

Universidad de **Cádiz**

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

**ANTEPROYECTO DE UN BUQUE  
TANQUE DE 700 T.P.M.**

Javier GARCIA MUÑOZ



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





# CONTENIDOS

- 1 OBJETIVOS DEL PROYECTO
- 2 CARACTERISTICAS DEL BUQUE
- 3 ESCANTILLONADO
- 4 ESTUDIO DE PESOS Y C.D.G.
- 5 ESTUDIO DE CAPACIDADES
- 6 ESTABILIDAD Y CONDICIONES DE CARGA
- 7 ESTIMACION DE ARQUEO

# 1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

- RECOGIDA DE RESIDUOS OLEOSOS Y AGUAS FECALES DE LOS BUQUES FONDEADOS O ATRACADOS.
- TRANSPORTE DE RESIDUOS A LAS PLANTAS DE RECICLADO O A DEPURADORAS DE RESIDUOS.
- SUMINISTRO DE AGUA DULCE.

## 2. CARACTERISTICAS DEL BUQUE

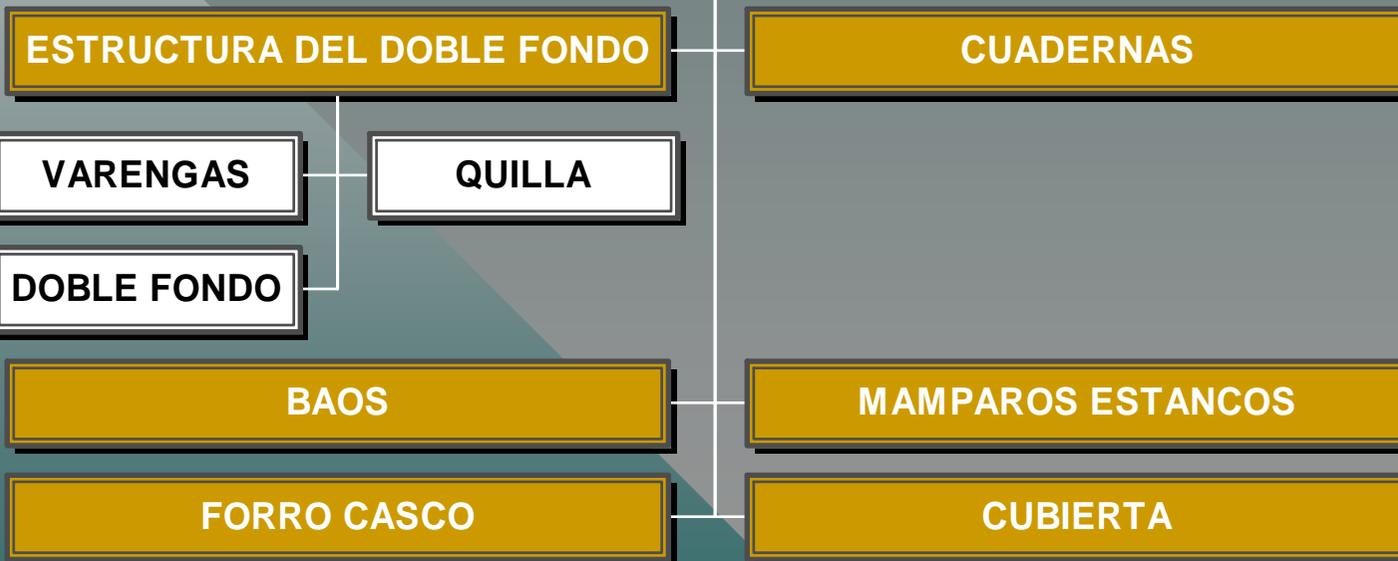
• Tipo de buque	BUQUE TANQUE MULTIPROPOSITO
• Tipo de carga	Liquida
• Material de construcción	Acero
• Eslora total	42.30 m
• Eslora I.M.O. (Lpp)	40 m
• Manga de trazado	8 m
• Puntal de construcción	4.25 m
• Espesor del forro	8 mm
• Arqueo bruto estimado	365 GT
• Despl. rosca estimado	203 T

## 2. CARACTERISTICAS DEL BUQUE

• Desplazamiento max. estimado (Calado al 85% del puntal).	915 T
• Peso muerto max. estimado	711 T
• Calado max. estimado	3.5 m
• Capacidad de aguas oleosas	433.082 m <sup>3</sup>
• Capacidad de agua dulce	256.466 m <sup>3</sup>
• Capacidad de combustible	17.44 m <sup>3</sup>
• Capacidad de aceite	1.24 m <sup>3</sup>
• N° max. de personas	12 personas
• Velocidad máxima estimada	11 nudos
• Autonomía	900 millas

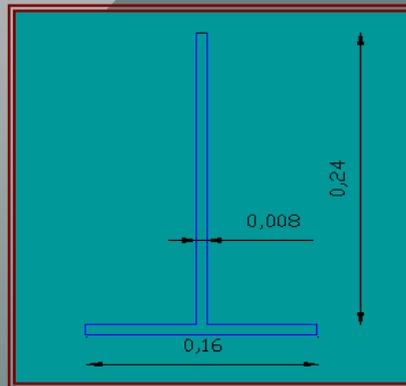
# 3. ESCANTILLONADO

AMERICAN BUREAU OF SHIPPING



# ESTRUCTURA DEL DOBLE FONDO

## 1. VARENGAS



CALCULO DEL MODULO Y DEL MOMENTO DE INERCIA								
ELEMENTO: VARENGAS				MODULO REQUERIDO: 100 cm <sup>3</sup>				
DESIGNACION	B(altura)	E(anchura)	A	Y	AxY	AxY <sup>2</sup>	Ip	
ALA	0	0	0	0	0	0	0	
ALMA	24	0,8	19,2	12,8	245,76	3145,728	921,6	
PLANCHA	0,8	16	12,8	0,4	5,12	2,048	0,6826667	
			32	13,2	250,88	3147,776	922,28267	
l <sub>bb</sub>	4070,0587	cm <sup>4</sup>			YG	7,84	cm	
l <sub>gg</sub>	2103,1595	cm <sup>4</sup>			Y max	24,8	cm	
W	124,00704	cm <sup>3</sup>	<b>CUMPLE</b>					

- MODULO REQUERIDO: 100 cm<sup>3</sup>.
- MODULO CALCULADO: 124 cm<sup>3</sup>.
- REFUERZO DE 240x8 mm. "CUMPLE"

# ESTRUCTURA DEL DOBLE FONDO

## 2. QUILLA

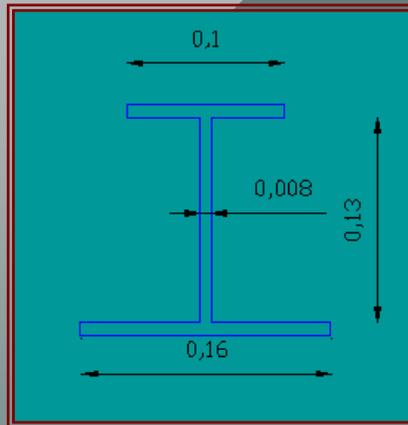
- El espesor de la plancha de la quilla vertical será el indicado en la Tabla 1 del American Bureau of Shipping.
- Según la Tabla 1, la quilla vertical tendrá un espesor de 12,5 mm.

# ESTRUCTURA DEL DOBLE FONDO

## 3. DOBLE FONDO

- Las planchas del techo del doble fondo tendrán el espesor indicado en la Tabla 1
- Siguiendo las indicaciones de dicha Tabla se deduce que el espesor será de 9.5 mm.

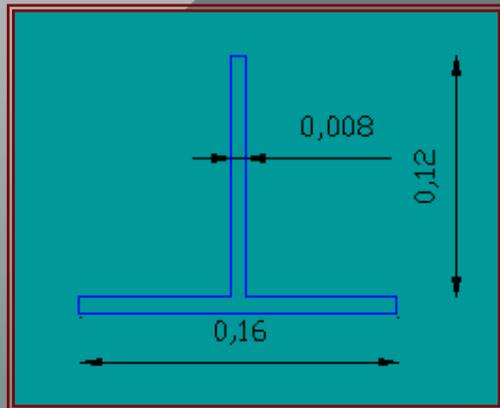
# CUADERNAS



CALCULO DEL MODULO Y DEL MOMENTO DE INERCIA							
ELEMENTO: CUADERNAS			MODULO REQUERIDO:		123,08 cm <sup>3</sup>		
DESIGNACION	B(altura)	E(anchura)	A	Y	AxY	AxY <sup>2</sup>	I <sub>p</sub>
ALA	0,8	10	8	14,2	113,6	1613,12	0,43
ALMA	13	0,8	10,4	7,3	75,92	554,216	146,47
PLANCHA	0,8	16	12,8	0,4	5,12	2,048	0,68
			31,2	21,9	194,64	2169,384	147,576
I <sub>bb</sub>	2316,96	cm <sup>4</sup>			YG	6,2384615	cm
I <sub>gg</sub>	1102,7058	cm <sup>4</sup>			Y max	14,6	cm
W	131,87834	cm <sup>3</sup>	<b>CUMPLE</b>				

- MODULO REQUERIDO: 123 cm<sup>3</sup>.
- MODULO CALCULADO: 131 cm<sup>3</sup>.
- REFUERZO DE 130x100x8 mm. "CUMPLE"

# BAOS



CALCULO DEL MODULO Y DEL MOMENTO DE INERCIA							
4	ELEMENTO: BAOS			MODULO REQUERIDO: 29,69 cm <sup>3</sup>			
6	DESIGNACION	B(altura)	E(anchura)	A	Y	AxY	AxY <sup>2</sup>
7	ALA	0	0	0	0	0	0
8	ALMA	12	0,8	9,6	6,8	65,28	443,904
9	PLANCHA	0,8	16	12,8	0,4	5,12	2,048
10				22,4	7,2	70,4	445,952
12	l <sub>bb</sub>	561,83	cm <sup>4</sup>			YG	3,143
13	l <sub>gg</sub>	340,58	cm <sup>4</sup>			Y max	12,8
14	W	35,27	cm <sup>3</sup>	CUMPLE			

- MODULO REQUERIDO: 29 cm<sup>3</sup>.
- MODULO CALCULADO: 35 cm<sup>3</sup>.
- REFUERZO DE 120x8 mm. "CUMPLE"

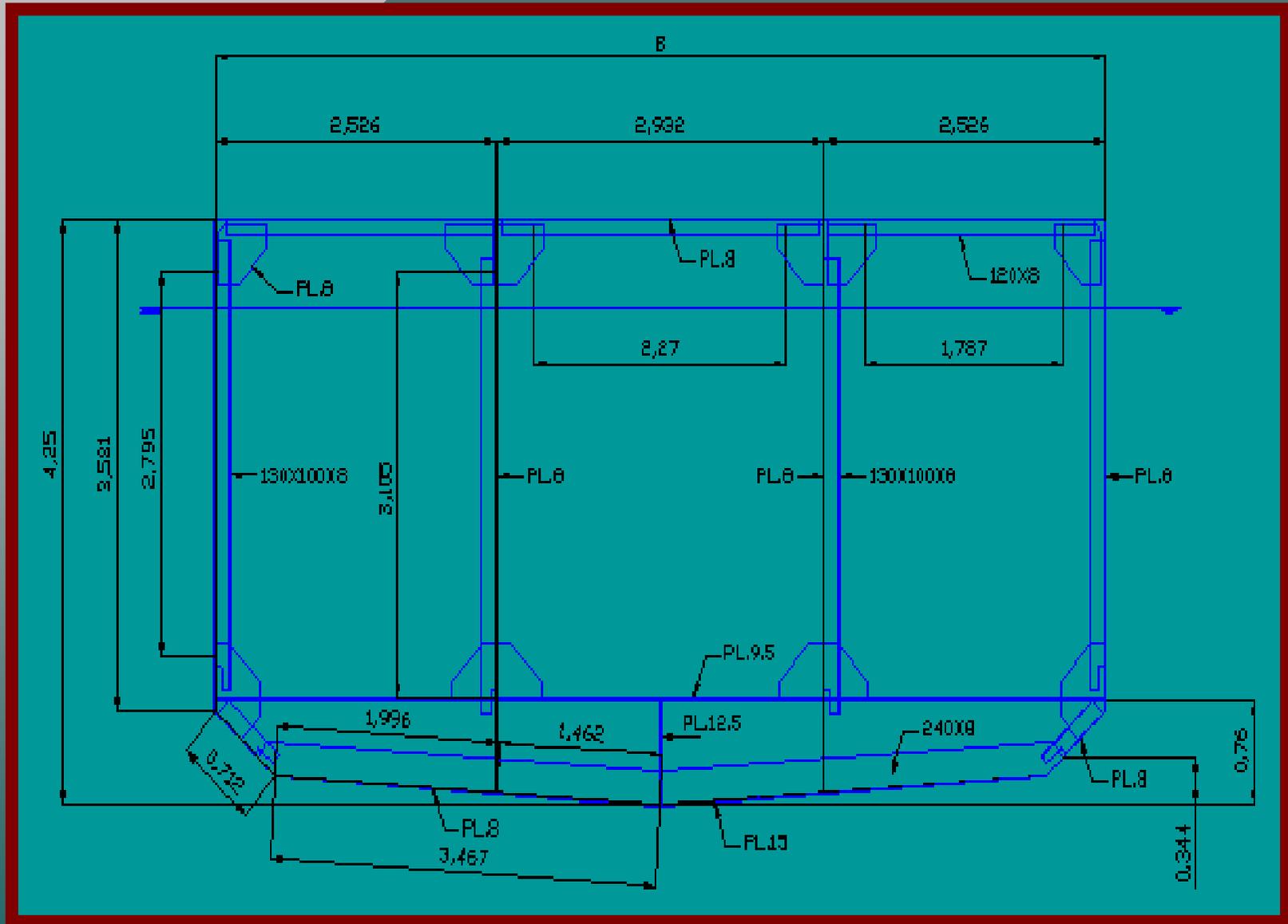
# MAMPAROS ESTANCOS

- El espesor de los mamparos estancos será de 7 mm.
- El módulo resistente requerido para los refuerzos de los mamparos, viene expresado en la siguiente tabla:

CALCULO DEL MODULO Y DEL MOMENTO DE INERCIA							
ELEMENTO: REF. MAMPAROS			MODULO REQUERIDO: 124,378 cm <sup>3</sup>				
DESIGNACION	B(altura)	E(anchura)	A	Y	AxY	AxY <sup>2</sup>	I <sub>p</sub>
ALA	0,8	10	8	14,2	113,6	1613,12	0,43
ALMA	13	0,8	10,4	7,3	75,92	554,216	146,47
PLANCHA	0,8	16	12,8	0,4	5,12	2,048	0,68
			31,2	21,9	194,64	2169,384	147,576
I <sub>bb</sub>	2316,96	cm <sup>4</sup>			YG	6,2384615	cm
I <sub>gg</sub>	1102,7058	cm <sup>4</sup>			Y max	14,6	cm
W	131,87834	cm <sup>3</sup>	CUMPLE				

# FORRO CASCO Y CUBIERTA

- Las planchas tanto del forro exterior del casco como las de cubierta, tendrán un espesor deducido de la Tabla1.
- El espesor final de dichas planchas será de 8 mm.



## **4. ESTUDIO DE PESOS Y C.D.G.**

- **PESO DEL ACERO CONTINUO.**
- **PESO DE LOS ANILLOS TRANSVERSALES**
- **PESO DE LOS MAMPAROS TRANSVERSALES.**
- **PESO DE LA SUPERESTRUCTURA.**
- **PESO DEL EQUIPO Y HABILITACION.**
- **PESO DE LA MAQUINARIA PRINCIPAL, AUXILIAR, TUBERIAS.**

# PESO DE ACERO CONTINUO

PESO ACERO CONTINUO									
	ESPESOR(cm)	ALTURA(cm)	AREA(cm <sup>2</sup> )	Yg (m)	AxYg(cm <sup>2</sup> xm)	ESLORA(cm)	PESO ENT	PESO x Yg	
FORRO	0,8	358	286,4	2,478	709,728	3400	7,644	18,943	
CUBIERTA	0,8	400	320	4,269	1366,08	3400	8,541	36,461	
FONDO	0,8	260	208	0,140	29,078	3400	5,552	0,776	
PLANCHA DE QUILLA	0,625	76	47,5	0,395	18,763	3400	1,268	0,501	
FONDO QUILLA	1,5	87,53	131,295	0,033	4,385	3400	3,504	0,117	
PANTOQUE	0,8	71,8	57,44	0,483	27,732	3400	1,533	0,740	
MAMP. LONGITUDINAL	0,8	416,28	333,024	2,184	727,191	3400	8,888	19,409	
DOBLE FONDO	0,95	400	380	0,780	296,324	3400	10,142	7,909	
			1763,66		3179,28		47,072	84,855	
	YG=	1,803 m					x2=	94,144 T	
	PESO=	94,144 T							

- En el siguiente gráfico se muestra el desglose de las partidas que componen el peso de acero continuo.
- El peso total de acero continuo estimado es de 94.144 T.
- La ordenada del centro de gravedad es de 1.803 m.

# PESO DE LOS ANILLOS TRANSVERSALES

PESO ANILLO TRANSVERSAL							
	A. PERFIL(cm <sup>2</sup> )	LUZ(cm)	VOLUMEN(cm <sup>3</sup> )	PESO(T)	Yg (m)	PESO x Yg	
CUADERNA	18,4	327,83	6032,072	0,0474	2,475	0,1172	
VARENGA	19,2	352,93	6776,256	0,0532	0,241	0,0128	
CUADERNA 2	18,4	331,26	6095,184	0,0478	2,327	0,1114	
BAO	9,6	238,92	2293,632	0,0180	4,205	0,0757	
MEDIO BAO	9,6	143	1372,8	0,0108	4,205	0,0453	
CUADERNA PANTOQUE	18,4	61,44	1130,496	0,0089	0,546	0,0048	
CONSOLA 1	1193	0,8	954,4	0,0075	0,950	0,0071	
CONSOLA 2	1193	0,8	954,4	0,0075	0,950	0,0071	
CONSOLA 3	2026	0,8	1620,8	0,0127	0,839	0,0107	
CONSOLA 4	1483	0,8	1186,4	0,0093	4,038	0,0376	
CONSOLA 5	1494	0,8	1195,2	0,0094	4,039	0,0379	
CONSOLA 6	1477	0,8	1181,6	0,0093	4,039	0,0375	
				0,2417		0,5051	
	YG=	2,0896 m		x2=	0,48345 T		MAESTRA COMPLETA
	PESO=	32,875 T		x68 (EN T)	ANILLOS TRANSVERSALES=	32,875	

- El gráfico muestra la totalidad de componentes que componen el anillo transversal.
- El peso total de los anillos transversales será de 32.875 T.
- La ordenada será: 2.08 m.









## CUADRO RESUMEN

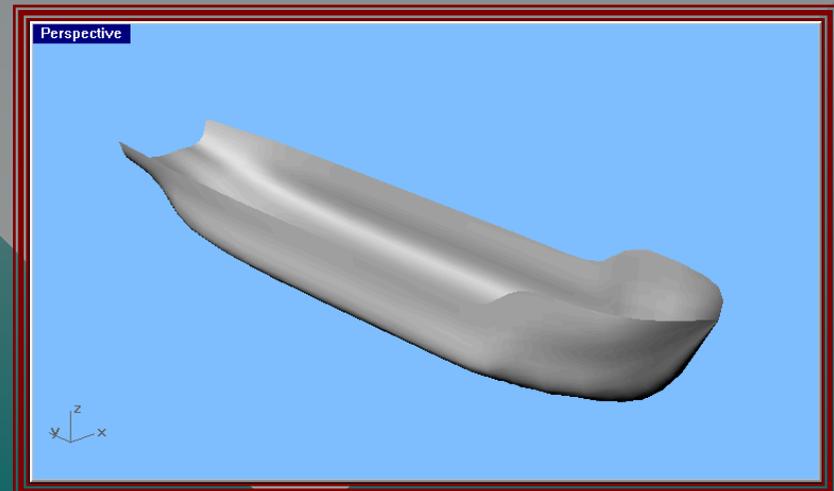
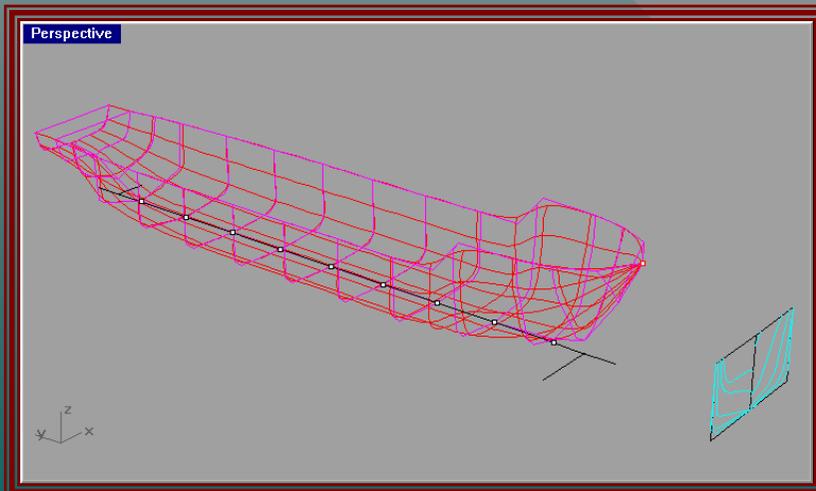
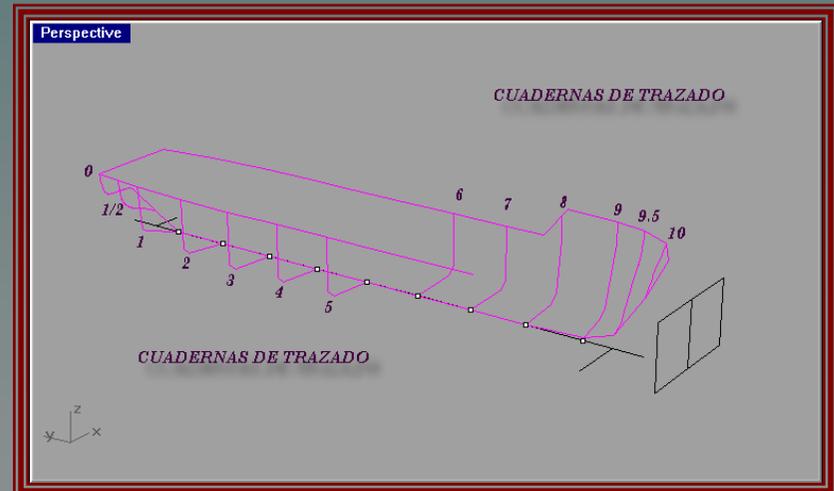
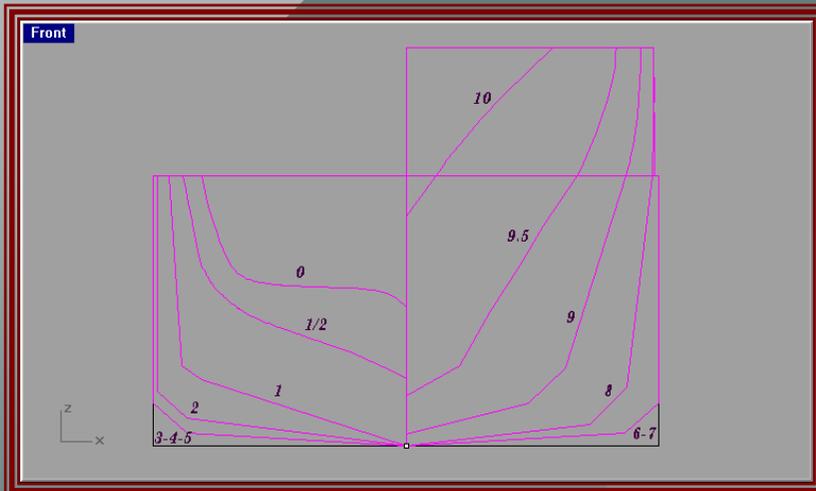
	PESO (T)	Yg (m)	Xg (m)	PESO x Yg	PESO x Xg
ACERO CONTINUO	94,144	1,803	16	169,710	1506,31
ANILLOS TRANSVERSALES	32,875	2,090	16,5	68,696	542,44
EQUIPO Y HABILITACION	18,780	5,209	19,125	97,825	359,16
SUPERESTRUCTURA	9,376	7,413	6,809	69,506	63,84
PESO DE PROA Y POPA	8	3	15	24	120
MAMPAROS TRANSVERSALES	18,377	2,21	22,713	40,613	417,39
MAQUINARIA PRIN., AUX, TUBER.	22	3	5,91	66	130
	<b>203,552</b>			<b>536,350</b>	<b>3139,158</b>

XG=	15,42 m
YG=	2,635 m
PESO=	203,552 T

# 5. ESTUDIO DE CAPACIDADES

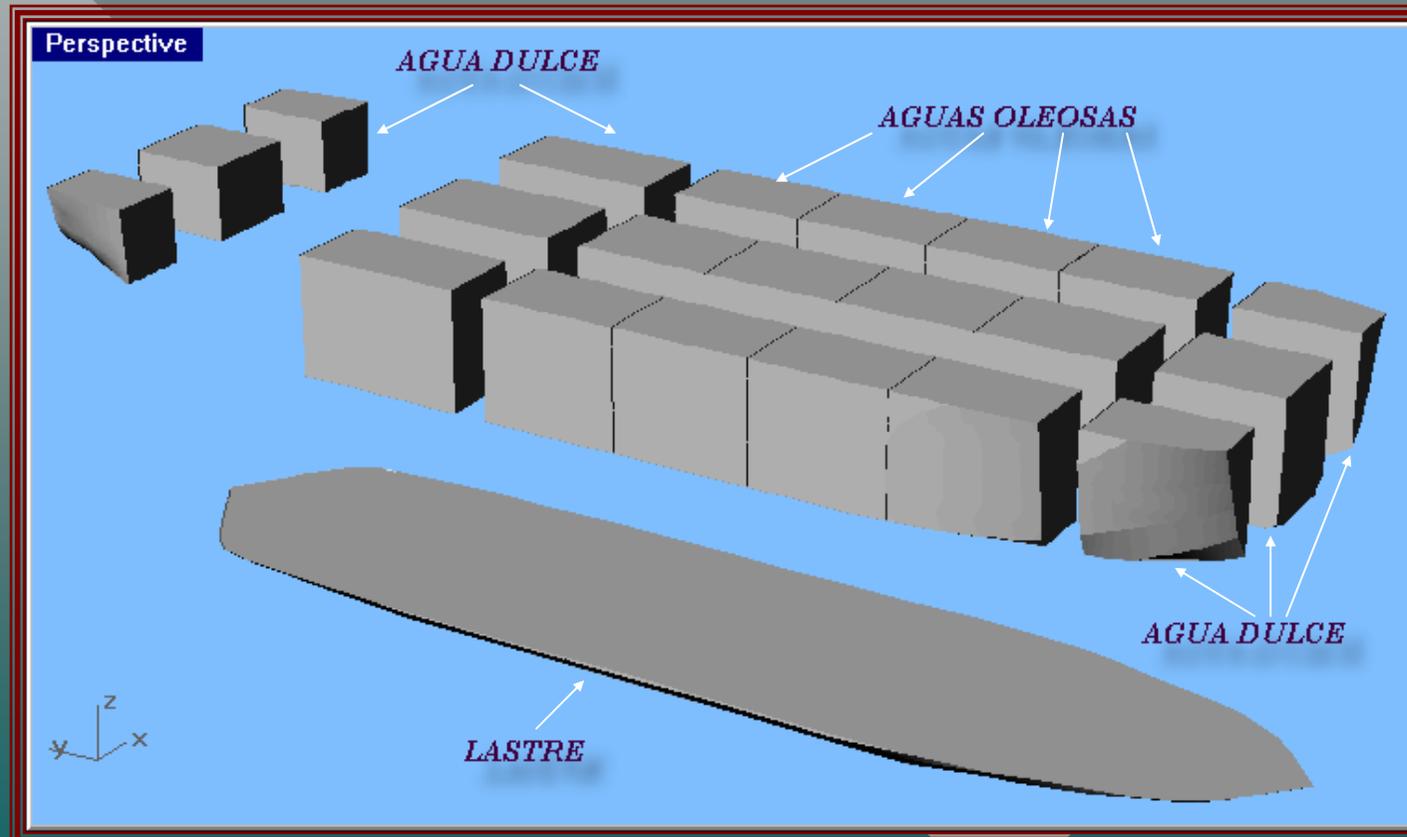
- Los tipos de tanques de los que dispone el buque son los siguientes:
  - TANQUES DE AGUA DULCE.
  - TANQUES DE AGUAS OLEOSAS.
  - TANQUES DE GAS-OIL.
  - TANQUES DE ACEITE.

# ESTIMACION VOLUMEN DEL CASCO

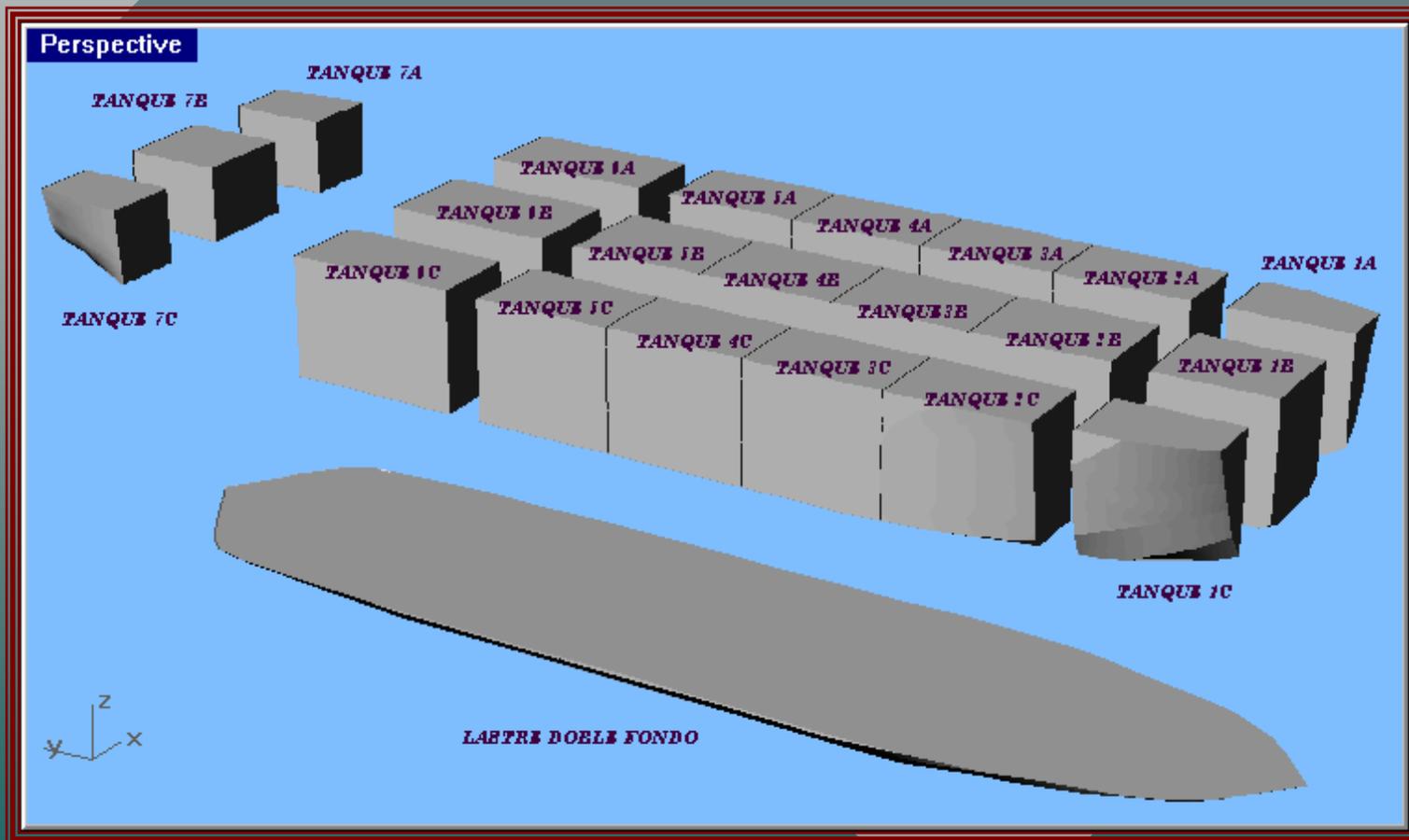


- Todo lo expuesto anteriormente, será de vital importancia para la obtención de las capacidades de los tanques.
- A través de diferencias de secciones, entre la superficie creada del casco y un sólido rectangular que contenga el volumen del tanque, conseguiremos averiguar su capacidad con un margen de error mínimo.

