds	Precio/udad	Total
Rotulación embarcación (Vinilo adhesivo)	1	uds	30,00 €	30,00 €
Preparación entrega (Film embalaje, protección).	1	uds	25,00 €	25,00 €
Productos de limpieza, pulimentos, abrillantado.	1	uds	25,00 €	25,00 €
Tornillería	1	uds	30,00 €	30,00 €
Sellantes, Adhesivos	1	uds	24,00 €	24,00 €
				134,00 €

Coste total de materiales 8.761,36 €

El coste total de los materiales obtenido es de 8761,36euros. Sin embargo los precios se han tomado directamente de los catálogos de los distribuidores, los cuales aplican una serie de descuentos a los profesionales y a partir de pedido de productos mayor. Bien esos descuentos dependen de los proveedores, de los productos a adquirir y de las cantidades. Suelen estar en torno al 10 y el 20%, por lo que aplicaremos un descuento en el coste total de precios de un 15%.

Precio Teórico Inicial de los materiales8.761,36euros
-15% 1.314,20 euros
7.447,16euros

15.4.2.- Mano de Obra

Podríamos realizar el cálculo de la mano de obra de varias formas:

- 1.- Calcular las diferentes horas/hombre para las distintas partes de la fabricación y con el precio/hora Hombre obtener el precio por partidas y el total.
- 2.- Estimar una producción/mes y un gasto de mano de obra/mes para obtener los objetivos de producción establecida al mes.



En principio los dos métodos me parecen acertados, bien es verdad que el primero seguramente dará lugar a menor exactitud en los resultados, ya que no existe en patrón de referencia en los tiempos de trabajo, por lo que la primera opción sería desde mi punto de vista más adecuada una vez realizada la producción de alguna embarcación. Por lo que vamos a realizar la estimación de la mano de obra por la segunda opción.

Contando inicialmente con la plantilla inicial de la fabricación de los moldes + 2 nuevas contrataciones, por lo que tendremos:

7 operarios para una producción/mes : 4 uds/mes

- 1 Operario Ingeniero Técnico en Obra.(PRL,Control de calidad, ensayos,...)
- 3 Operarios laminación y pintura.
- 2 Operarios Montaje.
- 1 Operario Terminación-entrega.

Por lo tanto tendremos $160\text{Horas/mes} \times 7\text{operarios} / 4\text{ unidades} = 280$ horas/udad.

A un precio medio por hora de 12 euros/hora ;

Coste de la mano de Obra: 3360,00 euros.

Si que es verdad que siempre hay que tener en cuenta que hay que cumplir los objetivos marcados inicialmente, por lo que los objetivos han de ser realistas. Por otro lado se podría establecer una política de primas por el cumplimiento de estos objetivos y por calidad, integrando a los trabajadores en el compromiso de producción/calidad.



15.4.3.- Coste total de la embarcación.

Concepto	Euros
Mano de obra	3360
Materiales	7447,16
Gastos Fijos (Luz, agua, telecomunicaciones,...) 600 euros/mes	150
Alquiler Instalaciones (1500 euros/mes)	1500
Gastos (administrativo, gestión de pedidos, postventas,...) (1500 e/mes)	375
Amortización capital invertido (moldes y proyecto) 30 primeras unidades	2881,6
Royalty diseñador (primeras 20 unidades)	800
Subtotal	16513,76
Porcentaje Comercial 5% por unidad vendida	825,688
Total	16513,76

Precio por unidad sin motor, sin iva ni transporte: 16.513,76 euros

15.4.4 Análisis comercial.

Observando el precio de algunas de las embarcaciones existentes en el mercado obtenemos los siguientes precios:

Modelo embarcación	Total
Deflfyn 595 (equipamiento estándar)	13.500,00 €
Deflfyn 595 plus	17.500,00 €
Ocre 575 (equipamineto estándar)	15.000,00 €
Javana 570 (equipaminto estándar)	14.200,00 €
Calima 645 (equipamineto estándar)	16.070,00 €
Javana 650 (equipamineto estándar)	16.900,00 €

Podemos llegar a la conclusión que teniendo en cuenta los precios de la competencia sin los opcionales incluidos, nuestra embarcación está dentro de la competitividad que íbamos buscando.

Como observación, mencionar que en el precio inicial no hay incluido los beneficios industriales del fabricante, debido en parte a que parte de ellos irán a la recuperación de la deuda y el resto creemos que podría ir en la optimización del proceso constructivo a medio plazo, reduciendo tiempos de procesado y montaje, que seguramente se produzca al poco tiempo del comienzo de la fabricación, pienso que incluso en el primer año de fabricación.



Capítulo XVI

MARCADO CE



EL MERCADO "CE" DE LAS EMBARCACIONES DE RECREO
REAL DECRETO 297/98 de 27 de febrero (B.O.E. de 12 de marzo de
1998). Transposición de la Directiva europea 94/25/CE.

Pendiente de transposición la Directiva 2003/44/CE que enmienda la
Directiva 94/25/CE.

Desde el 16 de junio de 1998, todas las embarcaciones de recreo puestas por primera vez en el mercado comunitario, sean embarcaciones nuevas construidas en la Unión Europea, o embarcaciones nuevas o de 2ª mano provenientes de países terceros, deben llevar el marcado "CE" que denota su conformidad con las exigencias de seguridad contenidas en el Real Decreto citado.

Las embarcaciones puestas en el mercado comunitario antes del 16 de junio de 1998 no son afectadas por estas disposiciones, estando las mismas sujetas a la normativa en vigor en esa fecha, salvo que hayan sido objeto del marcado entre el 16 de junio de 1996 y el 16 de junio de 1998. El marcado "CE" se aplica a todas las embarcaciones de recreo entre 2,50 y 24 metros.

Una embarcación marcada "CE" debe estar acompañada de los siguientes documentos específicos:

- **Declaración escrita de conformidad:** es una declaración oficial del fabricante o de su representante autorizado de conformidad de la embarcación con la reglamentación. Contendrá las principales características de la embarcación junto con la Categoría de Diseño, además de otros datos exigidos por la reglamentación.

- **Manual del propietario:** este manual debe estar redactado en español si la embarcación se pone a la venta en España, y contendrá información sobre la misma, su equipo y su manera de usarlo, así como su mantenimiento y sus límites de utilización.

ADJUNTO AL PROYECTO MANUAL DE LA EMBARCACIÓN



Capítulo XVII

BIBLIOGRAFÍA



Bibliografía:

Principles of yacht desing

Lars Larsson and Rolf e Eliasson

Materiales Compuestos

Proceso de Fabricación de Embarcaciones

Alejandro Besedjak Dietrich

Embarcaciones deportivas

E.U.I.Técnica Naval universidad de Cádiz

Antonio Querol Sahagún

Teoría del buque

E.U.I.Técnica Naval universidad de Cádiz

Aurelio Guzman Cabañas y Pedro Gallardo Mateo

Prensa especializada

Barcos a motor

Yate

Náutica

Pesca abordó

Catálogos Comerciales

Vetus 2008

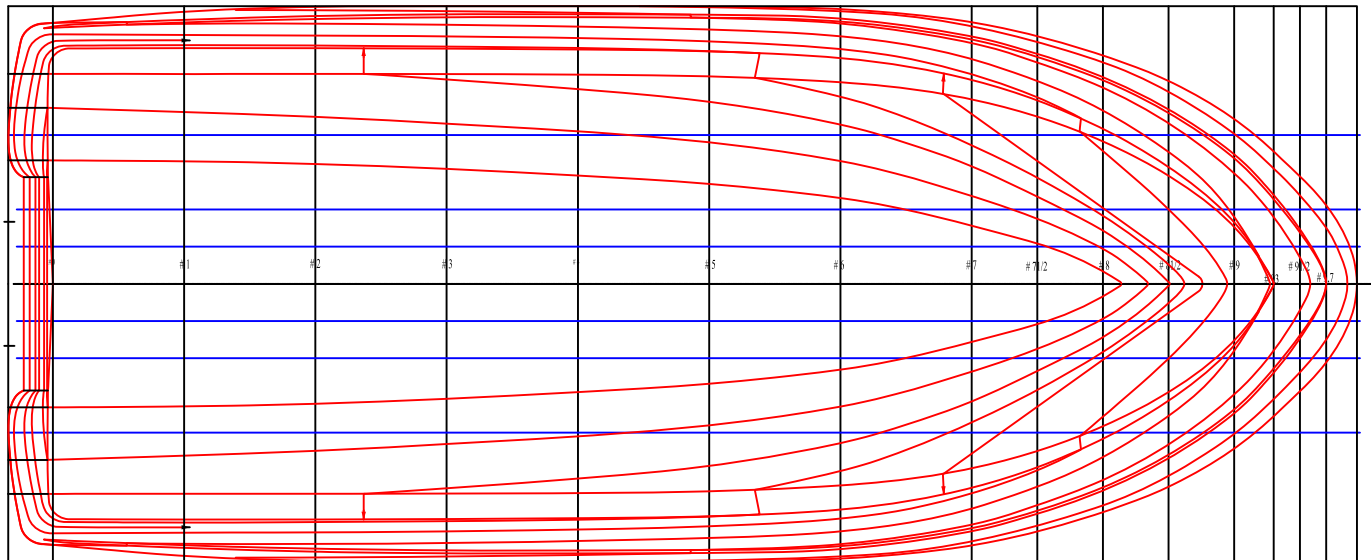
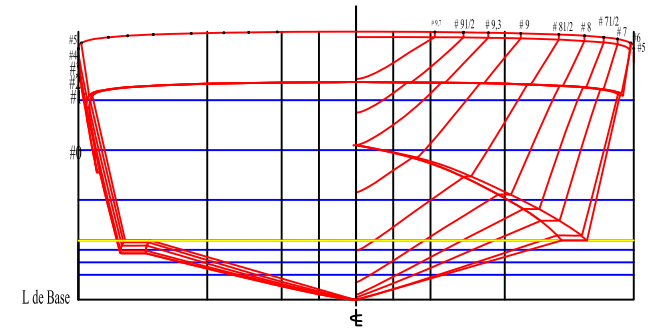
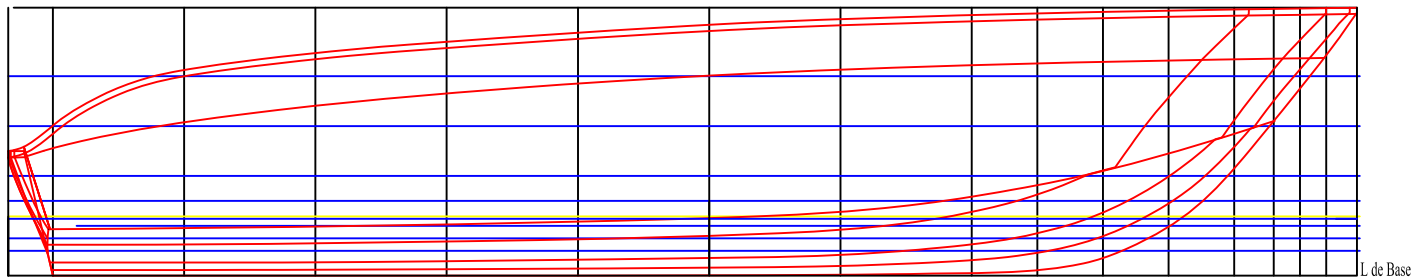
Baitra accesorios navales 2008

