

**VELERO DE CONSTRUCCION EN ACERO “REBELDE”
PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN**

Iñigo Echenique
Ingeniero naval
Cº Nº 2283



CONTENIDOS

1.- MEMORIA

- 1.1.- Dimensiones principales**
- 1.2.- Categoría de navegación**
- 1.3.- Número de literas y número máximo de personas a bordo**
- 1.4.- Potencia máxima y elemento propulsor auxiliar**
- 1.5.- Aparejo y Superficie vélida**
- 1.6.- Dispositivo de gobierno**
- 1.7.- Equipo náutico**
- 1.8.- Instalación eléctrica**
- 1.9.- Sistema de achique**
- 1.10.- Dispositivos contraincendios**
- 1.11.- Medios de salvamento**
- 1.12.- Tomas de mar y desagües**
- 1.13.- Justificación del escantillónado**
- 1.14.- Presupuesto**
- 1.15.- Arqueo estimado**

2.- PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL

3.- CUADERNA MAESTRA ESCANTILLONADA

4.- PLANO DE FORMAS

5.- ESTUDIO DE ESTABILIDAD

6.- JUSTIFICACIÓN DEL PESO EN ROSCA

7.- ELEMENTOS DE SALVAMENTO Y CONTRAINCENDIOS

8.- DATOS GEÓMETRICOS DEL VELAMEN

9.- SERVICIO DE AGUA DULCE

10.- CURVAS HIDROSTÁTICAS

1.- MEMORIA

1.1.- Dimensiones principales

Tipo de embarcación	A vela
Eslora total	14,19 m.
Eslora en flotación	10,84 m.
Manga máxima	4,20 m.
Calado máximo	2,10 m.
Francobordo medio	1,33 m
Puntal	1,84 m.
Desplazamiento	16.60 T
Lastre (Plomo)	5,200 kg.
Capacidad de agua	600 l.
Capacidad de gas-oil	650 l
Motores:	2x60 cv
Superficie vélca máxima:	115.0 m ²

1.2.- Categoría de navegación

El barco ha sido diseñado conforme a la categoría A, es decir Oceánica correspondiente a una fuerza de viento de más de 8 en la escala Beaufort y altura significativa de ola mayor de 4 m.

El equipo de seguridad a bordo se corresponderá con la categoría B, es decir Navegación en Alta Mar, hasta 60 Millas de la costa, por lo cual la zona autorizada de navegación es la 2.

1.3.- Número de literas y número máximo de personas a bordo

La disposición interior proporciona alojamiento para SEIS personas en tres camarotes dobles y salón.

El equipo de seguridad a bordo será adecuado para:

- SEIS personas para navegación en ALTA MAR (zonas 2 y 3)
- DOCE personas en AGUAS COSTERAS (zonas 4, 5 y 6)

1.4.- Potencia máxima y elemento propulsor auxiliar

La embarcación posee como elemento de propulsión auxiliar dos motores diesel de 4 cilindros, de la casa Perkins, con una potencia total unitaria de 60 BHP. Los números de motor correspondientes son:

4A30148U58127U y 4A30148U58126U

Los motores están conectados a sendas líneas de ejes de acero inoxidable AISI 316 L provistas de hélices de tres palas en bronzal. El panel de control con el mando de gas y reductora se encuentra en la bañera junto a la rueda de gobierno.

El sistema de combustible está formado por un tanque estructural de 600 l de capacidad, un estrangulador con corte de alimentación de combustible y filtros de gasoil con separador de agua. La instalación de combustible y el tanque CUMPLEN con la normativa ISO 100882001.

La ventilación de la cámara de máquinas se realiza a través de dos conductos sobre el espacio reservado al motor.

1.5.- Aparejo y superficie vélida

El aparejo de la embarcación es de tipo Sloop.

La superficie vélida máxima en ceñida, esto es la suma de las áreas de génova y mayor es de 115 m² mientras que la suma de las superficies de mayor y triángulo de proa es de 84.0 m²

1.6.- Dispositivo de gobierno

El dispositivo de gobierno es hidráulico de accionamiento manual y está constituido por una rueda que mueve un orbitrol que proporciona el caudal a la bomba hidráulica que mueve el timón mediante un brazo de accionamiento.

Se ha dispuesto un gobierno de emergencia mediante caña de fortuna conectada directamente al eje del timón.

1.7.- Equipo náutico

1.7.1.- Luces de navegación

Las luces de navegación son las prescritas en el Convenio sobre el Reglamento Internacional para prevenir los Abordajes de 1972, y sus modificaciones posteriores para embarcaciones a vela

- Luz de estribor (verde de 1 millas) y luz de babor (roja de 1 millas).
- Luz de alcance (blanca de 2 millas) a popa.
- Luz de tope (blanca de 2 millas).
- Luz de todo horizonte (blanca de 2 millas).

1.7.2.- Línea de fondeo

La longitud de la línea de fondeo es de más de cinco veces la eslora del barco.

La longitud del tramo de cadena excede la eslora del barco.

El diámetro de la cadena es igual o superior a 10 mm.

El barco dispone de un ancla de alto poder de agarre de 35 kg.

1.7.3.- Señales de socorro

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VELERO "REBELDE"

La embarcación está dotada de:

- 6 cohete con luz roja y paracaídas.
- 6 bengalas de mano.
- 2 señales fumígenas y flotantes.

1.7.4.- Material náutico

La embarcación está provista de:

- 1 compás de gobierno con iluminación y un compás de marcaciones. Se llevará a bordo una tablilla de desvíos.
- Una corredera.
- Un sextante.
- Un cronómetro
- 1 juego de cartas y libros náuticos (Cuaderno de faros, Anuario de mareas, Manual de primeros auxilios, Código internacional de señales y el Reglamento de radiocomunicaciones).
- 1 bocina de niebla.
- 1 campana.
- 1 código de banderas de 60x50 cm.
- 2 linternas estancas.
- 1 reflector de radar.
- 1 compás de puntas.
- 1 transportador.
- 1 regla de 40 cm.
- 1 prismáticos.
- 1 barómetro.
- 1 campana.
- 1 diario de navegación.
- 1 pabellón nacional.
- 2 linternas estancas.
- 1 espejo de señales.
- 1 Código de señales (tabla de señales de salvamento).

1.7.5.- Botiquín

La embarcación dispone de un botiquín tipo A.

1.7.6.- Radiocomunicaciones

La embarcación dispone de:

- 1 transmisor/receptor de VHF fijo.
- 1 transmisor/receptor de ondas hectométricas/Decamétricas (MF/HF) o ETB.
- 1 radiobaliza de localización de siniestros del sistema COSPAS-SARSAT (406MHz)
- Un receptor NAVTEX.
- Un equipo bi-direccional de ondas métricas apto para comunicaciones bidireccionales, tipo GMDSS.