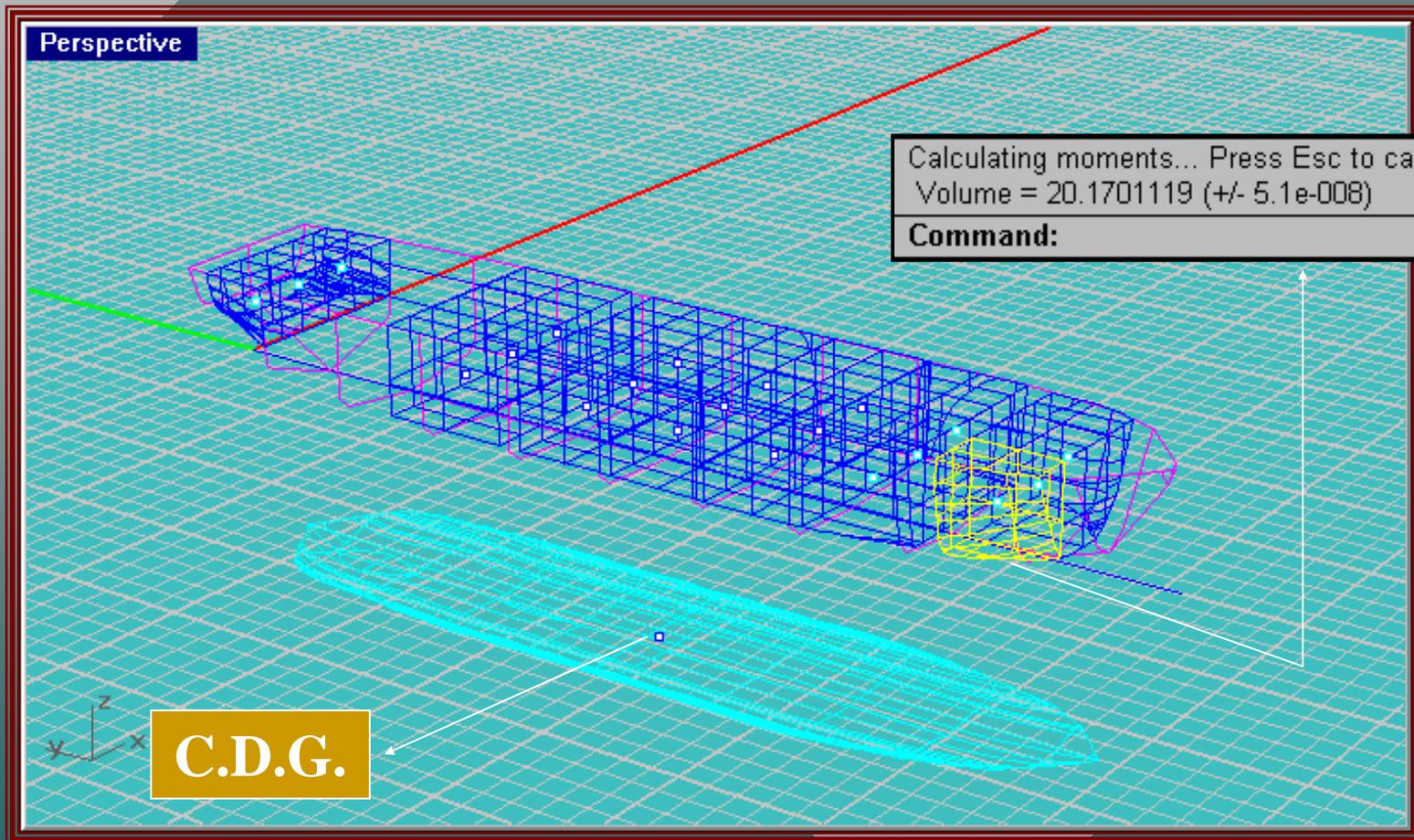
- La división general de las capacidades de líquidos que habrá en el buque será:
  - Tanques de carga
  - Doble fondo (lastre)
  - Tanques consumo



- La designación de cada tanque de carga viene especificada por un número y una letra, como se muestra a continuación.



# CALCULO DEL VOLUMEN



# TABLA DE CAPACIDADES

TANQUES	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )	V. APROVECHABLE (m <sup>3</sup> )
TANQUE 1A (AGUA DULCE)	20,17	<b>19,767</b>
TANQUE 1B (AGUA DULCE)	35,8	<b>35,08</b>
TANQUE 1C (AGUA DULCE)	20,17	<b>19,767</b>
TANQUE 2A (AGUA OLEOSA)	33,04	<b>32,379</b>
TANQUE 2B (AGUA OLEOSA)	40,95	<b>40,13</b>
TANQUE 2C (AGUA OLEOSA)	33,04	<b>32,379</b>
TANQUE 3A (AGUA OLEOSA)	35,35	<b>34,64</b>
TANQUE 3B (AGUA OLEOSA)	40,93	<b>40,11</b>
TANQUE 3C (AGUA OLEOSA)	35,35	<b>34,64</b>
TANQUE 4A (AGUA OLEOSA)	35,35	<b>34,64</b>
TANQUE 4B (AGUA OLEOSA)	40,93	<b>40,11</b>
TANQUE 4C (AGUA OLEOSA)	35,35	<b>34,64</b>
TANQUE 5A (AGUA OLEOSA)	35,35	<b>34,64</b>
TANQUE 5B (AGUA OLEOSA)	40,93	<b>40,11</b>
TANQUE 5C (AGUA OLEOSA)	35,35	<b>34,64</b>
TANQUE 6A (AGUA DULCE)	43,81	<b>42,93</b>
TANQUE 6B (AGUA DULCE)	51,19	<b>50,166</b>
TANQUE 6C (AGUA DULCE)	43,81	<b>42,93</b>
TANQUE 7A (AGUA DULCE)	12,43	<b>12,18</b>
TANQUE 7B (AGUA DULCE)	19,67	<b>19,277</b>
TANQUE 7C (AGUA DULCE)	12,43	<b>12,18</b>
T. GAS-OIL A	8,9	<b>8,72</b>
T. GAS-OIL B	8,9	<b>8,72</b>
T. SUMIN. DIARIO	2,22	<b>2,176</b>
TANQUE ACEITE	1,267	<b>1,24</b>

## 6. ESTABILIDAD Y CONDICIONES DE CARGA

- Para realizar los estudios de estabilidad se procederá al cálculo y elaboración de las siguientes curvas:
  - CURVAS HIDROSTATICAS
  - CURVAS ISOCLINAS

## CARENAS RECTAS

CALADOS (m)	V. DE CARENA (m <sup>3</sup> )	DESPLAZAMIENTO (T)	XC (m)	KC (m)	AREA FLOT. (m <sup>2</sup> )	XLA (m)	CMt (m)	CMI (m)	MU
1	198,194	203,149	20,747	0,582	254,226	20,597	6,189	111,783	5,677
1,1	224,038	229,639	20,737	0,637	257,108	20,572	5,527	102,179	5,866
1,2	250,06	256,311	20,73	0,69	259,496	20,581	5,016	94,325	6,044
1,3	276,28	283,187	20,725	0,743	261,25	20,583	4,576	87,323	6,182
1,4	302,607	310,172	20,72	0,796	262,311	20,578	4,191	80,838	6,268
1,5	327,917	336,115	20,667	0,851	263,536	20,564	3,879	75,778	6,368
1,6	354,278	363,135	20,659	0,903	265,013	20,536	3,604	71,448	6,486
1,7	380,272	389,779	20,638	0,957	266,924	20,48	3,372	68,12	6,638
1,8	406,872	417,044	20,63	1,009	269,898	20,355	3,173	65,879	6,869
1,9	433,628	444,469	20,621	1,061	272,276	20,274	2,996	63,312	7,035
2	460,526	472,039	20,611	1,114	273,976	20,241	2,829	60,545	7,145
2,1	487,565	499,754	20,601	1,166	275,132	20,245	2,688	58,458	7,304
2,2	516,937	529,86	20,513	1,214	276,374	20,245	2,553	55,433	7,343
2,3	542,904	556,477	20,547	1,271	277,926	20,228	2,448	53,7	7,471
2,4	570,67	584,937	20,529	1,323	279,604	20,206	2,344	52,071	7,615
2,5	598,156	613,11	20,524	1,377	281,869	20,148	2,253	51,023	7,821
2,6	626,669	642,336	20,493	1,43	290,186	19,683	2,185	53,642	8,614
2,7	655,473	671,86	20,459	1,483	292,09	19,636	2,109	51,777	8,697
2,8	684,55	701,664	20,423	1,537	293,546	19,617	2,036	50,228	8,811
2,9	713,88	731,727	20,387	1,591	294,544	19,628	1,963	48,562	8,883
3	743,445	762,031	20,35	1,645	295,516	19,642	1,893	47,006	8,955
3,1	773,133	792,461	20,316	1,699	296,472	19,656	1,831	45,555	9,025
3,2	802,83	822,901	20,288	1,752	297,413	19,671	1,767	44,206	9,094
3,3	832,633	853,449	20,262	1,805	298,339	19,687	1,713	42,942	9,162
3,4	862,541	884,104	20,239	1,858	299,014	19,688	1,663	41,755	9,229
3,5	892,554	914,868	20,219	1,911	299,882	19,704	1,613	40,638	9,294
3,6	922,674	945,741	20,2	1,965	300,734	19,721	1,568	39,584	9,359
3,7	954,345	978,204	20,216	2,019	301,673	19,745	1,524	38,591	9,437
3,8	984,7	1009,318	20,2	2,072	302,6	19,772	1,485	37,719	9,52
3,9	1015,1	1040,477	20,187	2,125	303,6	19,8	1,45	36,895	9,6
4	1045,8	1071,945	20,178	2,178	304,4	19,826	1,415	36,11	9,68

- XC = abscisa del centro de carena.
- KC = ordenada del centro de carena.
- XLA = abscisa del centro de gravedad de las líneas de agua.
- CMt = radio metacéntrico transversal.
- CMI = radio metacéntrico longitudinal.
- MU = momento unitario. (T x m/cm)

## CARENAS INCLINADAS

10°		20°		30°	
DESP. (T)	KN (m)	DESP. (T)	KN (m)	DESP. (T)	KN (m)
187	1,198	222	1,895	283	2,293
263	0,966	292	1,721	354	2,207
343	0,817	370	1,554	431	2,131
426	0,727	456	1,428	517	2,047
510	0,67	544	1,339	606	1,948
597	0,64	636	1,283	690	1,838
686	0,625	730	1,253	770	1,725
777	0,617	820	1,21	844	1,621
870	0,615	899	1,15	911	1,529
965	0,615	970	1,079	969	1,448
1043	0,573	1028	1,006	1019	1,373
1099	0,504	1073	0,937	1060	1,311
40°		50°		60°	
DESP. (T)	KN (m)	DESP. (T)	KN (m)	DESP. (T)	KN (m)
182	2,758	276	2,944	366	2,939
239	2,71	337	2,909	421	2,88
302	2,675	399	2,845	477	2,811
372	2,641	460	2,776	533	2,743
443	2,579	522	2,693	589	2,674
515	2,488	584	2,605	644	2,605
588	2,387	645	2,513	699	2,54
659	2,273	706	2,419	752	2,471
729	2,153	766	2,327	804	2,406
796	2,035	824	2,232	856	2,337
861	1,927	881	2,139	906	2,269
921	1,828	933	2,056	955	2,203
973	1,745	983	1,979	1001	2,144
1018	1,678	1027	1,917	1043	2,093
1057	1,621	1064	1,868	1079	2,055

- KN = brazos KN.

# CONDICIONES DE CARGA

- A. Salida 100% de consumos, cargado con carga homogénea al calado máximo.
- B. Llegada de la situación anterior con 10% de consumos.
- C. Salida lastre con 100% de consumos pero sin carga.
- D. Llegada de la situación anterior con 10% de consumos.

# CRITERIO DE LA ADMINISTRACION ESPAÑOLA

## ESTABILIDAD ESTÁTICA:

$$GM \geq 0.15 \text{ m}$$

## ESTABILIDAD A GRANDES ANGULOS:

$$GZ_{30} \geq 0.200 \text{ m}$$

El  $Gz_{\max}$  debe ser para  $\phi \geq 25^\circ$

## ESTABILIDAD DINÁMICA:

$$h_{30} \geq 0.055 \text{ m x radian}$$

$$h_{40} \geq 0.090 \text{ m x radian}$$

$$h_{40} - h_{30} \geq 0.030 \text{ m x radian}$$

# SALIDA 100% DE CONSUMOS, CARGADO CON CARGA HOMOGENEA AL CALADO MAXIMO

	PESO	KG	PESO*KG	XG	PESO*KG	A
TANQUE 1A	19,76	2,89	53,15	33,9	669,86	
TANQUE 1B	35,08	2,5	87,70	35	1227,80	
TANQUE 1C	19,76	2,89	53,15	33,9	669,86	
TANQUE 2A	32,37	2,53	81,90	29	938,73	
TANQUE 2B	40,13	2,5	100,33	30,5	1223,97	
TANQUE 2C	32,37	2,53	81,90	29	938,73	
TANQUE 3A	34,64	2,5	86,60	26,5	917,96	
TANQUE 3B	40,11	2,5	100,28	26,5	1062,92	
TANQUE 3C	34,64	2,5	86,60	26,5	917,96	
TANQUE 4A	34,64	2,5	86,60	22,5	779,40	
TANQUE 4B	40,11	2,5	100,28	22,5	902,48	
TANQUE 4C	34,64	2,5	86,60	22,5	779,40	
TANQUE 5A	34,64	2,5	86,60	18,5	640,84	
TANQUE 5B	40,11	2,5	100,28	18,5	742,04	
TANQUE 5C	34,64	2,5	86,60	18,5	640,84	
TANQUE 6A	42,93	2,5	107,33	12,99	557,66	
TANQUE 6B	50,16	2,5	125,40	13	652,08	
TANQUE 6C	42,93	2,5	107,33	12,99	557,66	
TANQUE 7A	12,18	3,2	38,98	2,37	28,87	
TANQUE 7B	19,27	3,13	60,32	2,5	48,18	
TANQUE 7C	12,18	3,2	38,98	2,37	28,87	
T. GAS-OILA	8,46	3,6	30,456	6,73	56,94	
T. GAS-OIL B	8,46	3,6	30,456	6,73	56,94	
T. SUMIN. DIARIO	2,175	1,83	3,980	10,12	22,01	
VIVERES	1	7	7,000	4,5	4,50	
TANQUE ACEITE	1,18	1,83	2,159	10,12	11,94	
PERTRECHOS	2	5	10	4,5	9,00	
TRIPULACION	0,75	6,56	4,92	6	4,50	
BUQUE EN ROSCA	203,552	2,635	536,350	15,42	3139,16	
	914,867		2382,19	19,93	18231,07	
KG=	2,604		m			
XG=	19,93		m			

KC = 1.91 m  
CM = 1.613 m  
Calado = 3.5 m

GM = 0.919 m

# SALIDA 100% DE CONSUMOS, CARGADO CON CARGA HOMOGENEA AL CALADO MAXIMO

ANGULOS	KN	KG	KG * sen $\alpha$	GZ
10	0,617	2,604	0,45	0,165
20	1,135	2,604	0,89	0,245
30	1,523	2,604	1,30	0,222
40	1,838	2,604	1,67	0,165
50	2,084	2,604	1,99	0,090
60	2,256	2,604	2,25	0,002

ANGULOS	h (m $\times$ rad)	e	DESPL.	GZ
10	<b>0,0144</b>	13,178	914,867	0,165
20	<b>0,05</b>	45,903	914,867	0,245
30	<b>0,09</b>	83,146	914,867	0,222
40	<b>0,1246</b>	114,012	914,867	0,165
50	<b>0,1469</b>	134,372	914,867	0,090
60	<b>0,1549</b>	141,696	914,867	0,002

Como se ha podido comprobar los valores, tanto de la estabilidad inicial, la estabilidad a grandes ángulos y la estabilidad dinámica, están dentro de los permitidos por la administración.

# LLEGADA DE LA SITUACION ANTERIOR CON 10% DE CONSUMOS

	PESO	KG	PESO*KG	KG	PESO*KG	B
TANQUE 1A	19,76	2,69	53,15	33,9	669,86	
TANQUE 1B	35,08	2,5	87,70	35	1227,80	
TANQUE 1C	19,76	2,69	53,15	33,9	669,86	
TANQUE 2A	32,37	2,53	81,90	29	938,73	
TANQUE 2B	40,13	2,5	100,33	30,5	1223,97	
TANQUE 2C	32,37	2,53	81,90	29	938,73	
TANQUE 3A	34,64	2,5	86,60	26,5	917,96	
TANQUE 3B	40,11	2,5	100,28	26,5	1062,92	
TANQUE 3C	34,64	2,5	86,60	26,5	917,96	
TANQUE 4A	34,64	2,5	86,60	22,5	779,40	
TANQUE 4B	40,11	2,5	100,28	22,5	902,48	
TANQUE 4C	34,64	2,5	86,60	22,5	779,40	
TANQUE 5A	34,64	2,5	86,60	18,5	640,84	
TANQUE 5B	40,11	2,5	100,28	18,5	742,04	
TANQUE 5C	34,64	2,5	86,60	18,5	640,84	
TANQUE 6A	42,93	2,5	107,33	12,99	557,66	
TANQUE 6B	50,16	2,5	125,40	13	652,08	
TANQUE 6C	42,93	2,5	107,33	12,99	557,66	
TANQUE 7A	12,18	3,2	38,98	2,37	28,87	
TANQUE 7B	19,27	3,13	60,32	2,5	48,18	
TANQUE 7C	12,18	3,2	38,98	2,37	28,87	
T. GAS-OILA	0,846	3,01	2,546	6,73	5,69	
T. GAS-OILB	0,846	3,01	2,546	6,73	5,69	
T.SUMIN. DIARIO	0,2175	0,867	0,189	10,12	2,20	
VIVERES	0,1	7	0,700	4,5	0,45	
TANQUE ACEITE	0,118	0,867	0,102	10,12	1,19	
PERTRECHOS	2	5	10	4,5	9,00	
TRIPULACION	0,75	6,56	4,92	6	4,50	
BUQUE EN ROSCA	203,552	2,635	536,350	15,42	3139,16	
	895,719		2314,22	20,20	18093,98	
KG=		2.584		m		
XG=		20,20		m		

KC = 1.877 m

CM = 1.643 m

Calado = 3.437 m

GM = 0.936 m

# LLEGADA DE LA SITUACION ANTERIOR CON 10% DE CONSUMOS

ANGULOS	KN	KG	KG * sen $\alpha$	GZ
10	0,616	2,584	0,448	0,168
20	1,152	2,584	0,883	0,269
30	1,549	2,584	1,291	0,258
40	1,869	2,584	1,660	0,209
50	2,115	2,584	1,978	0,137
60	2,283	2,584	2,237	0,046

ANGULOS	h (mxrad)	e	DESPL.	GZ
10	<b>0,0146</b>	13,098	895,719	0,168
20	<b>0,0527</b>	47,203	895,719	0,269
30	<b>0,0986</b>	88,358	895,719	0,258
40	<b>0,1394</b>	124,839	895,719	0,209
50	<b>0,1695</b>	151,844	895,719	0,137
60	<b>0,1855</b>	166,126	895,719	0,046

Como se ha podido comprobar los valores, tanto de la estabilidad inicial, la estabilidad a grandes ángulos y la estabilidad dinámica, están dentro de los permitidos por la administración.

# SALIDA LASTRE CON 100% DE CONSUMOS PERO SIN CARGA

	PESO	KG	PESO*KG	KG	PESO*KG	C
TANQUE 1A						
TANQUE 1B						
TANQUE 1C						
TANQUE 2A						
TANQUE 2B						
TANQUE 2C						
TANQUE 3A						
TANQUE 3B						
TANQUE 3C						
TANQUE 4A						
TANQUE 4B						
TANQUE 4C						
TANQUE 5A						
TANQUE 5B						
TANQUE 5C						
TANQUE 6A						
TANQUE 6B						
TANQUE 6C						
TANQUE 7A						
TANQUE 7B						
TANQUE 7C						
LASTRE	143,25	0,451	64,607	19,68	2819,22	
T. GAS-OILA	8,46	3,6	30,456	6,73	56,94	
T. GAS-OILE	8,46	3,6	30,456	6,73	56,94	
T.SUMIN. DIARIO	2,175	1,83	3,980	10,12	22,01	
VIVERES	1	7	7,000	4,5	4,50	
TANQUE ACEITE	1,18	1,83	2,159	10,12	11,94	
PERTRECHOS	2	5	10	4,5	9,00	
TRIPULACION	0,75	6,56	4,92	6	4,50	
BUQUE EN ROSCA	203,552	2,635	536,350	15,42	3139,18	
	370,830		689,93	16,51	6124,20	
KG=		1,860		m		
XG=		16,51		m		

KC = 0.918 m  
 CM = 3.533 m  
 Calado = 1.628 m

GM = 2.591 m

## SALIDA LASTRE CON 100% DE CONSUMOS PERO SIN CARGA

ANGULOS	KN	KG	KG * sen $\theta$	GZ
10	0,781	1,860	0,323	0,458
20	1,552	1,860	0,636	0,916
30	2,189	1,860	0,930	1,259
40	2,641	1,860	1,195	1,446
50	2,876	1,860	1,425	1,451
60	2,934	1,860	1,611	1,323

ANGULOS	h (mxrad)	e	DESPL.	GZ
10	<b>0,0400</b>	14,823	370,830	0,458
20	<b>0,16</b>	59,286	370,830	0,916
30	<b>0,35</b>	129,671	370,830	1,259
40	<b>0,5857</b>	217,194	370,830	1,446
50	<b>0,8385</b>	310,934	370,830	1,451
60	<b>1,0806</b>	400,715	370,830	1,323

Como se ha podido comprobar los valores, tanto de la estabilidad inicial, la estabilidad a grandes ángulos y la estabilidad dinámica, están dentro de los permitidos por la administración.

# LLEGADA DE LA SITUACION ANTERIOR CON 10% DE CONSUMOS

	PESO	KG	PESO*KG	XG	PESO*XG	D
TANQUE1A						
TANQUE1B						
TANQUE1C						
TANQUE2A						
TANQUE2B						
TANQUE2C						
TANQUE3A						
TANQUE3B						
TANQUE3C						
TANQUE4A						
TANQUE4B						
TANQUE4C						
TANQUE5A						
TANQUE5B						
TANQUE5C						
TANQUE6A						
TANQUE6B						
TANQUE6C						
TANQUE7A						
TANQUE7B						
TANQUE7C						
LASTRE	143,25	0,451	64,607	19,63	2819,22	
T.GAS-OILA	0,846	3,01	2,546	6,73	5,69	
T.GAS-OILB	0,846	3,01	2,546	6,73	5,69	
T.SUMIN. DIARIO	0,2175	0,367	0,189	10,12	2,20	
VIVERES	0,1	7	0,700	4,5	0,45	
TANQUE ACEITE	0,118	0,367	0,102	10,12	1,19	
PERTRECHOS	2	5	10	4,5	9,00	
TRIPULACION	0,75	6,56	4,92	6	4,50	
BUQUE EN ROSCA	203,552	2,635	536,350	15,42	3139,16	
	351,682		621,96	17,02	5987,11	
KG=		1,769		m		
XG=		17,02		m		

KC = 0.881 m  
 CM = 3.715 m  
 Calado = 1.557 m

GM = 2.827 m

# LLEGADA DE LA SITUACION ANTERIOR CON 10% DE CONSUMOS

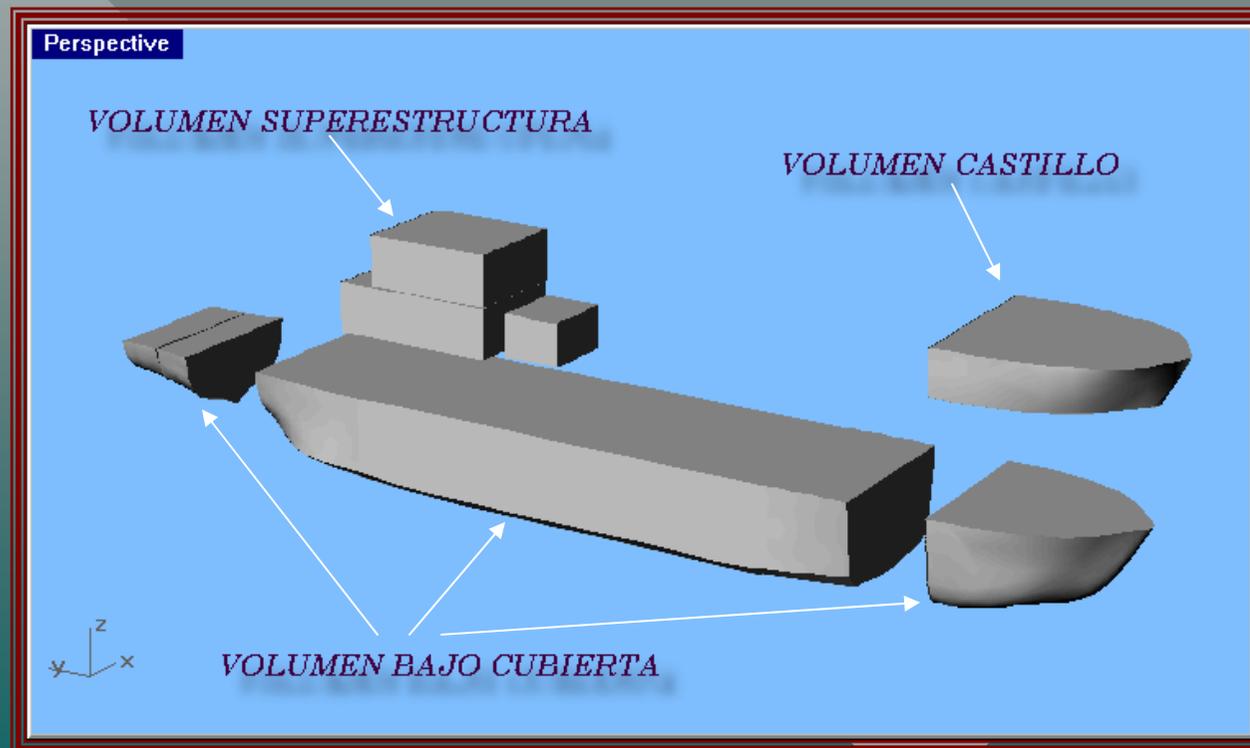
ANGULOS	KN	KG	KG * sen $\alpha$	GZ
10	0,805	1,769	0,307	0,498
20	1,588	1,769	0,605	0,983
30	2,209	1,769	0,884	1,325
40	2,65	1,769	1,136	1,514
50	2,896	1,769	1,354	1,542
60	2,952	1,769	1,531	1,421

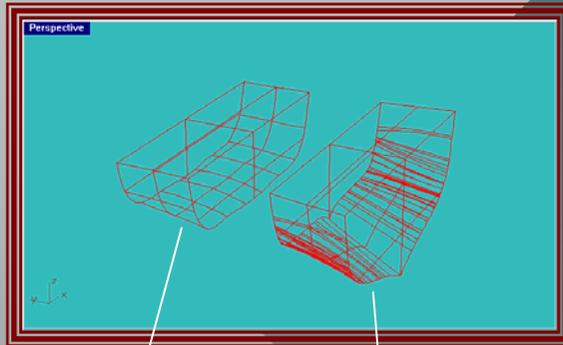
ANGULOS	h (mxrad)	e	DESPL.	GZ
10	<b>0,0435</b>	15,284	351,682	0,498
20	<b>0,1727</b>	60,747	351,682	0,983
30	<b>0,3742</b>	131,592	351,682	1,325
40	<b>0,6219</b>	218,710	351,682	1,514
50	<b>0,8885</b>	312,474	351,682	1,542
60	<b>1,1470</b>	403,390	351,682	1,421

Como se ha podido comprobar los valores, tanto de la estabilidad inicial, la estabilidad a grandes ángulos y la estabilidad dinámica, están dentro de los permitidos por la administración.

# 7. ESTIMACION DE ARQUEO

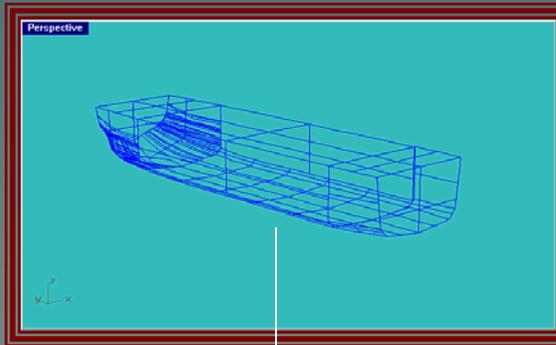
- VOLUMEN BAJO CUBIERTA
- VOLUMEN DE SUPERESTRUCTURA
- VOLUMEN DEL CASTILLO



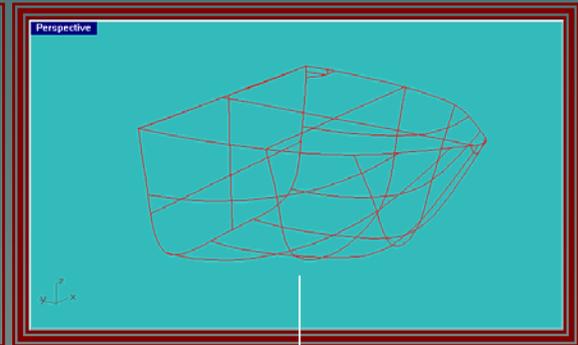


Calculating moments... Press Esc to cancel  
Volume = 18.6717438 (+/- 1e-008)

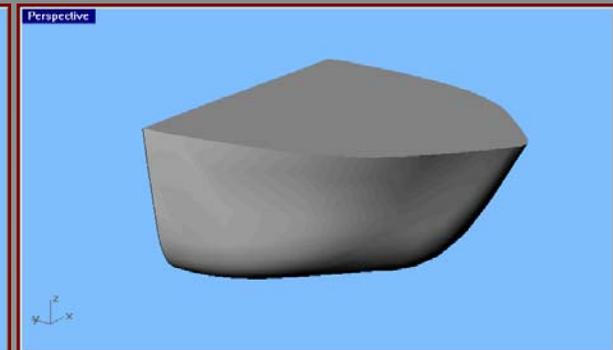
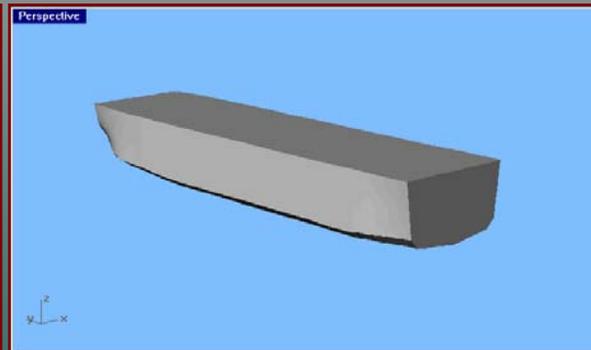
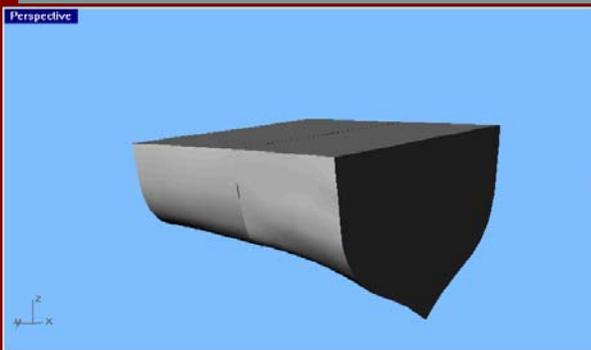
Calculating moments... Press Esc to cancel  
Volume = 26.3666702 (+/- 6.4e-007)



Calculating moments... Press Esc to cancel  
Volume = 933.745572 (+/- 6.3e-006)



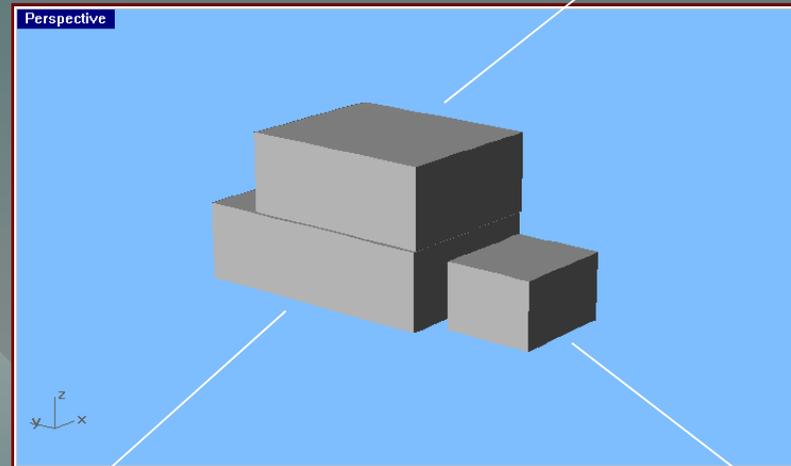
Calculating moments... Press Esc to cancel  
Volume = 136.079011 (+/- 6.3e-006)



**VOLUMEN BAJO CUBIERTA = 1114.785 m<sup>3</sup>**

# PUENTE

Calculating moments... Press Esc to cancel  
Volume = 66.7871732 (+/- 1e-008)



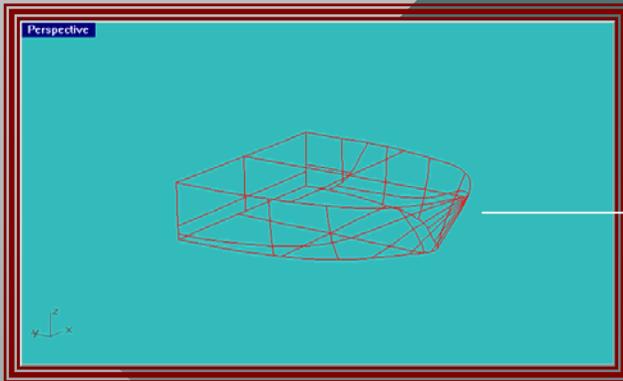
Calculating moments... Press Esc to cancel  
Volume = 83.541132 (+/- 1e-008)

# SUPERESTRUCTURA

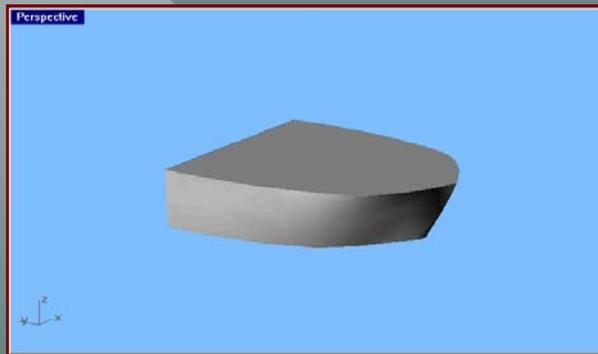
Calculating moments... Press Esc to cancel  
Volume = 16.910312 (+/- 1e-008)

# CASETA

VOLUMEN DE LA SUPERESTRUCTURA = 167.238 m<sup>3</sup>



Calculating moments... Press Esc to cancel  
Volume = 107.951892 (+/- 6.8e-006)



**VOLUMEN DE CASTILLO = 107.951 m<sup>3</sup>**

## SIENDO EL ARQUEO:

$$K_1 = 0.2 + 0.02 \log_{10} 1389.974$$

$$K_1 = 0.2628$$

$$GT = K_1 \times V$$

$$GT = 0.2628 \times 1389.974 = 365$$

# PROYECTO FIN DE CARRERA

- JAVIER GARCIA MUÑOZ
- INGENIERO T. NAVAL (ESTRUC. MARINAS)
- E.U.I.T. NAVAL
- JULIO 2009

# INDICE

## **1) MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CASCO Y SERVICIOS. (Pag1- Pag13)**

- a) OBJETIVOS DEL PROYECTO.
- b) CARACTERISTICAS GENERALES DEL BUQUE.
- c) MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CASCO.
  - 1. Sistema constructivo y estructura.
  - 2. Accesorios de casco.
- d) MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS SERVICIOS DEL BUQUE.
  - 1. Material de salvamento.
  - 2. Material contraincendios y achique.
  - 3. Luces y marcas de navegación.
  - 4. Material náutico.
  - 5. Luces de cubierta y alumbrado.
  - 6. Elementos de fondeo y amarre.
  - 7. Aparato de gobierno.
  - 8. Servicios de tuberías y válvulas.