Livemar 2007

Mel Composites. Materiales estructurales ligeros.

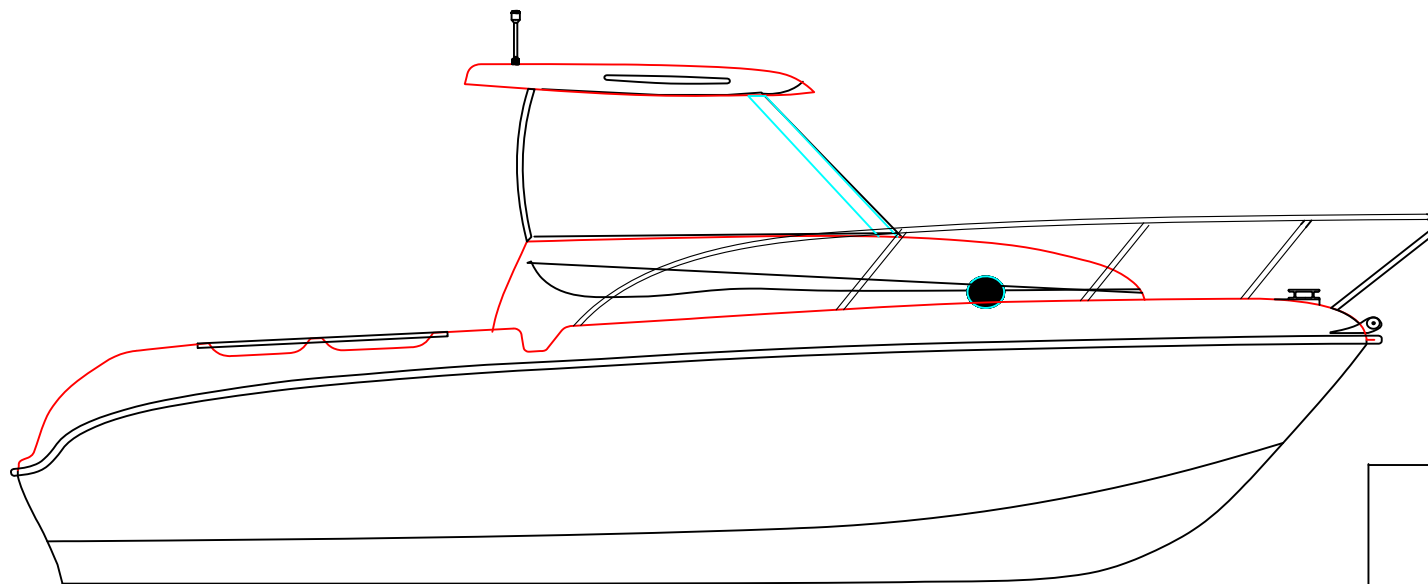
NORMAS LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

Lloyd's Register Rules and Regutations

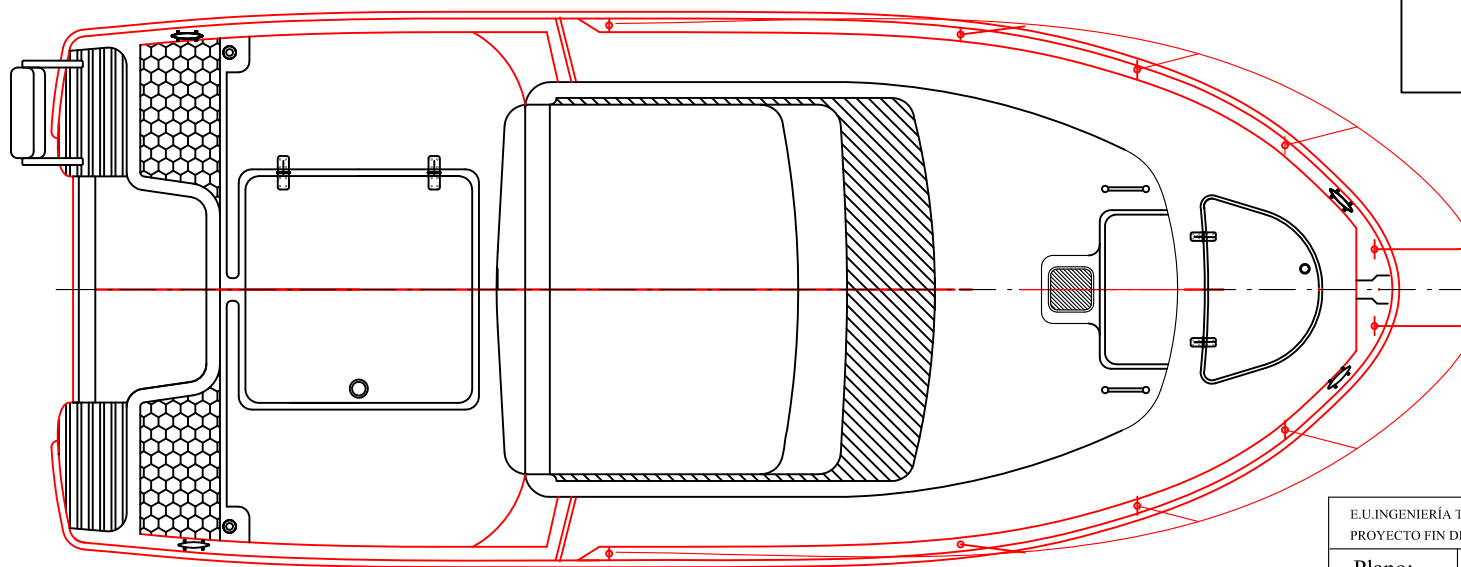


Eslora casco	5.95mts
Manga máxima	2.45mts
Manga al codillo	1.98mts
Calado	0,26mts
Astilla muerta	15°

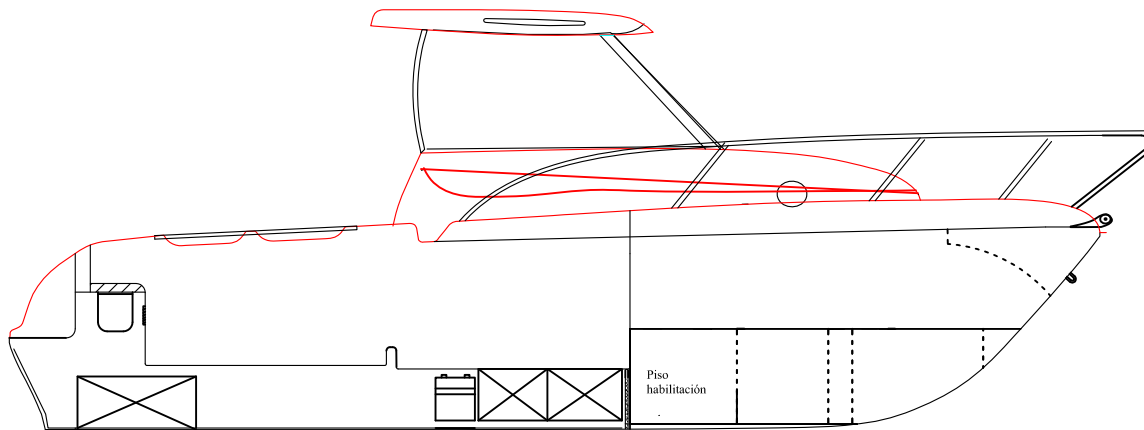
E.U.INGENIERÍA TÉCNICA NAVAL. ESTRUCTURAS MARINAS PROYECTO FIN DE CARRERA .		Embarcación 5,95m de eslora con marcado CE
Plano: n° 1	Fecha: octubre 2008	Plano de Formas
Escala: 1:25	Dibujado por: Javier Morales Parra	



