



## **5- ESCANTILLONADO**

### 5.1- Aplicación reglamento RINA

- 5.1.1- Materiales
- 5.1.2- Esfuerzo longitudinal
- 5.1.3- Chapas exteriores
- 5.1.4- Estructura del casco
- 5.1.5- Paneles de cubierta
- 5.1.6- Estructura de cubierta
- 5.1.7- Paneles de superestructura
- 5.1.8- Refuerzos de superestructura
- 5.1.9- Mamparos

### 5.2- Escantillonado

- 5.2.1- Materiales
- 5.2.2- Propiedades de los refuerzos
- 5.2.3- Propiedades del laminado
- 5.2.4- Secuencias de laminación
- 5.2.5- Dimensionado de refuerzos
- 5.2.6- Comprobación del esfuerzo longitudinal

## **5- ESCANTILLONADO**

### **5.1- Aplicación reglamento RINA**

Ahora que ya se ha expuesto la normativa RINA, podemos realizar un Escantillonado. Realizar el escantillonado con el reglamento tiene doble utilidad, por un lado, nos servirá para una estimación más precisa del peso del casco, cubierta y estructura, que realizaremos en siguiente paso del proyecto, y por otro lado, nos servirá como punto de partida para el cálculo de la estructura por elementos finitos que tenemos previsto realizar en una fase posterior del proyecto.

La disposición estructural que tomaremos, podemos verla en el plano del anexo I (*Distribución inicial de interiores y estructura*).



### 5.1.1-Materiales

Para la construcción, vamos a utilizar fibras de tipo E, alternando capas de mat 300 g/m<sup>2</sup> y capas de tejido 800 g/m<sup>2</sup>, con un contenido en fibra G<sub>c</sub>, de 0,3.

Las propiedades mecánicas según RINA son las siguientes

- Tensión de rotura a tracción  $R_m = 85.02 \text{ N/mm}^2$
- Módulo de elasticidad a tracción  $E = 6350 \text{ N/mm}^2$
- Tensión de rotura a compresión  $R_{mc} = 117 \text{ N/mm}^2$
- Módulo de elasticidad a compresión  $E_c = 6000 \text{ N/mm}^2$
- Tensión de rotura a flexión  $R_{mf} = 152.18 \text{ N/mm}^2$
- Módulo de elasticidad a flexión  $E_f = 5206 \text{ N/mm}^2$
- Tensión de rotura a cortante  $R_{mt} = 62 \text{ N/mm}^2$
- Módulo de elasticidad a cortante  $G = 2750 \text{ N/mm}^2$
- Tensión de rotura íter laminar a cortante  $R_{mti} = 17.25 \text{ N/mm}^2$

Espesor de cada capa 2.09 mm

Simbolo	Unidades	Valor
<b>P</b>	<b>g/m<sup>2</sup></b>	<b>2,56</b>
<b>Q</b>	<b>g/m<sup>3</sup></b>	<b>1,2</b>
<b>G<sub>c</sub></b>	---	0,3
<b>R<sub>m</sub></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	85,02
<b>E</b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	6350
<b>R<sub>mc</sub></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	117
<b>E<sub>c</sub></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	6000
<b>R<sub>mf</sub></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	152,18
<b>E<sub>f</sub></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	5206
<b>R<sub>mt</sub></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	62
<b>G</b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	2750
<b>R<sub>mti</sub></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	17,25



### 5.1.2- Esfuerzo longitudinal

El módulo mínimo de la sección media, en el fondo, y en la cubierta en [**cm<sup>3</sup>**].

$$Z = 3600 \cdot L^2 \cdot B \cdot \frac{1}{\sigma_u}$$

Donde

Momento de inercia mínimo **J** de la cuaderna maestra, en [**cm<sup>4</sup>**]

$$J = 0.14 \cdot L \cdot Z \cdot \sigma_u$$

Simbolo	Unidades	Valor
$\sigma_u$ CUBIERTA	N/mm <sup>2</sup>	85,02
$\sigma_u$ FONDO	N/mm <sup>2</sup>	85,02

#### Módulo de la cuaderna maestra

Z cubierta	cm <sup>3</sup>	18186,70
Z fondo	cm <sup>3</sup>	18186,70

#### Momento de inercia

J	cm <sup>4</sup>	2454800,30
---	-----------------	------------



### 5.1.3- Chapas exteriores

Para identificar los paneles, así como sus medidas, puede acudir a los planos del apéndice I (Paneles y refuerzos para escantillonado)

#### · Definiciones y símbolos

**S** = Dimensión mayor del panel en [m]

**s** = Espaciado longitudinal o transversal entre refuerzos secundarios en [m]

**p** = Presión de diseño, dada en [KN/m<sup>2</sup>]

**K<sub>0</sub>, K<sub>of</sub>** = Coeficientes

#### · Quilla

Anchura no menor a **b<sub>CH</sub>**, en [mm],

$$b_{CH} = 30 \cdot L$$

El espesor de la quilla en [mm]

$$t_{CH} = 1.4 \cdot t$$

**Paneles quilla : P-1,2,3,4,23**

#### · Chapas de fondo

El espesor de las chapas de fondo no será inferior al siguiente, en [mm].

$$t_1 = k_1 \cdot k_a \cdot s \cdot k_{of} \cdot p^{0.5}$$

$$t_2 = 16 \cdot s \cdot k_{of} \cdot p^{0.5}$$

**Paneles fondo: P-5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,22,24**

#### · Chapas de costado

El espesor de las chapas de costado no será inferior al mayor de los valores obtenidos a continuación, en [mm].

$$T_1 = k_1 \cdot k_a \cdot s \cdot k_{of} \cdot p^{0.5}$$

$$t_2 = 16 \cdot s \cdot k_{of} \cdot p^{0.5}$$

**Paneles de costado: P-19,20,21**



### Paneles de quilla/fondo

N° identificación		P1	P2	P3	P4	P23	P5	P6	P7	P8	P9
Simbolo	Unidades	QUILLA					FONDO				
S	m	3,85	0,85	1,06	1,15	0,67	2,1	0,84	0,92	0,92	0,94
s	m	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,8	0,38	0,49	0,49	0,49
$h_0$	m	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,26	0,38	0,38	0,38
Lpdr	m	7,84	5,5	4,5	3,3	10,2	2	9,5	8,5	7,5	6,5
$\beta_x$	°	30	32	32	45	36	60	33	30	28	28
$A_1$	m <sup>2</sup>	2,12	0,47	0,58	0,63	0,37	1,68	0,32	0,45	0,45	0,46
$C_S$	m	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
$G_e$	---	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
$R_m$	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02
$R_{mf}$	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02
b	m										

### PANELES

Espesor quilla	mm	20,60	20,30	20,18	19,80	17,28	21,69	10,78	15,27	16,02	16,00
Anchura quilla	mm	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20
Espesor fondo	mm	14,71	14,50	14,41	14,14	12,34	20,66	10,26	14,55	15,26	15,23
Reducción por formas redondas	mm	14,71	14,50	14,41	14,14	12,34	15,50	7,70	10,91	11,44	11,43
Presion diseño	KN/m <sup>2</sup>	35,46	39,57	34,95	11,00	24,24	11,00	36,15	44,86	49,35	49,20



Paneles de fondo

Nº identificación		P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P22	P24
Simbolo	Unidades	FONDO										
S	m	0,85	1,06	1,15	0,84	0,92	0,92	0,94	2	1,15	2,12	0,84
s	m	0,472	0,42	0,42	0,38	0,65	0,75	0,53	0,69	0,61	0,62	0,54
h <sub>0</sub>	m	0,42	0,42	0,42	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,5	0,28
Lpdr	m	5,5	4,6	3,3	9,5	8,5	7,5	6,4	4,9	3,2	0,4	10,2
β <sub>x</sub>	°	32	32	45	33	30	28	28	32	45	84	36
A <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>	0,40	0,45	0,48	0,32	0,60	0,69	0,50	1,38	0,70	1,31	0,45
C <sub>S</sub>	m	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
G <sub>c</sub>	----	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
R <sub>m</sub>	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02
R <sub>mf</sub>	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02
b	m											

PANELES

Espesor quilla	mm	13,96	11,99	11,39	10,78	18,79	21,11	16,82	18,39	16,32	16,81	12,72
Anchura quilla	mm	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20
Espesor fondo	mm	13,30	11,42	10,85	10,26	17,90	20,10	16,02	17,52	15,54	16,01	12,12
Reducción por formas redondas	mm	9,97	8,56	8,14	7,70	13,42	15,08	12,01	13,14	11,66	12,01	9,09
Presion diseño	KN/m <sup>2</sup>	40,40	36,63	11,00	36,15	43,14	46,50	48,68	31,93	11,00	11,00	23,57