## **2) JUSTIFICACION DE ESCANTILLONADO DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE REGLAMENTO DE S.S.C.C. (Pag14- Pag26)**

- a) ESTRUCTURA DEL DOBLE FONDO.
- b) CUADERNAS.
- c) BAOS.
- d) MAMPAROS ESTANCOS.
- e) FORRO EXTERIOR DEL CASCO.
- f) CUBIERTA.

## **3) ESTUDIO DE PESOS Y C.D.G. (Pag27- Pag37)**

- a) PESO DEL ACERO CONTINUO.
- b) PESO DE LOS ANILLOS TRANSVERSALES.
- c) PESO DE LOS MAMPAROS TRANSVERSALES.
- d) PESO DE LA SUPERESTRUCTURA.
- e) PESO DEL EQUIPO Y HABILITACIÓN.
- f) PESO DE LA MAQUINARIA PRINCIPAL, AUXILIAR, TUBERÍAS.

## **4) ESTUDIO DE CAPACIDADES. (Pag38- Pag49)**

## **5) ESTABILIDAD Y CONDICIONES DE CARGA. (Pag50- Pag72)**

## **6) ESTIMACION DE ARQUEO. (Pag73- Pag79)**

**7) PRESUPUESTO. (Pag80- Pag85)**

a) CASCO

1. Construcción del casco.
2. Chorreado y pintado.

b) ACONDICIONAMIENTOS.

1. Puente.
2. Habilitación de camarotes y cocina.
3. Acondicionamientos de cubierta.
4. Equipos anticontaminación.

c) MAQUINARIA PRINCIPAL Y AUXILIAR.

1. Motor principal.
2. Instalación eléctrica.
3. Motores y generadores auxiliares.
4. Hélices, línea de ejes, bocina y timón.
5. Montajes y bombas.

d) EQUIPOS DE SEGURIDAD Y OTROS.

1. Sistema C.I.
2. Equipos de salvamento.
3. Equipos radioelectrónicos y de navegación.
4. Equipos de defensas.
5. Documentación técnica y pruebas.

**8) PLANOS. (Pag86)**

- a) PLANO DE FORMAS.
- b) PLANO DE CUADERNA MAESTRA.
- c) PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL.

**MEMORIA DESCRIPTIVA  
DEL CASCO Y  
SERVICIOS**

## 1) MEMORIA DESCRIPTIVA DE CASCO Y SERVICIOS

### A) OBJETIVOS DEL PROYECTO.

Se trata de un buque tanque multipropósito cuyas tareas pueden ser las siguientes:

- Recogida de residuos oleosos y aguas fecales de los buques fondeados o atracados.
- Transporte de residuos a las plantas de reciclado o a depuradoras de residuos.
- Suministro de agua dulce.
- Gestionar los flujos de los residuos oleosos producidos por cualquier tipo de buque.

Se ha pretendido desarrollar un buque cuya zona de navegación sea la costera y que sirva de tanque o cisterna a otros buques de mayor envergadura.

El objetivo fundamental es el de suministrar agua dulce y servir como buque sentina para la descarga de aguas oleosas, evitando así que estas sean vertidas al mar o que estos buques mayores que están , se tengan que desplazar a puerto para su descarga.

Para todo ello el buque dispondrá de todos los equipos necesarios para cumplir dichos objetivos.

El buque deberá cumplir todos los requerimientos de la Administración Española y Convenios Internacionales que le sean de aplicación, muy en especial en todo lo referente a estabilidad, resistencia estructural, medios C.I., salvamento y comunicaciones.

**B) CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL BUQUE.**

▪ Tipo de buque	BUQUE TANQUE MULTIPROPOSITO
▪ Tipo de carga	Líquida
▪ Material de construcción	Acero
▪ Eslora total	42.30 m
▪ Eslora I.M.O. (Lpp)	40 m
▪ Manga de trazado	8 m
▪ Puntal de construcción	4.25 m
▪ Espesor del forro	8 mm
▪ Arqueo bruto estimado	365 GT
▪ Desplazamiento rosca estimado	203 T
▪ Desplazamiento max. Estimado (Calado al 85% del puntal).	915 T
▪ Peso muerto max. Estimado	711 T
▪ Calado max. Estimado	3.5 m
▪ Capacidad de aguas oleosas	433.082 m <sup>3</sup>
▪ Capacidad de agua dulce	256.466 m <sup>3</sup>
▪ Capacidad de combustible	17.44 m <sup>3</sup>
▪ Capacidad de aceite	1.24 m <sup>3</sup>
▪ Nº max. De personas	12 personas
▪ Velocidad máxima estimada	11 nudos
▪ Autonomía	900 millas

## C) MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CASCO.

### 1. Sistema constructivo y estructura

El buque estará construido en acero con formas llenas a lo largo de toda su eslora, esto conlleva a tener una serie de buenas características de facilidad de construcción, gran capacidad de carga y una buena estabilidad.

La unión de planchas se hará mediante soldadura eléctrica, todos los mamparos, cuadernas, baos, varengas, refuerzos, etc. estarán soldados directamente sobre el casco, con acero como material de construcción.

El buque tendrá una sola cubierta estructural con castillo, estará subdividido bajo cubierta por once mamparos estancos transversales y dos longitudinales, la distribución de espacios será la siguiente:

#### Bajo cubierta:

PAÑOL

TANQUE DE AGUA DULCE

COFFERDAM

TANQUES DE AGUAS OLEOSAS

COFFERDAM

TANQUE DE AGUA DULCE

C. DE MAQUINAS CON TANQUES DE COMBUSTIBLE Y ACEITE

TANQUE DE AGUA DULCE

PAÑOL DEL SERVOMOTOR

#### Sobre cubierta:

PAÑOL DE PROA EN CASTILLO

CAMARA DE BOMBAS

#### Superestructura sobre cubierta principal compuesta por:

DOS CAMAROTES (CUATRO PERSONAS C/U)

GUARDACALOR

SERVICIOS: WC, DUCHA, LAVABO

COCINA Y COMEDOR

Superestructura sobre cubierta puente compuesta por:

CASETA DEL PUENTE DE GOBIERNO Y DERROTA

SERVICIOS: WC, DUCHA, LAVABO

GAMBUZA

DOS CAMAROTES (DOS PERSONAS C/U)

El escantillonado se justificará por el reglamento de la Sociedad de Clasificación "AMERICAN BUREAU OF SHIPPING".

Los planos originales de la estructura, cuaderna maestra y plano de hierros, serán sometidos a la aprobación de la Inspección General de buques de la Dirección General de la Marina Mercante Española.

## 2. Accesorios de casco

### ▪ Aberturas sobre cubierta principal

El acceso a la cámara de máquinas se hará por el guardacalor, el acceso a la cámara de bombas se hará a través de unas puertas estancas con una altura de umbral mínima de 450 mm.

El acceso al pañol de proa se hará por una puerta estanca con una altura de umbral mínima de 450 mm.

Los accesos a los tanques de carga estarán constituidos por aberturas en cubierta, provistas de tapa estanca de acero.

### ▪ Aberturas en el casco

Se instalarán las tomas de mar correspondientes a:

- Toma de refrigeración de motor principal.
- Toma de refrigeración de motores auxiliares.
- Tomas de aspiración de la bomba de baldeo y contraincendios.

Estarán provistas de sus correspondientes conchas o avisperos desmontables para disminuir la posibilidad de atascos.

### ▪ Candeleros

El buque dispondrá de candeleros de acero que estarán unidos mediante cable de acero, todo ello según plano de Disposición General.

- **Refuerzos locales**

El buque dispondrá de refuerzos locales en la zona del molinete, polines de motores y bombas, anclajes de grúas, etc.

- **Cintones**

En ambos costados se colocará un cinturón compuesto por una cajera con goma de protección de 310 mm de ancho, rodeando todo su contorno, llevará un equipo de defensa para abordaje, compuesto por 3 gomas YOKOHAMA de 2.5 m de largo por 1.5 de diámetro, situados por encima de la flotación en máxima carga.

**D) MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS SERVICIOS DEL BUQUE.**

Todos los servicios del buque están orientados a su óptimo funcionamiento como buque tanque, al cumplimiento del Convenio para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar y a otros requerimientos de la Administración Española, en especial todo lo referente a las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo a bordo de los buques.

Dividiremos esta sección en los siguientes apartados:

1. Material de salvamento.
2. Material contra incendios y achique.
3. Luces y marcas de navegación.
4. Material náutico.
5. Luces de cubierta y alumbrado.
6. Elementos de fondeo y amarre.
7. Aparato de gobierno.
8. Servicios de tuberías y válvulas.

## 1. Material de salvamento

- Un bote de rescate para servicios de anticontaminación.
- Dos balsas salvavidas de modelo homologado con capacidad para el 100% de las personas a bordo, situadas sobre cubierta de puente. Llevarán dispositivo automático de lanzamiento de desprendimiento hidrostático y estarán debidamente trincadas. **Las balsas salvavidas se estibarán sobre cubierta y no existirán obstáculos para poder ser lanzadas por cualquiera de las bandas.**
- Dos aros salvavidas homologados con luz de encendido automático y rabiza de 27.5 m
- 15 Chalecos salvavidas homologados para una tripulación de 12 personas.
- Seis cohetes homologados con paracaídas.
- Seis bengalas de mano homologadas.
- Radiobaliza para la localización de siniestros homologada y validada por la D.G.M. Mercante e instalada de forma que funcione automáticamente en caso de naufragio.

**Todo el material de salvamento debe de ser del tipo y marcas homologadas por la Dirección General de la Marina Mercante Española.**

## 2. Material contra incendios y achique

Se dispondrá al menos del siguiente material:

- Dos bombas centrífugas autoaspirantes, accionada una de ellas por el motor principal y la otra por un grupo auxiliar.

Las bombas serán capaces de proporcionar un chorro de 12 metros con boquilla de 12 mm. de diámetro.

Las bombas previstas para este servicio, aspirarán del mar y con interposición de brida de cambio realizarán el achique directo de sentina. En este caso tendrán una capacidad mínima de achique de 11 m<sup>3</sup>/hora.

Habrà una toma de aspiración en Cámara de Máquinas, otra en sentina de bodega y otras en cada pañol, los ramales de aspiración tendrán un diámetro mínimo de 38 mm. Las válvulas de accionamiento manual tendrán buena accesibilidad.

**Las bombas C.I. deberán descargar a un colector común, de forma que cualquiera de las bocas C.I., puedan ser alimentadas por cualquiera de las bombas de dicho servicio.**

- Cuatro bocas contraincendios desde las que se podrá dirigir un chorro de agua a cualquier punto del buque, una situada sobre cubierta principal en el centro del buque y otra toma en Cámara de Máquinas, una en Cámara de Bombas y otra en cubierta Puente. Las bocas estarán dotadas de válvula de seccionamiento y conexión tipo Barcelona.
- Cinco mangueras contraincendios. Una de ellas se situará en la Cámara de Máquinas, otra en Cámara de Bombas, otra sobre cubierta1 otra en cubierta Puente y otra más de respeto. Las mangueras serán de material aprobado y su longitud no superará los 18 m. Cada manguera dispondrá de lanza o boquilla y los acoplamientos necesarios. Las lanzas tendrán un diámetro mínimo de 12 mm. serán de doble efecto, aspersion y chorro.
- Diez extintores de espuma portátiles situados: dos en la Cámara de Máquinas, dos en Cámara de bombas, uno en cada pañol, uno en el Puente, otro en cocina y dos en alojamientos.
- Un extintor portátil de CO<sub>2</sub> en la proximidad del cuadro eléctrico principal y otro en el cuadro eléctrico de emergencia.
- Un hacha de bombero con mango de madera.
- Tres baldes metálicos contraincendios provistos de rabiza.

Además de los tres cañones C.I. mencionados anteriormente para servicio en puerto o en la mar como buque de C.I.

- Se instalará un sistema de detección de incendios en Cámara de Máquinas.
- Habrá un sistema filo de protección C.I. en Cámara de Máquinas y en Cámara de Bombas.
- Las válvulas de salida de los tanques de combustible podrán ser cerradas desde cubierta.

### **3. Luces y marcas de navegación**

Se instalarán en el buque las luces de navegación reglamentarias de acuerdo con el Reglamento Internacional para evitar abordajes. Todas las luces serán de tipo homologado.

Posición y separación vertical de las luces:

Tal como se especifica en el Plano de Disposición General, estarán situadas a una altura superior a **dos metros** sobre la regala.

La separación vertical de las luces que se usen simultáneamente no será inferior a **dos metros**.

**Luces de navegación:**

- Una luz blanca a proa, 3 millas, 225° (Tope).
- Una luz verde a estribor, 2 millas, 112.5° (Costado).
- Una luz roja a babor, 2 millas, 112.5° (Costado).
- Una luz blanca a popa, 2 millas, 135° (Alcance).
- Una luz blanca todo el horizonte, 2 millas (Fondeo).
- Dos luces rojas, 2 millas, todo el horizonte (Sin Gobierno).

**Marcas de navegación:**

- Tres bolas negras (1 Fondeo, 2 Sin Gobierno, 3 Varada).

Todas las luces de navegación irán controladas desde un cuadro exclusivo situado en el puente de gobierno con dos alimentaciones, una desde el cuadro principal y otra desde el cuadro de emergencia. Irá dotado de interruptores individuales con un sistema de alarma acústico y óptico para caso de fallo en alguna de las luces.

**4. Material náutico**

- **Un compás de gobierno compensado.**

Este estará homologado por la D.G.M.M. La rosa tendrá un diámetro igual o superior a 100 mm y se instalará sobre la caseta de gobierno, dotándolo de sistema óptico que permita leer las indicaciones al timonel situado frente al aparato de gobierno. No podrá existir ningún material magnético, ni aparatos electromagnéticos a menos de 1.5 m medidos horizontalmente desde el eje de la rosa, ni verticalmente a 60 cm como mínimo del plano de la misma, pudiendo disminuir la primera distancia a 1 m, siempre que los desvíos que produzcan los aparatos electromagnéticos sean menores de 1° cuando estén operativos.

**El Compás deberá estar amparado por un Certificado de Garantía del Instituto Hidrográfico de la Marina.**

- **Un reloj de bitácora.**
- **Un escandallo de 5 Kg,** con sondaleza de 50 m
- **Un megáfono.**
- **Una bocina de niebla a presión manual.**
- **Un pito homologado de aire comprimido o eléctrico,** de frecuencia entre 250 y 700 Hz con un alcance audible de al menos una milla y situado en la posición más alta posible en el buque.
- **Prismáticos nocturnos (70x50) y diurnos (6x30 ó 8x30)**
- **Cartas náuticas, libros de faros y derroteros de la zona de navegación.**

- **Un barómetro.**
- **Un termómetro.**
- **Una campana de bronce de 5 Kg con boca de diámetro superior a 300 mm.**
- **Un ejemplar del Código Internacional de Señales.**
- **Una tabla de señales de salvamento A y B en el puente de gobierno protegido por un marco de cristal.**
- **Un transportador.**
- **Un compás de puntas.**
- **Reglas paralelas.**
- **Dos linternas estancas con repuesto de bombilla y pilas.**

## **5. Luces de cubierta y alumbrado**

Se instalarán al menos las siguientes luces:

- Luces para iluminar la zona a popa del buque.
- Luces iluminando la cubierta en zona de popa.
- Luces sobre el Puente a proa para iluminar la cubierta en proa.
- Luces en los laterales del puente para iluminar la zona entre puente y amurada.
- Luces en castillo

Las luces de cubierta no interferirán en ningún momento con las luces de navegación.

- Alumbrado en Cámara de Máquinas, Puente, alojamientos, cocina, servo, pañoles y servicios.

### Alumbrado de emergencia

**La potencia de las luces de emergencia será de 25 W.**

Se instalará un alumbrado de emergencia alimentado por el grupo de baterías de emergencia. Compuesto por:

- Una luz en el Puente de gobierno.
- Dos luces en la Cámara de máquinas.
- Dos luces en la Cámara de bombas.
- Una luz en Alojamientos.

- Una luz en el Local del Servomotor.
- Una luz en la Cocina.
- Una luz en la zona de lanzamiento y embarque de las balsas de salvamento.

Las baterías de emergencia se situarán en el puente de gobierno.

#### Luces supletorias:

Se proveerá a la embarcación de dos lámparas supletorias eléctricas con 25 m de longitud de cable.

#### Arboladura:

Sobre el puente de gobierno se instalará un palo para fijación de luces de navegación y antenas.

A proa se instalará un palo para luz de tope.

### **6. Elementos de fondeo y amarre**

Las características del ancla, cadena, molinete, elementos de fondeo y amarre serán las estipuladas según la reglamentación española para este tipo de buque.

Dispondrá de un cabo de remolque y tres estachas de 100 m.

A proa, popa y centro en babor y estribor habrá bitas de acero laminado para amarre. La estructura bajo cubierta en la zona de elementos de amarre y fondeo está convenientemente reforzada.

Así mismo el buque dispondrá de guiacabos en proa y popa para paso de estachas y cables.

### **7. Aparato de gobierno**

El timón será accionado mediante un servomotor hidráulico. El servomotor deberá permitir el accionamiento del timón de banda a banda en menos de medio minuto cuando el buque navega a su máxima velocidad. Así mismo deberá soportar los esfuerzos y permitir la maniobra en marcha atrás.

Se dispondrá de unos topes fin de carrera que limiten el ángulo de timón a 35°.

Se dispondrán guardines u otro procedimiento de emergencia para mover el timón en caso de avería del servomotor hidráulico.

En el puente habrá un indicador del ángulo de timón.

Deberá disponer de un sistema efectivo de comunicación entre Puente y la caña del timón.

## **8. Servicios de tuberías y válvulas**

Todos los servicios de tuberías instalados en el buque, cumplirán con las exigencias de la Administración Española.

**Todas las tuberías de toma y descarga al mar, deberán disponer de válvula de cierre en el casco con cuerpo de bronce o acero.**

Se procurará en lo posible que el trazado de tuberías no impida el desmontaje y maniobra de las máquinas o aparatos.

Las tuberías que se curvan tendrán un radio no menor de tres diámetros.

Todas las tuberías deberán ir soportadas y engrapadas para evitar las averías clásicas producidas por vibraciones, y deberán disponerse lo más cerca posible de los baos de cubierta u otro refuerzo estructural.

Los circuitos que crucen cubiertas o mamparos, dispondrán de piezas de conexión estancas embreadas y fijadas a la estructura.

La tubería que haya de ser galvanizada se hará en caliente después de curvar y soldar las bridas. Quedan excluidas de este requisito las tuberías que no lleven bridas soldadas, ni sea necesario curvar en caliente, pudiendo en este caso utilizarse tuberías comerciales galvanizadas.

La fijación de las bridas de estos tubos galvanizados, se realizará con tornillos con tuercas también galvanizados.

Las tuberías serán de acero estirado DIN 2440 y las válvulas con cuerpo de hierro fundido y guarnición de bronce.

Las tuberías se limpiarán interiormente antes de ser montadas, a ser posible con un chorreado de arena decapado.

### **Servicio de sentinas**

La tubería será de acero estirado sin soldadura DIN 2440 galvanizada en caliente después de curvar y soldar las bridas, las juntas serán de goma armada con lona, las válvulas serán de cuerpo de hierro fundido con guarnición de bronce, excepto las válvulas de descarga al mar que serán de acero fundido y bronce.

Cada zona de sentina, dispondrá de aspiraciones independientes con válvulas de no retorno. Estas aspiraciones, se harán a través de cajas de fango, las cuales deberán fácilmente accesibles.

Se debe instalar una alarma acústica de alto nivel de agua en la sentina.

### Servicio de baldeo y contraincendios

La tubería será de acero estirado DIN 2440, galvanizada en caliente después de curvar y soldar las bridas, las válvulas serán de hierro fundido con guarnición de bronce o todo de bronce.

Todas las bocas contraincendios situadas en Cámara de Máquinas y sobre cubierta principal tendrán válvulas de bronce con acoplamientos tipo "Barcelona" para manguera de 45 DN.

Como se indicó anteriormente, las bombas previstas para este servicio, aspirarán del mar y con interposición de brida de cambio realizarán el achique directo de sentina.

### Atmosféricos y sondas

Todos los tanques irán provistos de atmosféricos en comunicación con el exterior, llevarán válvulas de aireación, las de tanques de combustible y aceite tendrán rejillas cortafuegos de tipo aprobado. La sección de los atmosféricos será al menos de 38 mm y no menor de 1.25 veces la sección de las tuberías de llenado correspondiente.

La altura sobre cubierta de los atmosféricos será de 760 mm sobre la cubierta principal ó 450 mm sobre la cubierta de Puente.

Se dispondrán sondas para todos los tanques en sitios accesibles.

### Válvulas de los tanques de combustible

Las válvulas de dichos tanques deben poderse cerrar desde la cubierta o desde la caseta de gobierno mediante un dispositivo de cierre rápido de emergencia.

JUSTIFICACION DE  
ESCANTILLONADO DE  
LA ESTRUCTURA  
MEDIANTE  
REGLAMENTO DE  
S.S.C.C.

## **2) JUSTIFICACION DEL ESCANTILLONADO DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE REGLAMENTO DE SOCIEDAD DE CLASIFICACION**

La justificación del escantillonado de la estructura del buque, estará regida por las reglas para la construcción y clasificación de buques de acero de AMERICAN BUREAU OF SHIPPING.

Las reglas y tablas siguientes, a excepción de donde se especifique de otra forma, se destinan para buques que han de construirse con material de acero.

En general, los escantillones en el centro del buque, de acuerdo con lo especificado en las Reglas y Tablas, se aplicarán a toda la estructura comprendida en el 0.4L del centro del buque; los escantillones en los extremos no habrán de prolongarse en una longitud mayor de 0.1L desde cada extremo del buque.

La reducción de los escantillones desde el centro del buque a los extremos deberá efectuarse de forma tan gradual como sea posible.

Se adoptarán las secciones cuyas áreas o módulos resistentes sean los adecuados, de acuerdo con sus funciones como refuerzos en la estructura, puntales o combinaciones de ambos, teniendo en cuenta los espesores de todas las partes de las secciones para proveer un margen conveniente para la corrosión.

Toda la mano de obra será de la mejor calidad. Los agujeros habrán de punzonarse cuidadosamente por la superficie de contacto de las piezas, siempre que ello sea posible, es importante que los punzones se mantengan en buen estado de trabajo y que los troqueles o matrices de punzón utilizados para la obra de acero sean lo más pequeños posible, a fin de evitar excesivas «rebabas» alrededor del agujero.

Todas las rugosidades, tales como «rebabas» del punzonado y cizalla, o estrías en planchas onduladas, etc., se eliminarán de las superficies de contacto.

Toda la obra de soldadura ha de ajustarse exactamente, a satisfacción de los Inspectores.

Las juntas estancas deberán hacerse metal contra metal, sin el empleo de fieltro u otra empaquetadura, excepto cuando a juicio de los inspectores esto sea inevitable.

A) ESTRUCTURA DEL DOBLE FONDO.

**Varengas de planchas:** Las varengas de planchas se colocarán en todas las cuadernas, y sus escantillones serán tales, que el módulo de inercia en centímetros cúbicos está dado por la fórmula:

$$SM = 4,74 \times NG \times l^2$$

En la cual:

$$NG = s \times h \times 0,9$$

s = Separación de varengas en metros.

h = d, o bien 0,66D, lo que sea mayor.

l = Separación en metros entre las aristas de las consolas de las cuadernas más 0,30 metros.

Cuando no existan consolas, la longitud l se tomará igual a la separación en metros entre la intersección del canto alto de la varenga con el canto interior de la cuaderna más 0,30 metros; cuando se coloquen varengas curvas, la longitud l se modificará en forma adecuada.

La altura en crujía no será menor de 0,0625 l. El espesor no será menor de un milímetro por cada 100 milímetros de altura más 3 milímetros, pero nunca será mayor de 11,5 milímetros.

El espesor se mantendrá en toda la longitud correspondiente a un medio de la eslora central del buque, pero puede reducirse en un 10 por ciento en los extremos. Las varengas debajo de las máquinas serán de gran altura, y su espesor no será inferior al de la quilla vertical.

A proa de los 3/5 centrales de la eslora en buques propulsados mecánicamente, se aumentarán bien la altura de las varengas, o bien el área de las faldillas de los ángulos de frente, cuando la maquinaria este situada a popa, se adoptarán ambas medidas.

A continuación se procederá al cálculo del módulo resistente de las varengas por medio de la formula anteriormente descrita:

$$SM = 4,74 \times NG \times l^2$$

En la cual:

$$NG = s \times h \times 0,9$$

s = 0.5 m

h = 3.59 m

l = 3.60 m

En la cual:

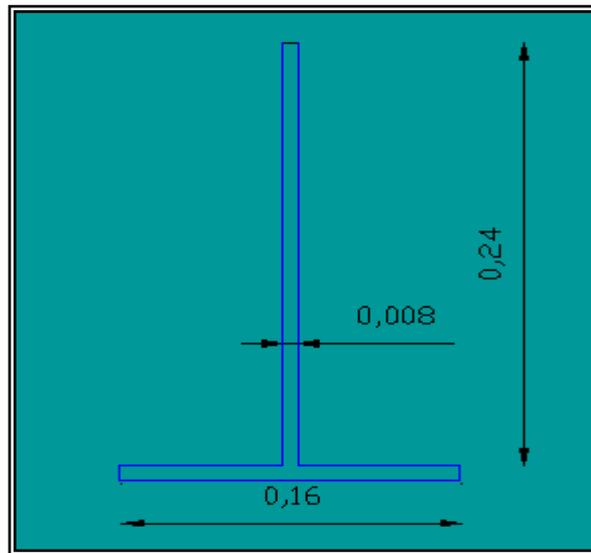
$$NG = 1.6155$$

Por lo tanto el módulo resistente requerido será:

$$SM = 100 \text{ cm}^3$$

Se procederá a asignar el perfil adecuado, aquel que cumpla con el módulo exigido.

El perfil elegido es el siguiente:



Tendrá una alma de 24 cm, y un espesor de 8 mm, comprobaremos en la siguiente hoja de calculo como el perfil elegido satisface perfectamente el módulo requerido.

CALCULO DEL MODULO Y DEL MOMENTO DE INERCIA							
ELEMENTO: VARENGAS			MODULO REQUERIDO: 100 cm <sup>3</sup>				
DESIGNACION	B(altura)	E(anchura)	A	Y	AxY	AxY <sup>2</sup>	Ip
ALA	0	0	0	0	0	0	0
ALMA	24	0,8	19,2	12,8	245,76	3145,728	921,6
PLANCHA	0,8	16	12,8	0,4	5,12	2,048	0,6826867
			32	13,2	250,88	3147,776	922,28267
I <sub>bb</sub>	4070,0587	cm <sup>4</sup>			YG	7,84	cm
I <sub>gg</sub>	2103,1595	cm <sup>4</sup>			Y max	24,8	cm
W	124,00704	cm <sup>3</sup>	CUMPLE				

Módulo resistente

Se observa que el espesor de la varenga corresponde por el exigido por la tabla 1, el espesor de las varengas de mamparos no será inferior al necesario para las planchas de mamparos.

**Quillas verticales:** Las quillas verticales se extenderán lo más a proa y a popa posible y se unirán al codaste.

Las planchas serán continuas en los 3/4 centrales de la eslora, fuera de esta longitud, podrá ser intercostal entre varengas.

El espesor y la altura de las planchas de la quilla vertical será el indicado en la tabla 1, entre los mamparos de los piques. En los piques tendrán el mismo espesor que las varengas de los piques.

Cuando se utilicen disposiciones especiales, tales como mamparos longitudinales, la altura de la quilla vertical puede reducirse.

**Planchas del techo del doble fondo:** Las planchas del techo del doble fondo tendrán el espesor indicado en la tabla 1; cuando no exista forro de madera bajo las escotillas, el espesor se aumentará en 2 milímetros.

**Consolas:** Las consolas que unen las cuadernas a las planchas de margen tendrán un espesor no inferior al necesario para las varengas en las cámaras de máquinas.

## B) CUADERNAS.

La clara entre cuadernas transversales en el centro del buque y los extremos, será de 500 mm, siguiendo las indicaciones de la tabla 1.

**Cuadernas transversales:** El módulo resistente de las cuadernas transversales en el centro del buque y a popa por debajo de la línea de baos inferior, se obtiene en la tabla 3; en donde  $l$  es la distancia en metros, entre los pies de las consolas soldadas más 0,30 metros. El valor de  $l$  para utilizar en la tabla no será inferior a 2,13 metros.