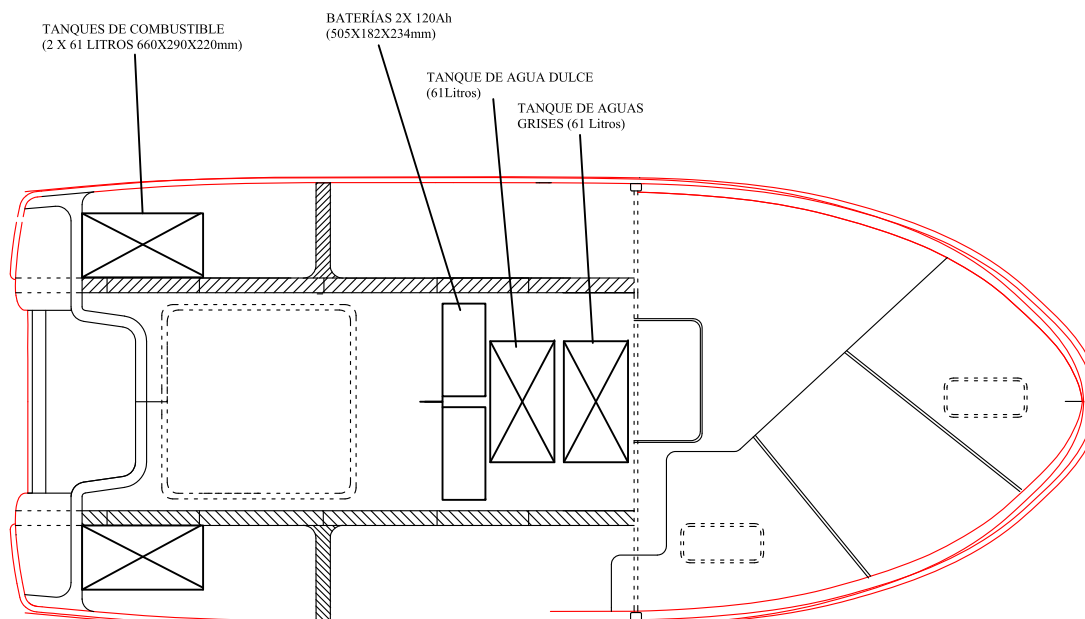
Eslora casco	5.95mts
Manga máxima	2.45mts
Manga al codillo	1.98mts
Calado	0,26mts
Astilla muerta	15°
Capacidad de agua dulce	61Lts
Capacidad de combustible	122lts
Potencia recomendada	90HP



E.U.INGENIERÍA TÉCNICA NAVAL. ESTRUCTURAS MARINAS PROYECTO FIN DE CARRERA .		Embarcación 5,95m de eslora con marcado CE
Plano: nº 2	Fecha: octubre 2008	Disposición General
Escala: 1:25	Dibujado por: Javier Morales Parra	



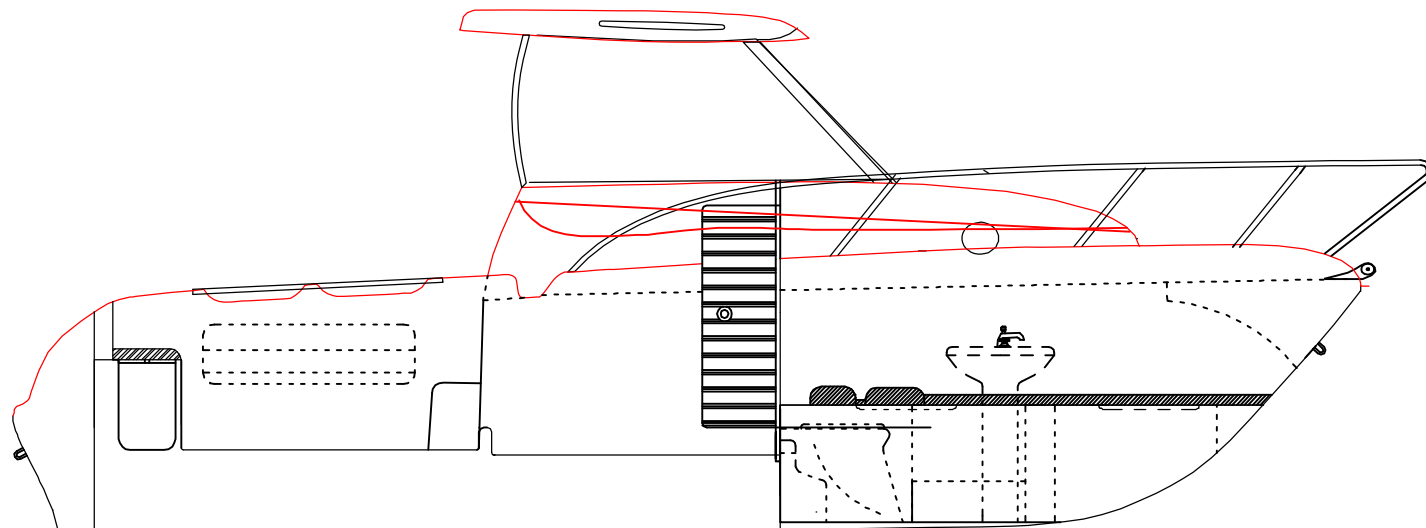
Perfil Longitudinal
(Vista por Estribor)



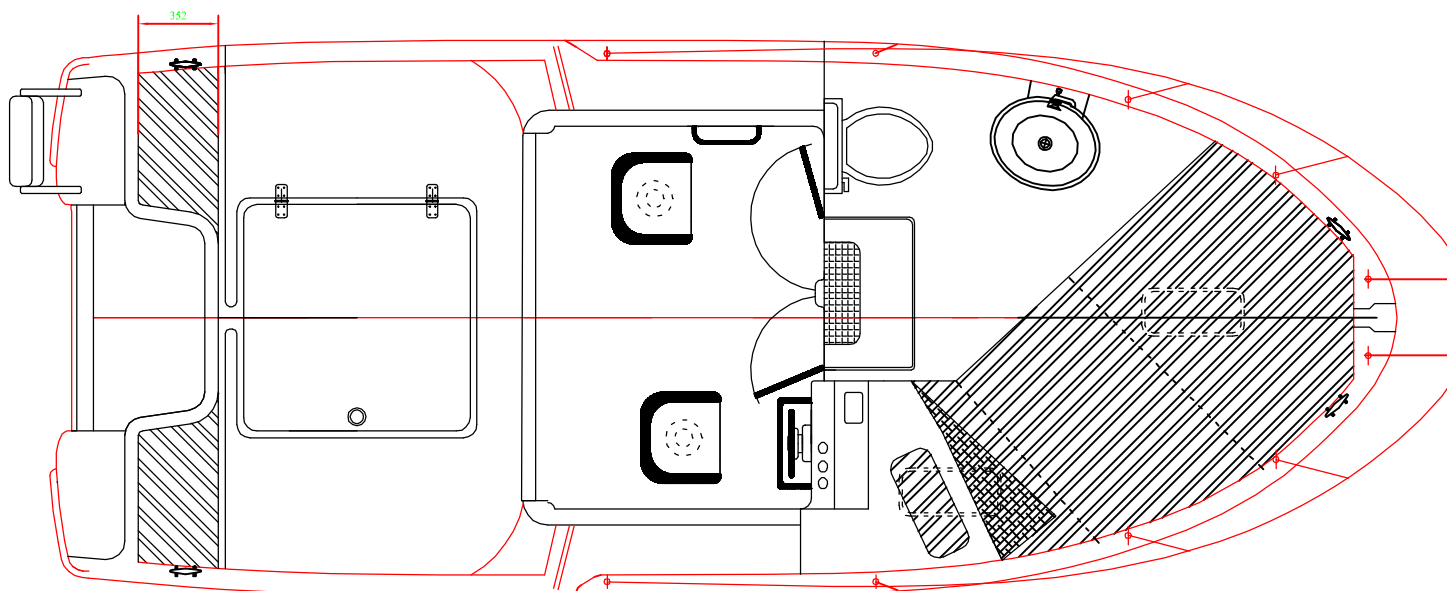
Eslora casco	5.95mts
Categoría de diseño	C
Manga máxima	2.45mts
Manga al codillo	1.98mts
Calado	0,26mts
Astilla muerta	15°
Capacidad de agua dulce	61Lts
Capacidad de aguas grises	61Lts
Capacidad de combustible	122lts
Potencia máx. recomendada	110HP
Baterías	2 x 120Ah

Vista en Planta

E.U.INGENIERIA TÉCNICA NAVAL. ESTRUCTURAS MARINAS		Dimensiones en mm
EMBARCACIÓN DE 5,95M DE ESLORA CON MARCADO CE		
PLANO N° 3	Fecha Octubre 2008	Disposición General: tanques y baterías
Escala 1:30	Dibujado por: Javier Morales Parra	



Perfil longitudinal



Planta

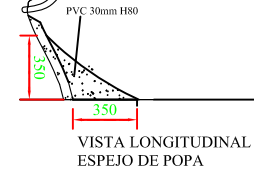
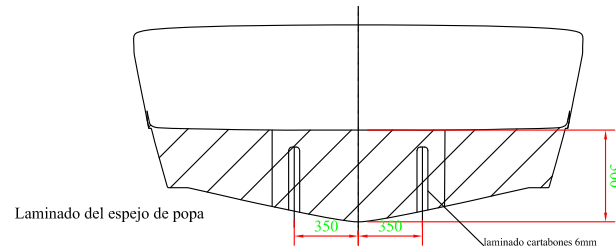
E.U. INGENIERÍA TÉCNICA NAVAL. ESTRUCTURAS MARINAS PROYECTO FIN DE CARRERA .		Embarcación 5,95m de eslora con marcado CE
Plano: nº 4	Fecha: octubre 2008	Disposición general: interiores
Escala: 1:25	Dibujado por: Javier Morales Parra	

LAMINACIÓN BÁSICA			
CAPA Nº	TIPO DE FIBRA	GRAMS	ESPESOR mm
1	MAT	300	0,603
2	MAT	450	0,903
3	TEJIDO	500	0,5
4	MAT	450	0,903
5	TEJIDO	500	0,500
6	MAT	450	0,903
7	TEJIDO	500	0,5
8	MAT	450	0,903
9	TEJIDO	300	0,979
10	MAT	450	0,903
11	Mat	300	0,603
		5150	8,54

LAMINACIÓN DE CASCO:
 1.- Laminación de costados: desde la capa nº 1 hasta la capa nº 8
 2.- Laminación de fondo y quilla: laminación básica.