### Paneles de costado

N° identificación		P19	P20	P21
Simbolo	Unidades	COSTADO		
0 = Panel 1=Refuerzo	....	0	0	0
0=detras Ppra 1=delante Ppra	....	0	0	0
Refuerzo sirve d apoyo d otros? 0= si 1=no	....			
S	m	2	1,15	2,1
s	m	0,6	0,6	0,6
h <sub>0</sub>	m	0,3	0,3	0,3
L <sub>pdr</sub>	m	6,5	4,9	2
h <sub>1</sub>	m	0,9	0,9	0,9
A	m <sup>2</sup>	1,2	0,69	1,26
α	°	75	75	75
γ	°	0	0	15
P <sub>LCG</sub>	KN/m <sup>2</sup>	41,23	41,23	41,23
R <sub>m</sub>	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02
R <sub>mf</sub>	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02

### PANELES

Espesor costado	mm	14,01	13,8	14,0
Reducción por formas redondas	mm	11,2	11,0	11,2
Presion diseño	KN/m <sup>2</sup>	9,0	9,0	9,0



#### 5.1.4- Estructura del casco

##### Definiciones y símbolos

**s** = Espaciado entre refuerzos secundarios, en [m]

**p** = Presión de escantillonado en [KN/m<sup>2</sup>]

**k<sub>0</sub>**= Coeficiente calculado en capítulos anteriores

- Longitudinales de fondo: El módulo de la sección en [cm<sup>3</sup>],

$$Z = k_1 \cdot s \cdot S^2 \cdot k_0 \cdot p$$

- Varengas: El módulo de la sección en el centro de la luz **S**, no será menor al valor **Z<sub>M</sub>**, en [cm<sup>3</sup>]

$$Z_M = k_1 \cdot b \cdot S^2 \cdot k_0 \cdot p$$

En cascos con forma de U, o con un ángulo de astilla muerta  $\geq 12^\circ$ , el módulo **Z<sub>M</sub>**, puede reducirse en un 40 %

**Bancada interior: L-1,19,20,21,22**

**Bancada exterior: L-8,9,10,11**

**Longitudinal de fondo interior: L-3,4,5**

**Longitudinal de fondo exterior: L-12,13,14**

- Quilla: Cuando la quilla forma un soporte para las varengas, el módulo de la sección no será inferior al obtenido a continuación en [cm<sup>3</sup>]

$$Z_{PC} = k_1 \cdot b_{PC} \cdot S^2 \cdot k_0 \cdot p$$

**Quilla: K-1,2,3,4,5,6**

- Longitudinales de costado: El módulo de la sección de los longitudinales en [cm<sup>3</sup>], no será menor al siguiente

$$Z = k_1 \cdot s \cdot S^2 \cdot k_0 \cdot p$$

**Longitudinales de costado: L15,16,17,18**



### Estructura de fondo (longitudinales)

N° identificación		K1	K2	K3	K4	K5	K6	L1	L19	L20	L21	L22
Simbolo	Unidades	Quilla	Bancada interior									
S	m	3,85	0,85	1,06	1,15	2,1	0,77	0,54	0,84	0,92	0,92	0,94
s	m	0,37	0,37	0,37	0,37	0,84	0,62	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
h <sub>0</sub>	m	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
L <sub>pd</sub>	m	7,84	5,5	4,5	3,3	2,1	0,4	10,2	7,84	7,84	7,84	7,84
β <sub>x</sub>	°	30	30	30	30	60	75	33	30	30	30	30
A <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>	1,42	0,31	0,39	0,43	1,76	0,48	0,24	0,38	0,41	0,41	0,42
C <sub>s</sub>	m	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
G <sub>c</sub>	----	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
R <sub>m</sub>	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02
R <sub>mf</sub>	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02
b	m	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,92	0,85	1,06	1,06	1,06	1,06

<b>Presion diseño</b>	<b>KN/m<sup>2</sup></b>	<b>37,87</b>	<b>46,34</b>	<b>40,99</b>	<b>35,76</b>	<b>11,00</b>	<b>11,00</b>	<b>31,05</b>	<b>45,93</b>	<b>45,38</b>	<b>45,38</b>	<b>45,25</b>
-----------------------	-------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

### MODULO DE LOS REFUERZOS

Z long fondo	cm <sup>3</sup>	207,63	12,39	17,04	17,50	61,11	6,06	<b>4,07</b>	<b>14,58</b>	<b>17,28</b>	<b>17,28</b>	<b>17,99</b>
Z varengas	cm <sup>3</sup>	249,16	14,86	20,44	20,99	97,77	9,70	4,89	17,50	20,74	20,74	21,58
Z quilla	cm <sup>3</sup>	<b>363,64</b>	<b>21,69</b>	<b>29,84</b>	<b>30,64</b>	<b>62,85</b>	<b>14,40</b>	9,23	41,21	48,84	48,84	50,84



### Estructura de fondo (longitudinales)

Nº identificación		L3	L4	L5	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14
Simbolo	Unidades	Long fono int			Bancada exterior			Long fondo ext			
S	m	0,85	1,06	1,15	0,84	0,92	0,92	0,94	0,85	1,06	1,15
s	m	0,45	0,45	0,45	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,52	0,54
h <sub>0</sub>	m	0,5	0,5	0,5	0,22	0,22	0,22	0,22	0,8	0,38	0,38
Lpdr	m	5,5	4,5	3,3	9,5	8,4	7,5	6,4	5,5	4,5	3,3
β <sub>x</sub>	°	32	32	45	33	30	28	28	32	32	45
A <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>	0,38	0,48	0,52	0,45	0,50	0,50	0,51	0,46	0,55	0,62
C <sub>S</sub>	m	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
G <sub>c</sub>	----	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
R <sub>m</sub>	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02
R <sub>mf</sub>	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02
b	m	1,15	2,01	0,62	0,84	0,92	0,92	0,94	0,85	1,06	1,15
<b>Presion diseño</b>	<b>KN/m2</b>	<b>40,65</b>	<b>35,93</b>	<b>11,00</b>	<b>34,50</b>	<b>44,27</b>	<b>48,70</b>	<b>48,55</b>	<b>39,67</b>	<b>35,22</b>	<b>11,00</b>
<b>Z long fondo</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>	<b>13,21</b>	<b>18,16</b>	<b>9,82</b>	<b>13,14</b>	<b>20,23</b>	<b>22,25</b>	<b>23,16</b>	<b>15,47</b>	<b>20,57</b>	<b>11,78</b>
<b>Z varengas</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>	15,86	21,80	15,71	15,77	24,28	26,70	27,79	18,57	24,69	18,85
<b>Z quilla</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>	40,53	97,36	21,64	24,54	41,36	45,49	48,38	29,23	50,33	40,14



**Refuerzos fondo (transversales)**

N° identificación		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Simbolo	Unidades	Travs 1	Trasv 2		Trasv 3		Trasv 4		
S	m	0,67	0,84	0,49	0,38	0,49	0,38	0,49	0,38
s	m	0,57	0,57	0,49	0,8	0,49	0,38	0,49	0,8
h <sub>0</sub>	m	0,5	0,38	0,5	0,38	0,5	0,38	0,5	0,38
L <sub>pdr</sub>	m	10	10	9,1	9,1	7,9	7,9	6,9	6,9
β <sub>x</sub>	°	33	33	28	28	28	28	28	28
A <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>	0,38	0,48	0,24	0,30	0,24	0,14	0,24	0,30
C <sub>S</sub>	m	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
G <sub>c</sub>	----	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
R <sub>m</sub>	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02
R <sub>mf</sub>	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02
b	m	0,57	0,57	0,96	0,96	1	1	1	1

Presion diseño	KN/m <sup>2</sup>								
		<b>31,01</b>	<b>30,08</b>	<b>53,23</b>	<b>51,66</b>	<b>53,56</b>	<b>56,96</b>	<b>53,56</b>	<b>51,98</b>

Z long fondo	cm <sup>3</sup>	7,93	12,10	6,26	5,97	6,30	3,12	6,30	6,00
Z varengas	cm <sup>3</sup>	<b>9,52</b>	<b>14,52</b>	<b>7,51</b>	<b>7,16</b>	<b>7,56</b>	<b>3,75</b>	<b>7,56</b>	<b>7,20</b>
Z quilla	cm <sup>3</sup>	9,52	14,52	14,72	8,59	15,43	9,87	15,43	9,01