- Valor del coeficiente de carga NF. El valor del coeficiente de carga NF para la utilización con la tabla se obtiene por medio de la fórmula:

$$NF = s \times (11h + (h_1 \times b) / 3)$$

En donde:

$s$ = Clara de cuadernas en metros.

$b$ = La distancia horizontal en metros desde el exterior de las cuadernas a la primera fila de soportes de cubierta.

$h$ = La distancia vertical en metros desde la mitad de  $l$  a la línea de flotación o 0,4  $l$ , la que sea mayor. En el sitio de los tanques profundos  $h$  no será inferior a la distancia desde la mitad de  $l$  a la distancia desde la mitad de  $l$  a la cubierta que forme el techo del tanque.

$h_1$ = La distancia vertical en metros desde la cubierta en la parte superior de la cuaderna hasta la cubierta de compartimento o de Francobordo, más la altura de todos los entrepuentes de carga y la mitad de la altura de los entrepuentes destinados a pasajeros sobre la cubierta de compartimentado o Francobordo, o más 2,44 metros si fuera mayor.

A continuación se procederá al cálculo del NF, para entrar en la tabla 3 y posteriormente calcular el módulo resistente de las cuadernas por medio de la fórmula anteriormente descrita:

$$NF = s \times (11h + (h_1 \times b) / 3)$$

En donde:

$$s = 0.5 \text{ m}$$

$$b = 2.53 \text{ m}$$

$$h = 1.87 \text{ m}$$

$$h_1 = 0 \text{ m}$$

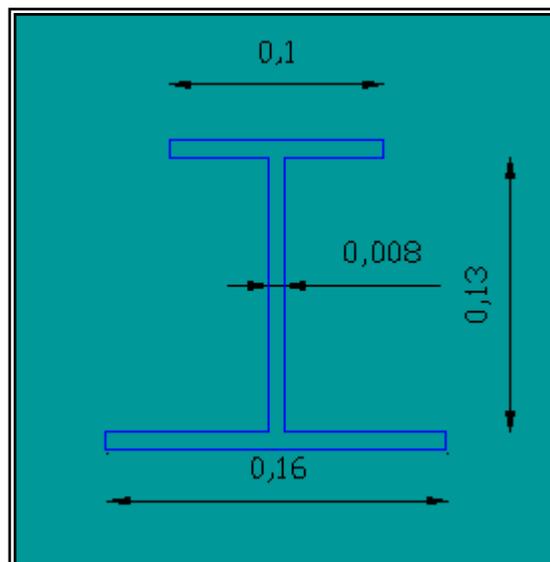
$$NF = 10.28$$

Iremos directamente a la tabla 3, con el valor de NF y habiendo interpolado obtendremos el módulo resistente requerido:

$$SM = 123.08 \text{ cm}^3$$

Se procederá a asignar el perfil adecuado, aquel que cumpla con el módulo exigido.

El perfil elegido es el siguiente:



Tendrá una alma de 13 cm, un ala de 10 cm y 8 mm de espesor, comprobaremos en la siguiente hoja de calculo como el perfil elegido satisface perfectamente el módulo requerido.

CALCULO DEL MODULO Y DEL MOMENTO DE INERCIA							
ELEMENTO: CUADERNAS			MODULO REQUERIDO: 123,08 cm <sup>3</sup>				
DESIGNACION	B(altura)	E(anchura)	A	Y	AxY	AxY <sup>2</sup>	Ip
ALA	0,8	10	8	14,2	113,6	1613,12	0,43
ALMA	13	0,8	10,4	7,3	75,92	554,216	146,47
PLANCHA	0,8	16	12,8	0,4	5,12	2,048	0,68
			31,2	21,9	194,64	2169,384	147,576
l <sub>bb</sub>	2316,96	cm <sup>4</sup>			YG	6,2384615	cm
l <sub>gg</sub>	1102,7058	cm <sup>4</sup>			Y <sub>max</sub>	14,6	cm
W	131,87834	cm <sup>3</sup>	CUMPLE				

→ Módulo resistente

Como podemos observar el módulo obtenido es de 131.87 cm<sup>3</sup>, es superior al calculado anteriormente.

### C) BAOS.

Se colocarán baos transversales en cada cuaderna en la cubierta de francobordo. Los baos, juntamente con las planchas a las que van unidos, tendrán módulos resistentes en centímetros cúbicos obtenidos con la siguiente fórmula:

$$SM = 7.9 \times N \times l^2$$

En donde:

$$N = s \times h \times c$$

s = Clara entre baos en metros.

l = Distancia en metros desde el borde interior de la consola del bao a la línea más próxima de soporte de la eslora o entre los soportes de esloras la que sea mayor. Normalmente l no será inferior a 0.2B. Bajo el techo de los tanques profundos y en nichos de mamparos se dispondrán los soportes de tal forma que limiten la luz del bao a una distancia inferior a 4.57 metros.

c (con cubiertas de planchas)

= 0.60 para medios baos, para baos con soporte central solamente, para baos entre mamparos longitudinales y para baos sobre túneles o nichos de túneles.

= 0.65 para baos entre esloras. Para esloras de cubiertas de plataforma y entre escotillas en todas las cubiertas.

= 0.95 para esloras de cubiertas segunda y tercera efectivas.

- = 1.05 para esloras de cubiertas resistentes.
- = 1.10 para baos en techos de tanques profundos soportados en uno o ambos extremos al forro o sobre mamparos longitudinales.
- = 1.30 para baos en techos de tanques profundos entre esloras.

h= altura en metros como sigue:

- h, Altura en metros medida en el costado del buque en el espacio de carga.
- h, Para los techos de tanques profundos no habrá de ser inferior a los 2/3 de la distancia en metros desde el techo del tanque a la parte superior del tubo de rebase.

El cálculo del módulo resistente de los baos es el siguiente:

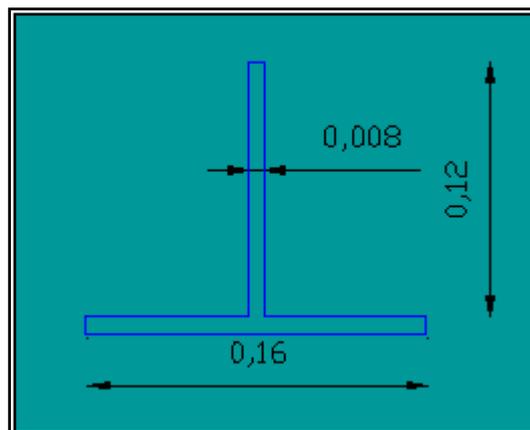
$$SM = 7.9 \times N \times l^2$$

En donde:

- N= 0.447
- s = 0.5 m
- l = 2.90 m
- c = 0.60
- h= 1.49 m

$$SM = 29.69 \text{ cm}^3$$

El perfil asignado es el siguiente:



Tendrá una alma de 12 cm y 8 mm de espesor, comprobaremos en la siguiente hoja de cálculo como el perfil elegido satisface perfectamente el módulo requerido.

CALCULO DEL MODULO Y DEL MOMENTO DE INERCIA							
ELEMENTO: BAOS				MODULO REQUERIDO: 29,69 cm <sup>3</sup>			
DESIGNACION	B(altura)	E(anchura)	A	Y	AxY	AxY <sup>2</sup>	Ip
ALA	0	0	0	0	0	0	0
ALMA	12	0,8	9,6	6,8	65,28	443,904	115,2
PLANCHA	0,8	16	12,8	0,4	5,12	2,048	0,683
			22,4	7,2	70,4	445,952	115,88
l <sub>bb</sub>	561,83	cm <sup>4</sup>			YG	3,143	cm
l <sub>gg</sub>	340,58	cm <sup>4</sup>			Y <sub>max</sub>	12,8	cm
W	35,27	cm <sup>3</sup>	CUMPLE				

Módulo resistente

Como podemos observar el módulo obtenido es de 35.27 cm<sup>3</sup>, por lo tanto esta dentro de la normativa.

#### D) MAMPAROS ESTANCOS.

Los mamparos construidos de acuerdo con estas reglas serán registrados en el RECORD como WT (estanco al agua), poniéndose los símbolos y como prefijo, en cada caso, el N° total de mamparos que son once.

La disposición de los mamparos es la siguiente:

- Mamparo de colisión. Se situara a una distancia no inferior a 0.05L.
- Mamparos de tanques.
- Espacios de maquinaria. Los espacios de maquinaria estarán comprendidos por mamparos estancos que se prolonguen hasta la cubierta de francobordo.
- Mamparo del pique de popa. En todos los buques movidos por hélices se colocarán mamparos de pique de popa dispuestos de tal forma que comprendan los tubos de bocinas en un compartimento estanco.

En la construcción de mamparos estancos, las planchas deben tener un espesor obtenido con la formula siguiente:

$$t = ( (s (h+ 6.1)) / 1830 ) + 3.05$$

en donde:

t= El espesor en mm.

s= La separación de los refuerzos en mm.

h= La distancia en metros entre la parte inferior de la plancha hasta el nivel de la cubierta de los mamparos en la línea central del buque.

Por lo tanto:

s= 500 mm

h= 4.2650 m

$t = 5.88$  mm, con lo que consideraremos el espesor del mamparo de **7mm**.

Para la obtención del espesor del mamparo de colisión nos basaremos en la tabla, deduciendo de la misma un espesor de **10mm**.

Los refuerzos de los mamparos tendrán módulos resistentes en centímetros cúbicos obtenido de acuerdo con la formula:

$$SM = 7.9NI^2$$

La longitud  $l$  es la distancia en metros entre los extremos de las uniones de los extremos, cuando se coloquen refuerzos horizontales, está distancia se mide desde la unión del extremo hasta el primer refuerzo horizontal, o la distancia entre las vigas horizontales.

El valor de  $N$  se obtiene de la formula siguiente:

$$N = s \times h \times c$$

En donde:

$s$ = separación de los refuerzos en metros.

$h$ = distancia en metros desde el punto medio de  $l$  hasta la cubierta de compartimentado en el centro.

$c$ = para buques de eslora inferior a 45 m el valor de  $c$  vale 0.58.

El valor de  $N$  para refuerzos de mamparos de colisión, será por lo menos un 25% mayor que el requerido para refuerzos en mamparos ordinarios.

El valor del módulo de los refuerzos valdrá:

$$s = 0.75 \text{ m}$$

$$h = 2.0814 \text{ m}$$

$$c = 0.58$$

$$N = 0.905$$

$$SM = 124.378 \text{ cm}^3$$

Se hará la pertinente comprobación en la siguiente hoja de cálculo de que el refuerzo es el adecuado:

CALCULO DEL MODULO Y DEL MOMENTO DE INERCIA							
ELEMENTO: REF. MAMPAROS				MODULO REQUERIDO: 124,378 cm <sup>3</sup>			
DESIGNACION	B(altura)	E(anchura)	A	Y	AxY	AxY <sup>2</sup>	I <sub>p</sub>
ALA	0,8	10	8	14,2	113,6	1613,12	0,43
ALMA	13	0,8	10,4	7,3	75,92	554,216	146,47
PLANCHA	0,8	16	12,8	0,4	5,12	2,048	0,68
			31,2	21,9	194,64	2169,384	147,576
I <sub>bb</sub>	2316,96	cm <sup>4</sup>			YG	6,2384615	cm
I <sub>gg</sub>	1102,7058	cm <sup>4</sup>			Y max	14,6	cm
W	131,87834	cm <sup>3</sup>	CUMPLE				

Módulo resistente

El módulo del refuerzo es mayor que el requerido, por lo tanto, se puede observar que el perfil es el apropiado.

#### E) FORRO EXTERIOR DEL CASCO.

Las planchas del forro exterior del casco tendrán un espesor deducido de la tabla 1.

El espesor indicado en la tabla para las tracas de apuradura es solamente de aplicación para la primera traca a cada lado de la quilla.

#### F) CUBIERTA.

El espesor de las planchas de cubierta será deducido de la tabla 1.

Seguidamente, entre las deducciones de las tablas 1 y 3, y los cálculos obtenidos anteriormente, **el escantillado final** es el que se muestra en el siguiente dibujo.

# ESCANTILLONES PRINCIPALES

## TABLA 1

LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN mm Y LAS AREAS DE SECCION EN cm<sup>2</sup>

L = 39.5 m					L = 41 m				
D <sub>s</sub>	FORRO EXTERIOR*			ANGULAR DE TRANCANIL	D <sub>s</sub>	FORRO EXTERIOR*			ANGULAR DE TRANCANIL
	FONDO	COSTADO	TRACA CINTA			FONDO	COSTADO	TRACA CINTA	
5.7	7.5	7.5	.....	REMACHADO SIMPLE	6.0	7.5	7.5	.....	REMACHADO SIMPLE
5.1	7.5	7.5	.....		5.4	7.5	7.5	.....	
4.5	7.5	7.5	.....		4.8	7.5	7.5	.....	
3.9	7.5	7.5	.....		4.2	7.5	7.5	.....	
3.3	7.5	7.5	1120 x 8		3.6	7.5	7.5	1120 x 7.5	
2.7	7.5	7.5	1120 x 9		3.0	7.5	7.5	1120 x 8.5	

Calado: cuando d sea superior 1.981 m, el fondo costado y traca de cinta se aumentaran a razón de 0.5 mm por cada 1000 mm de aumento en el calado.

\* espesor mínimo del forro exterior en la zona central por debajo de la vuelta superior del pantoque para buques de clase y servicios no restringidos, 7.5 mm.

D<sub>s</sub> = puntal de escantillonado.

### FORRO EXTERIOR

- Clara de cuadernas 533 mm.
- Modificación de la clara de cuadernas por cada 100 mm, fondo 0.7, costado 0.6.
- Aumento de fondo sencillo 0.8. plancha de quilla 1090x10. Forro exterior en extremos 7. Costado de castillo 6.
- Costado de toldilla 6. Fondo a proa 9. Planchas a proa por debajo de la flotación 7.5. henchimiento de arbotante 7.5.
- Planchas del núcleo, talón y aparadura 9. Otras planchas en el codaste 8.5.

### CUBIERTA

- Plancha de trancañil, espesor mínimo en la zona central 8. En extremos 8. Plancha de trancañil en pique 330x8.

### FONDOS SENCILLOS

- Espesor quilla vertical: En centro 7.5, área plancha superior horizontal 31.  
Extremos 6.5, área plancha superior horizontal 29.
- Espesor vagra lateral e intercostal: Centro 7.5, área plancha superior horizontal 27.  
Extremos 6.5, área plancha superior horizontal 27.

### DOBLE FONDO

- Quilla vertical, altura 620. Espesor en zona central 8. Extremos 7.
- Plancha de margen, altura 610. Espesor 8.

### FORRO INTERIOR

- Traca central, en centro 1090x8, otros lugares 6.
- Otras tracas, cámara de máquinas 8, extremos 6.

VARENGAS, INTERCOSTALES Y CONSOLAS, cámara de máquinas 7.5, otros lugares 6.

<b>QUILLA DE MACIZA</b>	Altura	162	Espesor	38
<b>RODA</b>	Ancho	140	Espesor	32
<b>CODASTE POPEL</b>	Ancho	140	Espesor	38
<b>CODASTE PROEL</b>	Ancho	140	Espesor	67

**TABLA 3**  
**CUADERNAS TRANSVERSALES**  
**MODULO RESISTENTE DE LA SECCION**  
 (CENTIMETROS CUBICOS)

NF	LONGITUD EN METROS														
	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9
5	26	41	58	81	111	146	186	228	275	327	382	443	505	567	632
6	30	45	64	89	121	158	200	245	295	350	408	472	537	604	673
7	34	49	70	97	131	170	214	262	315	373	434	501	570	640	714
8	38	54	75	104	140	181	227	278	335	396	460	530	602	677	755
9	42	58	81	112	151	193	241	295	355	419	486	559	635	713	796
10	46	62	87	120	160	205	255	312	374	440	512	588	667	750	837
11	50	67	94	128	170	217	269	329	395	465	538	617	700	788	879
12	54	71	101	136	179	229	283	346	415	488	565	645	733	825	921
13	58	76	108	144	189	241	297	363	435	511	591	676	767	863	963
14	62	80	115	152	198	253	311	380	455	534	618	706	800	900	1005
15	66	90	121	160	208	265	327	397	475	557	644	735	833	938	1047
16	70	95	128	168	218	277	340	414	494	580	669	764	866	975	1089
17	74	100	134	176	228	289	355	432	514	602	695	793	899	1012	1131
18	78	105	141	184	238	302	371	449	533	625	720	823	933	1050	1174
19	82	110	147	192	248	314	386	467	553	647	746	852	966	1087	1216
20	86	116	153	200	259	326	401	484	572	670	771	881	999	1124	1258
21	90	121	160	209	269	339	416	501	591	692	797	910	1032	1161	1300
22	94	126	167	218	280	352	431	517	610	713	822	940	1065	1199	1342
23	97	130	174	226	291	365	446	534	630	735	848	969	1099	1236	1384
24	101	135	181	235	302	378	461	550	649	756	873	999	1132	1274	1426
25	105	141	187	244	313	391	476	567	668	778	899	1028	1165	1311	1468
26	109	145	195	252	322	402	489	584	687	801	925	1058	1198	1348	1509
27	113	150	201	260	331	413	502	601	707	824	951	1088	1232	1386	1550
28	117	156	208	268	341	423	516	617	726	847	978	1117	1265	1423	1590
29	121	161	214	276	350	434	529	634	746	870	1004	1147	1299	1461	1631
30	125	166	220	284	359	445	542	651	765	893	1030	1177	1332	1498	1672
31	129	171	226	292	369	457	556	667	785	916	1057	1207	1366	1535	
32	133	176	232	300	379	469	570	684	804	939	1083	1237	1399	1572	
33	136	182	239	308	389	481	585	700	824	963	1110	1267	1433	1609	
34	140	187	245	316	399	493	599	717	843	986	1136	1297	1466	1646	
35	144	192	251	324	408	505	613	732	863	1009	1163	1327	1500	1683	
36	149	197	258	332	419	517	628	751	883	1031	1189	1357	1533		
37	153	202	264	340	428	529	643	769	903	1054	1215	1386	1566		
38	158	206	271	348	438	542	659	786	914	1076	1240	1416	1600		
39	162	211	277	356	447	554	674	804	924	1099	1266	1445	1633		
40	167	216	284	362	457	566	689	822	964	1121	1292	1475	1666		

LOS VALORES DE SM PARA VALORES INTERMEDIOS DE I PUEDEN OBTENERSE POR INTERPOLACION.

**ESTUDIO DE PESOS Y  
C.D.G.**

### 3) ESTUDIO DE PESOS Y C.D.G.

En el capítulo siguiente se procederá a la estimación del peso del buque y su centro de gravedad.

El buque estará construido en su casi totalidad, en acero naval de  $7.85 \text{ t/m}^3$  de peso específico.

El desglose de las diferentes partidas que componen el peso del buque es el siguiente:

a) PESO DEL ACERO CONTINUO.

- Forro.
- Cubierta.
- Fondo.
- Plancha de quilla.
- Fondo de quilla.
- Pantoque.
- Mamparos longitudinales.
- Doble fondo.

b) PESO DE LOS ANILLOS TRANSVERSALES.

- Cuaderna.
- Varenga.
- Cuaderna 2.
- Bao.
- Medio bao.
- Cuaderna pantoque.
- Consola 1.
- Consola 2.
- Consola 3.
- Consola 4.
- Consola 5.
- Consola 6.

c) PESO DE LOS MAMPAROS TRANSVERSALES.

- Mamparo transversal 1.
- Mamparo transversal 2.
- Mamparo transversal 3.
- Mamparo transversal 4.
- Mamparo transversal 5.
- Mamparo transversal 6.
- Mamparo transversal 7.
- Mamparo transversal 8.
- Mamparo transversal 9.
- Mamparo de colisión.

## d) PESO DE LA SUPERESTRUCTURA.

- Superestructura.
- Punte, palos y antenas.

## e) PESO DEL EQUIPO Y HABILITACIÓN.

- Ancla 1.
- Ancla 2.
- Cámara de bombas.
- Habilitación.
- Hélice.
- Timón.
- Cadenas.
- Castillo de proa.
- Grúa popa.
- Grúa proa.

## f) PESO DE LA MAQUINARIA PRINCIPAL, AUXILIAR, TUBERÍAS.

- Motor principal.
- Motor auxiliar 1.
- Motor auxiliar 2.
- Tuberías.
- Otros elementos de cámara de máquinas.

A) PESO DEL ACERO CONTINUO.

El peso del acero continuo se estimará al 85 % de la eslora entre perpendiculares del buque.

A continuación se comprueba en el siguiente dibujo la estimación del peso acero continuo y su centro de gravedad.

El cálculo se ha realizado para la mitad de la sección maestra, posteriormente se ha multiplicado por 2 para la obtención de la estimación del peso total de acero continuo.

PESO ACERO CONTINUO									
	ESPEJOR(cm)	ALTURA(cm)	AREA(cm <sup>2</sup> )	Yg(m)	AxYg(cm <sup>2</sup> xm)	ESLORA(cm)	PESO ENT	PESO x Yg	
FORRO	0,8	358	286,4	2,478	709,728	3400	7,644	18,943	
CUBIERTA	0,8	400	320	4,269	1366,08	3400	8,541	36,461	
FONDO	0,8	260	208	0,140	29,078	3400	5,552	0,776	
PLANCHA DE QUILLA	0,625	76	47,5	0,395	18,763	3400	1,268	0,501	
FONDO QUILLA	1,5	87,53	131,295	0,033	4,385	3400	3,504	0,117	
PANTOQUE	0,8	71,8	57,44	0,483	27,732	3400	1,533	0,740	
MAMP. LONGITUDINAL	0,8	416,28	333,024	2,184	727,191	3400	8,888	19,409	
DOBLE FONDO	0,95	400	380	0,780	296,324	3400	10,142	7,909	
			1763,66		3179,28		47,072	84,855	
	YG=	1,803 m					x2=	94,144 T	
	PESO=	94,144 T							

x 2 para obtener el peso total

La estimación del peso y la ordenada de su centro de gravedad será:

$$\text{PESO} = 94.144 \text{ T.}$$

$$\text{YG} = 1.803 \text{ m.}$$

## B) PESO DE LOS ANILLOS TRANVERSALES.

En el dibujo siguiente, se observa que se ha seguido el mismo procedimiento que en el acero continuo, es decir, se ha estimado el cálculo para la mitad de la sección maestra y luego se ha multiplicado por dos.

Son sesenta y ocho los anillos transversales totales que hay en el 85% de la eslora estimada.

La posterior tabla de valores nos calculará tanto la estimación del peso total de anillos transversales, como la ordenada de su centro de gravedad.

PESO ANILLO TRANSVERSAL							
	A. PERFIL(cm <sup>2</sup> )	LUZ(cm)	VOLUMEN(cm <sup>3</sup> )	PESO(T)	Yg (m)	PESO * Yg	
CUADERNA	18,4	327,83	6032,072	0,0474	2,475	0,1172	
VARENGA	19,2	352,93	6776,256	0,0532	0,241	0,0128	
CUADERNA 2	18,4	331,26	6095,184	0,0478	2,327	0,1114	
BAO	9,6	238,92	2293,632	0,0180	4,205	0,0757	
MEDIO BAO	9,6	143	1372,8	0,0108	4,205	0,0453	
CUADERNA PANTOQUE	18,4	61,44	1130,496	0,0089	0,546	0,0048	
CONSOLA 1	1193	0,8	954,4	0,0075	0,950	0,0071	
CONSOLA 2	1193	0,8	954,4	0,0075	0,950	0,0071	
CONSOLA 3	2026	0,8	1620,8	0,0127	0,839	0,0107	
CONSOLA 4	1483	0,8	1186,4	0,0093	4,038	0,0376	
CONSOLA 5	1494	0,8	1195,2	0,0094	4,039	0,0379	
CONSOLA 6	1477	0,8	1181,6	0,0093	4,039	0,0375	
				0,2417		0,5051	
YG=	2,0896 m			x2=	0,48345 T		MAESTRA COMPLETA
PESO=	32,875 T			x68 (ENT)			ANILLOS TRANSVERSALES= 32,875

Nº de anillos transversales

x 2 para el peso de la maestra completa

La estimación del peso y la ordenada de su centro de gravedad será:

**PESO = 32.87 T.**

**YG = 2.08 m.**



D) PESO DE LA SUPERESTRUCTURA.

La superestructura como vimos anteriormente, la hemos dividido en dos:

- Superestructura.
- Puente, palos y antenas.

En la hoja de cálculo siguiente, podemos verificar los resultados del peso total de la superestructura, así como de su centro de gravedad.

PESO SUPERESTRUCTURA						
	PESO (T)	Yg (m)	PESO * Yg	Xg (m)	PESO * Xg	
SUPERESTRUCTURA 1	4,376	5,6	24,506	6,37	27,866	
PUENTE, PALOS Y ANTENAS	5	9	45	7,20	35,979	
	9,376		69,506		63,844	
		XG=	6,81 m			
		YG=	7,41 m			
		PESO=	9,376 T			

La estimación del peso y de su centro de gravedad será:

$$\begin{aligned} \text{PESO} &= 9.376 \text{ T.} \\ \text{YG} &= 7.41 \text{ m.} \\ \text{XG} &= 6.81 \text{ m.} \end{aligned}$$

### E) PESO DEL EQUIPO Y HABILITACION.

Para la obtención del peso del equipo y habilitación se efectuará primero el cálculo del numeral de equipo correspondiente.

Su cálculo se obtiene según una fórmula aceptada por las sociedades de clasificación y en la cual se tiene en cuenta la influencia de las mareas y corrientes marinas sobre la base del desplazamiento máximo del buque, y la influencia de los agentes atmosféricos sobre el buque; tanto frontal como lateralmente sobre su obra muerta según las superficies que presenten estas.

La fórmula que sirve de base para el cálculo del numeral de equipo es idéntica en todas las sociedades de clasificación y es la siguiente:

$$\text{Numeral} = A^{2/3} + 2Bh + 0.1 \text{ SI}$$

En donde:

A= desplazamiento max. estimado, o de trazado al calado de verano. (T)

B= manga de trazado.

h= altura efectiva desde la flotación de verano hasta el techo de la caseta o superestructura más alta con ancho superior a B/4.

SI= área del perfil del buque, definida por las reglas, y de las casetas y superestructuras por encima de la flotación de verano y teniendo un ancho superior a B/4.

En la practica para la determinación de h se mide sobre el plano o croquis correspondiente; la altura total que hay desde la línea base del buque hasta el techo de la superestructura más alta y que cumpla la norma referida a la manga, y a este valor obtenido se le resta el valor del calado máximo, de trazado o de verano que le corresponda al desplazamiento máximo tomado, con lo que obtenemos un valor más exacto de h.

Es importante obtener este valor con rigor, puesto que interviene en un sumando de la fórmula del numeral que influye en su valor en un alto porcentaje.

El valor del numeral es el siguiente:

A= 935 T

B= 8 m

h= 5.2683 m

SI= 82.65 m<sup>2</sup>

$$\text{Numeral} = 188.171$$



**TABLAS DEL NUMERAL: EQUIPO DE FONDEO.**

Equipment-bower anchors and chain cables

Equipment number		Equipment letter	Stockless bower anchors		Stud link chain cables for bower anchors			
Exceding	Not exceding		Number	Mass of anchor in Kg	Total lenght, in metres	Diameter, in mm		
						Mild steel (Grade U1)	Special quality steel (Grade U2)	Extra special quality steel (Grade U3)
50	70	A	2	180	220	14	12.5	-
70	90	B	2	240	220	16	14	-
90	110	C	2	300	247.5	17.5	16	-
110	130	D	2	360	247.5	19	17.5	-
130	150	E	2	420	275	20.5	17.5	-
150	175	F	2	480	275	22	19	-
175	205	G	2	570	302.5	24	20.5	-
205	240	H	2	660	302.5	26	22	20.5
240	280	I	2	780	330	28	24	22
280	320	J	2	900	357.5	30	26	24
320	360	K	2	1020	357.5	32	28	24
360	400	L	2	1140	385	34	30	26
400	450	M	2	1290	385	36	32	28
450	500	N	2	1440	412.5	38	34	30
500	550	O	2	1590	412.5	40	34	30
550	600	P	2	1740	440	42	36	32
600	660	Q	2	1920	440	44	38	34
660	720	R	2	2100	440	46	40	36
720	780	S	2	2280	467.5	48	42	36
780	840	T	2	2460	467.5	50	44	38
840	910	U	2	2640	467.5	52	46	40
910	980	V	2	2850	495	54	48	42
980	1060	W	2	3060	495	56	50	44
1060	1140	X	2	3300	495	58	50	46
1140	1220	Y	2	3540	522.5	60	52	46
1220	1300	Z	2	3780	522.5	62	54	48
1300	1390	At	2	4050	522.5	64	56	50
1390	1480	Bt	2	4320	550	66	58	50
1480	1570	Ct	2	4590	550	68	60	52
1570	1670	Dt	2	4890	550	70	62	54
1670	1790	Et	2	5250	577.5	73	64	56
1790	1930	Ft	2	5610	577.5	76	66	58
1930	2080	Gt	2	6000	577.5	78	68	60
2080	2230	Ht	2	6450	605	81	70	62
2230	2280	It	2	6900	605	84	73	64
2380	2530	Jt	2	7350	605	87	76	66
2530	2700	Kt	2	7800	632.5	90	78	68
2700	2870	Lt	2	8300	632.5	92	81	70
2870	3040	Mt	2	8700	632.5	95	84	73
3040	3210	Nt	2	9300	660	97	84	76
3210	3400	Ot	2	9900	660	100	87	78
3400	3600	Pt	2	10500	660	102	90	78
3600	3800	Qt	2	11100	687.5	105	92	81
3800	4000	Rt	2	11700	687.5	107	95	84
4000	4200	St	2	12300	687.5	111	97	87
4200	4400	Tt	2	12900	715	114	100	87
4400	4500	Ut	2	13500	715	117	102	90
4600	4800	Vt	2	14100	715	120	105	92



Para el resto de peso del barco en las zonas de popa y proa en cuanto al acero continuo, anillos transversales y mamparos, se ha estimado un 4% del peso total hasta entonces calculado, el cual se sumará al mismo para obtener la estimación total del peso en rosca.

$$4\% \text{ de } 195.552 \text{ T} = 8 \text{ T}$$

Finalmente después del cálculo de la estimación de las diferentes partidas que han compuesto el peso total en rosca del buque, se procederá a la confección de un cuadro resumen que refleje el peso en rosca del mismo, la ordenada y la abscisa del centro de gravedad del barco.

El cuadro antes citado es el que sigue:

CUADRO RESUMEN					
	PESO (T)	Yg (m)	Xg (m)	PESO x Yg	PESO x Xg
ACERO CONTINUO	94,144	1,803	16	169,710	1506,31
ANILLOS TRANSVERSALES	32,875	2,090	16,5	68,696	542,44
EQUIPO Y HABILITACION	18,780	5,209	19,125	97,825	359,16
SUPERESTRUCTURA	9,376	7,413	6,809	69,506	63,84
PESO DE PROA Y POPA	8	3	15	24	120
MAMPAROS TRANSVERSALES	18,377	2,21	22,713	40,613	417,39
MAQUINARIA PRIN., AUX, TUBER.	22	3	5,91	66	130
	<b>203,552</b>			<b>536,350</b>	<b>3139,158</b>

XG=	15,42 m
YG=	2,635 m
PESO=	203,552 T

La estimación del peso en rosca y el centro de gravedad del buque queda de la siguiente forma:

$$\text{PESO EN ROSCA} = 203.552 \text{ T.}$$

$$\text{YG} = 2.635 \text{ m.}$$

$$\text{XG} = 15.42 \text{ m.}$$

# ESTUDIO DE CAPACIDADES

#### 4) ESTUDIO DE CAPACIDADES

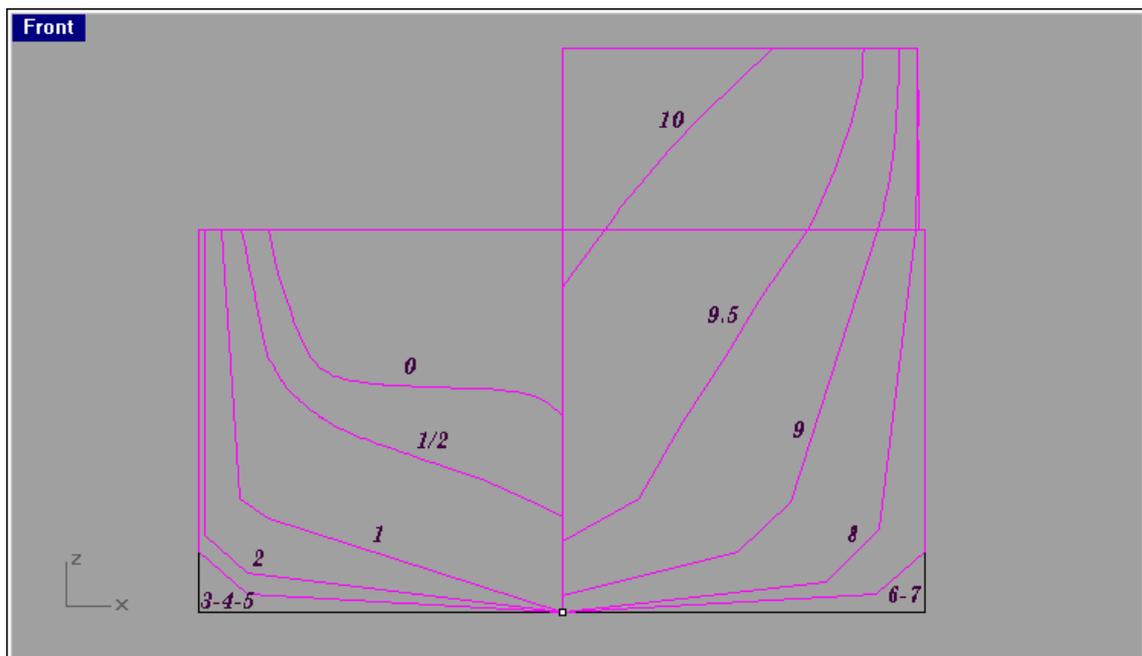
Los tipos de tanques de los que dispone el buque son los siguientes:

- Tanques de agua dulce.
- Tanques de aguas oleosas.
- Tanques de GAS-OIL.
- Tanques de aceite.