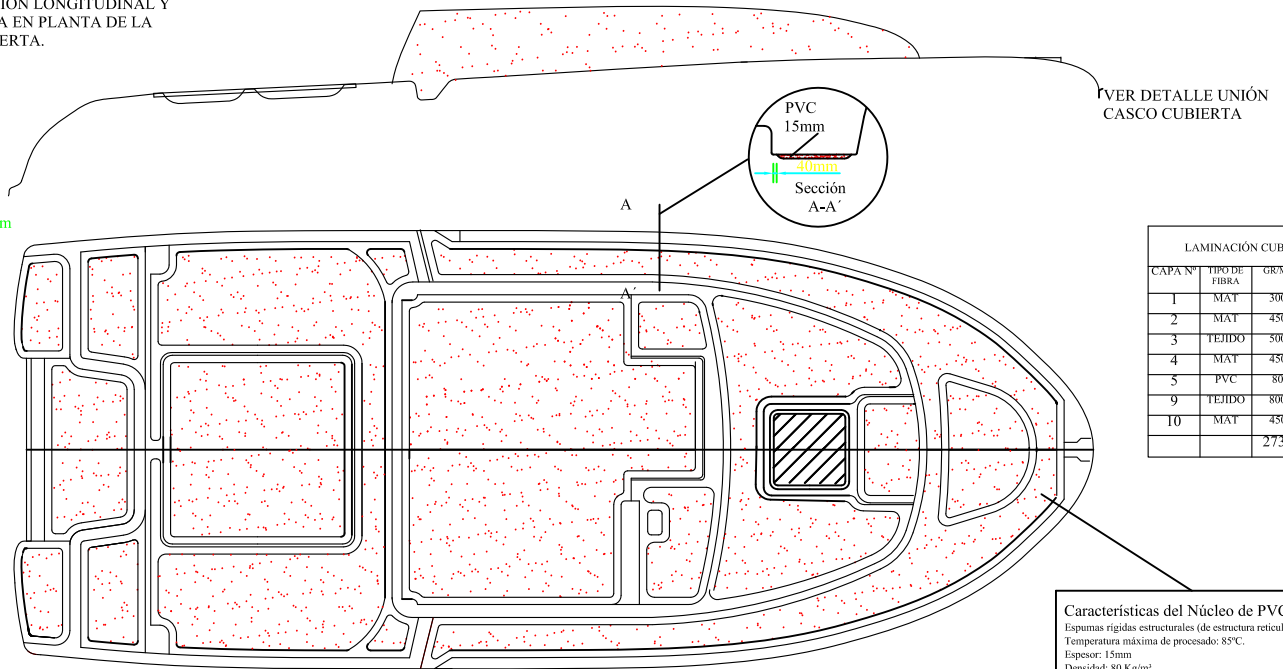
Laminación de Techo: desde la capa nº 1 hasta la capa nº6
 Laminación de contramolde techo: desde la capa nº 1 hasta la nº4

VISTA ESPEJO DE POPA



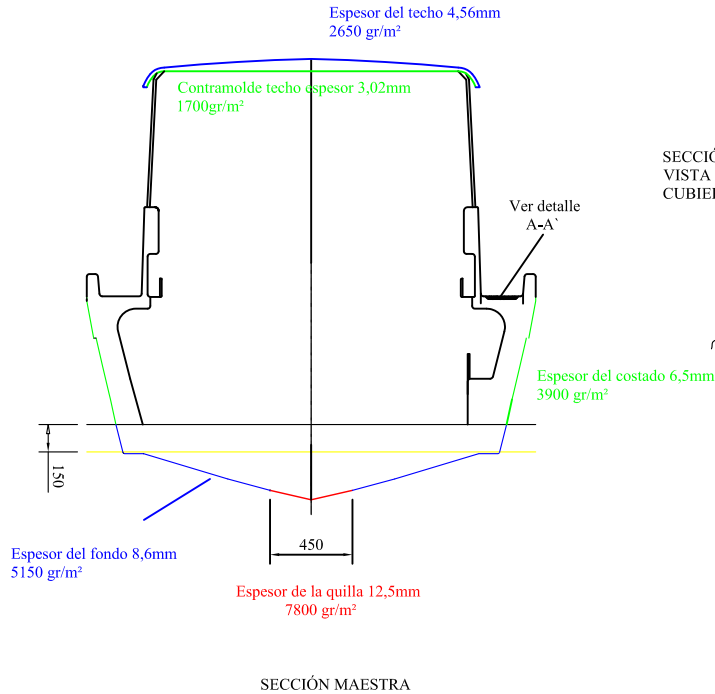
LAMINACIÓN DEL ESPEJO DE POPA:
 1.- Laminación básica + núcleo PVC 30mmH80 +Laminación básica.
 2.-Laminación cartabones de popa: desde la capa nº 1 hasta la 8.

SECCIÓN LONGITUDINAL Y VISTA EN PLANTA DE LA CUBIERTA.



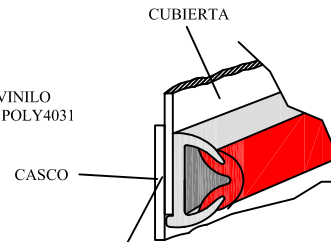
LAMINACIÓN CUBIERTA			
CAPA Nº	TIPO DE FIBRA	GRAMS	ESPESOR mm
1	MAT	300	0,603
2	MAT	450	0,903
3	TEJIDO	500	0,5
4	MAT	450	0,903
5	PVC	80	15
9	TEJIDO	800	0,979
10	MAT	450	0,903
		2730	19,536

Características del Núcleo de PVC
 Espumas rígidas estructurales (de estructura reticular)
 Temperatura máxima de procesamiento: 85°C.
 Espesor: 15mm
 Densidad: 80 Kg/m³
 Tipo: Klegecel R



Reglamento escantillonado aplicado: Lloyd's Register of Shipping
 Características mecánicas del material:
 Esfuerzo máximo de tensión: 85,00 N/mm²
 Módulo de tensión: 6350,00N/mm
 Esfuerzo máximo de tensión : 152,00 N/mm²
 Módulo de flexión: 5206,00N/mm²
 Esfuerzo máximo de compresión: 117,20N/mm²
 Módulo de compresión: 6000N/mm²
 Esfuerzo cortante máximo: 62N/mm²
 Módulo de esfuerzo cortante: 2750N²
 Esfuerzo cortante interlaminar: 17,25N/mm²
 Espesor nominal de la placa: 0,7mm por cada 300gr/m²