### Refuerzos de costado (longitudinales)

Nº identificación		L15	L16	L17	L18
<b>Simbolo</b>	<b>Unidades</b>				
0 = Panel 1=Refuerzo	....	1	1	1	1
0=detras Ppra 1=delante Ppra	....	0	0	0	0
Refuerzo sirve d apoyo d otros? 0= si 1=no	....	0	0	0	0
S	m	0,94	1	1,15	1,4
s	m	0,73	0,73	0,73	0,73
h <sub>0</sub>	m	0	0	0	0
L <sub>pdr</sub>	m	6,5	4,9	2	2,1
h <sub>1</sub>	m	0,45	0,45	0,45	0,45
A	m <sup>2</sup>	0,6862	0,73	0,8395	1,022
α	°	50	50	50	50
γ	°	0	0	0	15
P <sub>LCG</sub>	KN/m <sup>2</sup>	41,23	41,23	41,23	41,23
R <sub>m</sub>	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02	85,02
R <sub>mf</sub>	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02	85,02

<b>Presion diseño</b>	<b>KN/m<sup>2</sup></b>	<b>6,565</b>	<b>5,569</b>	<b>5,569</b>	<b>6,761</b>
-----------------------	-------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

#### MODULO DE LOS REFUERZOS

Z Cuadernas	cm <sup>3</sup>	7,41	7,11	9,4	16,9
Z long costado	cm <sup>3</sup>	<b>8,0</b>	<b>7,7</b>	<b>10,2</b>	<b>18,3</b>
Z vagras	cm <sup>3</sup>	10,58	10,16	13,44	24,18



### 5.1.5- Paneles de cubierta

Los paneles de cubierta pueden identificarse en los planos del ANEXO I  
(*Paneles de cubierta para escantillonado*)

#### - Definiciones y símbolos

**s** = Espaciado entre refuerzos secundarios (transversales o longitudinales) en [m]

**h** = Altura de Escantillonado.

- Chapas de cubierta El espesor **t** de la cubierta en [mm]

$$t = 0.15 \cdot k_a \cdot s \cdot k_{of} \cdot L_1^{0.5}$$

Donde

**L<sub>1</sub>** = Eslora de escantillón, no será menor a 15 m

**k<sub>a</sub>** = Coeficiente función de la relación de aspectos **S/s** dado en la siguiente tabla

S/s	k <sub>a</sub>
1	17,5
1,2	19,6
1,4	20,9
1,6	21,6
1,8	22,1
2	22,3
>2	22,4



**Paneles de cubierta**

N° identificación		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Simbolo	Unidades							
Delante Pproa=0 Detrás Pproa=1	....	1	1	1	1	1	1	1
Refuerzo long=0 Refuerzo tras=1	....							
S	m	1,2	3,17	1,33	1,04	0,93	0,65	1,26
s	m	0,48	0,45	0,42	0,47	0,63	0,65	0,85
R <sub>mf</sub>	N/mm <sup>2</sup>	152,18	152,18	152,18	152,18	152,18	152,18	152,18
R <sub>m</sub>	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02

**PANELES**

Espesor cbta ppal	mm	6,2	5,8	5,46	6,1	7,6	6,6	10,3
Espesor cbta inferior	mm	5,4	5,0	4,7	5,2	6,6	5,7	8,9
Altura diseño (h)	m	1	1	1	1	1	1	1



N° identificación		P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Simbolo	Unidades							
Delante Pproa=0 Detrás Pproa=1	....	1	1	1	1	1	1	1
Refuerzo long=0 Refuerzo tras=1	....							
S	m	0,85	0,67	0,67	0,85	1,33	1,5	1,33
s	m	0,51	0,46	0,47	0,47	0,75	0,58	0,84
$R_{mf}$	$N/mm^2$	152,18	152,18	152,18	152,18	152,18	152,18	152,18
$R_m$	$N/mm^2$	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02

#### PANELES

Espesor cbta ppal	mm	6,3	5,5	5,7	6,0	9,4	7,5	10,19
Espesor cbta inferior	mm	5,5	4,8	4,9	5,2	8,1	6,5	8,8
Altura diseño (h)	m	1	1	1	1	1	1	1



### 5.1.6-Estructura de cubierta

- Refuerzos secundarios: El módulo de la sección de los refuerzos secundarios, en [cm<sup>3</sup>]

$$Z = 14 \cdot s \cdot S^2 \cdot h \cdot k_{of} \cdot C_1$$

Donde

- $C_1 = 1$  para longitudinales de la cubierta principal
- = 0.63 para los longitudinales de cubiertas inferiores
- = 0.56 para los baos

- Baos de cubierta: El módulo de la sección de los baos, en [cm<sup>3</sup>], no será menor al siguiente

$$Z = 15 \cdot b \cdot S^2 \cdot h \cdot k_o$$

Donde

- $b$  = Anchura de la tira de cubierta que descansa sobre el bao
- $S$  = Luz del refuerzo en [m], igual normalmente a la distancia entre apoyos (puntales, otros baos, mamparos...)



### Refuerzos longitudinales de cubierta

N° identificación		11	12	13	14	15	16	17
Simbolo	Unidades	Long plataforma	Longitudinal bañera					L, costado
Delante Pproa=0 Detrás Pproa=1	....	1	1	1	1	1	1	1
Refuerzo long=0 Refuerzo tras=1	....	0	0	0	0	0	0	0
S	m	0,47	0,46	0,65	0,63	0,47	0,67	1,33
s	m	0,85	0,76	0,81	0,84	1	0,52	0,65
R <sub>mf</sub>	N/mm <sup>2</sup>	152,18	152,18	152,18	152,18	152,18	152,18	152,18
R <sub>m</sub>	N/mm <sup>2</sup>	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02
b	m	0,85	0,76	0,81	0,84	1	0,52	0,65

### MODULO DE LOS REFUERZOS

Altura diseño (h)	m	1	1	1	1	1	1	1
Z long	cm <sup>3</sup>	2,63	2,25	4,79	4,66	3,09	3,27	16,09
Z baos	cm <sup>3</sup>	2,82	2,41	5,13	5,00	3,31	3,50	17,24



### Baos de cubierta

Nº identificación		b 1	b 2	b 3	b 4	b 5	b 6	b 7	b 8
Simbolo	Unidades	Bao bañera	Bao plataforma						
Delante Pproa=0 Detrás Pproa=1	....	1	1	1	1	1	1	1	1
Refuerzo long=0 Refuerzo tras=1	....	1	1	1	1	1	1	1	1
S	m	0,45	0,75	0,85	0,93	0,65	0,67	0,85	0,85
s	m	0,96	1,02	1,5	0,62	0,6	0,52	0,53	0,87
$R_{mf}$	$N/mm^2$	152,18	152,18	152,18	152,18	152,18	152,18	152,18	152,18
$R_m$	$N/mm^2$	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02	85,02
b	m	0,96	1,02	1,5	0,62	0,6	0,52	0,53	0,87

### MODULO DE LOS REFUERZOS

Altura diseño (h)	m	1	1	1	1	1	1	1	1
Z long	$cm^3$	1,52	4,50	8,49	4,20	1,99	1,83	3,00	4,93
Z baos	$cm^3$	2,92	8,60	16,25	8,04	3,80	3,50	5,74	9,43



### 5.1.7- Paneles de superestructura

Los paneles de la superestructura pueden identificarse en los planos del ANEXO I (*Paneles superestructura*)

- Espesor de los paneles: El espesor mínimo viene determinado por la siguiente fórmula

$$t = 3.7 \cdot s \cdot K_{0f} \cdot h^{0.5}$$

Donde

**s** = Espaciado entre refuerzos, en [m]

$$K_{0f} = \left( \frac{152}{R_{mf}} \right)^{0.5}$$

**R<sub>mf</sub>** = Tensión de rotura a flexión en [N/mm<sup>2</sup>]; si G<sub>c</sub> = 0.3 tomamos **K<sub>0f</sub> = 1**, en ningún caso se tomará **K<sub>0f</sub>**, inferior a **0.7**

**h** = Altura de escantillón, en [m]



### Paneles de superestructura (cabina)

N° identificación		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Simbolo	Unidades	Paneles de cabina					
S	m	1,98	2,14	2,24	2,00	2,34	2,35
s	m	0,30	0,39	0,39	0,39	0,39	0,43
<b>R<sub>m</sub></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
<b>R<sub>mf</sub></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80

### Cubiertas de superestructuras

h diseño	m	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Espesor	mm	1,3	1,7	1,7	1,7	1,7	1,9

### Paneles de superestructura (Flybridge)

N° identificación		P1	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
Simbolo	Unidades	Paneles Flybridge										
S	m	1,98	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
s	m	0,30	0,37	0,40	0,40	0,80	0,40	0,40	0,80	0,40	0,40	0,37
<b>R<sub>m</sub></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
<b>R<sub>mf</sub></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80