1.7.7.- Material de armamento diverso

La embarcación está provista del material que se lista a continuación:

- Una caña de timón de emergencia.
- Una bita de remolque a proa y una estacha de remolque.
- Dos estachas de amarre.
- Un juego de defensas.
- Un bichero.
- Un juego de tapones de madera blanda de diversas medidas.
- Una vela mayor de capa.

1.8.- Instalación eléctrica

La embarcación dispone de un sistema eléctrico de corriente continua a 12 V con conducción bifilar alimentado por los grupos de baterías. Las baterías se cargarán por un alternador conectado al motor principal o bien mediante un cargador conectado a la red de puerto. Cuenta también con sistema de 220 V CA alimentado por un convertidor de 300 V o bien por la toma de puerto conectada un cuadro de corriente alterna.

Los grupos de baterías son de tipo estanco sin mantenimiento, y son las siguientes:

- Arranque de motor
- Servicio general e iluminación
- Arranque de generador
- Equipo de radio de emergencia

Todo el cableado de la instalación es del tipo anti-humedad e ignífugo y va protegido por tubo de PVC semirrígido de doble camisa. Toda la instalación es fácilmente accesible.

La totalidad de los equipos eléctricos se controlarán mediante sendos cuadros de distribución, el principal de corriente continua y el de corriente alterna alimentado, que dispondrán de sus correspondientes disyuntores magnetotérmicos o en su caso de fusibles de intensidad de corte adecuada, así como desconectores principales para los grupos de baterías.

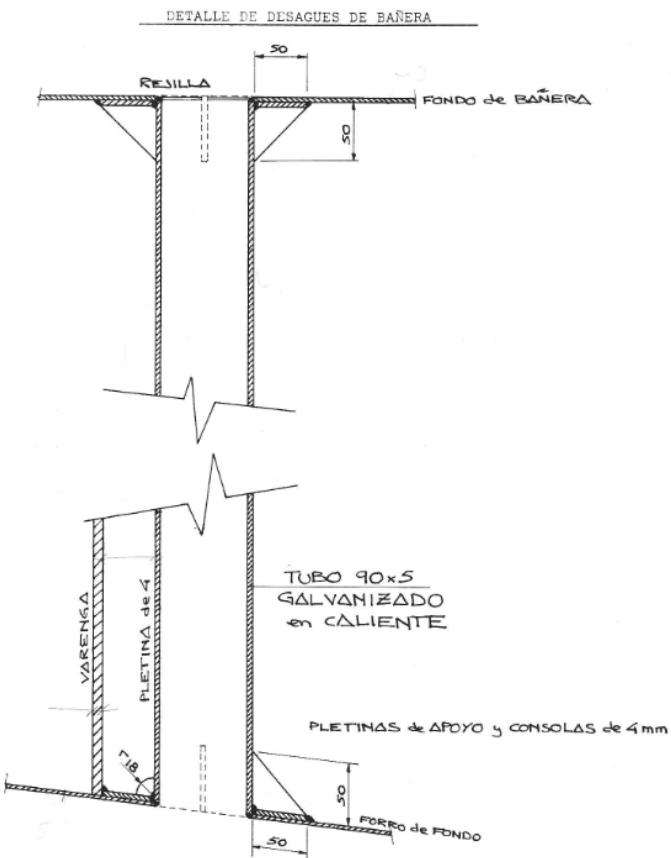
El sistema irá preparado para poder efectuar el arranque del motor con los dos grupos de baterías.

La instalación eléctrica será acorde con la normativa ISO 10133:2000

1.9.- Sistema de achique

El sistema de achique del barco está constituido por:

- 1 bomba de sentina eléctrica Jhonsen de 60 litros/min con interruptor eléctrico.
- 1 bomba accionada por el motor principal.
- 1 bomba de sentina de accionamiento manual de 60 l/min a 45 emboladas por minuto.
- La bañera es estanca y auto achicante de vaciado rápido mediante dos tubos de acero inoxidable, conforme al esquema adjunto y CUMPLE con la normativa ISO 11812:2001



1.10.- Dispositivos contraincendios

La embarcación va equipada con:

- 2 extintores tipo 21B en zona de habilitación.
- 1 manta contra-incendios.
- 2 baldes contra-incendios con rabiza.

1.11.- Medios de salvamento

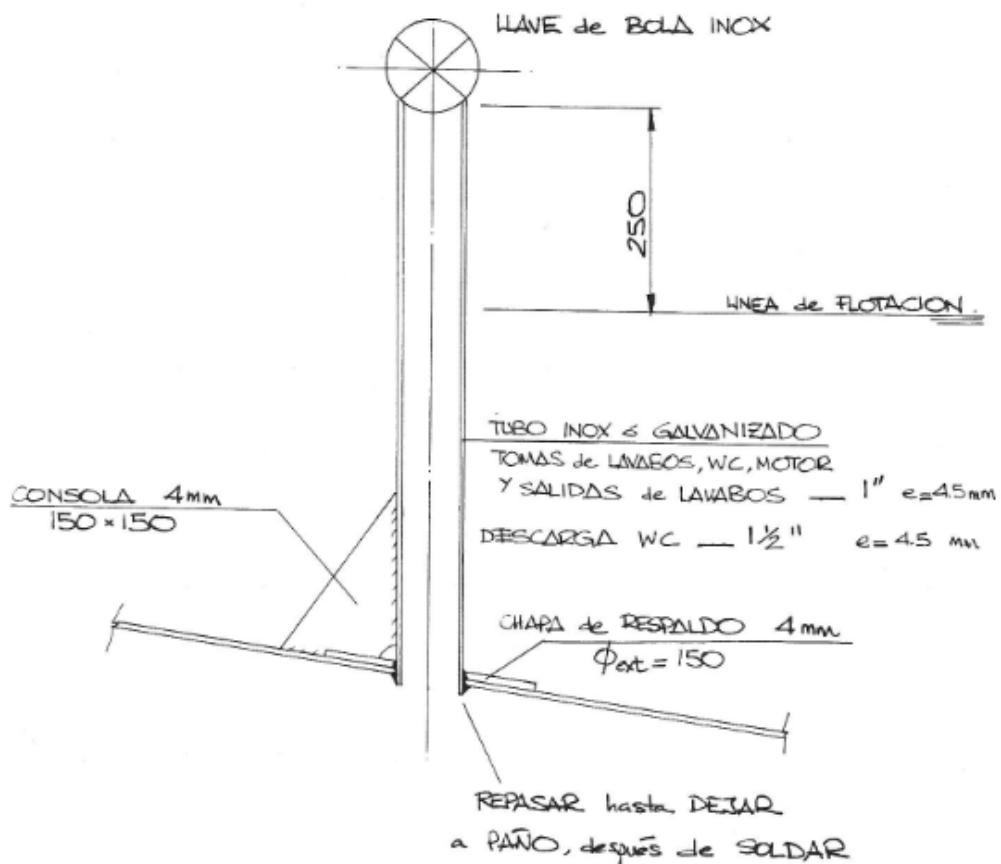
La embarcación posee:

- Balsa salvavidas SOLAS para el 100% de las personas.
- 9 chalecos salvavidas SOLAS O Cede 275 N de flotabilidad
- 6 cohete con luz roja con paracaídas.
- 6 bengalas de mano
- 2 señales fumígenas flotantes
- Dos aros salvavidas, uno de ellos con luz y rabiza.