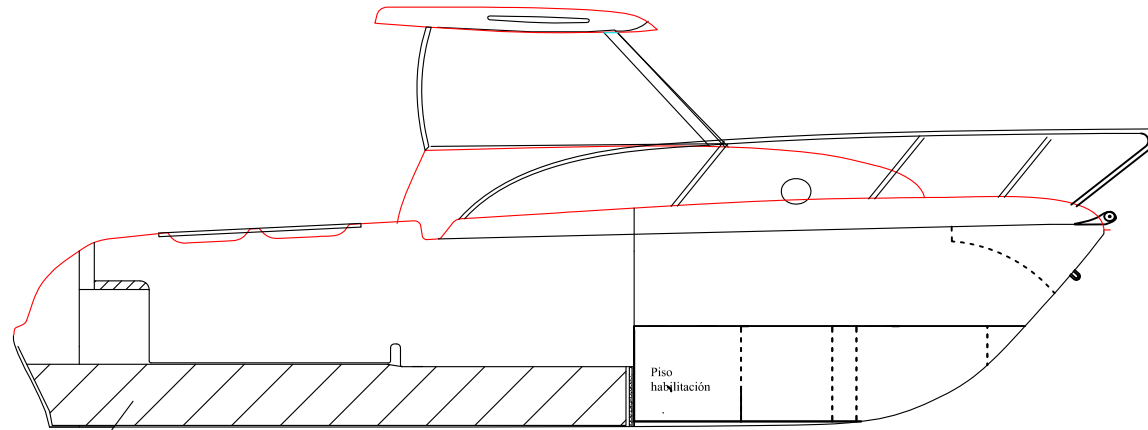
CINTÓN DE VINILO TIPO VETUS POLY4031



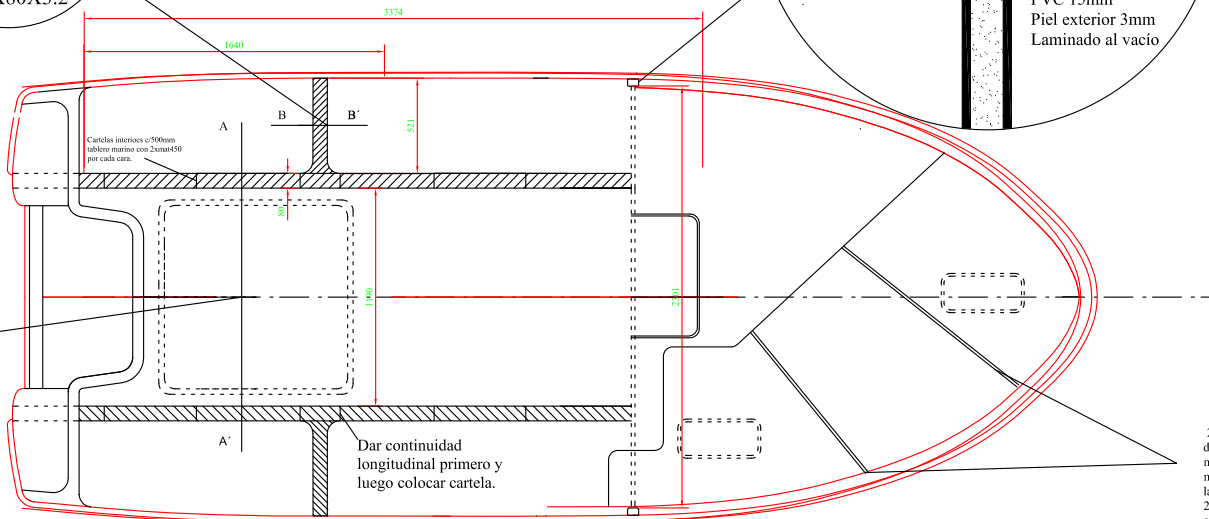
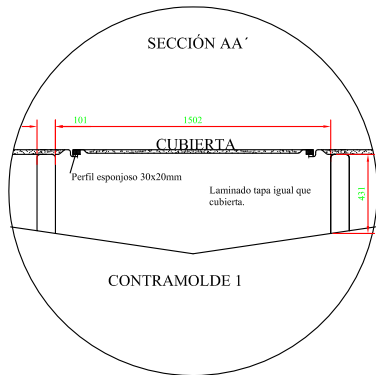
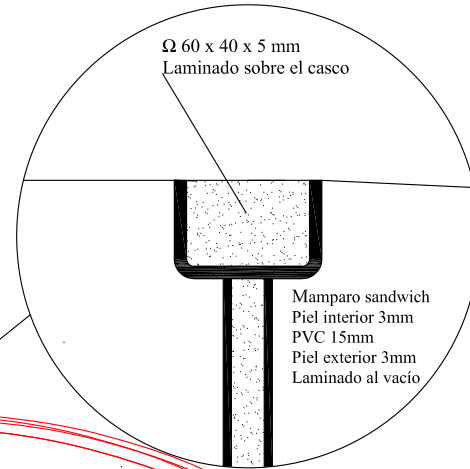
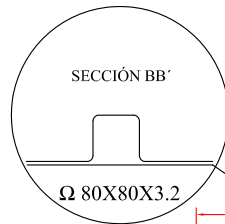
DETALLE UNIÓN CASCO-CUBIERTA

Pegado/sellado sicalflex 291 remachado cada 200mm remache de 6mm de Ø en acero inox. 316

E.U.INGENIERIA TÉCNICA NAVAL. ESTRUCTURAS MARINAS		Dimensiones en milímetros
EMBARCACIÓN DE 5,95M DE ESLORA CON MARCADO CE		
PLANO Nº 5	Fecha Octubre 2008	PLANO DE ESTRUCTURA 1 DE 2
Escala 1:30	Dibujado por: Javier Morales Pardo	



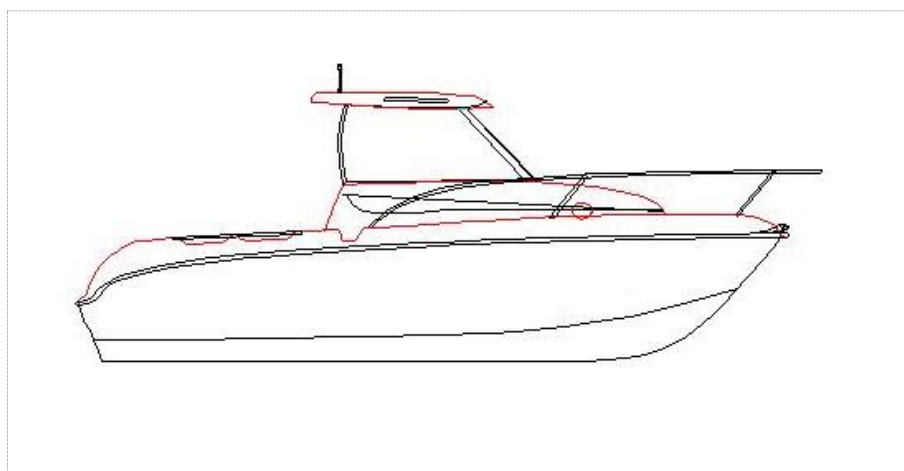
CONTRAMOLDE 1
 Laminación:
 Mat 300 gr/m²
 tejido 500 gr/m²
 Mat 450 gr/m²
 Mat 450 gr/m²
 colocar cartelas cada 500mm tablero marino 2xmat450



2 Mamparos divisorio tablero marino 15 mm de 400x1066mm laminado con 2xmat450 por cada cara.

E.U.INGENIERIA TÉCNICA NAVAL. ESTRUCTURAS MARINAS		Dimensiones en mm
EMBARCACIÓN DE 5,95M DE ESLORA CON MARCADO CE		
PLANO N°: 6	Fecha: Octubre 2008	PLANO DE ESTRUCTURA 2 DE 2
Escala: 1:30	Dibujado por: Javier Morales Parra	

MANUAL DEL PROPIETARIO



UCA 5.95

Proyecto Fin de carrera. Embarcación **5.95 m de eslora con marcado CE**
E.U.I.T. Naval. Universidad de Cádiz

ALUMNO: **FRANCISCO JAVIER MORALES PARRA**
TUTOR: **ANTONIO QUEROL SAHAGÚN**
OCTUBRE 2008

Índice de contenidos

Capítulo 1. Generalidades - Conformidad	4
Capítulo 2. Descripción de la embarcación	5
2.1 Descripción General.....	5
2.2 Dimensiones principales	5
2.3 Desplazamiento de la embarcación	5
2.4 Información sobre el motor	6
2.5 Construcción	6
2.6 Cubierta exterior	7
2.7 Interiores	9
Capítulo 3. Seguridad y navegación.....	10
3.1 Lucha contra incendios	10
3.2 Reglas de navegación.....	11
3.3 Amarre	11
3.4 Fondeo.....	12
Capítulo 4. Sistemas	13
4.1 Sistema de agua dulce	13
4.2 Inodoro químico	13
4.3 Sistema eléctrico	14
4.4 Combustible	16
Capítulo 5. Mantenimiento	17
5.1 Casco.....	17
5.2 Cristales parabrisas	18
5.3 Maderas.....	18
Capítulo 6. Ivernaje.....	19
Capítulo 7. Garantía.....	20

ATENCIÓN

- ▶ Este manual ha sido creado para ayudarle a utilizar su embarcación con satisfacción y seguridad. Contiene los detalles de la embarcación, del equipo suministrado y montado, de sus instalaciones y las informaciones relativas a la utilización y mantenimiento. Léalo atentamente y familiarícese con la embarcación antes de utilizarla
- ▶ Si esta es su primera embarcación o si ha cambiado a una embarcación con la que no está familiarizado, asegúrese, por su comodidad y seguridad, de conseguir experiencia en su manejo y utilización antes de tomar el mando de la embarcación. Su vendedor, su federación náutica o su club náutico estarán encantados de aconsejarle sobre las escuelas de navegación locales o los instructores competentes.
- ▶ Asegúrese de que las condiciones de viento y mar corresponden a la categoría de diseño de su embarcación, y de que Us. y su tripulación son capaces de manejar la embarcación en esas condiciones.
- ▶ Este manual no es una guía detallada de mantenimiento o reparación. En caso de dificultad, diríjase al constructor de la embarcación o su representante.
- ▶ Utilice siempre los servicios de un profesional experimentado y competente para el mantenimiento, así como para el montaje de accesorios o para modificaciones. Las modificaciones que puedan afectar a las características de seguridad de la embarcación, deben de ser evaluadas, ejecutadas y documentada por personal competente. El constructor de la embarcación no puede ser responsable de las modificaciones que no haya aprobado.
- ▶ Siempre mantenga correctamente su embarcación, y tenga en cuenta su deterioro debido al transcurso del tiempo, y a utilización excesiva o inapropiada.
- ▶ **GUARDE ESTE MANUAL EN LUGAR SEGURO Y EN CASO DE VENTA TRASPÁSELO AL NUEVO PROPIETARIO.**
- ▶ En este manual encontrará avisos de peligros de distintos grados:



Peligro

Denota la existencia de un riesgo intrínseco extremo del que pudiera resultar una probabilidad de muerte o daños irreparables si no se toman las precauciones adecuadas.



Advertencia

Indica la existencia de un riesgo del que pudiera resultar un daño o la muerte si no se toman las precauciones adecuadas.



Precaución

Constituye un recordatorio de las prácticas de seguridad o llama la atención sobre las prácticas peligrosas de las que pueda resultar un daño personal o un daño a la embarcación o a sus componentes o un daño al medio ambiente.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES - CONFORMIDAD

Su barco	UCA595
Versión	cabin595
Año	2008
Nombre del barco	
Propietario	
Dirección	
Nº de serie	3454334353
Nº de matrícula	CA9887
Nº de llave	345jkk1
Nº de serie del motor	0022223455
Referencia del motor	
Conformidad homologación	CE Categoría C

Directivas Comunitarias (CE) relativas a la Categoría de Diseño C lo que la define como una embarcación para viajes cortos de en los que los vientos que nos podemos encontrar son de grado igual o inferior a 6 en la escala Beaufort y las alturas de olas correspondientes (la altura significativa de ola puede alcanzar hasta 2m).