Para realizar el estudio de capacidades del buque, hemos utilizado un programa gráfico de modelación de superficies en 3D.

Para dibujar y modelar las formas del buque, hemos partido evidentemente de la caja de cuadernas del mismo.

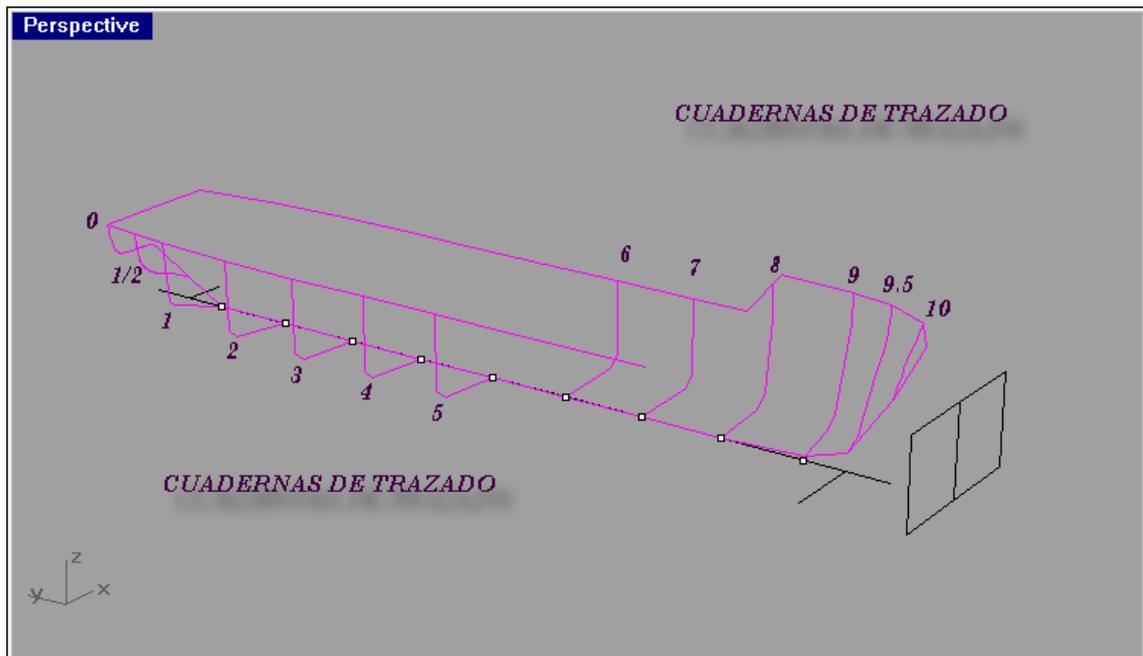
La caja de cuadernas es la siguiente:



El buque esta compuesto por diez cuadernas de trazado, añadiéndole dos medias cuadernas en proa y popa, para así sacar una mejor definición de las formas.

Posteriormente se desglosará dicha caja de cuadernas a lo largo de la eslora, para que el buque vaya definiendo sus formas.

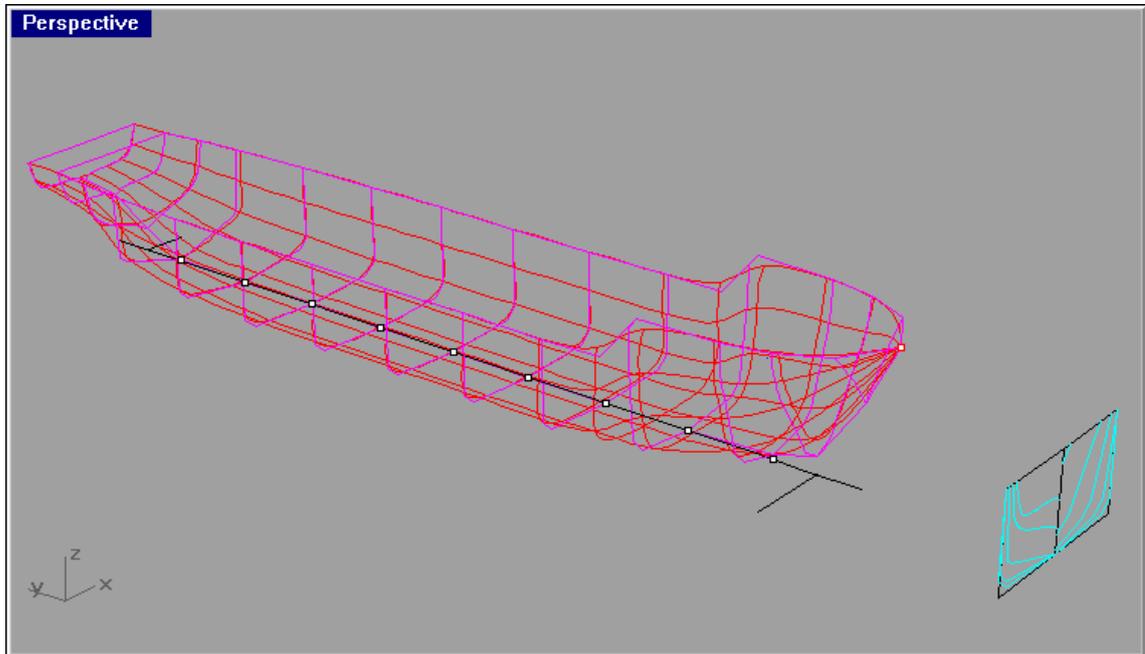
Dicho desglose es mostrado en el siguiente dibujo:



El paso siguiente es el de cerrar el contorno del buque para conseguir la forma del casco, esto se consigue creando una superficie a través de curvas, que son las cuadernas de trazado.

Para que se desarrolle la superficie correctamente hay que seleccionar las curvas en el orden adecuado, es decir, desde la curva 0, que sería la cuaderna 0, hasta la curva 10 ó cuaderna 10, (0,1/2,1,2, etc.), una a una y siguiendo el orden que antes hemos citado.

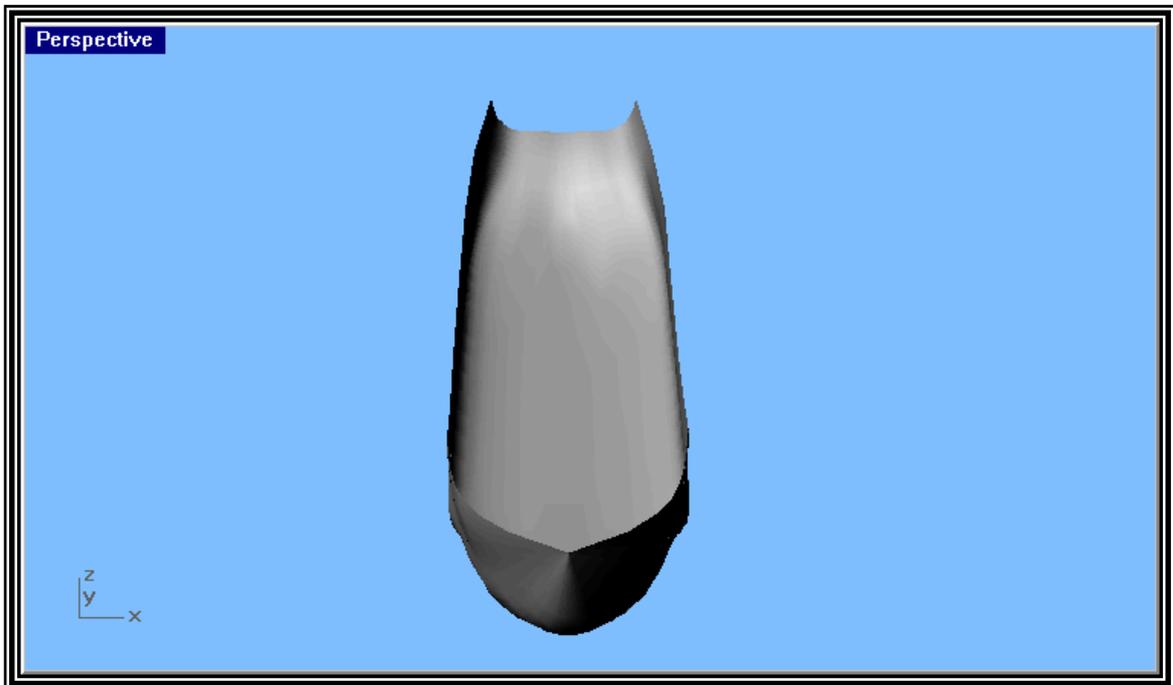
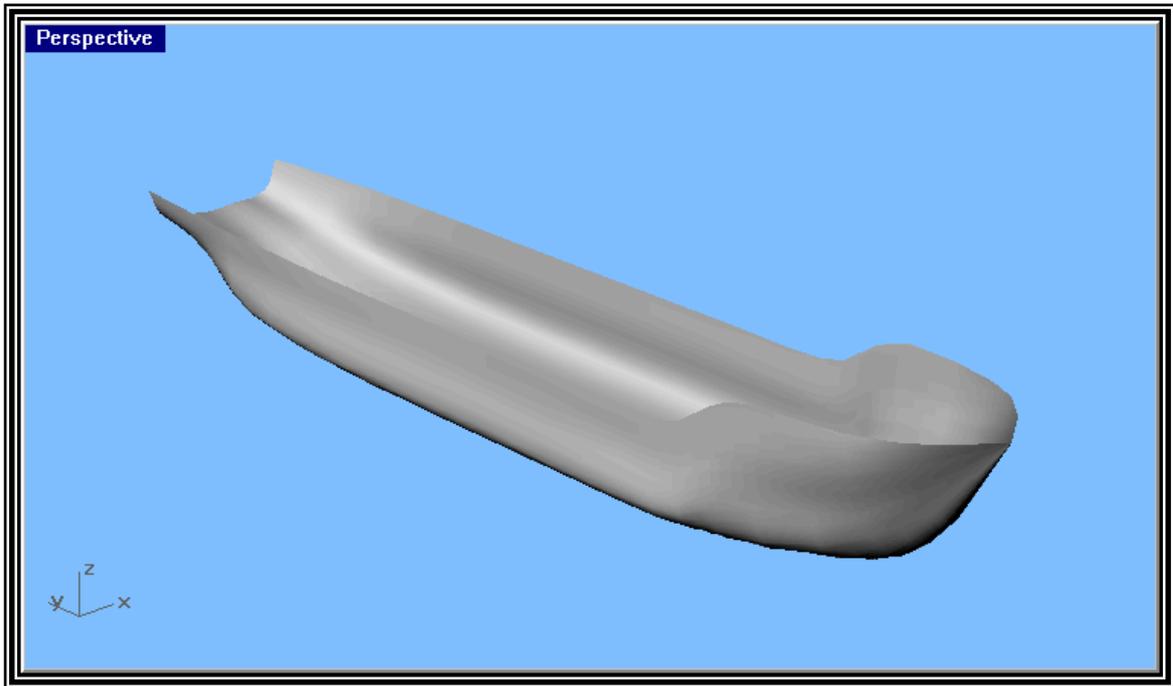
El resultado es el que muestra a continuación:

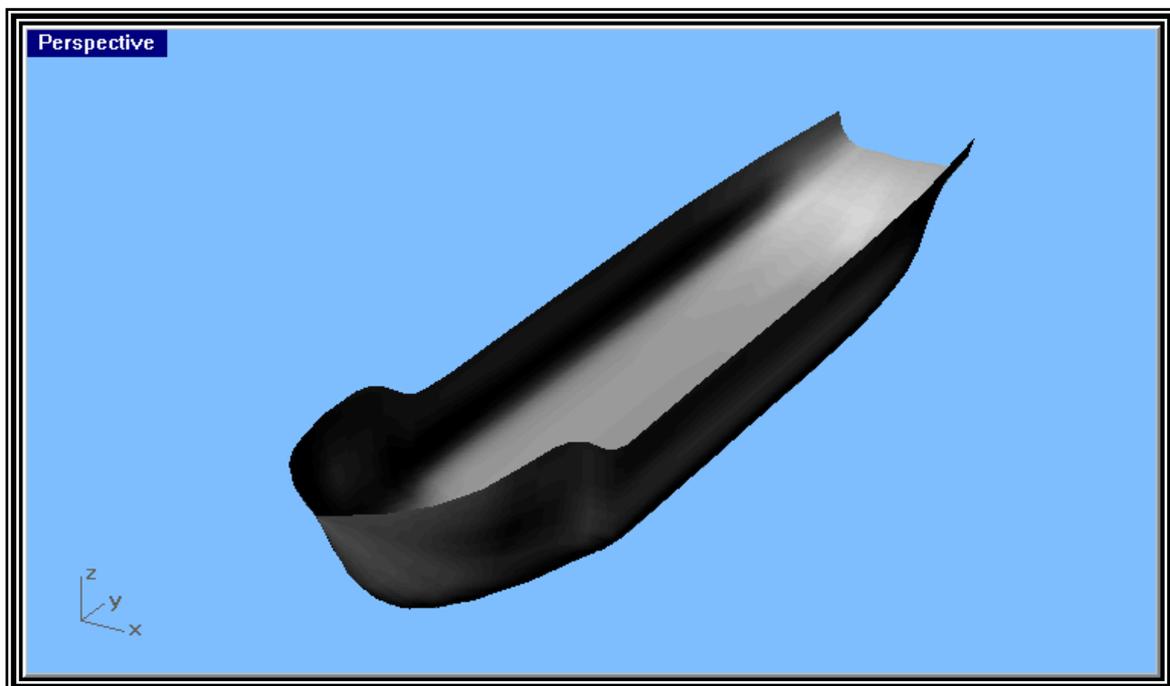
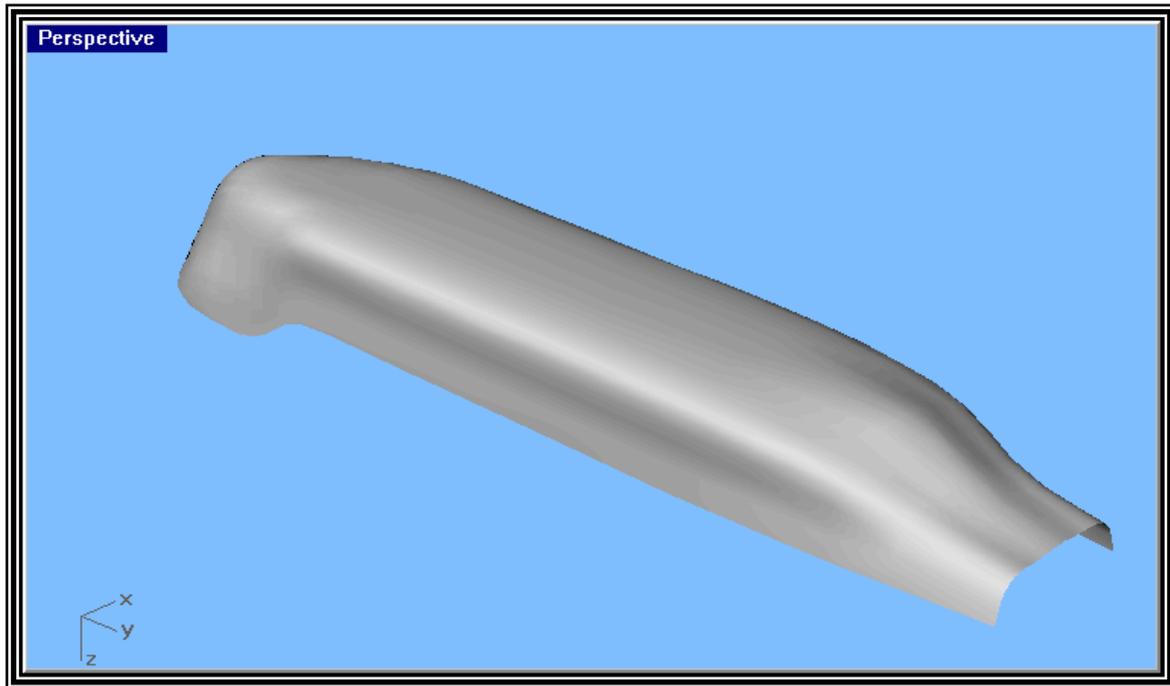


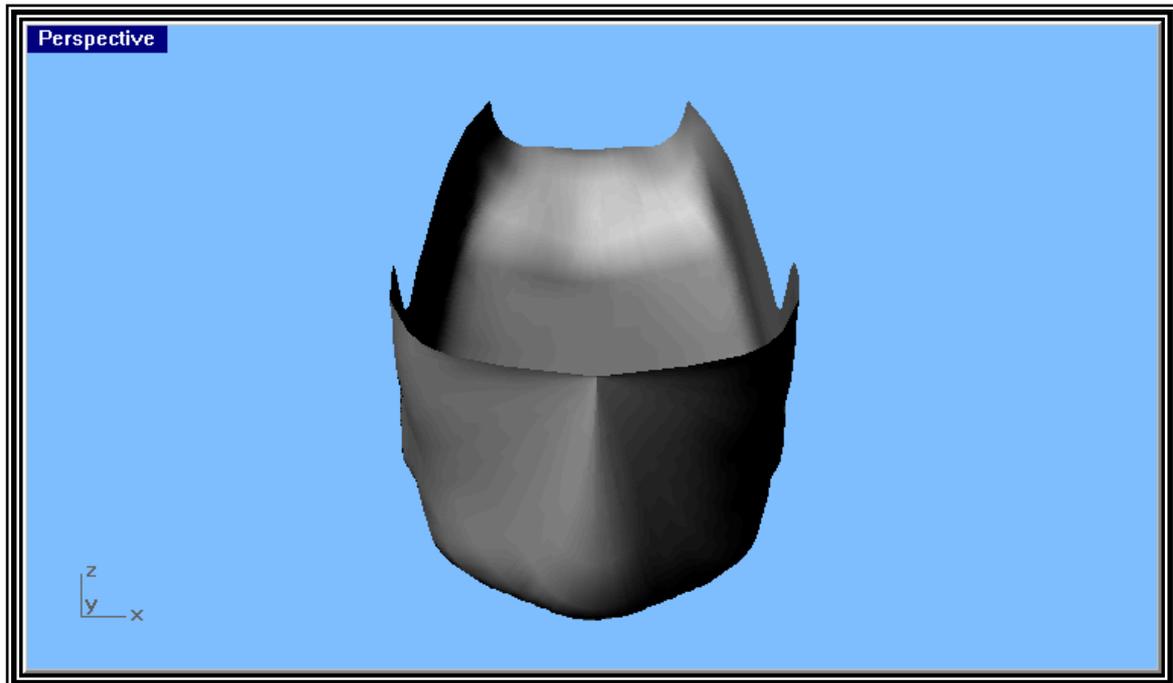
Como podemos observar se ha creado una gran estimación de las formas del casco en su totalidad.

Esto nos ayudará enormemente en la ejecución del cálculo del estudio de capacidades del buque.

A continuación en las páginas siguientes, a la superficie creada anteriormente se le aplica una sombra, esto hace que podamos ver la forma final estimada del casco en tres dimensiones, desde diferentes puntos de vista.





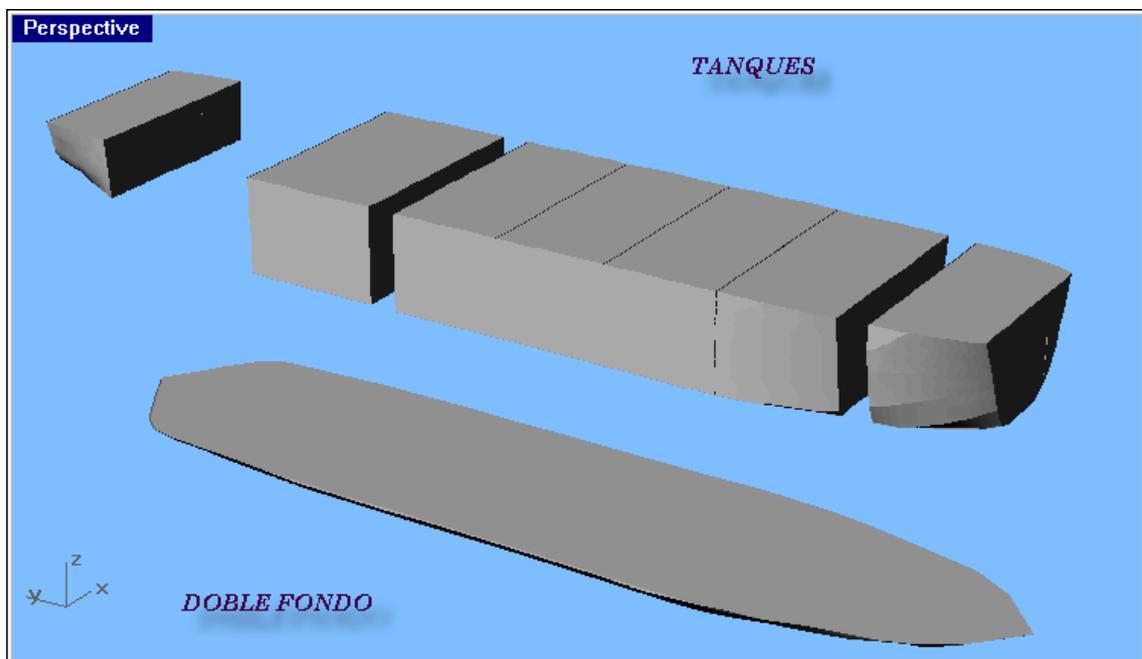


Todo lo expuesto anteriormente, será de vital importancia para la obtención de las capacidades de los tanques.

Ya que a través de diferencias de secciones, entre la superficie creada del casco y un sólido rectangular que contenga el volumen del tanque, conseguiremos averiguar su capacidad, así como veremos cual será la disposición de cada tanque en el buque.

La división general de las capacidades de líquidos que habrá en el buque será:

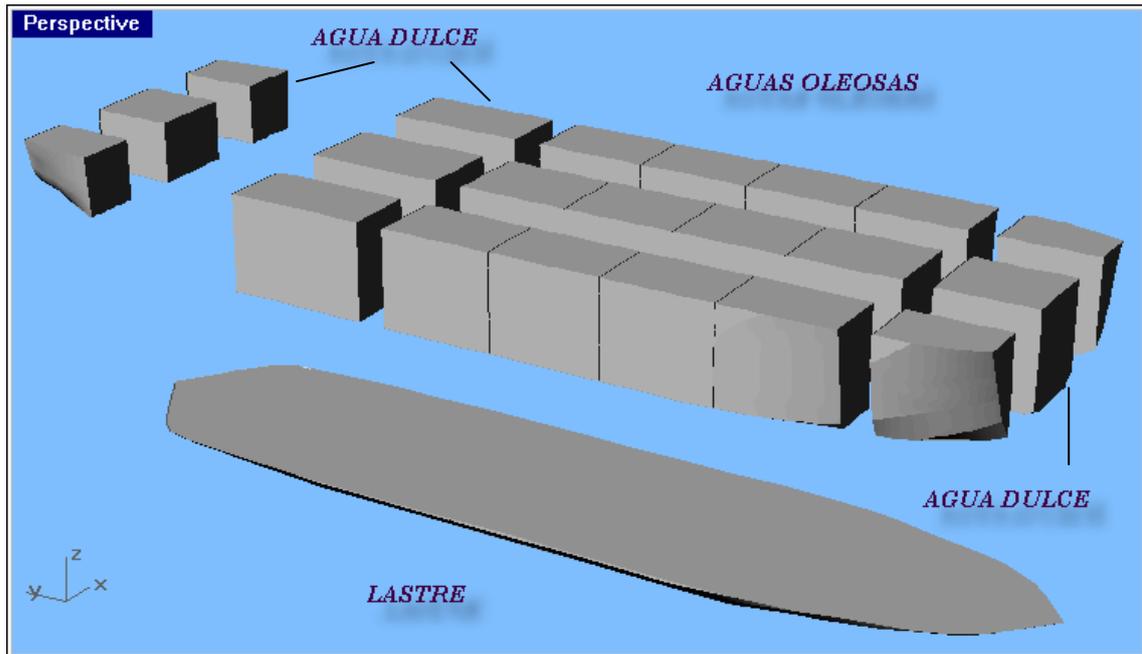
- Tanques de carga.
- Doble fondo. (lastre)
- Tanques de consumo.



A continuación se realizará un estudio más pormenorizado de la disposición y capacidad de los tanques de carga.

Tipos de tanques de carga:

- Tanques de agua dulce.
- Tanques de aguas oleosas.



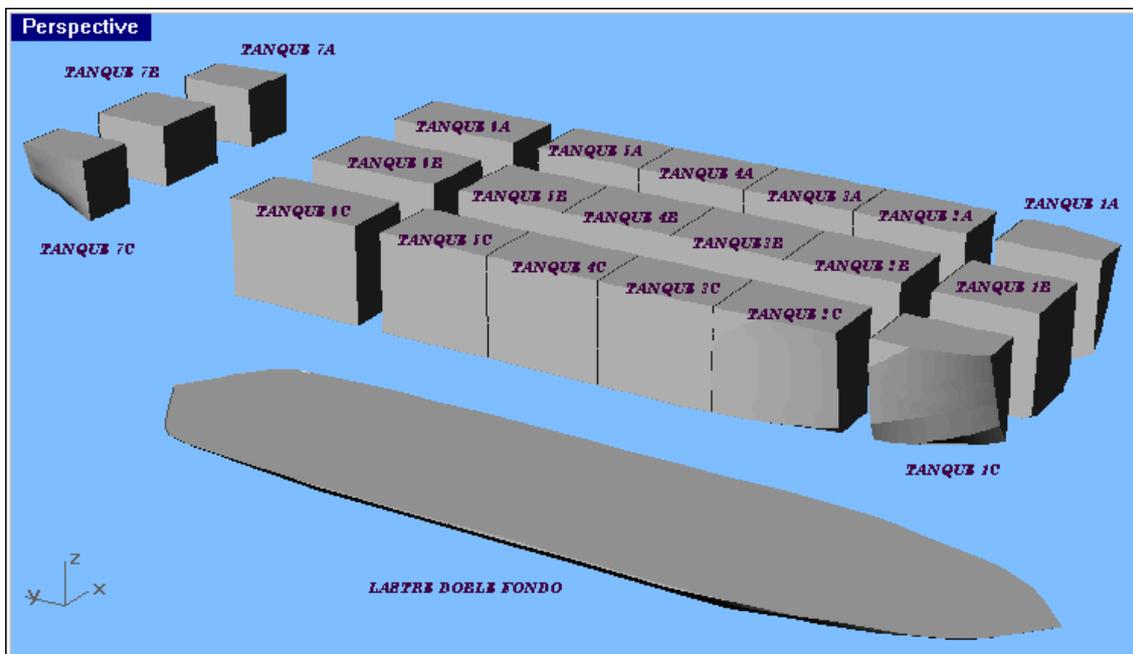
Como se puede apreciar los dos espacios en blancos entre tanques se refiere a mamparos cofferdams, en el dibujo se aprecia perfectamente una distribución clara y concisa de la disposición de los tanques en el buque.

A proa del cofferdam de proa tenemos tres tanques de agua dulce y a popa del cofferdam de popa nos encontramos con seis tanques de agua dulce.

Los doce tanques que se encuentran entre los dos cofferdams son destinados al transporte de aguas oleosas.

La designación de cada tanque de carga viene especificada por un número y una letra, como se muestra a continuación.

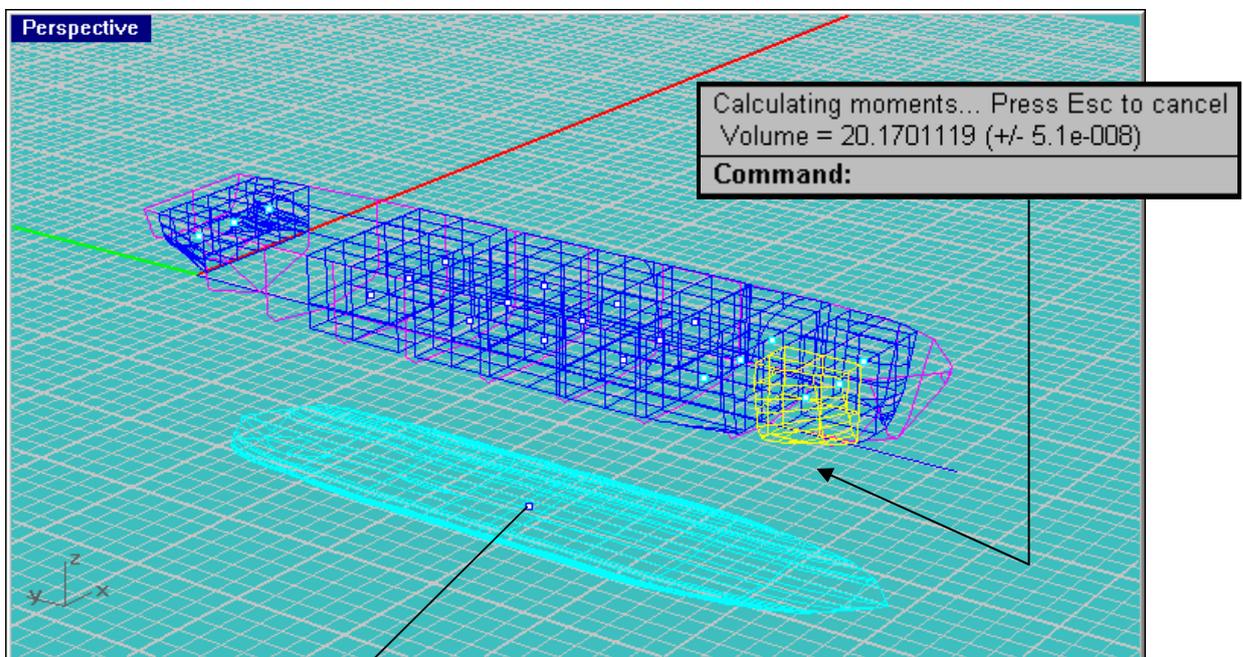
- Tanque 1 A.
- Tanque 1 B.
- Tanque 1 C.
- Tanque 2 A.
- Tanque 2 B.
- Tanque 2 C.
- Tanque 3 A.
- Tanque 3 B.
- Tanque 3 C.
- Tanque 4 A.
- Tanque 4 B.
- Tanque 4 C.
- Tanque 5 A.
- Tanque 5 B.
- Tanque 5 C.
- Tanque 6 A.
- Tanque 6 B.
- Tanque 6 C.
- Tanque 7 A.
- Tanque 7 B.
- Tanque 7 C.



El procedimiento a seguir para la estimación en el cálculo del volumen de los tanques anteriores, es decir, tanques de carga y doble fondo para lastre, ha sido relativamente sencillo ya que de forma fácil y directa, mediante un comando del programa gráfico, hemos estimado la capacidad de los tanques, así como la posición de sus centros de gravedad.