1.12.- Tomas de mar y desagües

Los grifos de fondo y pasa casco, todos ellos metálicos CUMPLEN con la normativa ISO 9093-1:1994

En el caso de los desagües principales, están compuestos por tubos de inoxidable soldados adecuadamente al casco de la embarcación, según esquema adjunto.



1.13.- Justificación del escantillonado

La construcción es de acero cumpliendo con la normativa de Embarcaciones de recreo. Construcción de cascos y escantillones. Parte 3: Materiales: acero, aleaciones de aluminio, madera y otros materiales (ISO 12215-3:2002) y se ha calculado conforme con la reglamentación de American Bureau of Shipping.

2.1 L eslora de escantillonado

$$L = \frac{LOA + LWL}{2} m$$

$$LWL = 10.84m$$

$$LOA = 12.60m$$

$$L = \frac{10.84 + 12.60}{2} = 11.72m$$

$$2.3 \quad B = 4.10m$$

$$2.5 \quad D = 2.31m$$

$$2.7 \quad d = 0.84m$$

Acero Calidad A-42

$$\text{Límite elástico } \sigma_E = 2400 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\text{Carga de rotura } \sigma_R = 4200 \frac{kg}{cm^2}$$

Sección 3:

Plancha asociada

$$W = \begin{cases} \text{Separación longitudinales o cuadernas} \\ 100 \times t \end{cases} \quad \mid \quad \text{el menor}$$

Sección 7: Forro

$$t = s \sqrt{\frac{0.001hk}{\sigma_a}} mm \quad t \geq \frac{S}{100} \text{ ó } 2.5mm$$

Cubierta:

$$S = \text{separación entre longitudinales} = 300mm$$

$$\sigma_a = 0.5\sigma_R = 2100 \frac{kg}{cm^2}$$

TABLA 7.2

$$h = 2.13 + 0.04L = 2.599m$$

TABLA 7.1

$$k = \left(\text{relación_de_aspecto} \frac{0.82}{0.30} = 2.73 \right) = 0.5$$

$$t = 2.35 \rightarrow t_{\underline{\underline{\text{cubierta}}}} = 3mm$$

- **Forro:**

Configuración:

3 refuerzos longitudinales por pantoque

Forro casco por debajo de $d + 0.15 = 0.99m$ desde l/base

$$h = 1.20(3.0d + 0.14L + 1.62) = 6.94m$$

$$\sigma_a = 21 \frac{kg}{mm^2} \quad k = \left(\text{relación_de_aspecto} \frac{0.82}{0.29} = 2.82 \right) = 0.5$$

$$S = 290mm$$

$$t = 3.72mm \rightarrow t = \underline{\underline{4mm}}$$

Forro casco por encima de $0.99m$ desde l/base

$$h = 1.20(3.0d + 0.14L + 1.62 - h_l)$$

$$h_l = 1.10m$$

$$h = 5.62m \quad k = 0.5 \quad \sigma_a = 21 \frac{kg}{mm^2}$$

$$t = 3.35mm \rightarrow t = \underline{\underline{4mm}}$$

Sección 8: Refuerzos

Configuración A:

- **Refuerzos longitudinales de costado:**

$$SM = \frac{Chsl^2}{\sigma_a} + SM_k \quad \sigma_a = 21 \text{ kg/mm}^2$$

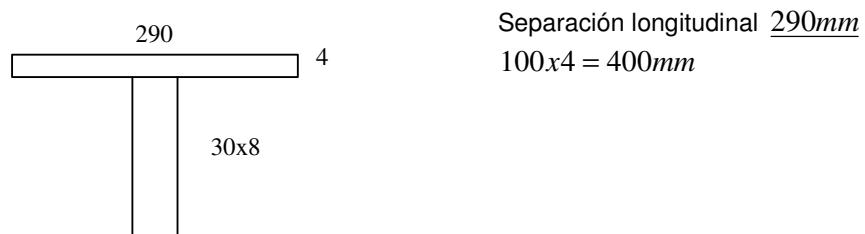
$$h = 0.25(3.0d + 0.14L + 1.62) = 1.45m$$

$$l = 0.82m \quad C = 83.33 \text{ cm}^3$$

$$S = 0.290m$$

$$SM = 1.11 \text{ cm}^3$$

Llanta propuesta 30x8



Cálculo del módulo

Elemento	A	y	Ay	Ay ²	I _p
Plancha asoc.	11.6	0.2	2.32	0.464	0.155
Llanta	2.4	1.54	3.70	5.69	1.80
	14		6.02	6.154 1.955 8.109	1.955
				Ay ² = 2.589	
				I = 5.520 cm ⁴	

$$y_G = \frac{6.02}{14} = 0.43$$

$$W_{\min} = \frac{5.520}{2.97} = 1.86 \text{ cm}^3 > 1.11 \text{ cm}^3$$

- **Cuadernas:** 80x8 W=(con escotadura de 2.5cm)

$$SM = 6.79 \text{ cm}^3$$

$$l = 1.10 \text{ m} \quad h = 1.45 \text{ m}$$

$$S = 0.82$$

$$\begin{array}{ll} S = 0.90 & SM = 7.43 \text{ cm}^3 \\ S = 0.95 & SM = 7.87 \text{ cm}^3 \end{array}$$

- **Longitudinales de cubierta:**

$$h = 0.70 \text{ m} \quad l = 0.82 \quad C = 63.14$$

$$SM = 0.43 \quad 30 \times 8$$

- **Baos:** Pletina de 60x8

$$l = 3.74$$

$$S = 0.82$$

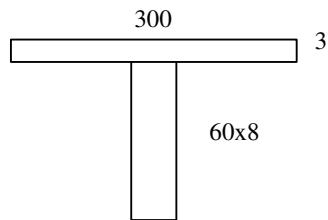
$$h = 0.70 \quad C = 63.14$$

$$SM = 24 \text{ cm}^3 \quad p = 0.1026 \times h = 0.0718 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

Carga

$$\omega_{\min} = \frac{M_{f \max}}{\sigma_{adm}} = 57$$

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VELERO "REBELDE"