### Cubiertas de superestructuras

h diseño	m	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Espesor	mm	1,3	1,6	1,8	1,8	3,6	1,8	1,8	3,6	1,8	1,8	1,6



### 5.1.8- Refuerzos de superestructura

Los refuerzos de la superestructura pueden identificarse en los planos del ANEXO I (*Refuerzos superestructura*)

- Refuerzos: El módulo de la sección de los refuerzos, en [**cm<sup>3</sup>**], no será menor al siguiente

$$Z = 5.5 \cdot s \cdot S^2 \cdot h \cdot k_0$$

Donde

**h** = Altura de escantillón, en [**m**]

**K<sub>0</sub>** = **85/R<sub>m</sub>**

**R<sub>m</sub>** = Tensión de rotura a tracción, en [**N/mm<sup>2</sup>**];

**s** = Espaciado entre refuerzos, en [**m**]

**S** = Luz del refuerzo en [**m**].



### Refuerzos superestructura (Baos cabina)

N° identificación		b1	b2	b3	b4	b5	b6
Símbolo	Unidades	Baos cabina					
S	m	1,98	2,14	2,24	2,00	2,34	2,35
s	m	0,35	0,39	0,39	0,39	0,39	0,41
$R_m$	$N/mm^2$	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
$R_{mf}$	$N/mm^2$	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80

### Cubiertas de superestructuras

h diseño	m	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Z Refuerzos	$cm^3$	11,320	14,735	16,144	12,870	17,618	18,680

### Refuerzos superestructura (Baos Flybritge)

N° identificación		b7	b8	b9	b10	b11	b12	b13	b14	b15	b16
Símbolo	Unidades	Baos flybritge									
S	m	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
s	m	0,80	0,40	0,63	0,37	0,40	0,80	0,40	0,63	0,37	0,40
$R_m$	$N/mm^2$	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
$R_{mf}$	$N/mm^2$	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80
h diseño	m	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Z Refuerzos	$cm^3$	4,224	2,112	3,326	1,954	2,112	3,234	1,617	2,547	1,496	1,617
-------------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------



### Refuerzos superestructura (Longitudinales Flybrigte)

		N° identificación				
		11	12	13	14	15
Simbolo	Unidades	Longitudinal flybrigte				
S	m	0,40	0,37	0,63	0,40	0,38
s	m	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
<b>R<sub>m</sub></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
<b>R<sub>mf</sub></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	152,80	152,80	152,80	152,80	152,80
<b>h diseño</b>	<b>m</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>
<b>Z Refuerzos</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>	<b>1,043</b>	<b>0,892</b>	<b>2,587</b>	<b>1,043</b>	<b>0,941</b>



### 5.1.9- Mamparos

Las dimensiones y posición de los mamparos pueden verse en el anexo I (*Escantillonado mamparos*).

#### - Definiciones y símbolos

**s** = Espaciado entre refuerzos, en [m]

**S** = Luz en [m], igual a la distancia entre miembros que soportan el refuerzo que concierne

**h<sub>S</sub>** = Altura de columna de agua, en [m], tomaremos la mayor de estas tres:

**h<sub>1</sub>** = Distancia vertical desde **pdr** hasta un punto localizado 1 metro encima del punto más alto del tanque

**h<sub>1</sub>** = 2/3 de la distancia vertical desde **pdr** hasta el punto más alto del respiradero

**h<sub>1</sub>** = 2.8 metros

**h<sub>B</sub>** = Distancia vertical en [m] desde **pdr** hasta el punto más alto del mamparo.

**K<sub>0</sub>** = 85/R<sub>m</sub>

$$K_{0f} = \left( \frac{152}{R_{mf}} \right)^{0.5}$$

**R<sub>m</sub>** = Tensión de rotura a tracción, en [KN/mm<sup>2</sup>]

**R<sub>mf</sub>** = Tensión de rotura a flexión en [KN/mm<sup>2</sup>]

**Pdr** = Punto de referencia, es el borde más bajo del panel o el centro del área que soporta el refuerzo, dependiendo del caso.

#### - Espesor de los mamparos

El espesor viene determinado por la siguiente fórmula, en [mm]

$$t = k_1 \cdot s \cdot k_{of} \cdot h^{0.5}$$

K<sub>1</sub>, y la altura de escantillón los determinamos e la siguiente tabla

Tipo mamparo	K <sub>1</sub>	h [m]
Colisión	5,8	h <sub>B</sub>
Subdivisión	5	h <sub>B</sub>
Tanque	5,3	h <sub>S</sub>



### Espesor de los mamparos

El material utilizado en el astillero para los mamparos es el contrachapado marino, con las siguientes propiedades físicas

$$\rho = 50 \text{ Kg/m}^3$$

$$E = 9.3 \text{ GPa}$$

$$\sigma_{\text{compresion}} = 31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{tracción}} = 31 \text{ MPa}$$

$$\tau = 6.2 \text{ Mpa}$$

	Unidades	Mamparo colision	Mamparo camarote	Mamparo dinette	Mamparo cam maq
Colisión =0 Subdivisión =1 Tanque =2	.....	0	1	1	2
S	m	2,18	3,48	3,66	3,63
s	m	1,92	1,89	1,89	1,03
h	m	0,96	0,95	0,95	0,515
$R_m$	$\text{N/mm}^2$	31	31	31	31
$R_{mf}$	$\text{N/mm}^2$	31	31	31	31
h respiradero	m				3

### Espesor

Espesor	mm	24,16	20,40	20,40	20,23
h diseño	m	0,96	0,95	0,95	2,8



## 5.2- Escantillonado

Antes de determinar las secuencias de laminado de cada zona y las dimensiones de los refuerzos, deberemos definir las peculiaridades del proceso constructivos.

### 5.2.1- Materiales

La construcción de la embarcación se realizará en resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio. Sin ser éstos los materiales que ofrecen las mejores prestaciones del mercado, son sin duda los que ofrecen la mejor relación resistencia-precio/ peso, y por eso su uso en la industria náutica está mundialmente extendido.

Los refuerzos de fibra de vidrio se pueden encontrar en una amplia variedad de presentaciones. El tipo de refuerzo más usado es el *Chopped Strand Mat* (CSM), que está formado por fibras cortas, de unos 4-5 cm de longitud, distribuidas aleatoria mente y unidas por un coagulante, de forma que este tipo de refuerzo es más o menos isotrópico. Los otros tipos son, sin embargo, mucho más sensibles a la dirección de las cargas. Esto es una ventaja a la hora de diseñar el laminado, si uno tiene cuidado de alinear las fibras con las cargas primarias, de forma que se obtenga el mejor rendimiento de los materiales de refuerzo.

El uso de *rovings* para asegurar las sollicitaciones primarias es una buena idea, pero para garantizar una suficiente resistencia ínter laminar, la práctica más común es intercalar una capa de *mat* entre cada capa de *roving*. Es por este motivo que muchos fabricantes han concebido combinaciones de estos dos tipos de presentaciones y podemos disponer de *rovings* unidos a *mats* mediante un cosido ligero. Es lo que habitualmente se conoce como *Rovimat*, un tipo de tela que ahorra tiempo al laminador, reduciendo los costes y aumentando el rendimiento de la producción.

La resina más conveniente para aplicaciones náuticas es la isoftálica. Este tipo de resina presenta la propiedad de formar cadenas más largas en su composición. Tales cadenas permiten formar poliésteres de alto peso molecular ya que, al contrario de las resinas ortoftálicas, no existe el problema de la regeneración en ciclos. Así, se confiere al producto final una mayor resistencia mecánica para absorber los impactos, y consecuentemente se obtienen polímeros de mayor resistencia química y térmica. Por este motivo, éste tipo de resina es la más indicada para gelcoats exteriores y laminados expuestos a la intemperie o a medios agresivos, como el marino, en el que evitar el problema de la ósmosis es fundamental.



El gelcoat, como ya se ha señalado, al ser una pintura de base poliestirénica, deberá ser también isoftálico. El gelcoat utilizado como pintura de acabado para exteriores lleva una carga de parafina que le confiere un acabado lacado de aspecto brillante. Si el gelcoat disponible no es parafinado, deberá añadirse la carga de parafina preparando una solución de ésta en acetona u otro disolvente compatible y añadiéndola a la pintura antes de su aplicación.

La técnica de aplicación será la de proyección para el Mat, mientras que para las capas de tejidos tipo Roving, se hará de forma manual. Habrá que tomar especial precaución en respetar las proporciones fibra/resina planteadas durante el diseño. Para ello será suficiente con pesar las cantidades de material a usar antes de cada aplicación. La pericia de los laminadores deberá asegurarnos la mínima cantidad de inclusiones de aire posibles en el laminado.