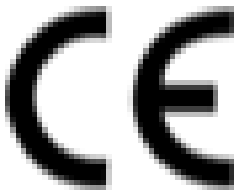
Éstas condiciones de se pueden encontrar en aguas expuestas interiores, en estuarios y en aguas costeras con unas condiciones moderadas de tiempo.

El constructor ha sometido a esta embarcación un “EXAMEN CE DE TIPO” por el organismo EUROCONTROL.

La embarcación UCA 5,95m deberá tener una chapa de construcción en la que figure la siguiente información:

La embarcación UCA 5,95m, ha sido diseñada y construida acorde con las

Constructor	----
Modelo	UCA 595m
H.I.N.	----
Carga máxima recomendada por el fabricante	----
Número máximo de personas	6
Tipo de propulsión	----
Categoría de diseño	C



CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMBARCACIÓN

2.1 Descripción General

La embarcación UCA 5.95m es una embarcación a motor diseñada y equipada para navegaciones cortas en aguas interiores, estuarios y aguas costeras.

2.2 Dimensiones principales

Eslora total: **6,11 m**
Eslora del casco: **5,95 m**
Manga máxima: **2,45 m**
Desplazamiento en rosca: **998,10 Kg**
Carga máxima recomendada: **690 Kg**
Desplazamiento plena carga: **1688,10 Kg**
Propulsión: **motor fueraborda**
Capacidad de combustible: **122 lts**
Capacidad agua: **61 lts**
Tripulación máxima: **6 personas**



No sobrepasar el número máximo de personas recomendado. Cualquiera que sea el número de personas a bordo, el peso total de las personas a bordo y del equipo no debe de sobrepasar jamás la carga máxima recomendada. Utilice siempre los asientos o lugares de asientos previstos.

2.3 Desplazamiento de la embarcación

Desplazamiento en rosca: **998,10 Kg**
Desplazamiento a plena carga: **1688,10 Kg**
Carga máxima permitida: **690,00 Kg**
Carga máxima total: **690Kg**
Tripulación límite deseada: **6**
Tripulación límite deseada a razón de 75Kg cada persona: **450Kg**
Provisiones + efectos personales: **60Kg**



Advertencia

Al cargar la embarcación, no sobrepasar jamás la carga máxima recomendada. Cargar siempre la embarcación con cuidado, y distribuir las cargas convenientemente para conservar el asiento de diseño. Evite colocar grandes pesos en las partes altas.

2.4 Información sobre el motor

Potencia máxima recomendada del motor: **82,06 kw**

Peso máximo del motor: **186,10 kg**

En caso de incendio del motor proceda de la siguiente forma:

- 1.- Parar el motor
- 2.- Cortar el circuito eléctrico y el carburante
- 3.- Proyectar el producto extintor sobre el orificio preparado para tal fin (véase manual del motor).



Precaución

Lea atentamente el manual del motor, confíe el mantenimiento a un servicio oficial y complete regularmente el programa de revisiones establecido por el fabricante.

Leer atentamente las instrucciones del fabricante del motor le dará valiosa información sobre su funcionamiento y los hábitos de buen uso del mismo.

Prever un equipo básico de herramientas para realizar imprevistas operaciones de mantenimiento en la mar.

Cambie el aceite y el líquido refrigerante según se especifique en el manual de instrucciones del motor.

2.5 Construcción

Casco, cubierta, techo y contramoldes construidas en PRFV (plástico reforzado con fibra de vidrio) siguiendo las reglas del Lloyd's Register of Shipping.

El casco está construido en estructura monolítica, mientras que la cubierta posee construcción en sandwich con núcleo de PVC; núcleo que es sustituido por balsa en las zonas de mayores esfuerzos (cornamusas, cojinete de ancla,..)

Toda la embarcación está fabricada con vidrio E y resina de poliéster isoftálica tixotrópica y preacelerada, con certificado de calidad por sociedad de clasificación reconocida. Materiales certificados para uso naval.

La cubierta está construida al vacío en sándwich de PVC de 15mm y una densidad de 80 Kg/m³.

La unión casco cubierta está atornillada y pegada.

Púlpitos y candeleros fabricados en acero inoxidable AISI 316 de 25mm Ø .

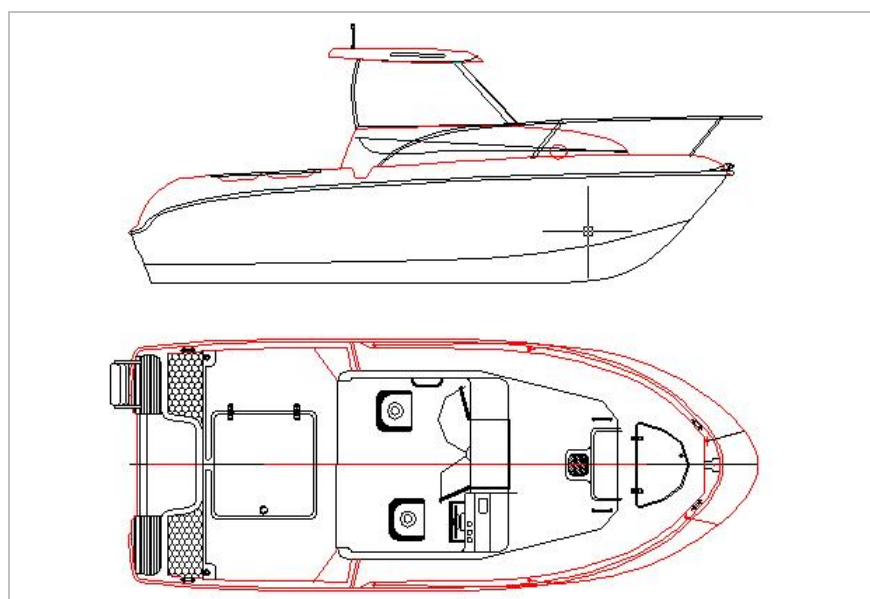
Asideros de bañera de popa en madera de teca, resto pasamanos de 25mm de diámetro en acero inoxidable.

La construcción de la embarcación se ha realizado siguiendo todas las exigencias europeas de calidad en cuanto al almacenaje y conservación de los materiales, herramientas y útiles a utilizar y método y secuencia de laminado manual.

El cumplimiento de dichas normas garantiza la durabilidad de la embarcación, siempre u cuando se sigan las instrucciones de mantenimiento descritas en este manual.

2.6 Cubierta exterior

La cubierta exterior se divide en dos zonas bien definidas, la cubierta bañera de popa, y la cubierta walkaround de proa.



La prevención de la caída por la borda se realiza mediante los siguientes elementos fijos:

- ▶ En la bañera de popa posee la altura óptima para la navegación de forma segura.
- ▶ Cuatro candeleros a cada banda con sus púlpitos situados a una altura óptima para evitar caídas inesperadas. El púlpito de proa estará abierto para facilitar el embarque
- ▶ Superficie antideslizante en todas las zonas de paso y trabajo.

Todas las aberturas practicadas en cubierta son completamente estancas y deben mantenerse cerradas cuando las condiciones de navegación lo requieran.

Los portillos de proa y costados en la cabina dan luz y ventilación a la cabina.

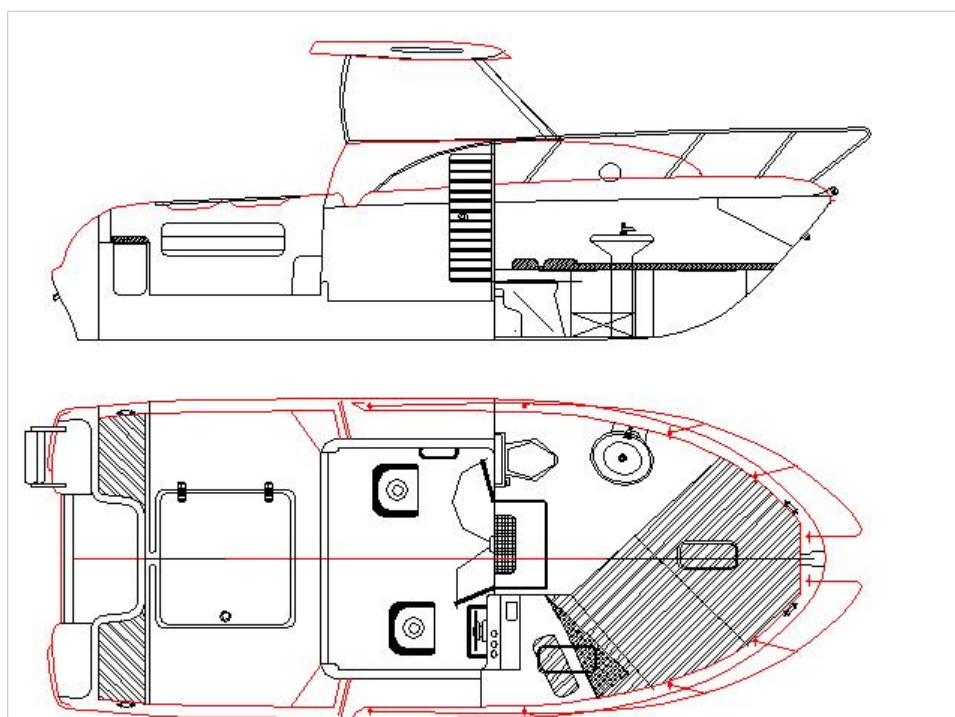


Todas las aberturas son completamente estancas y deben mantenerse estancas y deben mantenerse cerradas cuando las condiciones de navegación lo requieran.

2.7 Interiores

El acceso principal se realiza a través de la puerta situada en el frontal de la timonera.

La habilitación permite la estancia de tres personas sentadas y una tumbada. Existe un cuarto de baño anexo a la cama.



Todas las aberturas practicadas en cubierta son completamente estancas y deben mantenerse cerradas cuando las condiciones de navegación lo requieren.