**La metodología a seguir, ha sido naturalmente comprobada y verificada con uno de los procedimientos básicos para el cálculo de los volúmenes, como es el método de SIMPSON.**

La lista definitiva de las capacidades de todos los tanques del buque, doble fondo y los tanques de consumos que estudiaremos ahora, se mostrarán al final de este apartado en un cuadro.



Los puntos que se observan en el dibujo son los centros de gravedad antes mencionados de los tanques y doble fondo, estos serán utilizados posteriormente para el estudio de la estabilidad.

Por último los tanques de consumo del buque se dividen en las diferentes partidas:

- Tanque de GAS - OIL 1.
- Tanque de GAS - OIL 2.
- Tanque de aceite.
- Tanque de suministro diario.

Todos estos tanques están ubicados en la cámara de máquinas, y el cálculo del volumen de cada uno de ellos se hará por el modo convencional, es decir, multiplicaremos la eslora del tanque por su manga y por su puntal.

El proceso es el siguiente:

TANQUE DE GAS - OIL 1.

$$\text{VOLUMEN} = \text{L tanque} \times \text{B tanque} \times \text{D tanque}$$

$$\text{VOLUMEN} = 4.2770 \times 1.6 \times 1.3 = 8.89 \text{ m}^3$$

TANQUE DE GAS - OIL 2.

$$\text{VOLUMEN} = \text{L tanque} \times \text{B tanque} \times \text{D tanque}$$

$$\text{VOLUMEN} = 4.2770 \times 1.6 \times 1.3 = 8.89 \text{ m}^3$$

TANQUE DE ACEITE.

$$\text{VOLUMEN} = \text{L tanque} \times \text{B tanque} \times \text{D tanque}$$

$$\text{VOLUMEN} = 0.48 \times 1.23 \times 2.14 = 1.267 \text{ m}^3$$

TANQUE DE SUMINISTRO DIARIO.

$$\text{VOLUMEN} = \text{L tanque} \times \text{B tanque} \times \text{D tanque}$$

$$\text{VOLUMEN} = 0.52 \times 1.9918 \times 2.14 = 2.22 \text{ m}^3$$

Por lo tanto el volumen total estimado de los tanques de consumo será:

$$\text{VOLUMEN} = 17.8 + 1.267 + 2.22 = 21.287 \text{ m}^3$$

Finalmente, una vez calculado el volumen total de todos los tanques, se procederá a calcular la capacidad aprovechable de los mismos, es decir, la capacidad de líquido que realmente llevarán, que no es otra que el **98%** de su volumen total.

El volumen del doble fondo para lastre se ha averiguado del mismo modo que el de los tanques de carga.

**VOLUMEN DOBLE FONDO = 139.759 m<sup>3</sup>**

El cuadro final del estudio de capacidades queda de la siguiente forma:

TANQUES	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )	V. APROVECHABLE (m <sup>3</sup> )
TANQUE 1A (AGUA DULCE)	20,17	<b>19,767</b>
TANQUE 1B (AGUA DULCE)	35,8	<b>35,08</b>
TANQUE 1C (AGUA DULCE)	20,17	<b>19,767</b>
TANQUE 2A (AGUA OLEOSA)	33,04	<b>32,379</b>
TANQUE 2B (AGUA OLEOSA)	40,95	<b>40,13</b>
TANQUE 2C (AGUA OLEOSA)	33,04	<b>32,379</b>
TANQUE 3A (AGUA OLEOSA)	35,35	<b>34,64</b>
TANQUE 3B (AGUA OLEOSA)	40,93	<b>40,11</b>
TANQUE 3C (AGUA OLEOSA)	35,35	<b>34,64</b>
TANQUE 4A (AGUA OLEOSA)	35,35	<b>34,64</b>
TANQUE 4B (AGUA OLEOSA)	40,93	<b>40,11</b>
TANQUE 4C (AGUA OLEOSA)	35,35	<b>34,64</b>
TANQUE 5A (AGUA OLEOSA)	35,35	<b>34,64</b>
TANQUE 5B (AGUA OLEOSA)	40,93	<b>40,11</b>
TANQUE 5C (AGUA OLEOSA)	35,35	<b>34,64</b>
TANQUE 6A (AGUA DULCE)	43,81	<b>42,93</b>
TANQUE 6B (AGUA DULCE)	51,19	<b>50,166</b>
TANQUE 6C (AGUA DULCE)	43,81	<b>42,93</b>
TANQUE 7A (AGUA DULCE)	12,43	<b>12,18</b>
TANQUE 7B (AGUA DULCE)	19,67	<b>19,277</b>
TANQUE 7C (AGUA DULCE)	12,43	<b>12,18</b>
T. GAS-OIL A	8,9	<b>8,72</b>
T. GAS-OIL B	8,9	<b>8,72</b>
T. SUMIN. DIARIO	2,22	<b>2,176</b>
TANQUE ACEITE	1,267	<b>1,24</b>

# ESTABILIDAD Y CONDICIONES DE CARGA

## 5) ESTABILIDAD Y CONDICIONES DE CARGA

Para realizar el cálculo de la estabilidad y condiciones de carga, tendrán que hacerse antes unos estudios previos.

Estos estudios se basan principalmente en el cálculo y elaboración de las curvas **HIDROSTÁTICAS E ISOCLINAS**.

Para el cálculo de las citadas curvas, hemos utilizado un programa de arquitectura naval denominado P.A.N., en el cual mediante la introducción de valores numéricos, obtenemos como salida todos los valores de las curvas.

El proceso es sencillo, mediante la introducción en el programa de puntos situados sobre las secciones transversales (cuadernas), este realizará una definición de las formas del buque.

El sistema de ejes de referencia para la identificación de los puntos para su posterior introducción en el programa, estará ubicado en el plano de crujía en su intersección con la línea base.

La lista de las coordenadas de los puntos queda de la siguiente forma:

<b>SECCIONES DE POPA</b>													
		CUADERNA 0		CUADERNA 1/2		CUADERNA 1		CUADERNA 2		CUADERNA 3		CUADERNA 4	
		Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y
		2,19	0	1,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2,48	-0,75	1,43	-0,75	0,52	-1,62	0,22	-1,73	0,1	-1,73	0,1	-1,73
		2,5	-1,46	1,73	-1,61	1,05	-3,24	0,45	-3,47	0,21	-3,47	0,21	-3,47
		2,54	-2,12	2,03	-2,42	1,15	-3,39	0,65	-3,7	0,44	-3,73	0,44	-3,73
		2,79	-2,73	2,67	-3,14	1,26	-3,54	0,86	-3,94	0,68	-4	0,68	-4
		3,53	-3,05	3,43	-3,36	2,76	-3,64	2,55	-3,94	2,46	-4	2,46	-4
		4,25	-3,23	4,25	-3,53	4,25	-3,74	4,25	-3,94	4,25	-4	4,25	-4
		4,25	-1,64	4,25	-1,86	4,25	-1,88	4,25	-1,77	4,25	-2	4,25	-2
		4,25	0	4,25	0	4,25	0	4,25	0	4,25	0	4,25	0
		0,44	-3,73	3,22	0	2,63	0	2,13	0	2,13	0	2,13	0
		0,68	-4	2,19	0	1,07	0	0	0	0	0	0	0
		2,46	-4										
		4,25	-4										
<b>SECCIONES DE PROA</b>													
		CUADERNA 6		CUADERNA 7		CUADERNA 8		CUADERNA 9		CUADERNA 9,5		CUADERNA 10	
		Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y
		0	0	0	0	0	0	0,18	0	0,8	0	3,61	0
		0,1	1,73	0,1	1,73	0,17	1,46	0,43	0,97	1,03	0,42	3,93	0,23
		0,21	3,47	0,21	3,47	0,34	2,92	0,68	1,94	1,26	0,84	4,25	0,47
		0,44	3,73	0,44	3,73	0,63	3,2	0,95	2,23	2,48	1,57		
		0,68	4	0,68	4	0,92	3,49	1,23	2,52	4,25	2,71		
		2,46	4	2,46	4	2,59	3,7	2,74	3				
		4,25	4	4,25	4	4,25	3,9	4,25	3,47				
		4,25	2	4,25	2	4,25	2,26	4,25	1,9	4,25	1,39	4,25	0,22
		4,25	0	4,25	0	4,25	0	4,25	0	4,25	0	4,25	0
		2,13	0	2,13	0	2,13	0	2,34	0	2,62	0	3,96	0
		0	0	0	0	0	0	0,18	0	0,8	0	3,61	0

Con la introducción de estos valores en el programa y mediante la realización de diversos cálculos internos, obtendremos finalmente la lista de resultados numéricos que componen las curvas **HIDROSTATICAS E ISOCLINAS**.

Dichos resultados se muestran a continuación:

## CARENAS RECTAS

CALADOS (m)	V. DE CARENA (m <sup>3</sup> )	DESPLAZAMIENTO (T)	XC (m)	KC (m)	AREA FLOT. (m <sup>2</sup> )	XLA (m)	CMt (m)	CMI (m)	MU
1	198,194	203,149	20,747	0,582	254,226	20,597	6,189	111,783	5,677
1,1	224,038	229,639	20,737	0,637	257,108	20,572	5,527	102,179	5,866
1,2	250,06	256,311	20,73	0,69	259,496	20,581	5,016	94,325	6,044
1,3	276,28	283,187	20,725	0,743	261,25	20,583	4,576	87,323	6,182
1,4	302,607	310,172	20,72	0,796	262,311	20,578	4,191	80,838	6,268
1,5	327,917	336,115	20,667	0,851	263,536	20,564	3,879	75,778	6,368
1,6	354,278	363,135	20,659	0,903	265,013	20,536	3,604	71,448	6,486
1,7	380,272	389,779	20,638	0,957	266,924	20,48	3,372	68,12	6,638
1,8	406,872	417,044	20,63	1,009	269,898	20,355	3,173	65,879	6,869
1,9	433,628	444,469	20,621	1,061	272,276	20,274	2,996	63,312	7,035
2	460,526	472,039	20,611	1,114	273,976	20,241	2,829	60,545	7,145
2,1	487,565	499,754	20,601	1,166	275,132	20,245	2,688	58,458	7,304
2,2	516,937	529,86	20,513	1,214	276,374	20,245	2,553	55,433	7,343
2,3	542,904	556,477	20,547	1,271	277,926	20,228	2,448	53,7	7,471
2,4	570,67	584,937	20,529	1,323	279,604	20,206	2,344	52,071	7,615
2,5	598,156	613,11	20,524	1,377	281,869	20,148	2,253	51,023	7,821
2,6	626,669	642,336	20,493	1,43	290,186	19,683	2,185	53,642	8,614
2,7	655,473	671,86	20,459	1,483	292,09	19,636	2,109	51,777	8,697
2,8	684,55	701,664	20,423	1,537	293,546	19,617	2,036	50,228	8,811
2,9	713,88	731,727	20,387	1,591	294,544	19,628	1,963	48,562	8,883
3	743,445	762,031	20,35	1,645	295,516	19,642	1,893	47,006	8,955
3,1	773,133	792,461	20,316	1,699	296,472	19,656	1,831	45,555	9,025
3,2	802,83	822,901	20,288	1,752	297,413	19,671	1,767	44,206	9,094
3,3	832,633	853,449	20,262	1,805	298,339	19,687	1,713	42,942	9,162
3,4	862,541	884,104	20,239	1,858	299,014	19,688	1,663	41,755	9,229
3,5	892,554	914,868	20,219	1,911	299,882	19,704	1,613	40,638	9,294
3,6	922,674	945,741	20,2	1,965	300,734	19,721	1,568	39,584	9,359
3,7	954,345	978,204	20,216	2,019	301,673	19,745	1,524	38,591	9,437
3,8	984,7	1009,318	20,2	2,072	302,6	19,772	1,485	37,719	9,52
3,9	1015,1	1040,477	20,187	2,125	303,6	19,8	1,45	36,895	9,6
4	1045,8	1071,945	20,178	2,178	304,4	19,826	1,415	36,11	9,68

Donde:

XC = abscisa del centro de carena.

KC = ordenada del centro de carena.

XLA = abscisa del centro de gravedad de las líneas de agua.

CMt = radio metacéntrico transversal.

CMI = radio metacéntrico longitudinal.

MU = momento unitario. (T x m/cm)

## CARENAS INCLINADAS

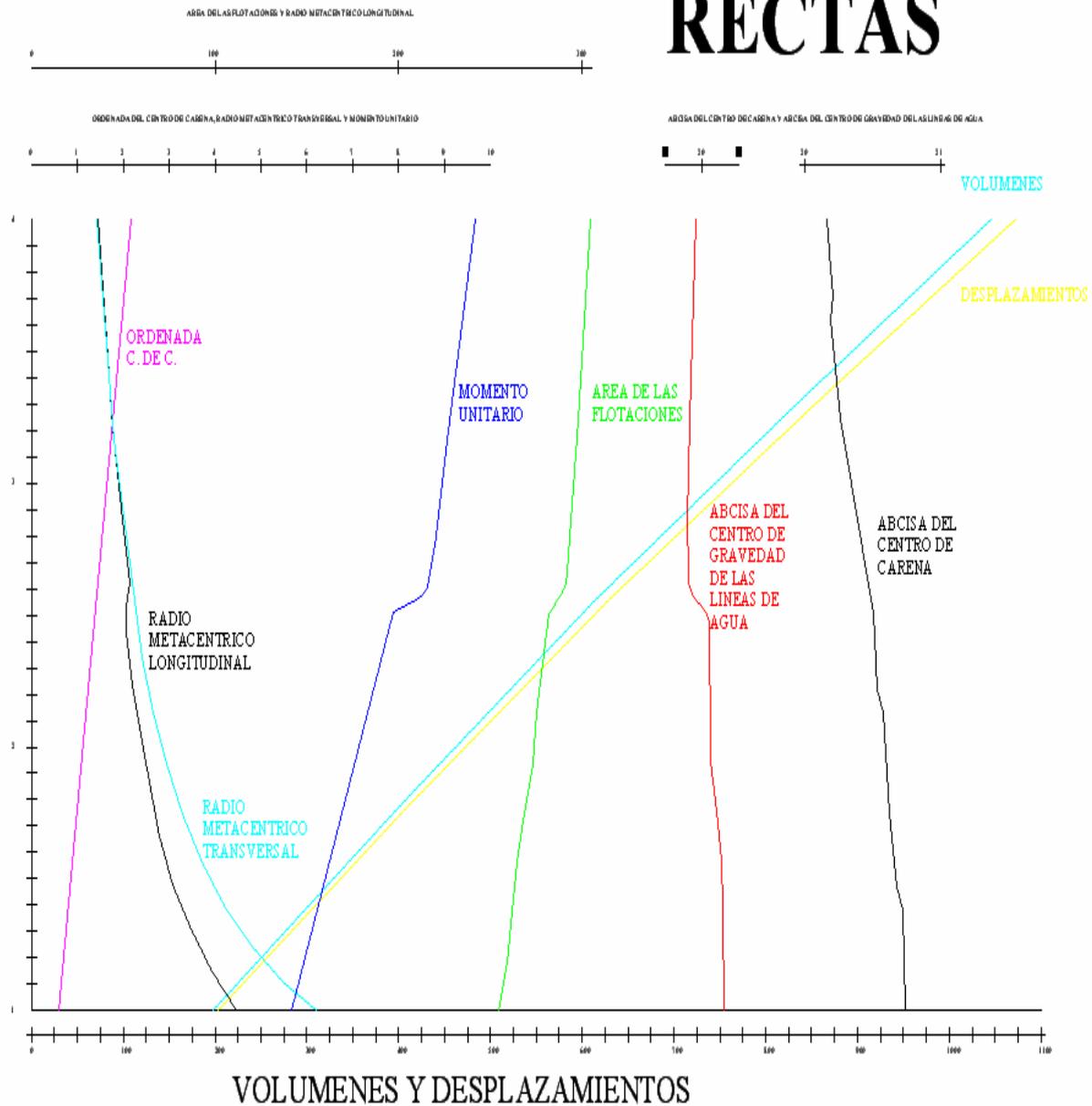
10°		20°		30°	
DESP. (T)	KN (m)	DESP. (T)	KN (m)	DESP. (T)	KN (m)
187	1,198	222	1,895	283	2,293
263	0,966	292	1,721	354	2,207
343	0,817	370	1,554	431	2,131
426	0,727	456	1,428	517	2,047
510	0,67	544	1,339	606	1,948
597	0,64	636	1,283	690	1,838
686	0,625	730	1,253	770	1,725
777	0,617	820	1,21	844	1,621
870	0,615	899	1,15	911	1,529
965	0,615	970	1,079	969	1,448
1043	0,573	1028	1,006	1019	1,373
1099	0,504	1073	0,937	1060	1,311
40°		50°		60°	
DESP. (T)	KN (m)	DESP. (T)	KN (m)	DESP. (T)	KN (m)
182	2,758	276	2,944	366	2,939
239	2,71	337	2,909	421	2,88
302	2,675	399	2,845	477	2,811
372	2,641	460	2,776	533	2,743
443	2,579	522	2,693	589	2,674
515	2,488	584	2,605	644	2,605
588	2,387	645	2,513	699	2,54
659	2,273	706	2,419	752	2,471
729	2,153	766	2,327	804	2,406
796	2,035	824	2,232	856	2,337
861	1,927	881	2,139	906	2,269
921	1,828	933	2,056	955	2,203
973	1,745	983	1,979	1001	2,144
1018	1,678	1027	1,917	1043	2,093
1057	1,621	1064	1,868	1079	2,055

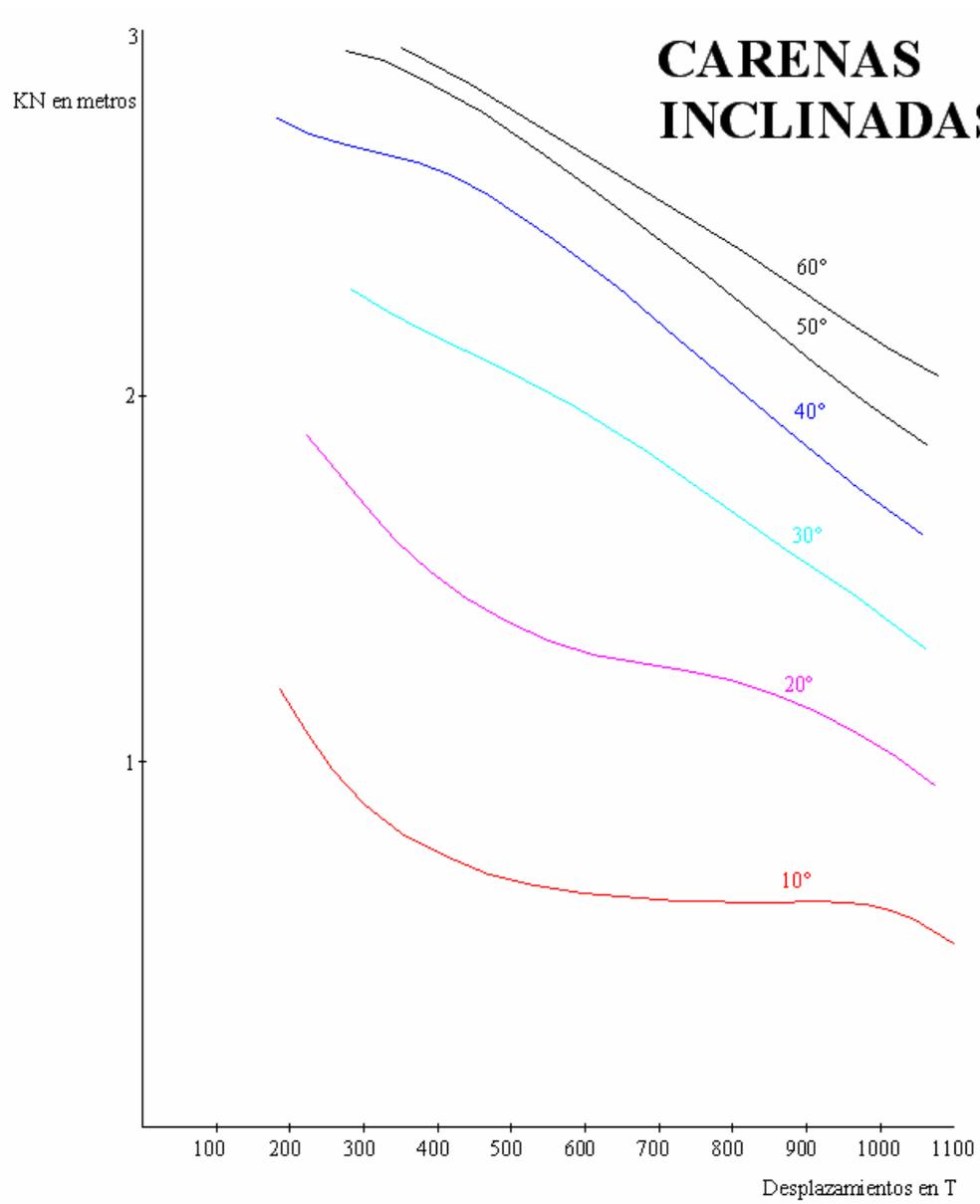
Donde:

KN = brazos KN.

A continuación, con los resultados obtenidos se procederá a la representación gráfica de las mismas.

# CARENAS RECTAS





Con la ayuda de las hidrostáticas anteriormente calculadas, procederemos ahora sí al estudio de la estabilidad y condiciones de carga.

Los parámetros a calcular son:

- Estabilidad inicial. (GM)
- Estabilidad a grandes ángulos. (GZ)
- Estabilidad dinámica. (h)

Añadiendo por supuesto las correspondientes curvas de estabilidad estática transversal y estabilidad dinámica.

Todo ello será estudiado en las distintas situaciones de carga, que definen las condiciones operativas del buque, dependientes de los pesos, volúmenes de los tanques y de la geometría de la carena, resultando de las mismas los sistemas de carga con los que puede operar el buque, con relación a la estabilidad y a la resistencia estructural.

El punto de partida del estudio de las situaciones de carga, son las formas y la distribución de espacios que suministran todos los cálculos hidrostáticos y de capacidades, por otra parte también se dispone del peso, de la distribución del buque en rosca, de los pesos y distribución de carga y de los consumos: combustible, aceite, agua dulce y víveres.

Tripulación y pertrechos, completan la información disponible.

Las distintas situaciones de carga a estudiar son:

- A. Salida 100% de consumos, cargado con carga homogénea al calado máximo.**
- B. Llegada de la situación anterior con 10% de consumos.**
- C. Salida lastre con 100% de consumos pero sin carga.**
- D. Llegada de la situación anterior con 10% de consumos.**

Para que la administración conceda la autorización para poder navegar, se debe comprobar que el buque cumple los **criterios de estabilidad** en todas las condiciones de carga exigidas.

El criterio que se va a utilizar, internacionalmente admitido para buques mercantes en general, es el de la **Administración Española**, que nos da los valores mínimos a cumplir por los buques en cualquier condición de carga y que se enuncia a continuación:

**ESTABILIDAD ESTÁTICA:**

**GM / 0.15 m**

**ESTABILIDAD A GRANDES ÁNGULOS:**

**GZ<sub>30</sub> / 0.200 m**

**El Gz<sub>max</sub> debe ser para  $\phi$  /25°**

**ESTABILIDAD DINÁMICA:**

**h<sub>30</sub> / 0.055 m x radian**

**h<sub>40</sub> /0.090 m x radian**

**h<sub>40</sub> - h<sub>30</sub> /0.030 m x radian**

A continuación comenzaremos el estudio de la estabilidad con la primera situación de carga:

- ✓ **SALIDA, 100% DE CONSUMOS, CARGADO CON CARGA HOMOGÉNEA AL CALADO MÁXIMO.**

Para ello diferenciaremos los pesos que componen el buque:

- **Peso muerto:**

Carga útil.  
Consumos.  
Tripulación.  
Pertrechos.

- **Peso en rosca.**

Estableceremos una tabla de momentos con las distintas partidas que componen el peso total del buque, para el cálculo del desplazamiento final y centro de gravedad en la situación de carga estudiada.

El cuadro es como sigue a continuación:

	PESO	KG	PESO*KG	%G	PESO*%G	<b>A</b>
TANQUE 1A	19,76	2,69	53,15	33,9	669,86	
TANQUE 1B	35,08	2,5	87,70	35	1227,80	
TANQUE 1C	19,76	2,69	53,15	33,9	669,86	
TANQUE 2A	32,37	2,53	81,90	29	938,73	
TANQUE 2B	40,13	2,5	100,33	30,5	1223,97	
TANQUE 2C	32,37	2,53	81,90	29	938,73	
TANQUE 3A	34,64	2,5	86,60	26,5	917,96	
TANQUE 3B	40,11	2,5	100,28	26,5	1062,92	
TANQUE 3C	34,64	2,5	86,60	26,5	917,96	
TANQUE 4A	34,64	2,5	86,60	22,5	779,40	
TANQUE 4B	40,11	2,5	100,28	22,5	902,48	
TANQUE 4C	34,64	2,5	86,60	22,5	779,40	
TANQUE 5A	34,64	2,5	86,60	18,5	640,84	
TANQUE 5B	40,11	2,5	100,28	18,5	742,04	
TANQUE 5C	34,64	2,5	86,60	18,5	640,84	
TANQUE 6A	42,93	2,5	107,33	12,99	557,66	
TANQUE 6B	50,16	2,5	125,40	13	652,08	
TANQUE 6C	42,93	2,5	107,33	12,99	557,66	
TANQUE 7A	12,18	3,2	38,98	2,37	28,87	
TANQUE 7B	19,27	3,13	60,32	2,5	48,18	
TANQUE 7C	12,18	3,2	38,98	2,37	28,87	
T. GAS-OILA	8,46	3,6	30,456	6,73	56,94	
T. GAS-OILB	8,46	3,6	30,456	6,73	56,94	
T. SUMIN. DIARIO	2,175	1,83	3,980	10,12	22,01	
WIVERES	1	7	7,000	4,5	4,50	
TANQUE ACEITE	1,18	1,83	2,159	10,12	11,94	
PERTRECHOS	2	5	10	4,5	9,00	
TRIPULACION	0,75	6,56	4,92	6	4,50	
<b>BUQUE EN ROSCA</b>	<b>203,552</b>	<b>2,635</b>	<b>536,350</b>	<b>15,42</b>	<b>3139,16</b>	
	<b>914,867</b>		<b>2382,19</b>	<b>19,93</b>	<b>18231,07</b>	
KG=	2,604		m			
XG=	19,93		m			

DESPLAZAMIENTO

- Peso específico del GAS-OIL:  $0.97 \text{ T/m}^3$
- Peso específico del aceite:  $0.95 \text{ T/m}^3$

Con los datos obtenidos:

Desplazamiento = 914.867 T

KG = 2.604 m

XG = 19.93 m

Entramos en hidrostáticas para sacar los siguientes valores:

$$\begin{aligned} KC &= 1.91 \text{ m} \\ CM &= 1.613 \text{ m} \\ \text{Calado} &= 3.5 \text{ m} \\ XLA &= 19.733 \text{ m} \\ XC &= 20.208 \text{ m} \\ \text{Mu} &= 9.34 \text{ T x m / cm} \end{aligned}$$

En primer lugar se calcularán los calados en proa y popa:

$$b = | XG - XC | = 0.27 \text{ m}$$

$$a = \Delta \times b / \text{Mu} = 26.44 \text{ cm}$$

**Como G está a popa de C; el asiento será apopante.**

$$\begin{aligned} \text{app} &= (a / E) \times XLA = 0.13 \text{ m} \\ \text{apr} &= (a / E) \times (E - XLA) = 0.133 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\mathbf{Cpr = 3.5 - 0.133 = 3.367 \text{ m}}$$

$$\mathbf{Cpp = 3.5 + 0.13 = 3.63 \text{ m}}$$

Posteriormente se estudiará la estabilidad inicial con la formula:

$$\mathbf{GM = KC + CM - KG}$$

La estabilidad inicial será de:

$$\mathbf{GM = 0.919 \text{ m}}$$

Para el cálculo de la estabilidad a grandes ángulos, utilizaremos:

$$\mathbf{GZ = KN - KG \text{sen}\theta}$$

La tabla que muestra el valor de los GZ para todas las inclinaciones es la siguiente:

(EL VALOR DE KN LO SACAREMOS DE ISOCLINAS)

ANGULOS	KN	KG	KG * sen&	GZ
10	0,617	2,604	0,45	0,165
20	1,135	2,604	0,89	0,245
30	1,523	2,604	1,30	0,222
40	1,838	2,604	1,67	0,165
50	2,084	2,604	1,99	0,090
60	2,256	2,604	2,25	0,002

Y por último pasaremos a calcular el valor de la estabilidad dinámica, la cual vendrá expresada a través del brazo de estabilidad dinámica que se define como:

$$h_{\theta} = \int(0,\theta) GZ d\theta$$

Este parámetro es equivalente al área bajo la curva GZ, se mide en metros por radian y es el utilizado normalmente en los criterios de estabilidad para medir la estabilidad dinámica. (Calculado por el método de los trapecios).

Para obtener la estabilidad dinámica recordemos que no hay más que multiplicar el brazo por el desplazamiento:

$$e_{\theta} = h_{\theta} \times \Lambda$$

Los valores de los brazos son:

ANGULOS	h (mxrad)	e	DESPL.	GZ
10	0,0144	13,178	914,867	0,165
20	0,05	45,903	914,867	0,245
30	0,09	83,146	914,867	0,222
40	0,1246	114,012	914,867	0,165
50	0,1469	134,372	914,867	0,090
60	0,1549	141,696	914,867	0,002

Como se ha podido comprobar los valores, tanto de la estabilidad inicial, la estabilidad a grandes ángulos y la estabilidad dinámica, están dentro de los permitidos por la administración.

✓ **LLEGADA DE LA SITUACION ANTERIOR CON 10% DE CONSUMOS.**

La tabla de momentos es la siguiente:

	PESO	KG	PESO*KG	KG	PESO*KG	<b>B</b>
TANQUE 1A	19,76	2,69	53,15	33,9	669,86	
TANQUE 1B	35,08	2,5	87,70	35	1227,80	
TANQUE 1C	19,76	2,69	53,15	33,9	669,86	
TANQUE 2A	32,37	2,53	81,90	29	938,73	
TANQUE 2B	40,13	2,5	100,33	30,5	1223,97	
TANQUE 2C	32,37	2,53	81,90	29	938,73	
TANQUE 3A	34,64	2,5	86,60	26,5	917,96	
TANQUE 3B	40,11	2,5	100,28	26,5	1062,92	
TANQUE 3C	34,64	2,5	86,60	26,5	917,96	
TANQUE 4A	34,64	2,5	86,60	22,5	779,40	
TANQUE 4B	40,11	2,5	100,28	22,5	902,48	
TANQUE 4C	34,64	2,5	86,60	22,5	779,40	
TANQUE 5A	34,64	2,5	86,60	18,5	640,84	
TANQUE 5B	40,11	2,5	100,28	18,5	742,04	
TANQUE 5C	34,64	2,5	86,60	18,5	640,84	
TANQUE 6A	42,93	2,5	107,33	12,99	557,66	
TANQUE 6B	50,16	2,5	125,40	13	652,08	
TANQUE 6C	42,93	2,5	107,33	12,99	557,66	
TANQUE 7A	12,18	3,2	38,98	2,37	28,87	
TANQUE 7B	19,27	3,13	60,32	2,5	48,18	
TANQUE 7C	12,18	3,2	38,98	2,37	28,87	
T. GAS-OILA	0,846	3,01	2,546	6,73	5,69	
T. GAS-OILB	0,846	3,01	2,546	6,73	5,69	
T. SUMIN. DIARIO	0,2175	0,867	0,189	10,12	2,20	
VIVERES	0,1	7	0,700	4,5	0,45	
TANQUE ACEITE	0,118	0,867	0,102	10,12	1,19	
PERTRECHOS	2	5	10	4,5	9,00	
TRIPULACION	0,75	6,56	4,92	6	4,50	
<b>BUQUE EN ROSCA</b>	<b>203,552</b>	<b>2,635</b>	<b>536,350</b>	<b>15,42</b>	<b>3139,16</b>	
	<b>895,719</b>		<b>2314,22</b>	<b>20,20</b>	<b>18092,98</b>	
KG= 2,584 m						
XG= 20,20 m						

DESPLAZAMIENTO

Con los datos obtenidos:

Desplazamiento = 895.719 T

KG = 2.584 m

XG = 20.20 m

Entramos en hidrostáticas para sacar los siguientes valores:

$$\begin{aligned} KC &= 1.877 \text{ m} \\ CM &= 1.643 \text{ m} \\ \text{Calado} &= 3.437 \text{ m} \\ XLA &= 19.69 \text{ m} \\ XC &= 20.20 \text{ m} \\ \text{Mu} &= 9.24 \text{ T x m / cm} \end{aligned}$$

En primer lugar se calcularán los calados en proa y popa:

$$b = | XG - XC | = 0.03 \text{ m}$$

$$a = \Delta \times b / \text{Mu} = 2.90 \text{ cm}$$

**Como G está a popa de C; el asiento será apopante.**

$$\begin{aligned} \text{app} &= (a / E) \times XLA = 0.0142 \text{ m} \\ \text{apr} &= (a / E) \times (E - XLA) = 0.0147 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\mathbf{Cpr = 3.5 - 0.133 = 3.422 \text{ m}}$$

$$\mathbf{Cpp = 3.5 + 0.13 = 3.584 \text{ m}}$$

Posteriormente se estudiará la estabilidad inicial con la formula:

$$\mathbf{GM = KC + CM - KG}$$

La estabilidad inicial será de:

$$\mathbf{GM = 0.936 \text{ m}}$$

Para el cálculo de la estabilidad a grandes ángulos, utilizaremos:

$$\mathbf{GZ = KN - KG \text{sen}\theta}$$

La tabla que muestra el valor de los GZ para todas las inclinaciones es la siguiente:

(EL VALOR DE KN LO SACAREMOS DE ISOCLINAS)

ANGULOS	KN	KG	KG * sen	GZ
10	0,616	2,584	0,448	0,168
20	1,152	2,584	0,883	0,269
30	1,549	2,584	1,291	0,258
40	1,869	2,584	1,660	0,209
50	2,115	2,584	1,978	0,137
60	2,283	2,584	2,237	0,046

Y por último pasaremos a calcular el valor de la estabilidad dinámica, la cual vendrá expresada a través del brazo de estabilidad dinámica que se define como:

$$h_{\phi} = \int (0, \phi) GZ d\phi$$

Este parámetro es equivalente al área bajo la curva GZ, se mide en metros por radian y es el utilizado normalmente en los criterios de estabilidad para medir la estabilidad dinámica. (Calculado por el método de los trapecios).