### 5.2.2-Propiedades de los refuerzos

Con el fin de abaratar costes y siguiendo con el método de construcción empleado en el astillero *Menorquín yacht*, la geometría de nuestros refuerzos serán de tipo omega, con un núcleo en madera de pino, cuyas propiedades son las siguientes:

$$\rho = 50 \text{ Kg/m}^3$$

$$E = 11.76 \text{ GPa}$$

$$\sigma_{\text{compresion}} = 39 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{tracción}} = 102 \text{ MPa}$$

$$\tau = 9.8 \text{ Mpa}$$

isotrópico

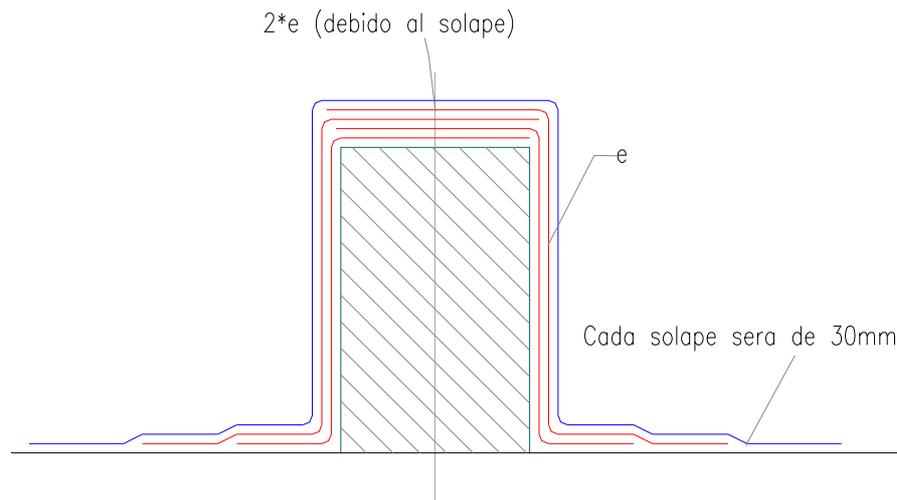
Es posible que bajo la acción de determinadas solicitaciones, el refuerzo tenga la tendencia a flexar, con la consiguiente variación de la distancia entre ala y panel y, como consecuencia, la pérdida del efecto inicial resistente proyectado. Para evitar esta circunstancia es por lo que debe de haber una relación geométrica mínima entre la altura y el espesor del alma.

El núcleo, además de servir de premolde para la obtención de la figura omega, evita que las almas flexen, siempre y cuando se obtenga una perfecta unión entre estas y el núcleo.



Como consecuencia de la forma de laminar el refuerzo al casco, el espesor del ala es doble, ya que en la parte superior se acumula el material de laminación de los dos costados. Este es un detalle importante y que deberemos tenerlo en cuenta para el cálculo del momento de inercia y por tanto del módulo resistente del refuerzo.

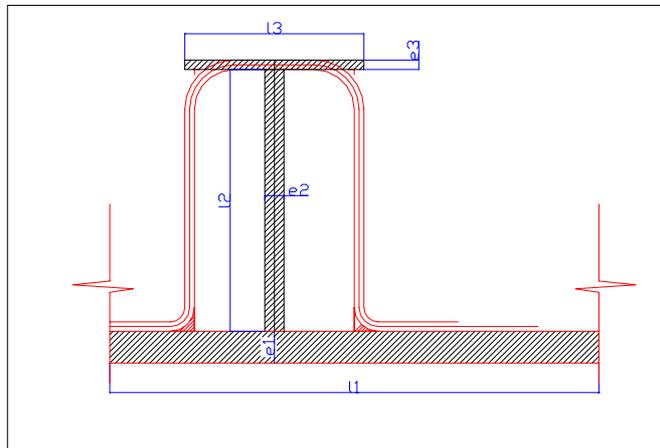
En el siguiente dibujo puede observarse, el método de laminación seguido, así como el solape mínimo especificado por RINA.





Propiedades físicas de los refuerzos

Para determinar el momento de inercia, transformaremos el refuerzo en forma de “U” invertida en un refuerzo en forma de “T”, tal y como puede verse en el dibujo de la página siguiente.



\* **NOTA:**  $l_{1max} = 18 \cdot e_1 + l_3$  (longitud equivalente de la chapa)

Los cálculos por tanto quedan de la siguiente manera:

Momentos de inercia:

$$I_{chapa} = \frac{l_1 \cdot e_1^3}{12} + Area_1 \left( \frac{e_1}{2} \right)^2$$

$$I_{alma} = \frac{e_2 \cdot l_2^3}{12} + Area_2 \left( \frac{l_2}{2} + e_1 \right)^2$$

$$I_{ala} = \frac{l_3 \cdot e_3^3}{12} + Area_3 \left( \frac{e_3}{2} + l_2 + e_1 \right)^2$$

$$I_T = I_{chapa} + I_{alma} + I_{ala}$$

Eje neutro:

$$X_i = \frac{Area_3(e_3 / 2 + l_2 + e_1) + Area_2(l_2 / 2 + e_1) + Area_1(e_1 / 2)}{Area_1 + Area_2 + Area_3}$$

Momento de inercia  $I = I_T - A_T \cdot X_i^2$

Módulo resistente  $SM = \frac{I}{e_3 + l_2 + e_1 - X_i}$



### 5.2.3-Propiedades del laminado

Aunque RINA nos ofrece una serie de fórmulas para el cálculo de las propiedades del laminado, que anteriormente se han expuesto, hemos preferido aplicar las fórmulas del reglamento B. V. que en la práctica se ha demostrado que son las que dan me

El contenido de volumen de fibra de cada capa es:

$$V_f = \frac{W_f(1-\mu)}{W_f + (1-W_f)\frac{\rho_f}{\rho_m}}$$

Cualquiera que sea el tipo de material de refuerzo utilizado, se debe calcular primero las características elásticas de una capa con fibras unidireccionales que tenga el mismo contenido de refuerzo que la capa considerada.

- Módulo de Young

Paralelo a las fibras

$$E_1 = V_f E_f + (1 - V_f) E_m$$

Perpendicular a las fibras

$$E_2 = \frac{E_m}{1 - \nu_m^2} \frac{1 + 0.85 V_f^2}{(1 - V_f)^{1.25} + V_f \frac{E_m}{E_f (1 - \nu_m^2)}}$$

- Coeficientes de Poisson

$$\nu_{12} = V_f \nu_f + (1 - V_f) \nu_m$$

$$\nu_{21} = \nu_{12} \frac{E_2}{E_1}$$

- Módulos de Coulomb

$$G_{12} = G_m \frac{1 + 0.6 V_f^{0.5}}{(1 - V_f)^{1.25} + \frac{E_m}{E_f} V_f}$$

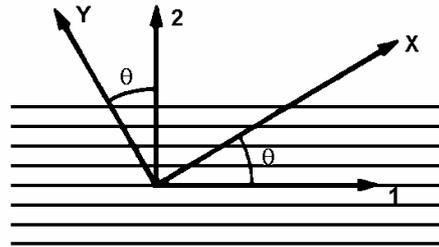
$$G_m = \frac{E_m}{2(1 + \nu_m)}$$



Las características en cualquier dirección que forme un ángulo  $\theta$  con la dirección de las fibras son:

$$\frac{1}{E_x} = \frac{1}{E_1} \cos^4 \theta + \left( \frac{1}{G_{12}} - \frac{2\nu_{12}}{E_1} \right) \sin^2 \theta \cos^2 \theta + \frac{1}{E_2} \sin^4 \theta$$

$$\frac{1}{E_y} = \frac{1}{E_1} \sin^4 \theta + \left( \frac{1}{G_{12}} - \frac{2\nu_{12}}{E_1} \right) \sin^2 \theta \cos^2 \theta + \frac{1}{E_2} \cos^4 \theta$$



Si el contenido en masa de fibra en una capa de MAT es entre 0.25 y 0.35. El módulo de Young de una capa de MAT se puede estimar por la expresión:

$$E_{MAT} = \frac{3}{8} E_1 + \frac{5}{8} E_2$$

En el caso de tejido roving, si el contenido en masa de fibra, en una capa, es entre 0.4 y 0.6, y en el caso de tejido unidireccional es entre 0.6 y 0.7. La dirección de la trama (dirección principal 1) tiene distintas propiedades que la dirección de la urdimbre (dirección 2).

$$E_{1R} = kE_1 + (1 - k)E_2$$

$$E_{2R} = (1 - k)E_1 + kE_2$$

donde  $k$  es el coeficiente de balance del tejido, que es la relación entre la resistencia a tracción en el sentido de la trama, a la suma de las resistencias a tracción en las direcciones de trama y urdimbre. Una capa de roving se puede considerar como dos capas unidireccionales perpendiculares, y es posible aplicar directamente las fórmulas anteriores.