Mantenga el interior del barco limpio. Compruebe que no hay restos de comida o demasiada humedad vigile las entradas de agua, saque las tapicerías y las maderas al exterior periódicamente para su ventilación.

Es aconsejable el uso de un deshumidificador.

CAPÍTULO 3. SEGURIDAD Y NAVEGACIÓN

3.1 Lucha contra incendios

Las salidas naturales de socorro son:

- ▶ **Por popa:** asientos de popa
- ▶ **Por proa:** a través de la cubierta Walk around hacia la abertura del púlpito de proa.

La embarcación está equipada con el material de seguridad correspondiente a su categoría de navegación.

Los extintores deben de estar en lugares de fácil accesibilidad y alejados de una fuente de posible incendio.

Verificar los extintores cumpliendo las revisiones establecidas.

Reemplazar los extintores si éstos se encuentran descargados.

Reemplazarlos por otros de capacidad igual o superior.

Informar a la tripulación del funcionamiento de los extintores así como las posibles salidas de socorro.

Asegúrese que los extintores son accesibles cuando la embarcación está con la tripulación máxima.

Nunca obstruir el paso hacia las salidas de socorro, no obstruir los interruptores eléctricos de corte.

Dejar la embarcación sola con un calentador de gas encendido.

No utilizar lámparas de gas sobre la embarcación.



Advertencia

No modificar los sistemas de la embarcación (eléctrico, combustible)

No repostar nunca con el motor encendido.

NO FUMAR MANIPULANDO COMBUSTIBLE.

Mantener las cubiertas limpias y estar alerta en caso de detectar vapor de gasolina o gas de una forma regular.

Tener cuidado de no colgar cortinas sueltas en la proximidad de focos d calor que puedan provocar un incendio.

En caso de utilizar aparatos de gas en el interior de la habitación, recordar que el gas consume el oxígeno del interior, mantener abiertas los portillos de ventilación

No almacenar nunca materiales en la carcasa del motor. Si se almacenan materiales no combustibles en el interior del motor, fijarlos para evitar el riesgo de caída sobre el mismo.

3.2 Reglas de navegación

Durante la navegación evitar las olas y el ruido con respecto a otras embarcaciones de su alrededor.



Precaución

Antes de cada salida es conveniente:

1º Hacer el inventario del material de seguridad.

2º Consultar las previsiones meteorológicas de la jornada.

3º Estimar la autonomía de la embarcación y asegurar el buen funcionamiento del motor.

Cerca de la costa navegue siempre por canales balizados. Conserve siempre el mando de su embarcación y sea responsable.

Asegúrese de cumplir en todo momento con las reglas internacionales para prevenir los abordajes en la mar (COLREG)



Peligro

Para evitar pérdida de visibilidad por el patrón, durante la navegación los pasajeros que se sitúen a proa no deben permanecer de pie, permanezcan sentados.

Realizar un buen reparto de la carga de esta forma nos aseguraremos del buen comportamiento de la embarcación. Evitar pesos innecesarios a bordo

3.3 Amarre

Para la maniobra de amarre, respetar las siguientes consideraciones:

- ▶ Maniobra siempre al motor a velocidad reducida
- ▶ Tener en cuenta la corriente
- ▶ Proteger el barco con protecciones en lugares oportunos y en la cantidad necesaria.
- ▶ Conservar las amarras preparadas

- ▶ No intentar parar el barco ayudándose con el pie, la mano o remo.

Después del amarre es conveniente de proteger los cabos con protecciones o vainas plásticas. Tener en cuenta las oscilaciones de la marea.

3.4 Fondeo

Como regla general hay que fondear como mínimo con largo de tres veces el fondo.

Antes de fondear prepare su línea de fondeo y verifique la profundidad, el estado de la marea (corriente) y el tipo de fondo.



Advertencia

En la maniobra de fondeo tener cuidado con el riesgo de rozaduras y atrapamiento.

Las maniobras de fondeo en marcha atrás se realizan con el motor parado. Dejar caer el ancla lentamente y a continuación el largo de cadena y cabo deseado, teniendo cuidado no estropear la hélice del motor.

CAPÍTULO 4. SISTEMAS

4.1 Sistema de agua dulce

La embarcación posee un tanque de agua dulce de 61lts. Dicho tanque se sitúa bajo el suelo de la bañera de la timonera. El llenado se realiza a través de una toma estanca situada en la brazola de estribo de la cubierta. La cubierta posee un registro de inspección en dicha zona.



Precaución

Durante el llenado, evite el empleo de productos de limpieza en la bañera.

Es posible esterilizar el tanque de agua potable con clonazone (de ventas en farmacias), En caso de inactividad prolongada purificar el circuito del agua con ácido acético o vinagre blanco.



Precaución

Cuidado con los riesgos de vaciado del circuito.

Aguas grises: Durante la estancia en el puerto, utilizar si es posible las instalaciones sanitarias del puerto. Verificar regularmente las válvulas de descargas del sistema

El tanque de aguas grises se encuentra a popa del tanque de agua dulce.

En la timonera, en el costado de estribor se encuentra la válvula de descarga del tanque de aguas grises.



Advertencia

Recordar que cuando el mango de una válvula se encuentra perpendicular al tubo, está cerrada, mientras que, si está en línea con él, está abierta.

4.2 Inodoro químico

Verificar, antes de utilizar, que el grifo de llenado de agua y la compuerta de evacuación estén abiertas.

Diríjase al manual del fabricante del inodoro químico.

Utilice sólo papel absorbente para evitar el atasco del mismo.

Preveer una limpieza regular con agua dulce.



Cerrar las válvulas después de cada utilización y sobre todo cuando no haya nadie a bordo.

La limpieza de los sanitarios fabricados en poliéster se realiza con una esponja con agua y jabón líquido. No utilizar abrasivos de ningún tipo, ni cepillos, ni esponjas duras, podría deteriorar la superficie del inodoro.

4.3 Sistema eléctrico

Su barco tiene instaladas dos baterías de 110Ah y 12v, una da servicio exclusivamente al arranque del motor y la otra da servicio al resto de equipos.

Como se puede observar en el plano adjunto, las baterías están conectadas en paralelo.

El bornero de negativos se situará cerca de las baterías, mientras que el cuadro de servicios estará situado en el bajo de la consola de mando.

Las baterías se situarán en un depósito hermético para evitar fugas del ácido.

La batería de arranque se usa muy poco y esto hace que la vida sea relativamente corta, mientras que la otra batería doméstica, le ocurre lo contrario y se descarga rápidamente.

Para evitar esto se ha instalado un selector de baterías (situado en el frontal de la consola), con el cual recomendamos el alterne del uso de las baterías.

El estado de carga de las baterías se puede observar en una pequeña lente situada en la parte superior de las mismas.



No descargar más del 70% de su capacidad nominal. Desconectar el interruptor de la batería.

Se puede acceder a las baterías mediante la tapa de la bañera, estarán situadas las dos a proa de la misma.

Las baterías incluyen el suficiente electrolito para durar toda la vida por lo que no necesitan mantenimiento.

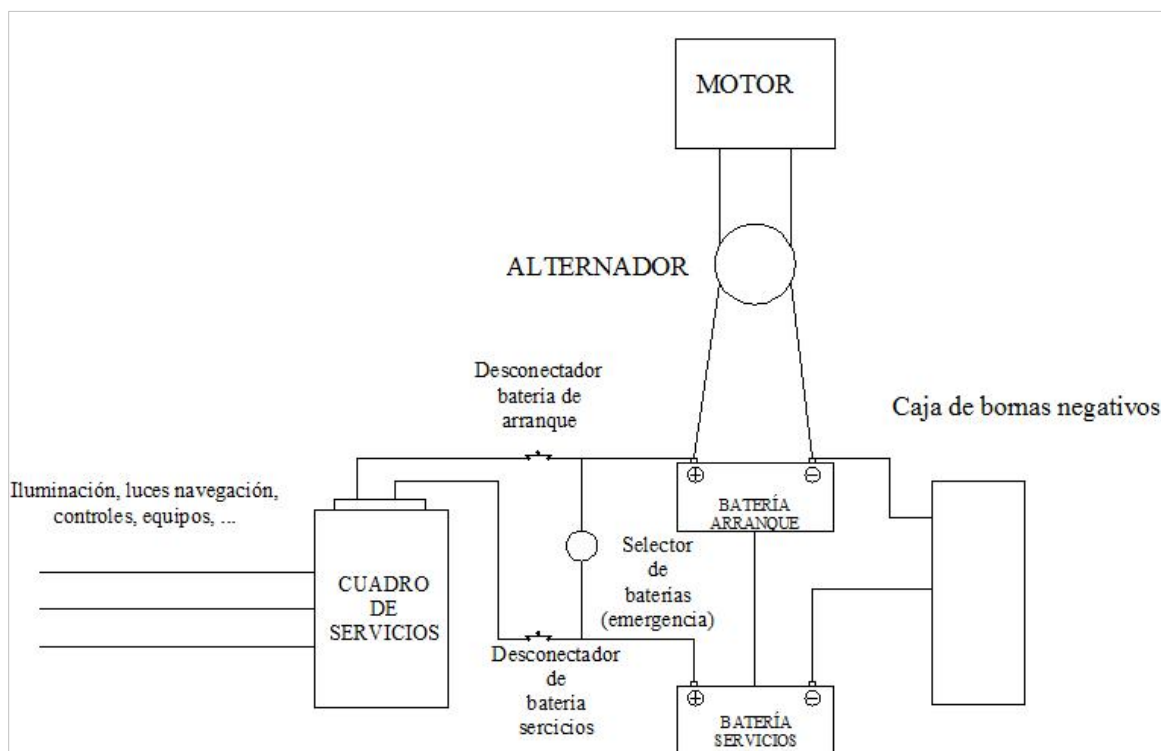
Todas las baterías están sujetas a una autodescarga, sobre todo con a grandes temperaturas, por lo que una descarga demasiado profunda dejaría la batería inoperativa.