Para obtener la estabilidad dinámica recordemos que no hay más que multiplicar el brazo por el desplazamiento:

$$e_{\phi} = h_{\phi} \times \Delta$$

Los valores de los brazos son:

ANGULOS	h (mxrad)	e	DESPL.	GZ
10	<b>0,0146</b>	13,098	895,719	0,168
20	<b>0,0527</b>	47,203	895,719	0,269
30	<b>0,0986</b>	88,358	895,719	0,258
40	<b>0,1394</b>	124,839	895,719	0,209
50	<b>0,1695</b>	151,844	895,719	0,137
60	<b>0,1855</b>	166,126	895,719	0,046

Como se ha podido comprobar los valores, tanto de la estabilidad inicial, la estabilidad a grandes ángulos y la estabilidad dinámica, están dentro de los permitidos por la administración.

✓ **SALIDA LASTRE CON 100% DE CONSUMOS PERO SIN CARGA.**

El lastre como se dijo en capítulos anteriores irá ubicado en el doble fondo, tendrá un peso específico de  $1.025 \text{ T/m}^3$ , y su valor será:

$$\text{PESO DEL LASTRE} = 143.25 \text{ T}$$

La tabla de momentos es la siguiente:

	PESO	KG	PESO*KG	XG	PESO*XG	<b>C</b>
TANQUE 1A						
TANQUE 1B						
TANQUE 1C						
TANQUE 2A						
TANQUE 2B						
TANQUE 2C						
TANQUE 3A						
TANQUE 3B						
TANQUE 3C						
TANQUE 4A						
TANQUE 4B						
TANQUE 4C						
TANQUE 5A						
TANQUE 5B						
TANQUE 5C						
TANQUE 6A						
TANQUE 6B						
TANQUE 6C						
TANQUE 7A						
TANQUE 7B						
TANQUE 7C						
LASTRE	143,25	0,451	64,607	19,68	2819,22	
T. GAS-OILA	8,46	3,6	30,456	6,73	56,94	
T. GAS-OIL B	8,46	3,6	30,456	6,73	56,94	
T.SUMIN. DIARIO	2,175	1,83	3,980	10,12	22,01	
VIVERES	1	7	7,000	4,5	4,50	
TANQUE ACEITE	1,18	1,83	2,159	10,12	11,94	
PERTRECHOS	2	5	10	4,5	9,00	
TRIPULACION	0,75	6,56	4,92	6	4,50	
BUQUEEHROSCA	203,552	2,635	536,350	15,42	3139,16	
	370,830		639,93	16,51	6124,20	
KG=		1,860		m		
XG=		16,51		m		

DESPLAZAMIENTO

Con los datos obtenidos:

Desplazamiento = 370.830 T

KG = 1.860 m

XG = 16.51 m

Entramos en hidrostáticas para sacar los siguientes valores:

$$\begin{aligned} KC &= 0.918 \text{ m} \\ CM &= 3.533 \text{ m} \\ \text{Calado} &= 1.628 \text{ m} \\ XLA &= 20.52 \text{ m} \\ XC &= 20.65 \text{ m} \\ \text{Mu} &= 6.51 \text{ T x m / cm} \end{aligned}$$

En primer lugar se calcularán los calados en proa y popa:

$$b = | XG - XC | = 4.14 \text{ m}$$

$$a = \Delta \times b / \text{Mu} = 235.82 \text{ cm}$$

**Como G está a popa de C; el asiento será apopante.**

$$\begin{aligned} \text{app} &= (a / E) \times XLA = 1.20 \text{ m} \\ \text{apr} &= (a / E) \times (E - XLA) = 1.14 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\mathbf{Cpr = 3.5 - 0.133 = 0.488 \text{ m}}$$

$$\mathbf{Cpp = 3.5 + 0.13 = 2.828 \text{ m}}$$

Posteriormente se estudiará la estabilidad inicial con la formula:

$$\mathbf{GM = KC + CM - KG}$$

La estabilidad inicial será de:

$$\mathbf{GM = 2.591 \text{ m}}$$

Para el cálculo de la estabilidad a grandes ángulos, utilizaremos:

$$\mathbf{GZ = KN - KG \text{sen}\theta}$$

La tabla que muestra el valor de los GZ para todas las inclinaciones es la siguiente:

(EL VALOR DE KN LO SACAREMOS DE ISOCLINAS)

ANGULOS	KN	KG	KG * sen&	GZ
10	0,781	1,860	0,323	0,458
20	1,552	1,860	0,636	0,916
30	2,189	1,860	0,930	1,259
40	2,641	1,860	1,195	1,446
50	2,876	1,860	1,425	1,451
60	2,934	1,860	1,611	1,323

Y por último pasaremos a calcular el valor de la estabilidad dinámica, la cual vendrá expresada a través del brazo de estabilidad dinámica que se define como:

$$h_{\theta} = \int (0,\theta) GZ d\theta$$

Este parámetro es equivalente al área bajo la curva GZ, se mide en metros por radian y es el utilizado normalmente en los criterios de estabilidad para medir la estabilidad dinámica. (Calculado por el método de los trapecios).

Para obtener la estabilidad dinámica recordemos que no hay más que multiplicar el brazo por el desplazamiento:

$$e_{\theta} = h_{\theta} \times \Lambda$$

Los valores de los brazos son:

ANGULOS	h (mxrad)	e	DESPL.	GZ
10	<b>0,0400</b>	14,823	370,830	0,458
20	<b>0,16</b>	59,286	370,830	0,916
30	<b>0,35</b>	129,671	370,830	1,259
40	<b>0,5857</b>	217,194	370,830	1,446
50	<b>0,8385</b>	310,934	370,830	1,451
60	<b>1,0806</b>	400,715	370,830	1,323

Como se ha podido comprobar los valores, tanto de la estabilidad inicial, la estabilidad a grandes ángulos y la estabilidad dinámica, están dentro de los permitidos por la administración.

✓ **LLEGADA DE LA SITUACION ANTERIOR CON 10% DE CONSUMOS.**

La tabla de momentos es la siguiente:

	PESO	KG	PESO*KG	KG	PESO*KG	<b>D</b>
TANQUE 1A						
TANQUE 1B						
TANQUE 1C						
TANQUE 2A						
TANQUE 2B						
TANQUE 2C						
TANQUE 3A						
TANQUE 3B						
TANQUE 3C						
TANQUE 4A						
TANQUE 4B						
TANQUE 4C						
TANQUE 5A						
TANQUE 5B						
TANQUE 5C						
TANQUE 6A						
TANQUE 6B						
TANQUE 6C						
TANQUE 7A						
TANQUE 7B						
TANQUE 7C						
<b>LASTRE</b>	143,25	0,451	64,607	19,68	2819,22	
<b>T.GAS-OILA</b>	0,846	3,01	2,546	6,73	5,69	
<b>T.GAS-OIL B</b>	0,846	3,01	2,546	6,73	5,69	
<b>T.SUMIN. DIARIO</b>	0,2175	0,867	0,189	10,12	2,20	
<b>WIVERES</b>	0,1	7	0,700	4,5	0,45	
<b>TANQUE ACEITE</b>	0,118	0,867	0,102	10,12	1,19	
<b>PERTRECHOS</b>	2	5	10	4,5	9,00	
<b>TRIPULACION</b>	0,75	6,56	4,92	6	4,50	
<b>BUQUE EN ROSCA</b>	203,552	2,635	536,350	15,42	3139,18	
	<b>351,682</b>		<b>621,96</b>	<b>17,02</b>	<b>5987,11</b>	
<b>KG=</b>		<b>1,769</b>		<b>m</b>		
<b>XG=</b>		<b>17,02</b>		<b>m</b>		

DESPLAZAMIENTO

Con los datos obtenidos:

Desplazamiento = 351.682 T

KG = 1.769 m

XG = 17.02 m

Entramos en hidrostáticas para sacar los siguientes valores:

$$\begin{aligned} KC &= 0.881 \text{ m} \\ CM &= 3.715 \text{ m} \\ \text{Calado} &= 1.557 \text{ m} \\ XLA &= 20.55 \text{ m} \\ XC &= 20.65 \text{ m} \\ \text{Mu} &= 6.48 \text{ T x m / cm} \end{aligned}$$

En primer lugar se calcularán los calados en proa y popa:

$$b = | XG - XC | = 3.53 \text{ m}$$

$$a = \Delta \times b / \text{Mu} = 1.91 \text{ cm}$$

**Como G está a popa de C; el asiento será apopante.**

$$\begin{aligned} \text{app} &= (a / E) \times XLA = 0.98 \text{ m} \\ \text{apr} &= (a / E) \times (E - XLA) = 0.93 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\mathbf{Cpr = 3.5 - 0.133 = 0.627 \text{ m}}$$

$$\mathbf{Cpp = 3.5 + 0.13 = 2.537 \text{ m}}$$

Posteriormente se estudiará la estabilidad inicial con la formula:

$$\mathbf{GM = KC + CM - KG}$$

La estabilidad inicial será de:

$$\mathbf{GM = 2.827 \text{ m}}$$

Para el cálculo de la estabilidad a grandes ángulos, utilizaremos:

$$\mathbf{GZ = KN - KG \text{sen}\theta}$$

La tabla que muestra el valor de los GZ para todas las inclinaciones es la siguiente:

(EL VALOR DE KN LO SACAREMOS DE ISOCLINAS)

ANGULOS	KN	KG	KG * sen&	GZ
10	0,805	1,769	0,307	0,498
20	1,588	1,769	0,605	0,983
30	2,209	1,769	0,884	1,325
40	2,65	1,769	1,136	1,514
50	2,896	1,769	1,354	1,542
60	2,952	1,769	1,531	1,421

Y por último pasaremos a calcular el valor de la estabilidad dinámica, la cual vendrá expresada a través del brazo h (calculado por el método de los trapecios).

ANGULOS	h (mxrad)	e	DESPL.	GZ
10	<b>0,0435</b>	15,284	351,682	0,498
20	<b>0,1727</b>	60,747	351,682	0,983
30	<b>0,3742</b>	131,592	351,682	1,325
40	<b>0,6219</b>	218,710	351,682	1,514
50	<b>0,8885</b>	312,474	351,682	1,542
60	<b>1,1470</b>	403,390	351,682	1,421

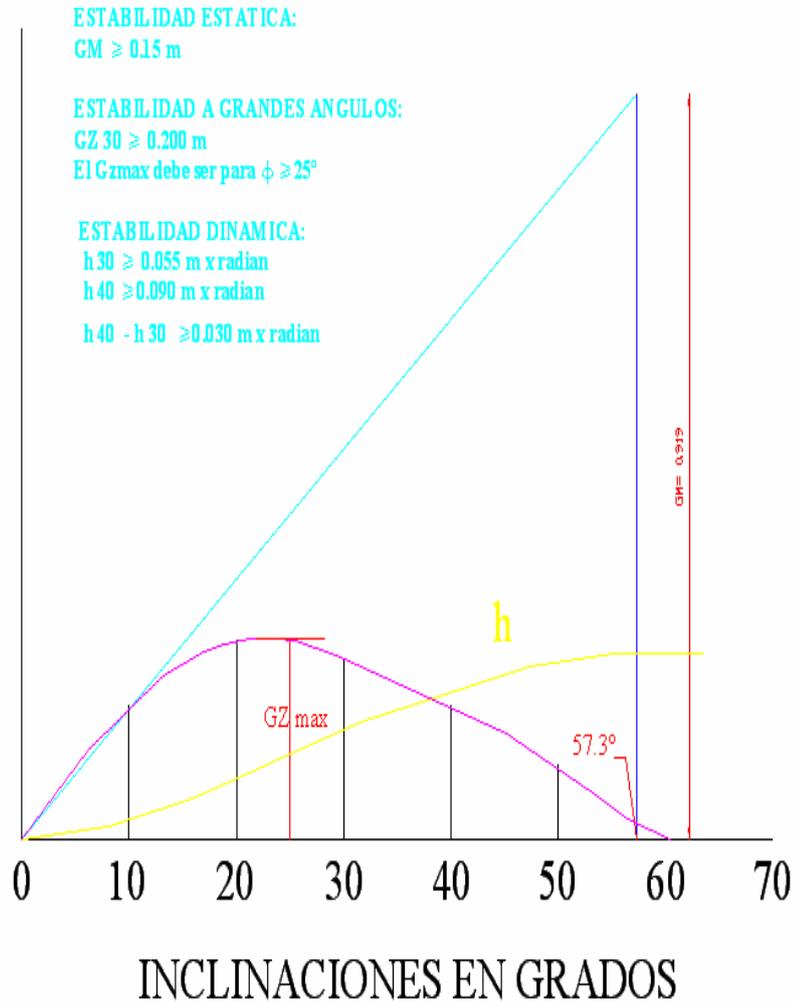
Como se ha podido comprobar los valores, tanto de la estabilidad inicial, la estabilidad a grandes ángulos y la estabilidad dinámica, están dentro de los permitidos por la administración.

Finalmente se representarán gráficamente las curvas de estabilidad estática transversal y estabilidad dinámica.

BRAZOS h DE ESTABILIDAD DINAMICA

BRAZOS GZ EN METROS

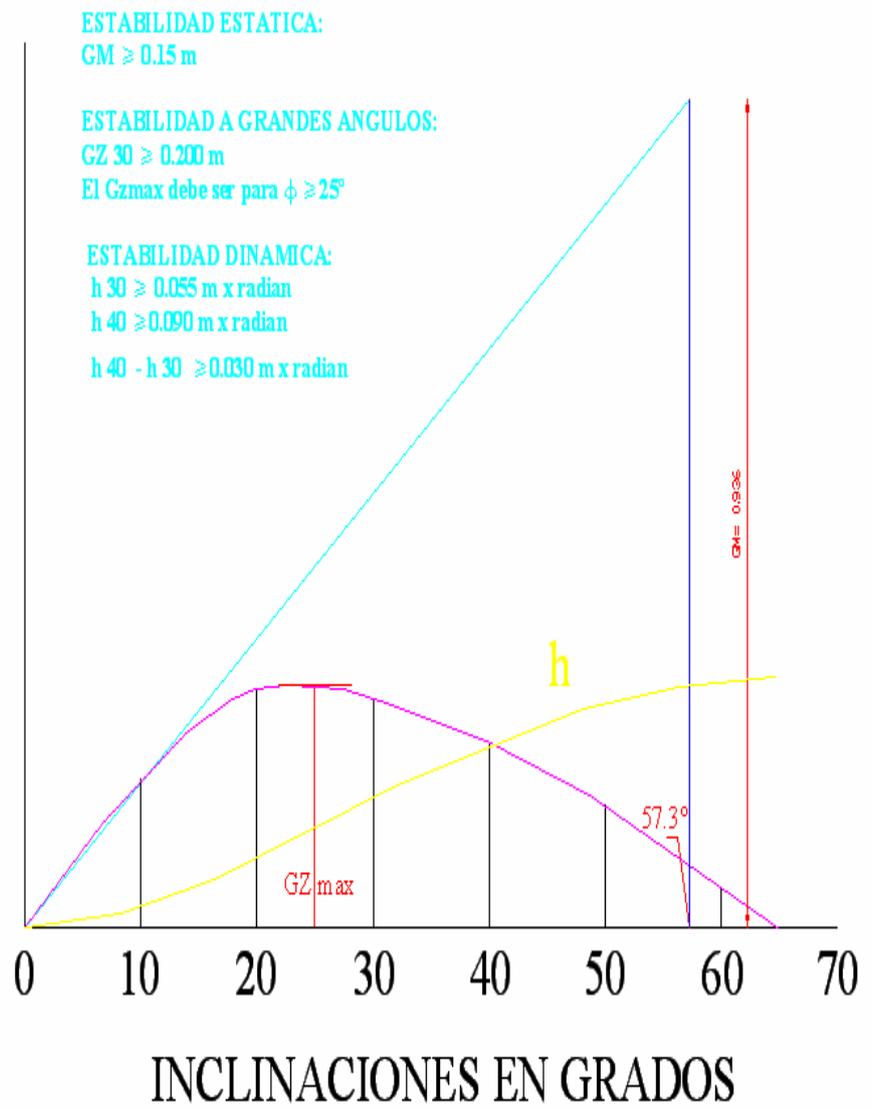
### SITUACION DE CARGA A



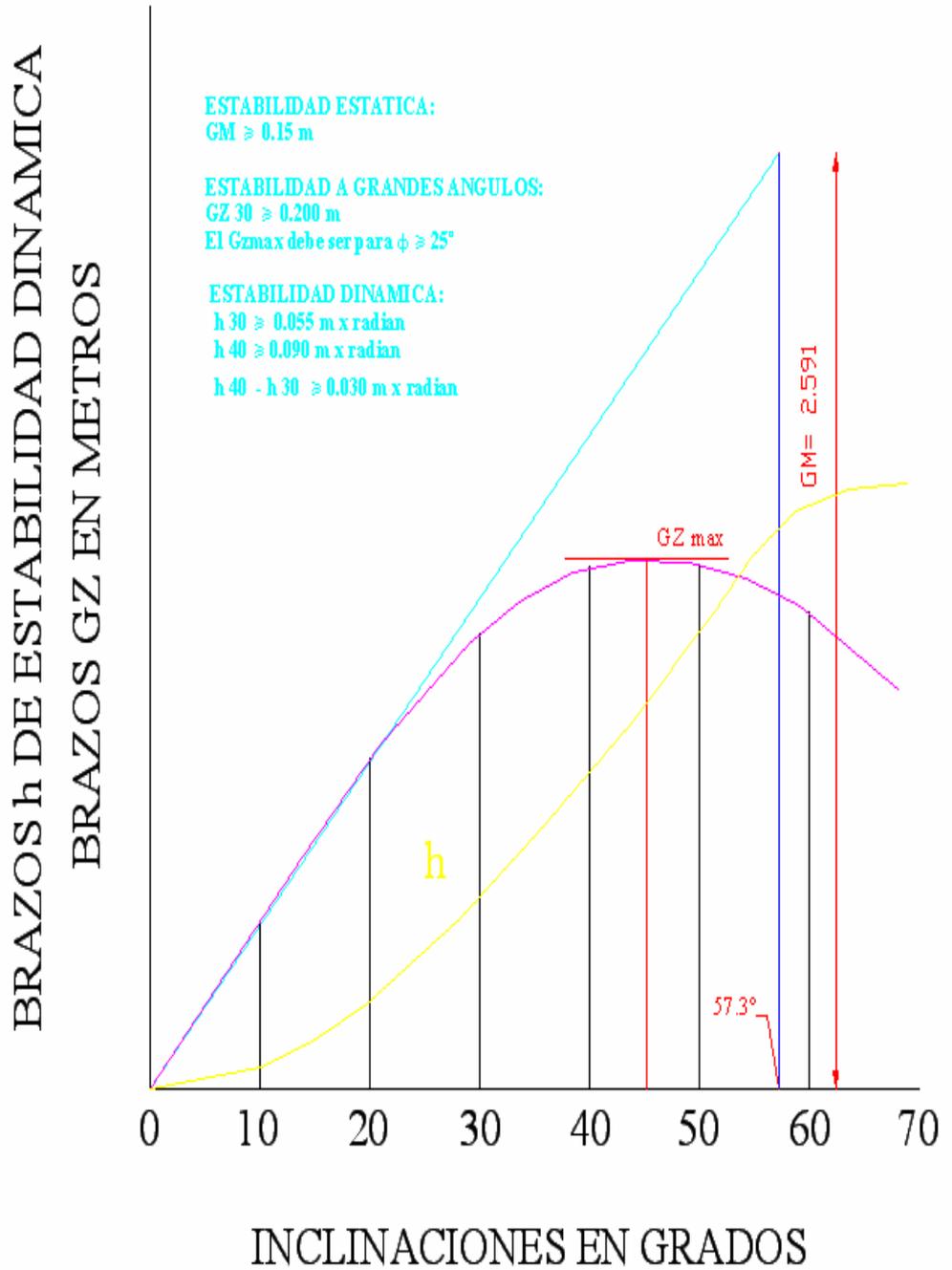
X

## SITUACION DE CARGA B

BRAZOS h DE ESTABILIDAD DINAMICA  
BRAZOS GZ EN METROS



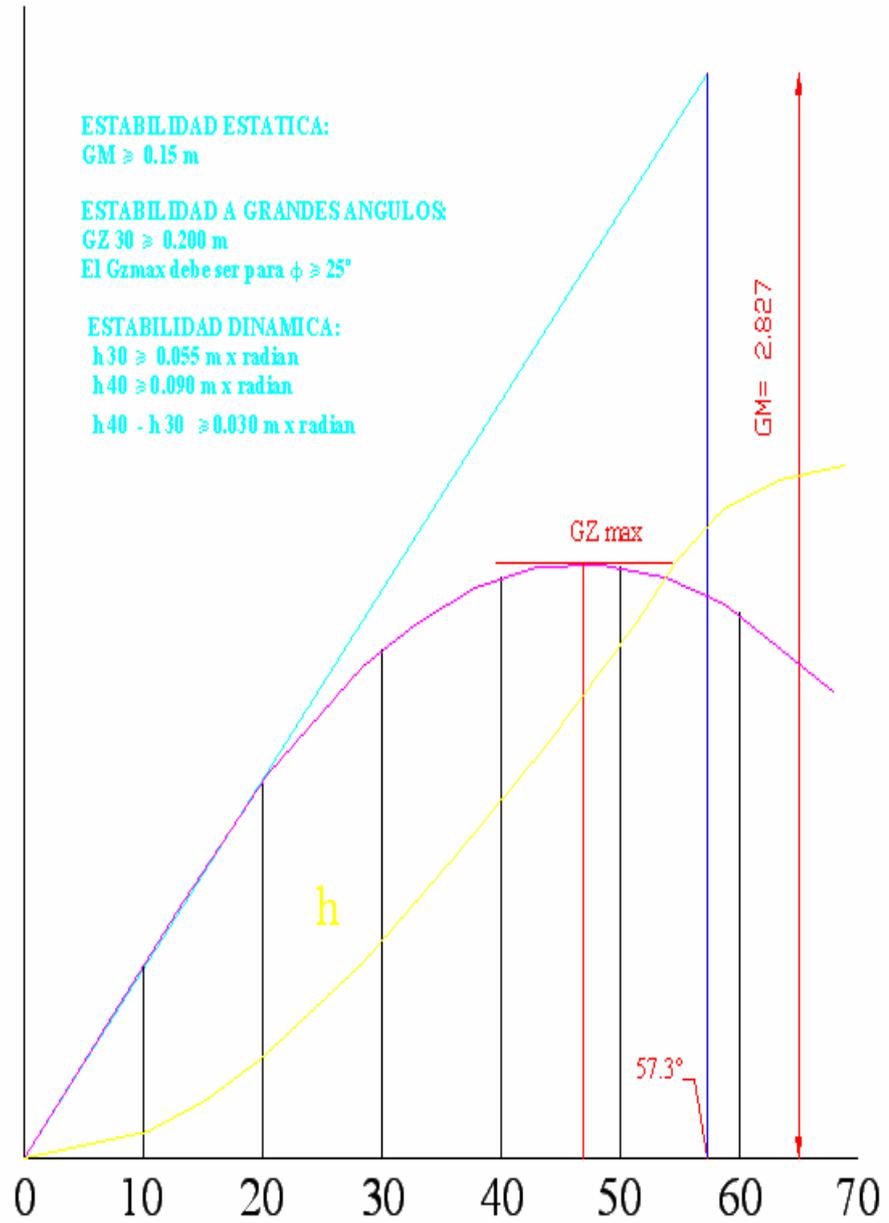
## SITUACION DE CARGA C



X

### SITUACION DE CARGA D

BRAZOS h DE ESTABILIDAD DINAMICA  
 BRAZOS GZ EN METROS



INCLINACIONES EN GRADOS

# ESTIMACION DE ARQUEO

## 6) ESTIMACION DE ARQUEO

La estimación del arqueo se calcula por el convenio internacional sobre arqueo de buques (Convenio 1969), firmado en Londres el 23 de Junio de 1969 por los países representados en la IMO.

El convenio 1969 define con precisión los términos aplicables al cálculo de arqueo, y excluye de su ámbito a los buques menores de 24 m de eslora y a los que navegan por aguas protegidas como los grandes lagos de América del Norte, Mar Caspio y Río de la Plata.

Según este convenio el GT se determina por la fórmula:

$$GT = K_1 \times V$$

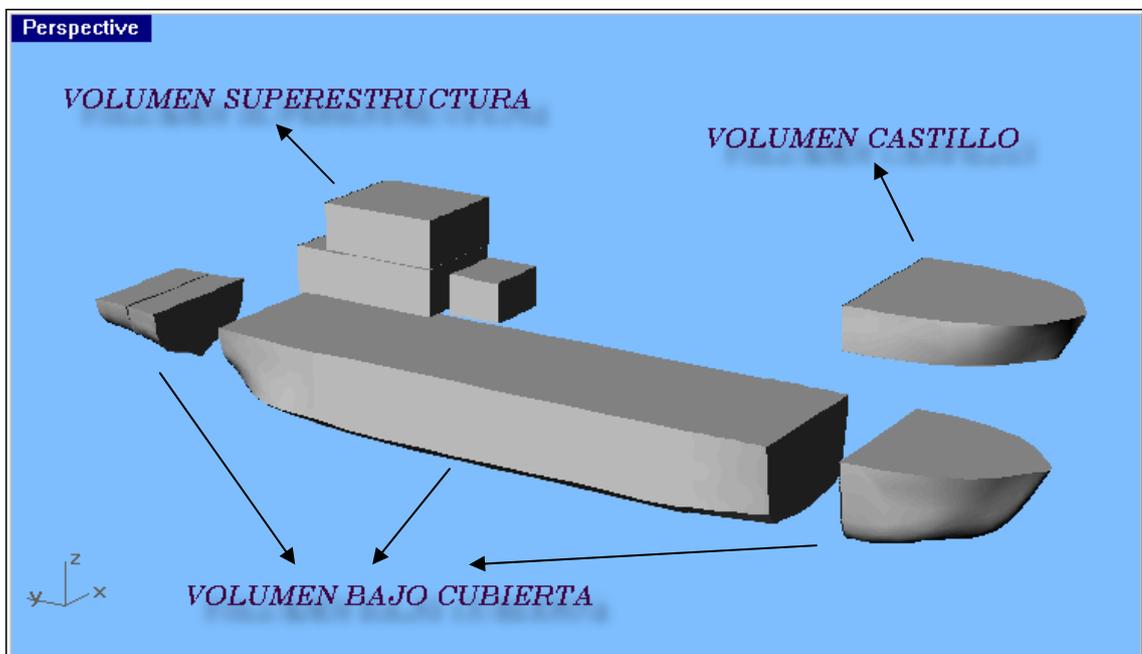
Siendo:

V: volumen total de todos los espacios cerrados del buque en m<sup>3</sup>.

K<sub>1</sub>:  $0.2 + 0.02 \log_{10} V$

Para el cálculo del volumen dividiremos al buque en los siguientes espacios:

- Volumen bajo cubierta.
- Volumen de superestructura (superestructura, puente, cámara de bombas).
- Volumen del castillo.



Su cálculo se realizará del mismo modo que el empleado para el estudio de capacidades, es decir, con la ayuda del programa informático, estimaremos con un margen de error muy pequeño los volúmenes a conocer.

### VOLUMEN BAJO CUBIERTA

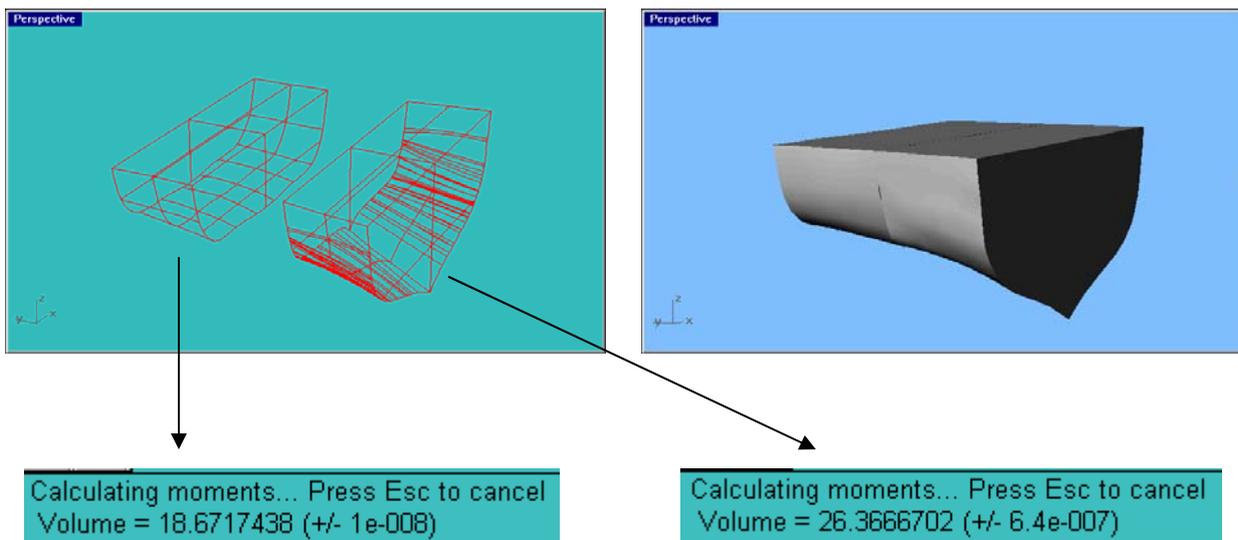
Para que haya un margen de error despreciable hemos dividido el volumen bajo cubierta en 3 partes:

- Zona de popa.
- Zona de proa.
- Zona central.

#### Zona de popa

Para que se definan mejor las formas se ha vuelto a subdividir en dos partes.