El espesor del laminado se calculará como sigue



$$\text{Espesor} = \sum_1^n e_i = \sum_1^n \frac{\omega_i}{1-\mu} \left( \frac{1}{\rho_f} + \frac{1-W_f}{W_f \rho_m} \right) 10^{-3} \text{ mm}$$

$\omega_i$  es la masa de fibra en g/m<sup>2</sup> en la capa "i".

$z_i$  = distancia en [mm] desde el eje neutro de la capa "i" a un borde del laminado =

$$z_{i-1} + \frac{e_{i-1} + e_i}{2}$$

El módulo de elasticidad equivalente del laminado en MPa, y el porcentaje medio de huecos del mismo, se pueden calcular por las expresiones:

$$E_L = \frac{\sum E_i e_i}{\sum e_i} \quad ; \quad \mu_L = \frac{\sum \mu_i e_i}{\sum e_i}$$

donde  $E_i$  es el módulo de Young de la capa "i" en MPa, siendo el más pequeño de los valores a tracción o compresión, y  $\mu_i$  es el porcentaje de huecos de la capa "i".

La distancia del eje neutro del laminado en mm, con respecto al borde de referencia, es:

$$V = \frac{\sum E_i e_i z_i}{\sum E_i e_i}$$

y con respecto al otro borde es:

$$V' = \sum e_i - V$$

Las distancias desde el eje neutro de cada capa al eje neutro del laminado, en mm, son:

$$d_i = z_i - V$$

La rigidez a flexión del laminado por mm de ancho, en N mm<sup>2</sup>/mm, y la inercia del laminado por mm de ancho, en mm<sup>4</sup>/mm, son:

$$[EI] = \sum E_i \left[ \frac{e_i^3}{12} + e_i d_i^2 \right] \quad ; \quad [I] = \frac{\sum E_i * \left[ \frac{e_i^3}{12} + e_i d_i^2 \right]}{E_L}$$



#### 5.2.4- Secuencias de laminación

· Porcentaje de fibra en peso

Mat 0.3

Tejido 0.55

· Densidad de los materiales

Fibra 2.56 g/cm<sup>3</sup>

Resina 1.2 g/cm<sup>3</sup>

· Propiedades mecánicas

Módulo de Young resina = 3000 N/mm<sup>2</sup>

Módulo de Young fibra = 73000 N/mm<sup>2</sup>

Coefficiente Poisson resina = 0.3

Coefficiente Poisson fibra = 0.25

· Zonas de laminación

Costado: desde regala hasta 150 mm por encima de línea de flotación (Ver plano *Paneles para escantillonado*, del Apéndice I)

Fondo: Desde 150 mm por encima de línea de flotación hasta la zona de la quilla (Ver plano *Paneles para escantillonado*, del Apéndice I)

Quilla: Zona central del fondo situada en cruzía (Ver plano *Paneles para escantillonado*, del Apéndice I)

Cubierta: Toda la cubierta indicada en el plano *Paneles de cubierta para escantillonado*, del Apéndice I, excepto la zona de superestructura y la plataforma de baño

Superestructura: Zona superior de la embarcación, (Ver plano *Paneles superestructura* del Apéndice I)

Plataforma de baño: Plataforma de popa, (Ver plano *Paneles de cubierta para escantillonado*, del Apéndice I)



• **Secuencias de laminación estimadas:**

**Costado:**

Nº Capa	Tipo	Ángulo dirección fibras	Peso gr/m <sup>2</sup>	Densidad fibra	Porcentaje de fibra en Peso	Porcentaje huecos	Espesor e (mm)
1	MAT 300	0	300	2,56	0,30	0,10	0,778
2	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
3	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
4	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
5	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
6	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
7	WR 800	0	800	2,56	0,55	0,10	0,953
8	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
9	WR 800	0	800	2,56	0,55	0,10	0,953
10	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168

Espesor lam.=	10,86 mm	98543	577710
Distancia eje neutro a borde laminado =		5,86 mm	
Distancia eje neutro al otro borde laminado =		5,00 mm	
Modulo young del laminado E =		9076 N/mm2	
Rigidez del laminado E*I =		930704 N*mm <sup>2</sup> /mm	
Inercia del laminado I =		102,55 mm <sup>4</sup>	
Peso el laminado =		14,41 Kg/m <sup>2</sup>	
Porcentaje en fibra del laminado =		0,350	

**Fondo:**

Laminación de costado más:

Nº Capa	Tipo	Ángulo dirección fibras	Peso gr/m <sup>2</sup>	Densidad fibra	Porcentaje de fibra en Peso	Porcentaje huecos	Espesor e (mm)
11	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
12	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
13	WR 800	0	800	2,56	0,55	0,10	0,953
14	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168

Espesor lam.=	15,31 mm	140390	1129883
Distancia eje neutro a borde laminado =		8,05 mm	
Distancia eje neutro al otro borde laminado =		7,27 mm	
Modulo young del laminado E =		9168 N/mm2	
Rigidez del laminado E*I =		2569021 N*mm <sup>2</sup> /mm	
Inercia del laminado I =		280,22 mm <sup>4</sup>	
Peso el laminado =		20,36 Kg/m <sup>2</sup>	
Porcentaje en fibra del laminado =		0,354	



## Quilla:

Laminación de fondo más:

Nº Capa	Tipo	Ángulo dirección fibras	Peso gr/m <sup>2</sup>	Densidad fibra	Porcentaje de fibra en Peso	Porcentaje huecos	Espesor e (mm)
15	MAT 450	1	450	2,56	0,30	0,10	1,168
16	WR 800	2	800	2,56	0,55	0,10	0,953
17	MAT 450	3	450	2,56	0,30	0,10	1,168
18	WR 800	4	800	2,56	0,55	0,10	0,953
19	MAT 450	5	450	2,56	0,30	0,10	1,168

\*Nota: La zona de quilla de la plataforma de baño se le aplicará la misma secuencia de laminación

Espesor lam.=	20,72 mm	197355	2156287
Distancia eje neutro a borde laminado =		10,93 mm	
Distancia eje neutro al otro borde laminado =		9,80 mm	
Modulo young del laminado	E =	9524 N/mm <sup>2</sup>	
Rigidez del laminado	E*I =	6716467 N*mm <sup>2</sup> /mm	
Inercia del laminado	I =	705,24 mm <sup>4</sup>	
Peso el laminado =		27,77 Kg/m <sup>2</sup>	
Porcentaje en fibra del laminado =		0,365	

## Cubierta

Laminación de cubierta:

Nº Capa	Tipo	Ángulo dirección fibras	Peso gr/m <sup>2</sup>	Densidad fibra	Porcentaje de fibra en Peso	Porcentaje huecos	Espesor e (mm)
1	MAT 300	0	300	2,56	0,30	0,10	0,778
2	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
3	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
4	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
5	WR 800	0	800	2,56	0,55	0,10	0,953
6	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
7	WR 800	0	800	2,56	0,55	0,10	0,953
8	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168

Espesor lam.=	8,52 mm	80724	368409
Distancia eje neutro a borde laminado =		4,56 mm	
Distancia eje neutro al otro borde laminado =		3,96 mm	
Modulo young del laminado	E =	9472 N/mm <sup>2</sup>	
Rigidez del laminado	E*I =	443118 N*mm <sup>2</sup> /mm	
Inercia del laminado	I =	46,78 mm <sup>4</sup>	
Peso el laminado =		11,41 Kg/m <sup>2</sup>	
Porcentaje en fibra del laminado =		0,364	



### Plataforma de baño

Nº Capa	Tipo	Ángulo dirección fibras	Peso gr/m <sup>2</sup>	Densidad fibra	Porcentaje de fibra en Peso	Porcentaje huecos	Espesor e (mm)
1	MAT 300	0	300	2,56	0,30	0,10	0,778
2	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
3	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
4	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
5	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
6	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
7	WR 800	0	800	2,56	0,55	0,10	0,953
8	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
9	WR 800	0	800	2,56	0,55	0,10	0,953
10	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168

\*Nota: La zona de quilla de la plataforma se le añadirá la secuencia de laminación de la quilla del resto del casco