Elemento	A	y	Ay	Ay ²	I _p
Plancha	9	0.15	1.35	0.203	0.0675
Llanta	4.8	3.3	15.84	52.272	14.40
	13.8		17.19	52.475 14.468	14.468
				66.943	

$$I = 45.38 \text{ cm}^4$$

$$y_G = 1.25$$

$$\omega_{\min} = 45.38 = 8.99 \text{ cm}^3$$

1.14.- Presupuesto

CONCEPTO	IMPORTE
Casco, cubierta, cabina, bañera, timón, orza con lastre.	22000
Maniobra de cubierta	11500
Arboladura y jarcia firme, incluyendo mástil completo, stays, obenques, terminales y tensores, drizas, herrajes y cadenotes	15000
Velas, incluyendo mayor y génova	5000
Sistemas y equipos	12000
Equipamiento interior	14000
Motores y propulsión	12000
TOTAL	91500

1.15.- Cálculo del arqueo

Cálculo del Arqueo

Buque: **Rebelde**

Método: Conferencia internacional sobre Arqueo de Buques 1969

Volumenes bajo cubierta de Arqueo

(Integración por Trapecios para el cálculo de los volumenes)

Zona 1

Volumenes bajo cubierta de Cubierta principal

Eslora de la cubierta principal

$$L = 12,98 \text{ m}$$

Número de Secciones (divisiones. n-1)

$$n = 8$$

Espaciado entre secciones (h)

$$h = L/(n-1) = 1,854 \text{ m}$$

Secciones	Semiarea		Coeficiente	A
n	A (m^2)		SM	A*SM
0	1,27		0,5	0,635
1	2,42		1	2,42
2	3,53		1	3,53
3	3,76		1	3,76
4	3,37		1	3,37
5	2,26		1	2,26
6	0,83		1	0,83
7	0		0,5	0
SUMA				16,805
VOLUMEN	62,323	m^3		

Zona 2

Volumenes en la zona de popa

Eslora de la cubierta principal

$$L = 0,242 \text{ m}$$

Número de Secciones (divisiones. n-1)

$$n = 3$$

Espaciado entre secciones (h)

$$h = L/(n-1) = 0,121 \text{ m}$$

Secciones	Semiarea		Coeficiente	A
n	A (m^2)		SM	A*SM

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VELERO "REBELDE"

0	1,46		0,5	0,73
1	1,10		1	1,1
2	0,34		0,5	0,17
SUMA			2	
VOLUMEN	0,484	m³		

Zona | 3

Volumenes de la bañera (a descontar)

Eslora de la bañera

$$L = 3,580 \text{ m}$$

Número de Secciones (divisiones. n-1)

$$n = 5$$

Espaciado entre secciones (h)

$$h = L/(n-1) = 0,895 \text{ m}$$

Secciones	Semirecta		Coeficiente	A
n	A (m ²)		SM	A*SM
0	0,02		0,5	0,01
1	0,02		1	0,02
2	0,02		1	0,02
3	0,02		1	0,02
4	0,02		0,5	0,01
SUMA			0,08	
VOLUMEN	0,143	m³		

$$\text{VOLUMEN} = \text{Zona1} + \text{Zona2} - \text{Zona3}$$

VOLUMEN	62,663	m³
----------------	---------------	----------------------

Volumenes sobre cubierta de Arqueo

(Integración por Trapecios para el cálculo de los volumenes)

Zona | 4

Brazolas de bañera

Eslora de la zona

$$L = 2,01 \text{ m}$$

Número de Secciones (divisiones. n-1)

$$n = 5$$

Espaciado entre secciones (h)

$$h = L/(n-1) = 0,503 \text{ m}$$

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VELERO "REBELDE"

Secciones	Semiarea		Coeficiente	A
n	A (m ²)		SM	A*SM
0	0,22		0,5	0,11
1	0,33		1	0,33
2	0,33		1	0,33
3	0,33		1	0,33
4	0,33		0,5	0,165
		SUMA		1,265
VOLUMEN	1,271	m ³		

Zona 5

Volumenes de la cabina

Eslora de la zona

$$L= 6,65 \text{ m}$$

Número de Secciones (divisiones. n-1)

$$n= 4$$

Espaciado entre secciones (h)

$$h=L/(n-1)= 2,217 \text{ m}$$

Secciones	Semiarea		Coeficiente	A
n	A (m ²)		SM	A*SM
0	1,17		0,5	0,585
1	1,3		1	1,3
2	0,87		1	0,87
3	0,22		1	0,22
4	0,08		0,5	0,04
		SUMA		3,015
VOLUMEN	13,367	m ³		

$$\text{VOLUMEN} = \text{Zona4} + \text{Zona5} - \text{Zona6}$$

VOLUMEN	14,638	m ³
----------------	--------	----------------

Volumenes de Apendices

Orza	VOLUMEN	1,18	m ³
Timón	VOLUMEN	0,22	m ³
Skeg	VOLUMEN		m ³

VOLUMEN TOTAL DE TODOS LOS ESPACIOS CERRADOS

VOLUMEN = 77,52 m³

GT = 18,434

2.- PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL

3.- CUADERNA TIPO ESCANTILLONADA

4.- PLANO DE FORMAS

5.- ESTUDIO DE ESTABILIDAD

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

Se ha procedido a desarrollar un estudio de estabilidad siguiendo los criterios enunciados en la normativa CE correspondiente a la ISO 12217.

Para desarrollar estos cálculos, se ha utilizado el programa informático Hydromax.

Punto de inundación

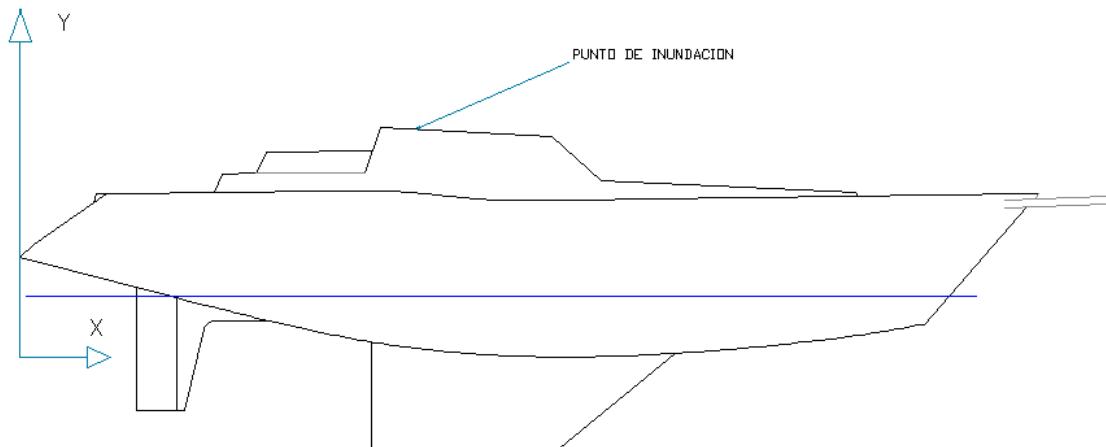
El punto de inundación se ha calculado como el menor de los siguientes, considerando que la bañera es auto-achicable:

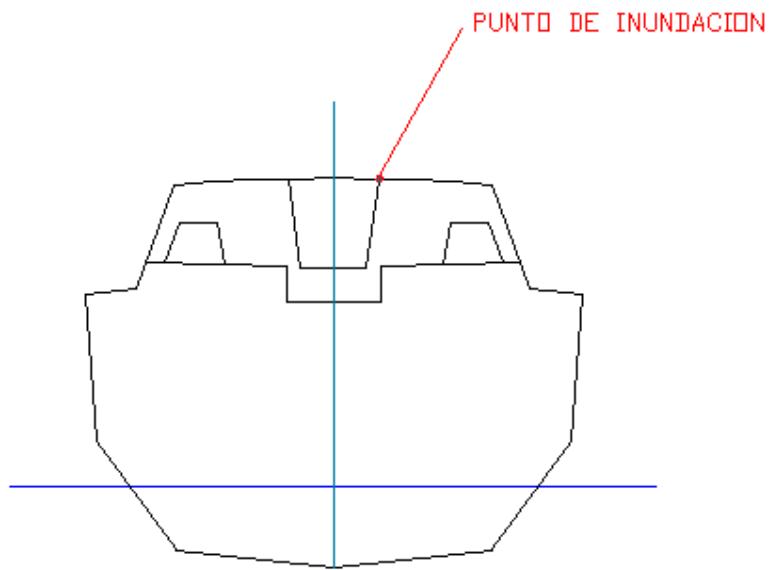
ϕ_{dh} = Ángulo de escora en el que se alcanzan las escotillas

ϕ_{da} = Ángulo de escora en el que se alcanza cualquier apertura sin estanqueidad completa con un área en mm^2 mayor que el número $2xM_{MSC}$

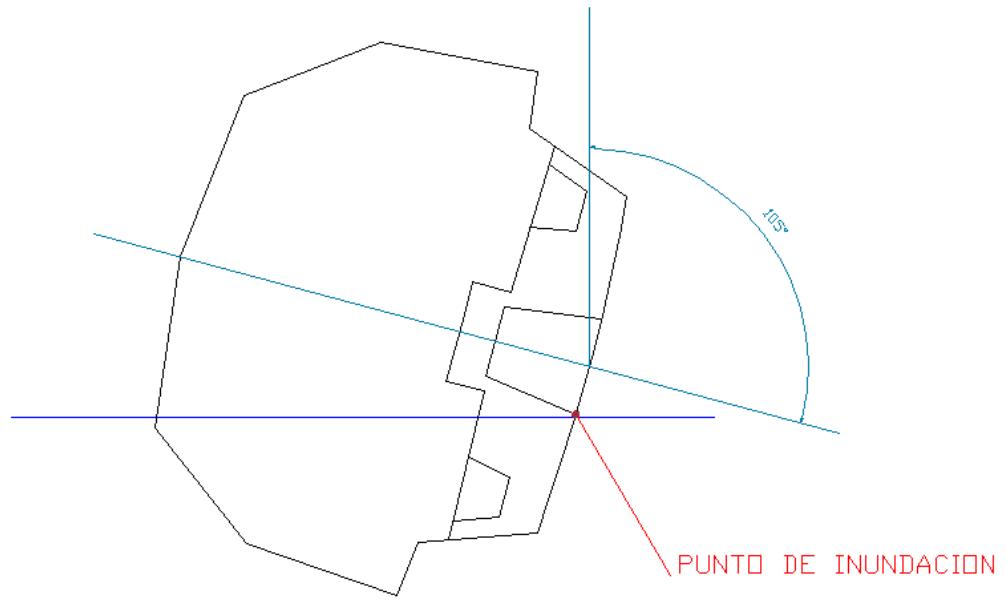
En nuestro caso es el correspondiente a la inmersión del tambor de acceso a cabina, siendo el área exigida mayor que $30,540 \text{ mm}^2$

$$P_I = (5.55, 0.35, 3.18)$$





El ángulo de inundación en condición de carga mínima de navegación es de 105° .