El volumen de la zona de popa es el que se muestra a continuación:

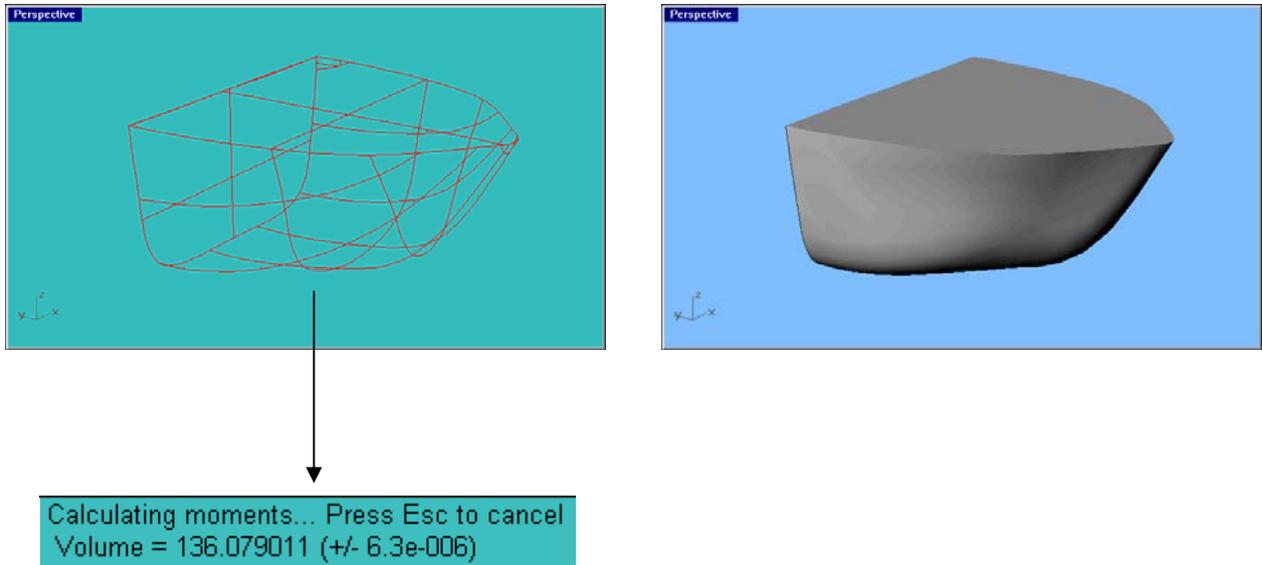


La estimación final del volumen de la zona de popa quedará de la siguiente forma:

$$\text{VOLUMEN ZONA DE POPA} = 18.672 + 26.367 = 45.039 \text{ m}^3$$

### Zona de proa

El volumen de la zona de proa es el que muestra la figura:

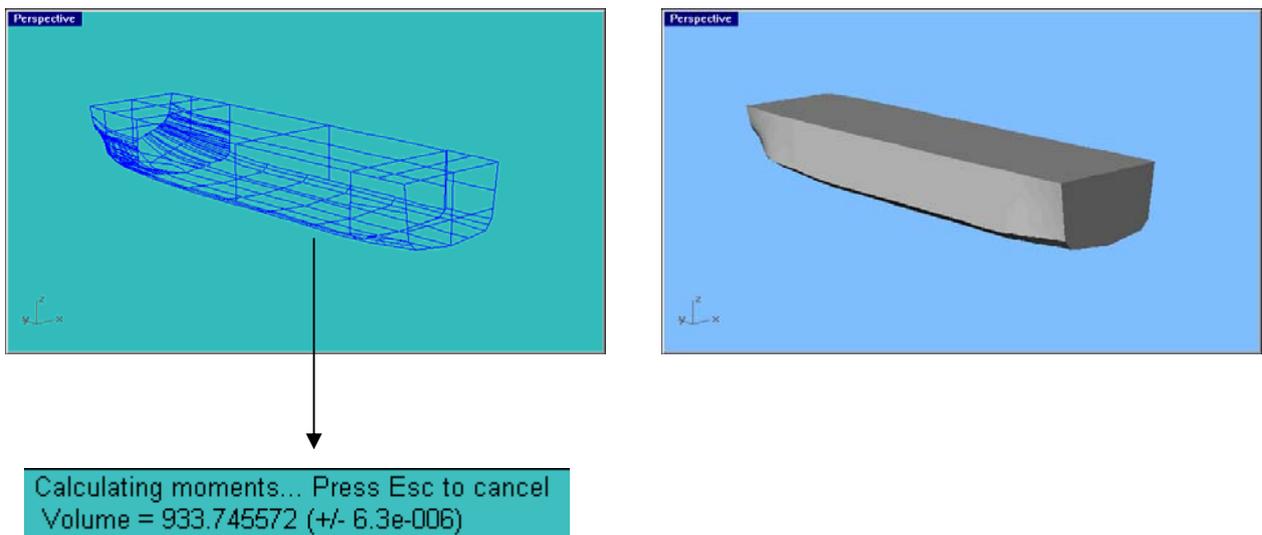


La estimación del volumen de proa es la que sigue:

**VOLUMEN ZONA DE PROA = 136 m<sup>3</sup>**

### Zona central

Del mismo modo se ejecuta la misma operación efectuada en los anteriores apartados.



La estimación del volumen de la zona central es la que sigue:

$$\mathbf{VOLUMEN\ ZONA\ CENTRAL = 933.746\ m^3}$$

El volumen total estimado bajo cubierta será:

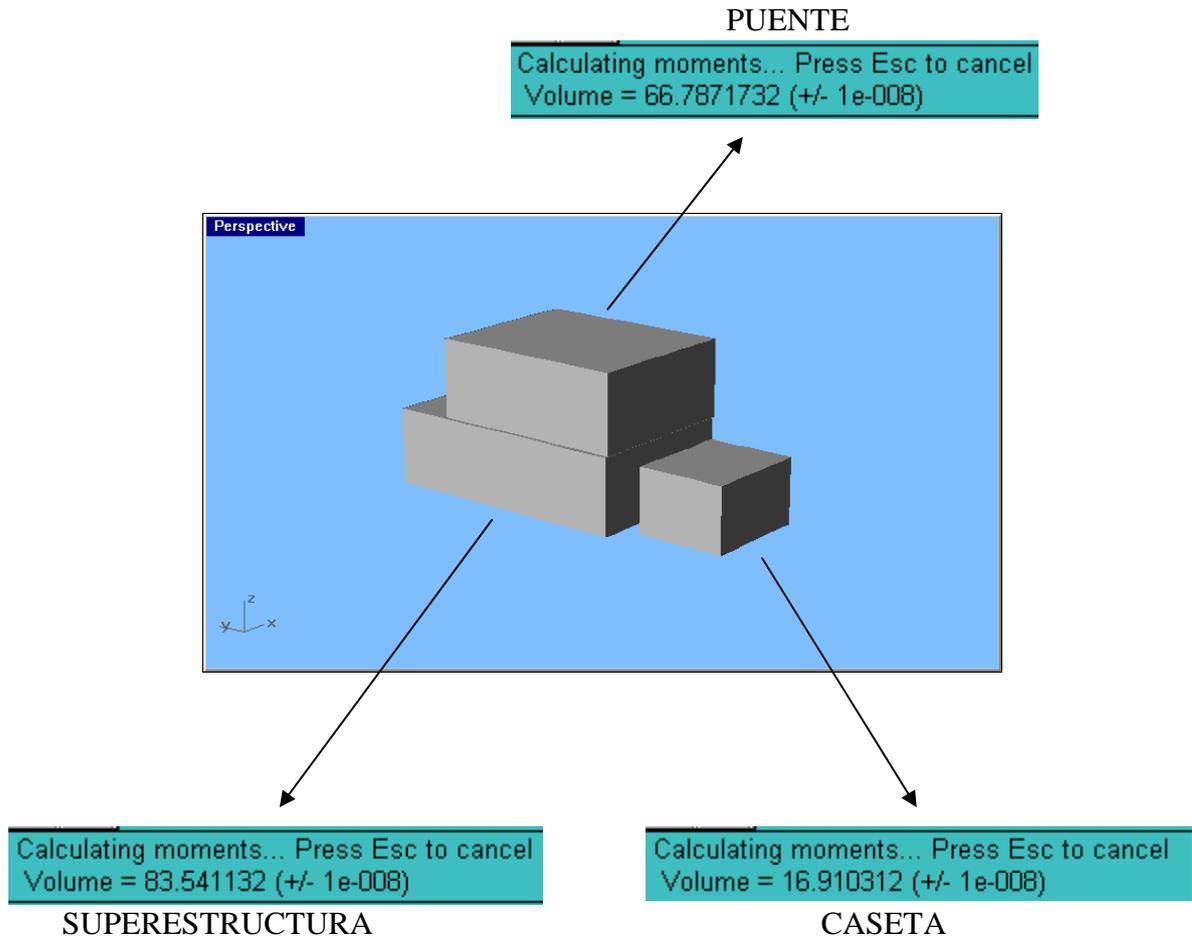
$\mathbf{VOLUMEN\ BAJO\ CUBIERTA = 1114.785\ m^3}$
--

## VOLUMEN DE SUPERESTRUCTURA

Este volumen se dividirá en tres partes:

- Superestructura.
- Puente.
- Caseta de bombas.

El volumen es el que muestra la figura:



Tomaremos como volumen estimado de las partidas:

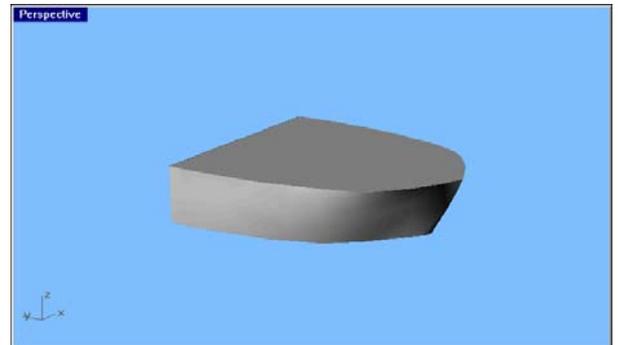
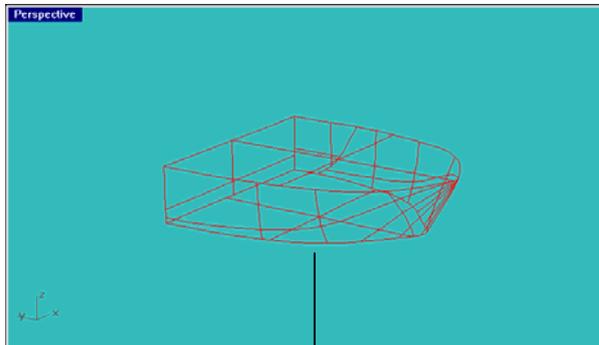
**VOLUMEN SUPERESTRUCTURA = 83.541 m<sup>3</sup>**  
**VOLUMEN PUENTE = 66.787 m<sup>3</sup>**  
**VOLUMEN CASETA DE BOMBAS = 16.910 m<sup>3</sup>**

Siendo el volumen total:

**VOLUMEN DE LA SUPERESTRUCTURA = 167.238 m<sup>3</sup>**

## VOLUMEN DE CASTILLO

La estimación del último volumen considerado es la que sigue:



Calculating moments... Press Esc to cancel  
Volume = 107.951892 (+/- 6.8e-006)

**VOLUMEN DE CASTILLO = 107.951 m<sup>3</sup>**

Por lo tanto el volumen final de espacios cerrados del buque estimado será:

$$\mathbf{VOLUMEN\ TOTAL = 1114.785 + 167.238 + 107.951 = 1389.974\ m^3}$$

Con lo que:

$$K_1 = 0.2 + 0.02 \log_{10} 1389.974$$

$$K_1 = 0.2628$$

Siendo el ARQUEO:

$$\mathbf{GT = K_1 \times V}$$

$$\mathbf{GT = 0.2628 \times 1389.974 = 365}$$

$\mathbf{GT = 365\ GT}$
-------------------------

# PRESUPUESTO

**7) PRESUPUESTO**

Dividiremos el presupuesto del buque en las siguientes partidas:

- a) CASCO.
- b) ACONDICIONAMIENTOS.
- c) MAQUINARIA PRINCIPAL Y AUXILIAR.
- d) EQUIPOS DE SEGURIDAD Y OTROS.

**DESGLOSE DE PARTIDAS:**A) CASCO.**1. Construcción del casco**

- Construcción del casco en acero naval:

TOTAL = 616038 €

**2. Chorreado y pintado**

- De casco y tanques de agua:

TOTAL = 66111 €

**TOTAL CASCO**

<b>TOTAL = 682149 €</b>
-------------------------

**B) ACONDICIONAMIENTOS.****1. Puente**

- Habilitación de puente, con suministro de ventanas y puertas, mandos, compás, bitácora, bocina y palos de luces de navegación:

TOTAL = 54091 €

**2. Habilitación de camarotes y cocina**

- Puertas, mamparos, techos, ventanas, bancos y servicios:

TOTAL = 42071 €

**3. Acondicionamientos de cubierta**

- Barandillas, bitas, barandillas, escoben, molinete, ancla y cables, atmosféricos, contadores de líquidos:

TOTAL = 60101 €

**4. Equipos anticontaminación**

- Bote de rescate, barreras anticontaminación, Skimmers, tanques espumógenos etc.:

TOTAL = 156263 €

**TOTAL ACONDICIONAMIENTO**

<b>TOTAL = 312526 €</b>
-------------------------

**C) MAQUINARIA PRINCIPAL Y AUXILIAR.****1. Motor principal**

- Suministro de motor principal:

TOTAL = 242046 €

**2. Instalación eléctrica**

- Instalación eléctrica completa, con sistema de máquina desatendida, baterías y montaje de luces:

TOTAL = 54091 €

**3. Motores y generadores auxiliares**

TOTAL = 72121 €

**4. Hélices, línea de ejes, bocina y timón**

TOTAL = 72121 €

**5. Montajes y bombas**

- Suministro y montaje de bombas con circuito de tubería a tanques, bombas de achique, grifos de fondo, transmisión de válvulas a cubierta, silenciosos y escapes, electroventilador.

Montaje de motor principal y auxiliares. Construcción de bancadas, tanques de consumo y casetas:

TOTAL = 192324 €

**TOTAL MAQUINARIA PRINCIPAL Y AUXILIAR**

<b>TOTAL = 632703 €</b>
-------------------------

**D) EQUIPOS DE SEGURIDAD Y OTROS.****1. Sistema C.I.**

- Construcción y montaje sistema C.I:

TOTAL = 42071 €

**2. Equipos de salvamento**

- Dos balsas de 12 personas, 15 Chalecos salvavidas, 2 Aros salvavidas:

TOTAL = 9015 €

**3. Equipos radioelectrónicos y de navegación**

TOTAL = 59500 €

**4. Equipos de defensas**

- Fabricación y colocación de cajas para instalación de goma de defensa:

TOTAL = 96162 €

- Equipo de defensas YOKOHAMA:

TOTAL = 27045 €

**5. Documentación técnica**

- Anteproyecto, Proyecto de Construcción, Dirección de obra, Documentación de estabilidad, arqueo y Pruebas:

TOTAL = 36061 €

**TOTAL EQUIPOS DE SEGURIDAD Y OTROS**

<b>TOTAL = 269854 €</b>
-------------------------

La suma de las partidas para la obtención del coste total del buque será:

$$\text{COSTE TOTAL} = 682149 + 312526 + 632703 + 269854$$

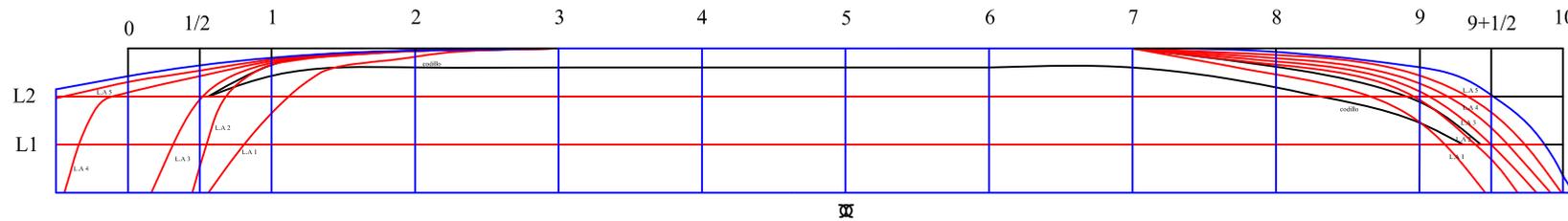
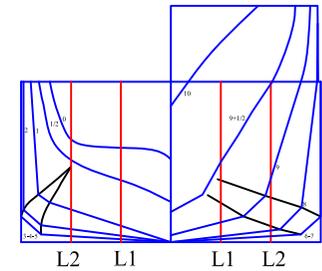
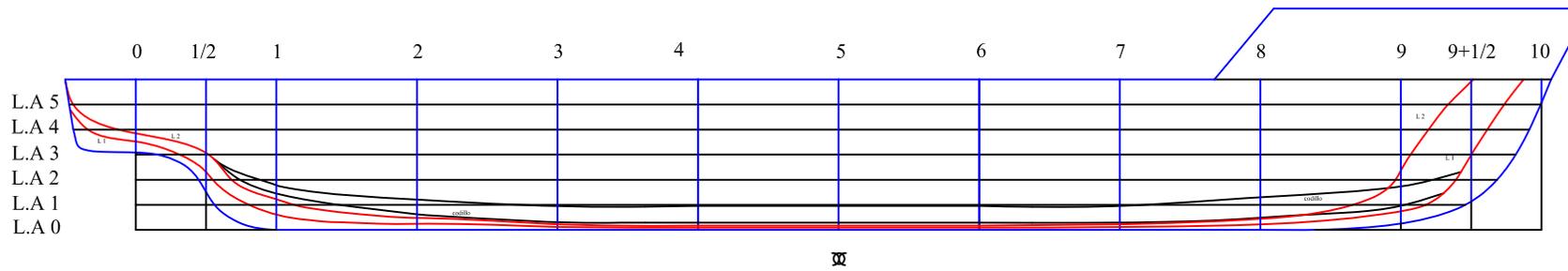
$$= 1.897.232 \text{ €} = 315.672.843,6 \text{ pts}$$

# PLANOS

**8) PLANOS**

Los planos incluidos en el anteproyecto son los siguientes:

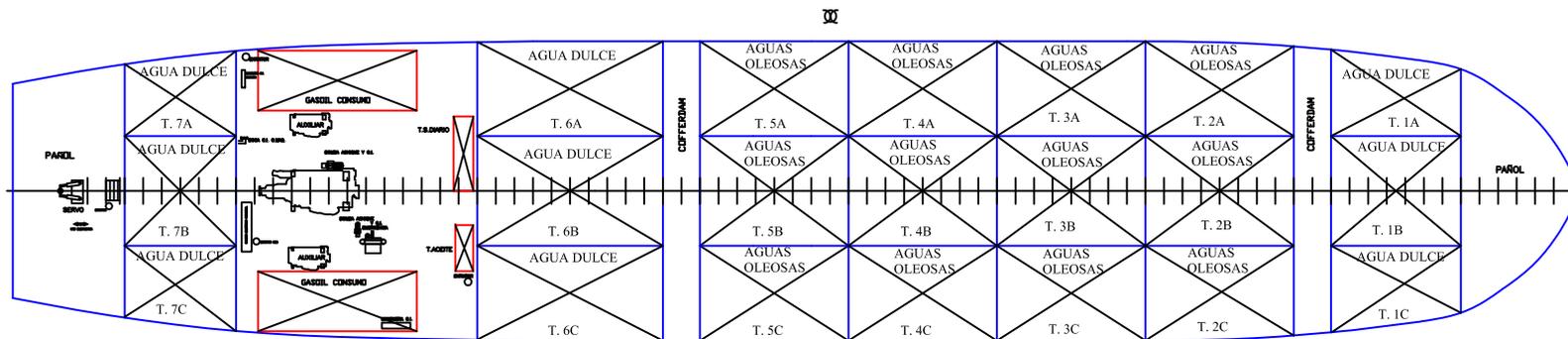
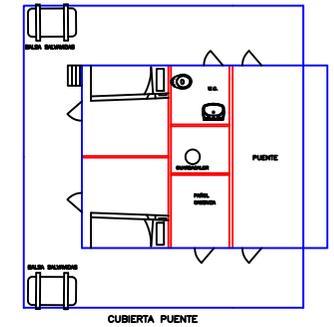
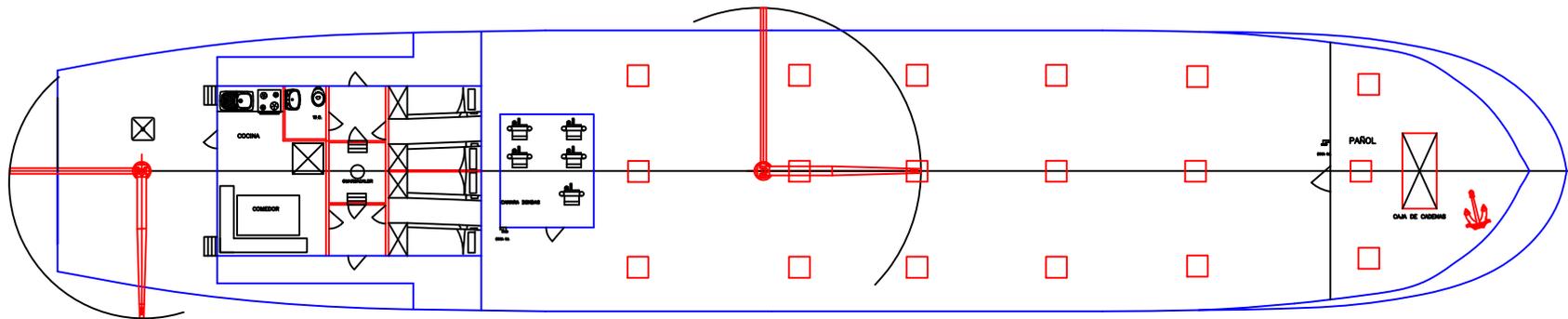
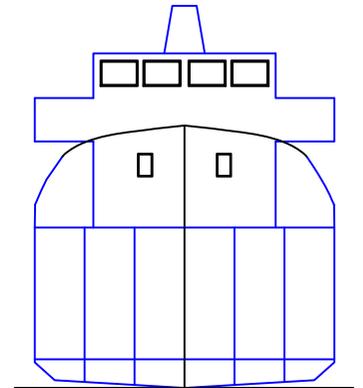
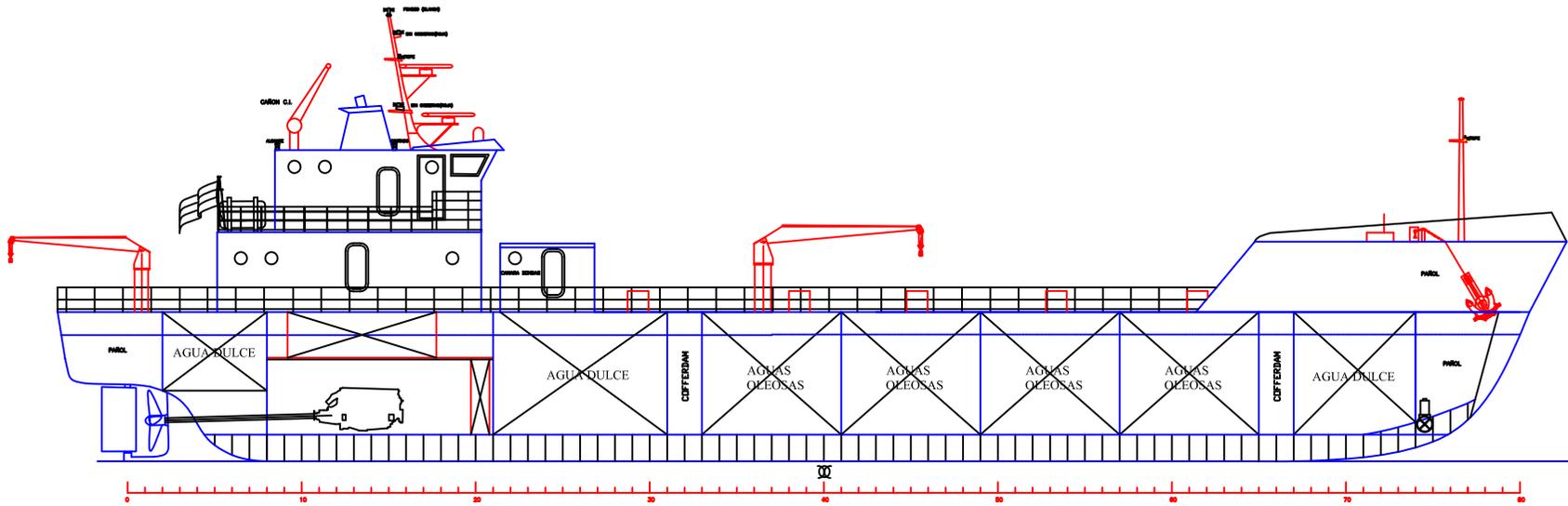
- a) PLANO DE FORMAS.
- b) PLANO DE DISPOSICION GENERAL.
- c) PLANO DE CUADERNA MAESTRA.



ESLORA TOTAL: 42.30 m  
 MANGA DE TRAZADO: 8.00 m  
 PUNTALE DE CONSTRUCCION: 4.25 m  
 CALADO MAX. ESTIMADO: 3.5 m  
 DESPLAZAMIENTO MAX. ESTIMADO: 915 T

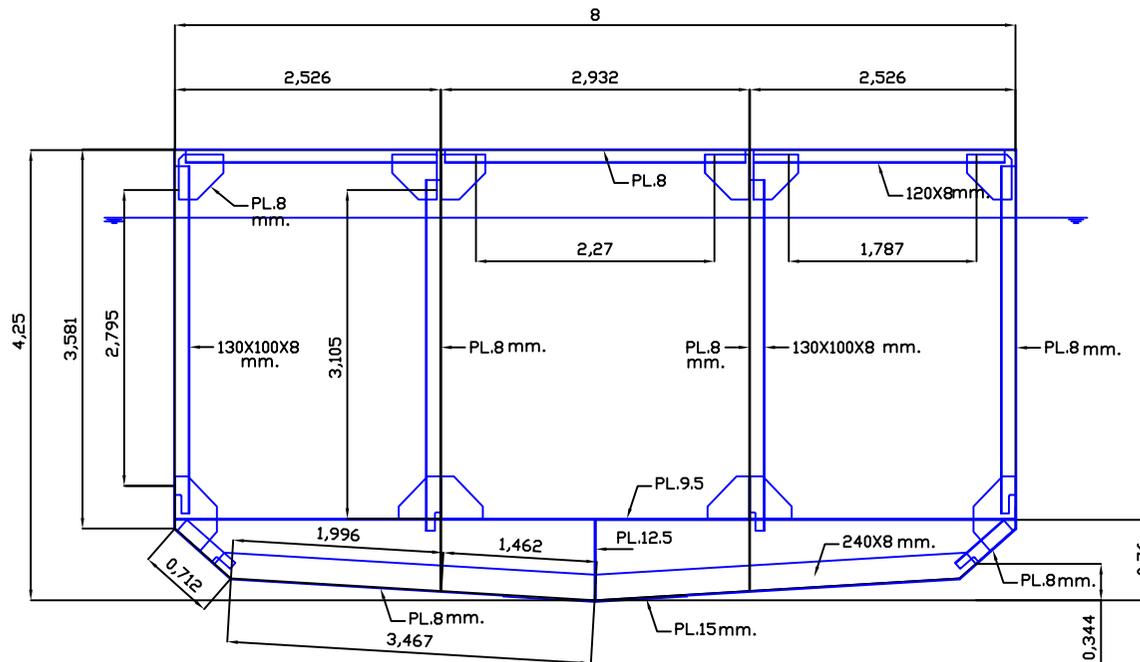
SEPARACION ENTRE CUADERNAS DE TRAZADO: 4.00 mts.  
 SEPARACION ENTRE LINEAS DE AGUA APROX.: 0.700 mts.  
 SEPARACION ENTRE PLANOS LONGITUDINALES: 1.300 mts.

FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	APROBADO	DESCRIPCION	MODIF.
15/07/00	Javier Garcia			ANTEPROYECTO DE UN BUQUE TANQUE DE 700TPM	
ESCALA	REF. O VALIDEZ				
1:100	DENOMINACION			N° DE PLANO	
ARCHIVO	PLANO DE FORMAS			SUSTITUYE A	4/1
A2				SUSTITUIDO POR	



ESLORA TOTAL: 42.30 m  
 MANGA DE TRAZADO: 8.00 m  
 PUNTA DE CONSTRUCCION: 4.25 m  
 CALADO MAX. ESTIMADO: 3.5 m  
 DESPLAZAMIENTO MAX. ESTIMADO: 915 T

FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	APROBADO	DESCRIPCION	MODIF.
15/07/09	Javier Garcia			ANTEPROYECTO DE UN BUQUE TANQUE DE 700TPM	
ESCALA	REF. O VALIDEZ				
1/100	DENOMINACION			Nº DE PLANO	
ARCHIVO	DISPOSICION GENERAL			SUSTITUYE A	
A2				SUSTITUIDO POR	1

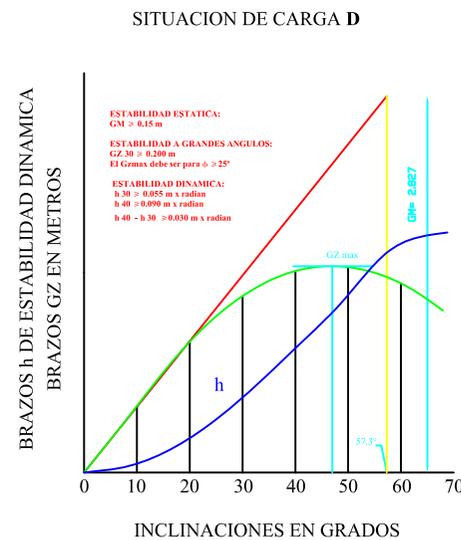
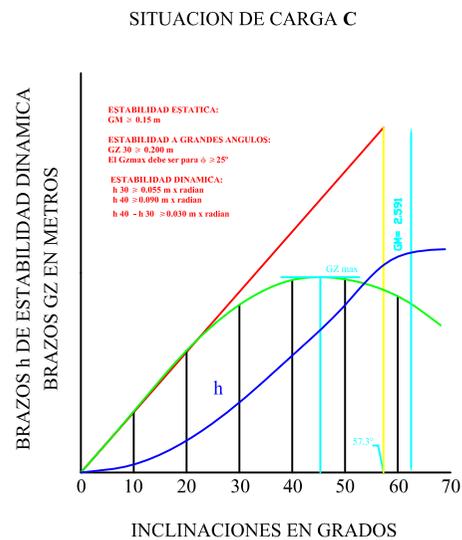
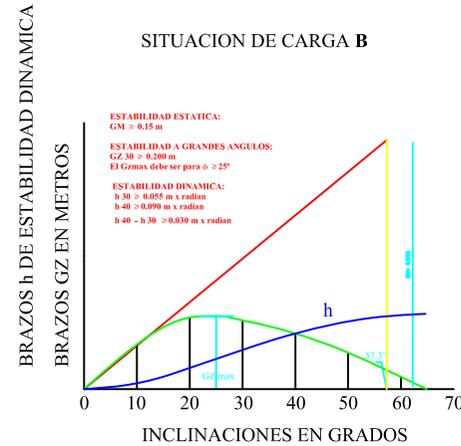
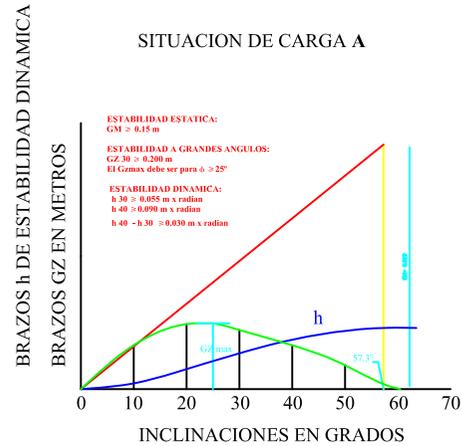


ESLORA TOTAL: 42.30 m  
 MANGA DE TRAZADO: 8.00 m  
 PUNTA DE CONSTRUCCION: 4.25 m  
 CALADO MAX. ESTIMADO: 3.5 m  
 DESPLAZAMIENTO MAX. ESTIMADO: 915 T

NOTA:  
 TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN Mts.  
 EXCEPTO DONDE SE DIGA OTRA COSA.

FECHA	DIBUJADO	COMPROBADO	APROBADO	DESCRIPCION	MODIF.
15/07/09	JAVIER GARCIA			ANTEPROYECTO DE UN BUQUE TANQUE DE 700TPM	
ESCALA	REF. O VALIDEZ				
1:50	DENOMINACION			N° DE PLANO	
	CUADERNA MAESTRA			SUSTITUYE A	
ARCHIVO				AS	

# CURVAS DE ESTABILIDAD ESTATICA TRANSVERSAL Y CURVAS DE ESTABILIDAD DINAMICA TRANSVERSAL



# CARENAS INCLINADAS