Espesor lam.=	10,86 mm	98543	359291
Distancia eje neutro a borde laminado =		3,65 mm	
Distancia eje neutro al otro borde laminado =		7,21 mm	
Modulo young del laminado	E =	9076 N/mm <sup>2</sup>	
Rigidez del laminado	E*I =	790235 N*mm <sup>2</sup> /mm	
Inercia del laminado	I =	87,07 mm <sup>4</sup>	
Peso el laminado =		14,41 Kg/m <sup>2</sup>	
Porcentaje en fibra del laminado =		0,350	



## Superestructura

Nº Capa	Tipo	Ángulo dirección fibras	Peso gr/m <sup>2</sup>	Densidad fibra	Porcentaje de fibra en Peso	Porcentaje huecos	Espesor e (mm)
1	MAT 300	0	300	2,56	0,30	0,10	0,778
2	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
3	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
4	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
5	WR 800	0	450	2,56	0,30	0,10	0,953
6	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168
7	WR 800	0	800	2,56	0,55	0,10	0,953
8	MAT 450	0	450	2,56	0,30	0,10	1,168

\*Nota: Se aplicará la misma secuencia de laminación para la cabina que para el Fly-britge

Espesor lam.=	8,52 mm	80724	368409
Distancia eje neutro a borde laminado =		4,56 mm	
Distancia eje neutro al otro borde laminado =		3,96 mm	
Modulo young del laminado E =		9472 N/mm <sup>2</sup>	
Rigidez del laminado E*I =		443118 N*mm <sup>2</sup> /mm	
Inercia del laminado I =		46,78 mm <sup>4</sup>	
Peso el laminado =		11,41 Kg/m <sup>2</sup>	
Porcentaje en fibra del laminado =		0,364	



## 5.2.5- Dimensionado de refuerzos

### Refuerzos del fondo del casco

QUILLA	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Zquilla	363,64	21,69	29,84	30,64	62,85	14,40
Zrequerido	363,64	cm <sup>3</sup>				
	longitud	espesor	Area	i		
	[cm]	[cm]	cm2	cm4		
chapa	3,70	2,10	7,77	11,42		
alma	18,00	4,20	75,60	11355,88		
ala	14,00	2,10	29,40	13162,09		
		Total	112,77	24529,38		
Neutral Axis	13,03					
Mom. Inertia	5390,09					
Z	587,6	cm <sup>3</sup>				

Aunque la quilla queda muy sobredimensionada, se ha hecho de este tamaño por razones estéticas y constructivas.

Bancada interior	L1	L19	L20	L21	L22
Z bancada int	4,07	14,58	17,28	17,28	17,99
Zrequerido	17,99	cm <sup>3</sup>			
	longitud	espesor	Area	i	
	[cm]	[cm]	cm2	cm4	
chapa	35,00	1,50	52,50	39,38	
alma	8,00	0,40	3,20	113,87	
ala	8,00	0,40	3,20	301,13	
		Total	58,90	454,37	
Neutral Axis	1,49				
Mom. Inertia	322,85				
Z	38,41	cm <sup>3</sup>			

Long fono int	L3	L4	L5	
Z long fono int	13,21	18,16	9,82	
Zrequerido	18,16	cm <sup>3</sup>		
	longitud	espesor	Area	i
	[cm]	[cm]	cm2	cm4
chapa	33,00	1,50	49,50	37,13
alma	6,00	0,40	2,40	55,80
ala	6,00	0,40	2,40	142,33
		Total	54,30	235,25
Neutral Axis	1,22			
Mom. Inertia	154,04			
Z	23,07	cm <sup>3</sup>		



<b>Bancada exterior</b>	<b>L8</b>	<b>L9</b>	<b>L10</b>	<b>L11</b>
<b>Z bancada ext</b>	<b>13,14</b>	<b>20,23</b>	<b>22,25</b>	<b>23,16</b>
<b>Zrequerido</b>	<b>23,16</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>		
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>	<b>Area</b>	<b>i</b>
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>	<b>cm2</b>	<b>cm4</b>
<b>chapa</b>	<b>35,00</b>	<b>1,50</b>	52,50	39,38
<b>alma</b>	<b>8,00</b>	<b>0,40</b>	3,20	113,87
<b>ala</b>	<b>8,00</b>	<b>0,40</b>	3,20	301,13
		<b>Total</b>	58,90	454,37
<b>Neutral Axis</b>	1,49			
<b>Mom. Inertia</b>	322,85			
<b>Z</b>	<b>38,41</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>		

<b>Long fono ext</b>	<b>L12</b>	<b>L13</b>	<b>L14</b>
<b>Z long fono ext</b>	<b>15,47</b>	<b>20,57</b>	<b>11,78</b>
<b>Zrequerido</b>	<b>20,57</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>	
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>	<b>Area</b>
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>	<b>cm2</b>
<b>chapa</b>	<b>33,00</b>	<b>1,50</b>	49,50
<b>alma</b>	<b>6,00</b>	<b>0,40</b>	2,40
<b>ala</b>	<b>6,00</b>	<b>0,40</b>	2,40
		<b>Total</b>	54,30
<b>Neutral Axis</b>	1,22		
<b>Mom. Inertia</b>	154,04		
<b>Z</b>	<b>23,07</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>	

<b>TRASV 1</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
<b>Z trasv1</b>	<b>9,52</b>	<b>14,52</b>
<b>Zrequerido</b>	<b>14,52</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>
<b>chapa</b>	<b>33,00</b>	<b>1,50</b>
<b>alma</b>	<b>6,00</b>	<b>0,40</b>
<b>ala</b>	<b>6,00</b>	<b>0,40</b>
		<b>Total</b>
<b>Neutral Axis</b>	1,22	
<b>Mom. Inertia</b>	154,04	
<b>Z</b>	<b>23,07</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>



<b>TRASV 2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>		
<b>Z trasv 2</b>	<b>7,51</b>	<b>7,16</b>		
<b>Zrequerido</b>	<b>7,51</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>		
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>	<b>Area</b>	<b>i</b>
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>	<b>cm2</b>	<b>cm4</b>
<b>chapa</b>	<b>33,00</b>	<b>1,50</b>	49,50	37,13
<b>alma</b>	<b>6,00</b>	<b>0,40</b>	2,40	55,80
<b>ala</b>	<b>6,00</b>	<b>0,40</b>	2,40	142,33
		<b>Total</b>	54,30	235,25
<b>Neutral Axis</b>	1,22			
<b>Mom. Inertia</b>	154,04			
<b>Z</b>	<b>23,07</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>		

<b>TRASV 3</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>		
<b>Z trasv 3</b>	<b>7,56</b>	<b>3,75</b>		
<b>Zrequerido</b>	<b>7,56</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>		
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>	<b>Area</b>	<b>i</b>
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>	<b>cm2</b>	<b>cm4</b>
<b>chapa</b>	<b>33,00</b>	<b>1,50</b>	49,50	37,13
<b>alma</b>	<b>6,00</b>	<b>0,40</b>	2,40	55,80
<b>ala</b>	<b>6,00</b>	<b>0,40</b>	2,40	142,33
		<b>Total</b>	54,30	235,25
<b>Neutral Axis</b>	1,22			
<b>Mom. Inertia</b>	154,04			
<b>Z</b>	<b>23,07</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>		

<b>TRASV 4</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>		
<b>INERCIA</b>	<b>7,56</b>	<b>7,20</b>		
<b>Zrequerido</b>	<b>7,56</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>		
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>	<b>Area</b>	<b>i</b>
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>	<b>cm2</b>	<b>cm4</b>
<b>chapa</b>	<b>33,00</b>	<b>1,50</b>	49,50	37,13
<b>alma</b>	<b>6,00</b>	<b>0,40</b>	2,40	55,80
<b>ala</b>	<b>6,00</b>	<b>0,40</b>	2,40	142,33
		<b>Total</b>	54,30	235,25
<b>Neutral Axis</b>	1,22			
<b>Mom. Inertia</b>	154,04			
<b>Z</b>	<b>23,07</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>		



**Refuerzos del costado del casco:**

<b>LONG COSTADO</b>	<b>L15</b>	<b>L16</b>	<b>L17</b>	<b>L18</b>
<b>Zquilla</b>	<b>8,04</b>	<b>7,72</b>	<b>10,21</b>	<b>18,38</b>
<b>Zrequerido</b>	<b>18,38</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>		
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>	<b>Area</b>	<b>i</b>
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>	<b>cm2</b>	<b>cm4</b>
<b>chapa</b>	<b>25,80</b>	<b>1,10</b>	28,38	11,45
<b>alma</b>	<b>6,00</b>	<b>0,40</b>	2,40	47,54
<b>ala</b>	<b>6,00</b>	<b>0,40</b>	2,40	127,93
		<b>Total</b>	33,18	186,92
<b>Neutral Axis</b>	1,30			
<b>Mom. Inertia</b>	131,27			
<b>Z</b>	<b>21,16</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>		