La carga de la batería se realiza mediante el alternador acoplado al motor o mediante un cargador. Se recomienda el uso del cargador del puerto para iniciar la navegación siempre con las baterías cargadas.



La alimentación en los puertos es de 220v, por lo que debe estar equipada con disyuntor diferencial de sensibilidad 30mA máximo.

Ver esquema eléctrico de funcionamiento



Protección contras los rayos: en caso de tormenta eléctrica, resguardarse el interior. No se debe estar en contacto con el agua. Evitar cualquier contacto con pieza metálicas de la embarcación.

4.4 Combustible

La embarcación posee dos tanques de combustible de 61litros cada uno, situado bajo los asientos de popa en el doble fondo.

El llenado se realiza mediante el tapón de cubierta situado en la regala de babor, en la tapa superior aparece GASOLINE. Antes de llenar repostar moje la regala con agua, con el fin de proteger la zona de proyecciones de combustible, retire la tapa y utilice embudo. En caso de vertido sobre la embarcación limpiar con abundante agua y jabón.



Peligro

Durante el reportaje, no fume y pare el motor.

Asegúrese que tiene bastante combustible en los tanques antes de salir a la mar.

Es conveniente conocer el consumo por hora del barco.

No esperar la reserva del combustible, llene el tanque antes, de lo contrario corre el riesgo de vaciado del combustible del circuito.

Mantenimiento: comprobar periódicamente el estado de la junta tórica del tapón de llenado, con el fin de evitar la entrada de agua.

Mantener los depósitos lo mas lleno posible para evitar la condensación.

Desconectar la alimentación en caso de ausencia prolongada.

CAPÍTULO 5. MANTENIMIENTO

En la fabricación de su embarcación se han utilizado materiales de gran calidad, con el objetivo de facilitar su mantenimiento, no obstante, es necesario que Vd. haga un uso apropiado de él y le realice un mantenimiento correcto para protegerlos a las exposiciones exteriores como los rayos UV, salinidad, electrificación, etc.



*Proceder a la limpieza del barco preferentemente en tierra.
Utilice la menor cantidad de productos de limpieza y no los arroje al mar.*

5.1 Casco

El casco debe lavarse con frecuencia utilizando agua dulce y productos de limpieza convencionales (no agresivos).

Aplicar un antifouling autopulimentable (y sin estaño). Es aconsejable aplicar antes de éste una capa de selladora y una de imprimación epoxi, antes de la aplicación del antifouling. Siga los procedimientos de aplicación del fabricante de las pinturas. Utilice pinturas de calidad y respete los tiempos de repintado.

Antes de realizar este proceso es conveniente lijar el caso con lija de grano fino 220, procurar realizar un lijado ligero para no agredir su capa de gel coats.

Existen productos especializados no agresivos para la limpieza de las manchas que aparecerán en la zona de la flotación. Para recobrar el brillo original utilizar pulimentos y abrillantadores adecuados.



En caso de pulimentar y/o abrillantar el casco tener especial atención con las revoluciones de la pulidora, un exceso de temperatura local podría deteriorar la capa de gel coats.

No utilizar disolventes o productos detergentes agresivos; cepillar regularmente las cubiertas con un cepillo y agua dulce. No deje las manchas en el antideslizante.

5.2 Cristales parabrisas

Limpiar y aclarar con agua dulce. Encerar con una gamuza impregnada de aceite de parafina. En caso de ralladura, utilice un pulimento adecuado siguiendo las instrucciones del fabricante.



Precaución

No utilizar nunca ningún disolvente, alcohol o acetona sobre el cristal.

5.3 Maderas

Aclarar regularmente las maderas con agua dulce. Lijar la teca con papel fino para reavivarla. Aplicar luego cera de protección con una gamuza.

CAPÍTULO 6. IVERNAJE

El ivernaje de la embarcación se debe realizar preferentemente en seco. Si no es posible hay que controlar periódicamente los cabos de amarre así como las defensas. Proteger de temporales.



En lo que concierne al motor lea atentamente las instrucciones del manual y en caso de duda pregunte a una profesional.

Desembarcar toda la documentación, trajes, material de seguridad, accesorios de cocina, víveres y las baterías.

Realizar un inventario de todo el material de seguridad y verificar las fechas de caducidad.

Interiores: proteger los terminales de la sonda (en caso de poseer), cerrar las posibles entradas de aire. Es aconsejable utilizar deshumidificador. Airear las colchonetas y guardarlas en posición vertical.

Exterior: aclarar el barco con abundante agua dulce. Engrasar con lubricante o vaselina todos las piezas mecánica o móviles (pestillos, bisagras, cerraduras,..)

Remolque: regular el remolque para que apoye la quilla y los costados solo soporten la carga necesaria para asegurar la estabilidad. Véase que no afecta a ningún dispositivo instalado en el caso, como por ejemplo un velocímetro.

Asegúrese de que esté bien amarrado y que las amarras no deterioran el barco.

Disponer en tal caso de protecciones adecuadas.

Ver peso máximo autorizado del carro y comprobarlo con la embarcación.

CAPÍTULO 7. GARANTÍA



Para cualquier reparación o modificación, contacte con su técnico de referencia de UCA595, en caso contrario podría perder el derecho de la garantía.

Art.1. A la entrega de la embarcación las dos partes, por un lado el **comprador** y por otro el **fabricante**, firman el certificado de entrega (que está al final del presente manual), la cual tiene la validez de aceptación. La recepción de la embarcación por el **comprador** tiene validez de aceptación y recepción en correcto estado de la embarcación.

Art.2. La embarcación está garantizadas contra los vicios ocultos que pueda presentar, los cuales harían imposible la navegación en las condiciones estimadas inicialmente. Están excluidos de esta garantía los fallos correspondientes al simple uso o al envejecimiento normal de las estructuras y de los materiales.

Art.3. La reparación o sustitución de las piezas o material defectuoso se realizara exclusivamente a través de los servicios técnicos del **fabricante**. Los gastos de transportes y mantenimiento quedan a cargo del **comprador**. Queda fuera de la garantía todo aquel material que hubiera sido incorporado o montado por el **comprador**.

Art.4. La garantía tiene una validez de un año a partir del día de la firma del certificado de entrega.

Art.5. La aplicación de la garantía se realizará siempre y cuando:

- La embarcación no haya sido ni transformada, descuidada, se le haya dado un mal uso, sobrecargada, utilizada para remolcar, inscrito en una regata o competición profesional,..
- Se le haya dado las instrucciones de mantenimiento recogidas en el presente manual.
- Los vicios o defectos no deben de ser como consecuencia de un accidente en el mar, debidos a :Influencias metereológicas (hielo, calor,) explosión, incendio, tempestad, temblores de tierra, rayos, robos, condiciones de seguridad inapropiadas, hongos, picaduras de insectos, parásitos, orugas, parásitos, efectos directos de explosión, y exposición a elevadas temperaturas.

Art.6. si la embarcación en rosca presenta un asiento o escora incorrecta, el **fabricante** podrá cambiar su asiento o escora mediante la adición de pesos en el interior de la estructura, sin que el propietario pueda oponerse.

Art.7. en caso de que la embarcación se venda, el nuevo propietario tiene un plazo de 15 días para hacer entrega del nuevo certificado de entrega de la embarcación, por un tiempo de duración de la garantía tiempo que le reste al año, desde la fecha del primer certificado.

Art.8. Cualquier elemento reparado o reemplazado durante la garantía se podrá beneficiar de ella, hasta la finalización de garantía inicial de la embarcación.

Art.9. En caso de realizarse una reclamación de la garantía, **el comprador**, bajo sus costes, deberá de llevar la embarcación al distribuidor, al servicio técnico o astillero concertado, en el menor periodo de tiempo posible. El servicio o distribuidor especializado, realizará las reparaciones necesarias en un periodo de tiempo razonable.

Art.10. La garantía solo será reconocida si el CERTIFICADO DE ENTREGA está debidamente cumplimentado por el vendedor, con la fecha de compra, el sello y las firmas del comprador y del vendedor.

Art.11. Para cualquier demanda de la garantía es necesario realizarlo por escrito acompañando el certificado de entrega y la factura de la compra.

Art.12. El comprador debe de reclamar inicialmente al distribuidor, en caso de que éste ya no exista o esté en otro lugar, el fabricante está obligado hacerse cargo de la demanda en los términos de la garantía.

EL FABRICANTE se reserva el derecho de examinar la embarcación ante cualquier reclamación, directamente o enviando a un técnico en representación con el fin de determinar la validez de la reclamación y /o la naturaleza de la incidencia.

CERTIFICADO DE ENTREGA

Enviar ejemplar relleno

La primera puesta en servicio de su embarcación exige competencia y cuidado, pues el buen funcionamiento del conjunto de equipos de su barco dependen de la calidad de las numerosas operaciones para la dicha puesta en marcha.

Firma y sello del distribuidor

Modelo
Año
Nº serie
Nombre del propietario
Dirección

Comprador, declara haber recibido en este día la embarcación descrita arriba y que no se le observa ningún defecto aparente o conocido. Reconozco haber recibido del vendedor todas las informaciones o instrucciones necesarias para maniobrarlo, utilizarlo y hacer funcionar todos los accesorios con completa seguridad, certifico conocer todas las condiciones generales de la garantía.

Enprovincia deade de.....

Firma del comprador, precedido de la mención “leído y aprobado”