**Refuerzos de cubierta**

<b>Long plataforma</b>	<b>1 1</b>	<b>1 2</b>		
<b>Zlong plataforma</b>	<b>2,63</b>	<b>2,25</b>		
<b>Zrequerido</b>	<b>2,63</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>		
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>	<b>Area</b>	<b>i</b>
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>	<b>cm2</b>	<b>cm4</b>
<b>chapa</b>	<b>19,40</b>	<b>0,80</b>	15,52	3,31
<b>alma</b>	<b>5,00</b>	<b>0,40</b>	2,00	25,95
<b>ala</b>	<b>5,00</b>	<b>0,40</b>	2,00	72,03
		<b>Total</b>	19,52	101,28
<b>Neutral Axis</b>	1,27			
<b>Mom. Inertia</b>	69,76			
<b>Z</b>	<b>14,15</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>		

<b>Long bañera</b>	<b>1 3</b>	<b>1 4</b>	<b>1 5</b>	<b>1 6</b>
<b>Z long bañera</b>	<b>4,79</b>	<b>4,66</b>	<b>3,09</b>	<b>7,28</b>
<b>Zrequerido</b>	<b>7,28</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>		
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>	<b>Area</b>	<b>i</b>
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>	<b>cm2</b>	<b>cm4</b>
<b>chapa</b>	<b>19,40</b>	<b>0,80</b>	15,52	3,31
<b>alma</b>	<b>5,00</b>	<b>0,40</b>	2,00	25,95
<b>ala</b>	<b>5,00</b>	<b>0,40</b>	2,00	72,03
		<b>Total</b>	19,52	101,28
<b>Neutral Axis</b>	1,27			
<b>Mom. Inertia</b>	69,76			
<b>Z</b>	<b>14,15</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>		



<b>Bao bañera</b>	<b>b 1</b>	<b>b 2</b>	<b>b 3</b>	<b>b 4</b>	<b>b 5</b>
<b>Z bao bañera</b>	<b>2,92</b>	<b>8,60</b>	<b>8,13</b>	<b>8,04</b>	<b>3,80</b>
<b>Zrequerido</b>	<b>8,60</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>			
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>	<b>Area</b>	<b>i</b>	
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>	<b>cm2</b>	<b>cm4</b>	
<b>chapa</b>	<b>19,40</b>	<b>0,80</b>	15,52	3,31	
<b>alma</b>	<b>5,00</b>	<b>0,40</b>	2,00	25,95	
<b>ala</b>	<b>5,00</b>	<b>0,40</b>	2,00	72,03	
	<b>Total</b>		19,52	101,28	
<b>Neutral Axis</b>	1,27				
<b>Mom. Inertia</b>	69,76				
<b>Z</b>	<b>14,15</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>			

<b>Bao plataforma</b>	<b>b 6</b>	<b>b 7</b>	<b>b 8</b>
<b>Z bao plataforma</b>	<b>3,50</b>	<b>5,74</b>	<b>9,43</b>
<b>Zrequerido</b>	<b>9,43</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>	
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>	<b>Area</b>
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>	<b>cm2</b>
<b>chapa</b>	<b>19,40</b>	<b>0,80</b>	15,52
<b>alma</b>	<b>5,00</b>	<b>0,40</b>	2,00
<b>ala</b>	<b>5,00</b>	<b>0,40</b>	2,00
	<b>Total</b>		19,52
<b>Neutral Axis</b>	1,27		
<b>Mom. Inertia</b>	69,76		
<b>Z</b>	<b>14,15</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>	

### Refuerzos de la superestructura

<b>Baos cabina</b>	<b>b1</b>	<b>b2</b>	<b>b3</b>	<b>b4</b>	<b>b5</b>	<b>b6</b>
<b>Z baos cabina</b>	<b>11,32</b>	<b>14,73</b>	<b>16,14</b>	<b>12,87</b>	<b>17,62</b>	<b>18,68</b>
<b>Zrequerido</b>	<b>18,68</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>				
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>	<b>Area</b>	<b>i</b>		
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>	<b>cm2</b>	<b>cm4</b>		
<b>chapa</b>	<b>20,40</b>	<b>0,80</b>	16,32	3,48		
<b>alma</b>	<b>4,00</b>	<b>0,40</b>	1,60	14,68		
<b>ala</b>	<b>6,00</b>	<b>0,40</b>	2,40	60,03		
	<b>Total</b>		20,32	78,19		
<b>Neutral Axis</b>	1,13					
<b>Mom. Inertia</b>	52,14					
<b>Z</b>	<b>12,82</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>				



<b>Baos flybritge</b>	<b>b7</b>	<b>b8</b>	<b>b9</b>	<b>b10</b>	<b>b11</b>
<b>Z b flybritge</b>	<b>4,22</b>	<b>2,11</b>	<b>3,33</b>	<b>1,95</b>	<b>2,11</b>
<b>Zrequerido</b>	<b>4,22</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>			
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>	<b>Area</b>	<b>i</b>	
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>	<b>cm2</b>	<b>cm4</b>	
<b>chapa</b>	<b>18,40</b>	<b>0,80</b>	14,72	3,14	
<b>alma</b>	<b>4,00</b>	<b>0,40</b>	1,60	14,68	
<b>ala</b>	<b>4,00</b>	<b>0,40</b>	1,60	40,02	
		<b>Total</b>	17,92	57,84	
<b>Neutral Axis</b>	1,03				
<b>Mom. Inertia</b>	39,01				
<b>Z</b>	<b>9,34</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>			

<b>Baos flybritge</b>	<b>b12</b>	<b>b13</b>	<b>b14</b>	<b>b15</b>	<b>b16</b>
<b>Z b flybritge</b>	<b>3,23</b>	<b>1,62</b>	<b>2,55</b>	<b>1,50</b>	<b>1,62</b>
<b>Zrequerido</b>	<b>4,22</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>			
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>	<b>Area</b>	<b>i</b>	
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>	<b>cm2</b>	<b>cm4</b>	
<b>chapa</b>	<b>18,40</b>	<b>0,80</b>	14,72	3,14	
<b>alma</b>	<b>4,00</b>	<b>0,40</b>	1,60	14,68	
<b>ala</b>	<b>4,00</b>	<b>0,40</b>	1,60	40,02	
		<b>Total</b>	17,92	57,84	
<b>Neutral Axis</b>	1,03				
<b>Mom. Inertia</b>	39,01				
<b>Z</b>	<b>9,34</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>			

<b>Long flybritge</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Z b flybritge</b>	<b>1,04</b>	<b>0,89</b>	<b>2,59</b>	<b>1,04</b>	<b>0,94</b>
<b>Zrequerido</b>	<b>2,59</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>			
	<b>longitud</b>	<b>espesor</b>	<b>Area</b>	<b>i</b>	
	<b>[cm]</b>	<b>[cm]</b>	<b>cm2</b>	<b>cm4</b>	
<b>chapa</b>	<b>18,40</b>	<b>0,80</b>	14,72	3,14	
<b>alma</b>	<b>4,00</b>	<b>0,40</b>	1,60	14,68	
<b>ala</b>	<b>4,00</b>	<b>0,40</b>	1,60	40,02	
		<b>Total</b>	17,92	57,84	
<b>Neutral Axis</b>	1,03				
<b>Mom. Inertia</b>	39,01				
<b>Z</b>	<b>9,34</b>	<b>cm<sup>3</sup></b>			



### 5.2.6- Comprobación del esfuerzo longitudinal

De la aplicación del reglamento obtenemos:

- Módulo requerido en cubierta  $Z_{\text{Rec cubierta}} = 18186.7 \text{ cm}^3$
- Módulo requerido en fondo  $Z_{\text{Rec fondo}} = 18186.7 \text{ cm}^3$
- Momento de inercia requerido  $I_{\text{Req}} = 2454800.3 \text{ cm}^4$

De los cálculos de la cuaderna maestra, realizados en microstation obtenemos

- Módulo existente en cubierta  $Z_{\text{Existente cubierta}} = 3686929 \text{ cm}^3$
- Módulo existente en fondo  $Z_{\text{Existente fondo}} = 3408270 \text{ cm}^3$
- Momento de inercia existente  $I_{\text{Existente}} = 646208000 \text{ cm}^4$
- Altura eje neutro  $H_{\text{EN}} = 1016.01 \text{ mm}$  (Desde línea de flotación)

En el ANEXO I, podemos ver el planode la cuaderna maestra y el cálculo de la inercia y altura del eje neutro.