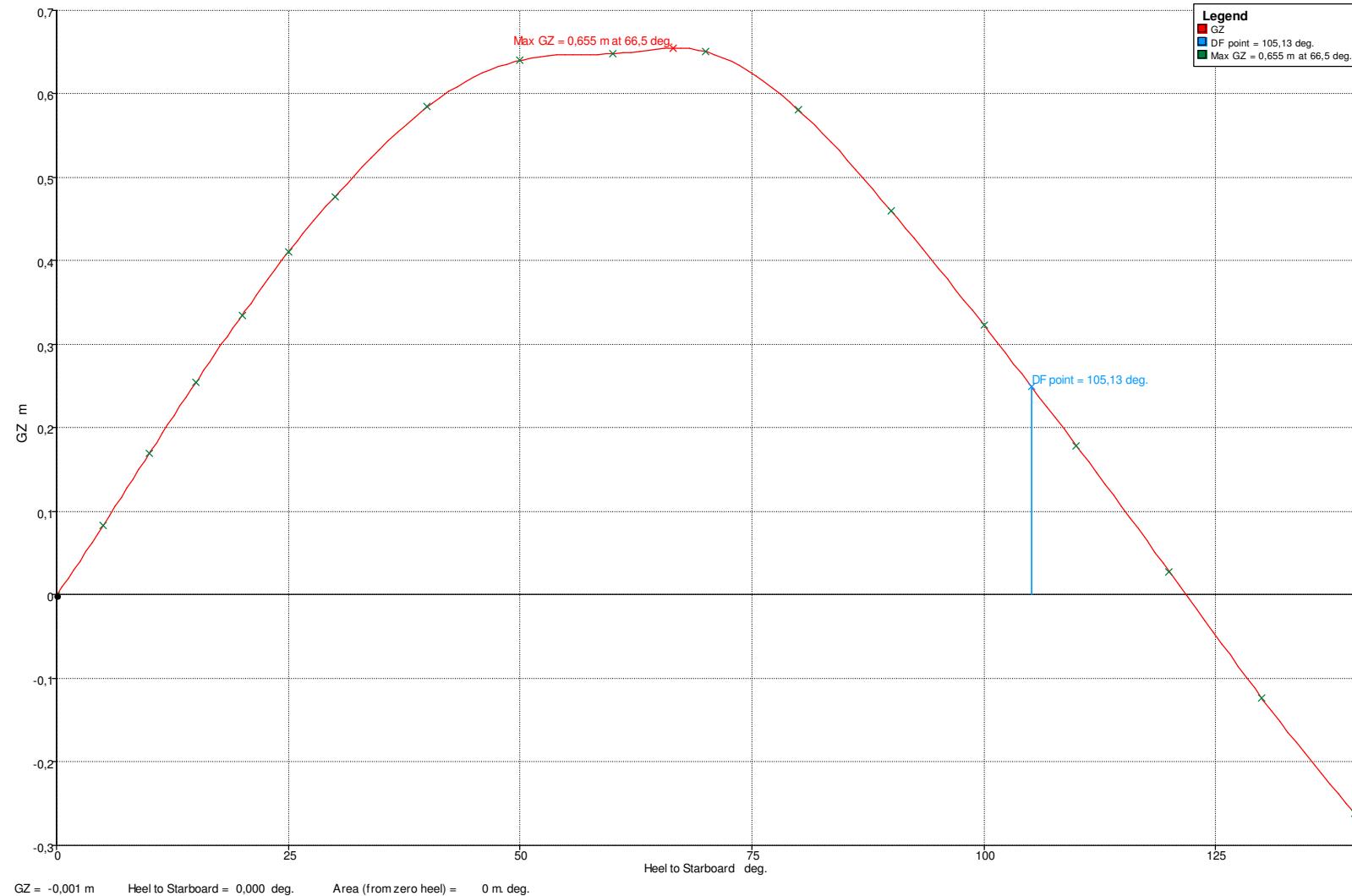


MINIMA CONDICION DE NAVEGACION

CONCEPTO	Cantidad	P kg	X m	Y m	Z m	M Sup. Libre
Lightship	1	14,78	6,42	0	0,93	0
Tripulación	1	0,15	6,1	0	2,1	0
Pertrechos	1	0,15	10,2	0	1,4	0
Víveres	1	0,1	7,2	0	1,5	0
Tank 1	10%	0,0177	6,415	0	-0,608	0,004
Tank 2	10%	0,0192	6,15	1,25	0,525	0,008
Tank 3	10%	0,025	6,698	-1,249	0,555	0,01
Tank 4	10%	0,0288	8,267	0,901	0,624	0,029
	Total Weight=	15,27	LCG=6,463	TCG=0,001	VCG=0,946	0,051
					FS corr.=0,003	
					VCG fluid=0,95	

EQUILIBRIO

Draft Amidsh. m	0,862
Displacement tonne	15,27
Heel to Starboard degrees	0,1
Draft at FP m	0,897
Draft at AP m	0,827
Draft at LCF m	0,858
Trim (+ve by stern) m	-0,069
WL Length m	11,361
WL Beam m	3,599
Wetted Area m^2	44,046
Waterpl. Area m^2	27,546
Prismatic Coeff.	0,481
Block Coeff.	0,17
Midship Area Coeff.	0,355
Waterpl. Area Coeff.	0,674
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,24
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,588
KB m	0,49
KG fluid m	0,95
BMT m	1,416
BML m	11,919
GMT corrected m	0,956
GML corrected m	11,459
KMT m	1,906
KML m	12,409
Immersion (TPc) tonne/cm	0,283
MTc tonne.m	0,162
RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	0,255
Max deck inclination deg	0,4
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,4

CURVA DE ESTABILIDAD

CALCULO DEL INDICE DE ESTABILIDAD

Conforme con la normativa ISO 12217 (Recreational Craft Directive CE)

1.- Valor del índice:

Para Lbs> 10,

$$STIX = (8+2.2.Lbs)(FDS.FIR.FKR.FDL.FBD.FWM.FDF)^{0.5} + \delta$$

Siendo Lbs = $(2.LWL + Lh)/3$

$\delta = 5$ para $GZ90^\circ > 0$

En nuestro caso:

Eslora en flotación:

$$LWL = 11,36 \text{ m}$$

Eslora total:

$$Lh = 14,19 \text{ m}$$

$$GZ90^\circ = 0.46 \text{ m}$$

$$\text{De donde: } \mathbf{Lbs = 12,30 \text{ m}}$$

2.- Cálculo del los coeficientes:

2.1.- FDS (Dynamic Stability Factor)

$$FDS = AGZ/15.81(Lh)^{0.5}$$

$AGZ = 48.8 \text{ m} \times {}^\circ$ Área abajo la curva de brazos adrizantes para la mínima condición de navegación desde $\varnothing = 0^\circ$ hasta \varnothing_d siendo \varnothing_v = ángulo de estabilidad nula = 122° , por ser mayor que el ángulo de inundación y \varnothing_d =ángulo de inundación= 105°

$$\mathbf{FDS = 0.819}$$

2.2.- FIR (Inversión Recovery Factor)

$$FIR = \varnothing_v / (125 - m_{MSC}/1600) \quad \text{si } m_{MSC} < 40000$$

$$FIR = \varnothing_v / 100 \quad \text{si } m_{MSC} \geq 40000$$

Con $0.4 < FIR < 1.5$

Tenemos:

m_{MSC} = Peso en condición de navegación

Total: $m_{Msc} = 15270 \text{ kg}$

De donde **FIR = 1.057**

2.3.- FKR (Knockdown Recovery Factor)

$$FKR = 0.875 + 0.0833 \cdot FR \quad \text{si } FR \geq 1.5$$

$$FKR = 0.5 + 0.333 \cdot FR \quad \text{si } FR < 1.5$$

$$FKR = 0.5 \quad \text{si } \emptyset v < 90^\circ$$

$$\text{Siendo } FR = GZ90^\circ \cdot m_{Msc} / (2 \cdot AS \cdot Hce)$$

Con $AS = \text{Área proyectada de las velas} = 85.0 \text{ m}^2$

$Hce = \text{Altura del centro vélico sobre flotación} = 8.5 \text{ m}$

$$GZ90^\circ = 0.46$$

De donde, $FR = 4,86$

FKR = 1.280

2.4.- FDL (Displacement-length factor)

$$FDL = (0.6 + ((15 \cdot m_{Msc} \cdot FI) / (Lbs^3 \cdot (333 - 8 \cdot Lbs))))^{0.5}$$

Siendo: $FI = (Lbs/11)^{0.2} = 1,023$ y por consiguiente:

FDL = 1.066

2.5.- FDB (Beam-Displacement factor)

$$FDB = (13.31 \cdot BWL / (Bh \cdot FB^3))^{0.5} \quad \text{si } FB > 2.2$$

$$FDB = (BWL \cdot FB^2 / (1.682 \cdot Bh))^{0.5} \quad \text{si } FB < 1.45$$

$$FDB = 1.118 \cdot (BWL / Bh)^{0.5} \quad \text{si } 1.45 \leq FB \leq 2.2$$

$$\text{Siendo } FB = 3.3 \cdot Bh / (0.03 \cdot m_{Msc})^{0.333}$$

Con $0.75 < FBD < 1.25$

En nuestro caso, $Bh = 4.20 \text{ m}$, $BWL = 3.46 \text{ m}$,

$FB = 1.88$ y entonces:

FDB = 0.991

2.6.- FWM (Wind Moment Factor)

FWM = 1 si $\varnothing d \geq 90^\circ$

FWM = $V_{aw}/17$ si $\varnothing d < 90^\circ$

En nuestro caso:

FWM = 1

2.7.- FDF (Downflooding Factor)

FDF = $\varnothing d / 90$

Con $\varnothing d$ menor de $\varnothing dc$, $\varnothing dh$ o $\varnothing da$ siendo este último el ángulo de escora en el cual se alcanza una abertura sin estanqueidad completa con área mayor que $2. m_{Msc} \text{ mm}^2$

$\varnothing da = 105^\circ$

FDF = 1.167

De todo ello obtenemos

STIX = 45.99

Siendo apto por consiguiente para navegación de Categoría A, Mar abierto ($STIX > 32$)

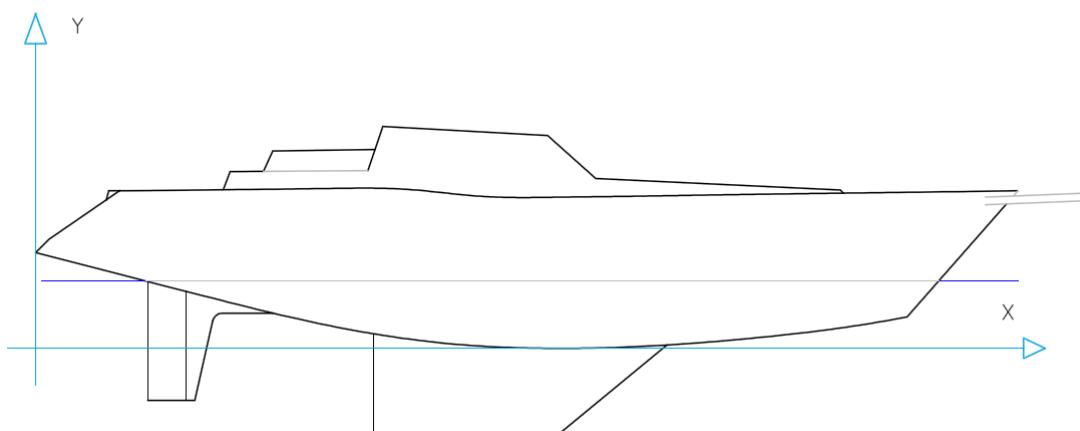
6.- JUSTIFICACIÓN DEL PESO EN ROSCA

"REBELDE"
CALCULO DEL PESO EN ROSCA

CONCEPTO	P kg	X m	Y m	Z m
Casco, cubierta y estructura	4700	6,30	0,00	1,22
Habilitación	2050	6,80	-0,30	1,52
Propulsión auxiliar	400	8,25	0,00	0,69
Equipos cubierta	570	5,90	0,00	2,27
Sistemas	980	6,50	0,65	1,40
Arboladura y jarcias	370	8,10	0,00	10,10
Equipo seguridad	120	7,10	0,00	1,80
Timón y gobierno	280	2,32	0,00	0,91
Velas	110	7,71	0,00	8,83
Quilla y lastre	5200	6,35	0,00	-0,63
Total	14780	6,42	0,00	0,93

Se han considerado las siguientes referencias:

- X0: Extremo de popa
- Y0: Línea de crujía
- Z0: Línea base del casco

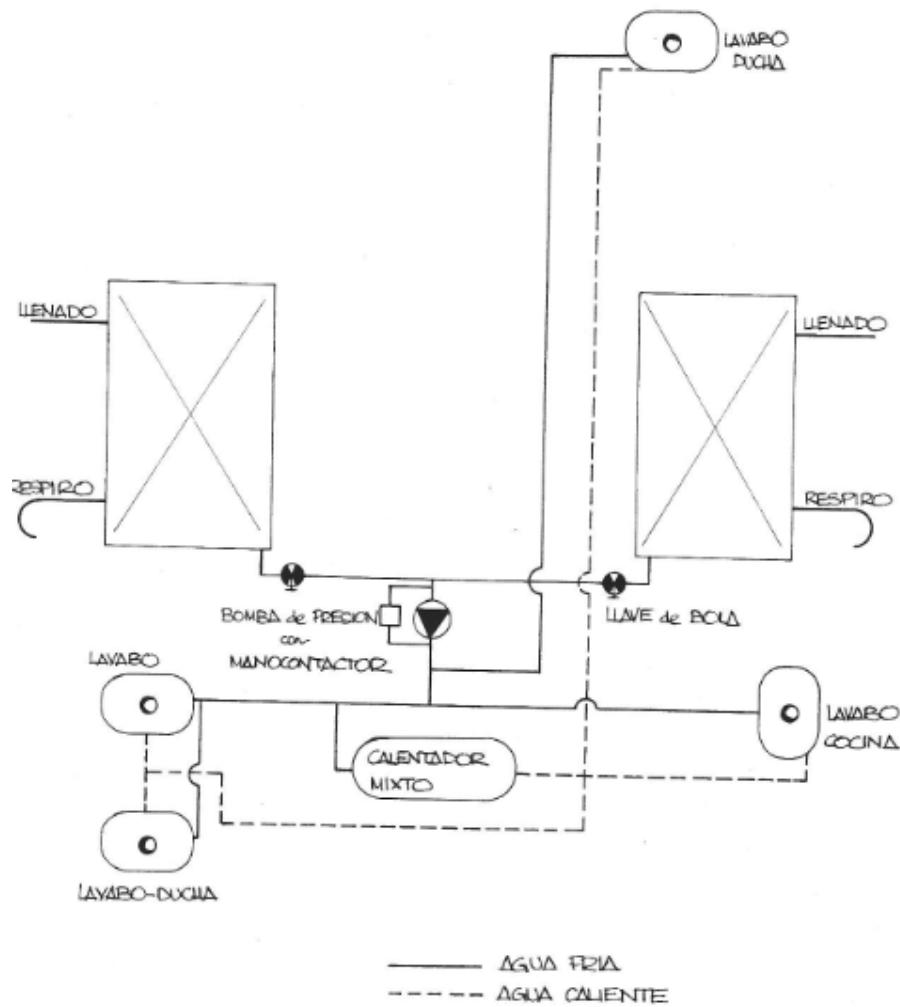


7.- ELEMENTOS DE SALVAMENTO Y CONTRAINCENDIOS

8.- DATOS GEÓMETRICOS DEL VELAMEN

9.- SERVICIO DE AGUA DULCE

La embarcación cuenta con un circuito de agua dulce calinete y fría, según el esquema adjunto:



10.- CURVAS HIDROSTÁTICAS

REBELDE CON APENDICES

TRIMADO= 0

Fixed Trim = 0 m (+ve by stern)

Relative Density (specific gravity) = 1,026; (Density = 1,026 tonne/m^3)

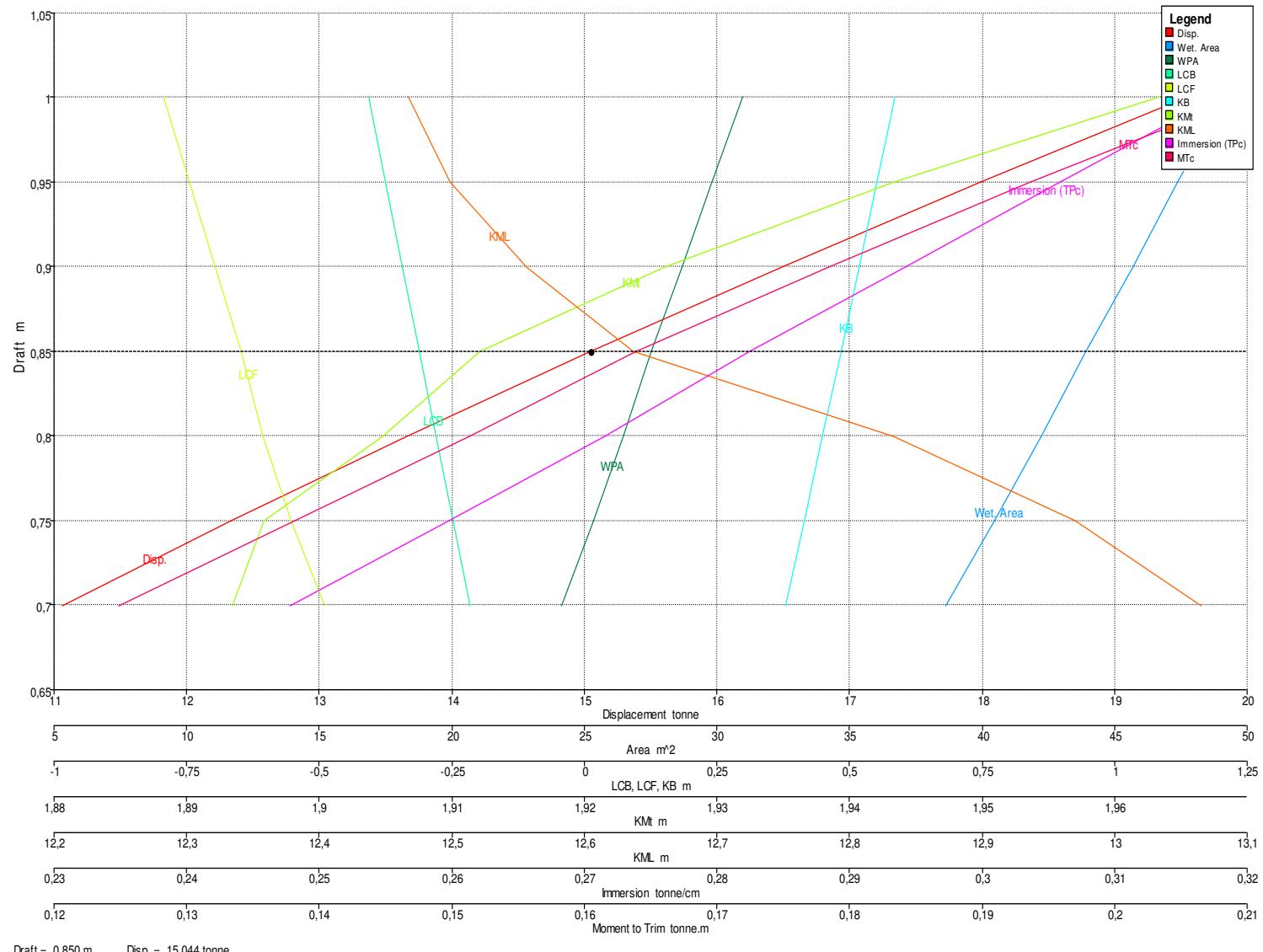
Draft Amidsh. m	0,700	0,750	0,800	0,850
Displacement tonne	11,06	12,33	13,66	15,04
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,700	0,750	0,800	0,850
Draft at AP m	0,700	0,750	0,800	0,850
Draft at LCF m	0,700	0,750	0,800	0,850
Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000	0,000
WL Length m	11,188	11,231	11,275	11,319
WL Beam m	3,363	3,438	3,513	3,588
Wetted Area m^2	38,644	40,462	42,243	43,920
Waterpl. Area m^2	24,148	25,323	26,460	27,532
Prismatic Coeff.	0,445	0,458	0,470	0,482
Block Coeff.	0,145	0,154	0,162	0,170
Midship Area Coeff.	0,327	0,336	0,345	0,353
Waterpl. Area Coeff.	0,642	0,656	0,668	0,678
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,216	-0,248	-0,280	-0,311
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,489	-0,553	-0,607	-0,647
KB m	0,379	0,415	0,450	0,484
KG m	0,840	0,840	0,840	0,840
BMT m	1,515	1,481	1,455	1,428
BML m	12,687	12,556	12,384	12,153
GMT m	1,053	1,056	1,065	1,072
GML m	12,225	12,130	11,994	11,797
KMT m	1,893	1,896	1,905	1,912
KML m	13,065	12,970	12,834	12,637
Immersion (TPc) tonne/cm	0,248	0,260	0,271	0,282
MTc tonne.m	0,125	0,138	0,151	0,164
RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	0,203	0,227	0,254	0,281
Max deck inclination deg	0,0	0,0	0,0	0,0
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0	0,0	0,0	0,0

REBELDE CON APENDICES

TRIMADO= 0

Draft Amidsh. m	0,900	0,950	1,000
Displacement tonne	16,49	17,99	19,55
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,900	0,950	1,000
Draft at AP m	0,900	0,950	1,000
Draft at LCF m	0,900	0,950	1,000
Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000
WL Length m	11,363	11,407	11,591
WL Beam m	3,663	3,738	3,812
Wetted Area m^2	45,683	47,358	49,157
Waterpl. Area m^2	28,672	29,817	30,976
Prismatic Coeff.	0,493	0,503	0,507
Block Coeff.	0,178	0,185	0,190
Midship Area Coeff.	0,361	0,368	0,374
Waterpl. Area Coeff.	0,689	0,699	0,701
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,343	-0,375	-0,407
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,697	-0,745	-0,793
KB m	0,518	0,552	0,586
KG m	0,840	0,840	0,840
BMT m	1,408	1,391	1,377
BML m	12,038	11,946	11,881
GMT m	1,086	1,103	1,123
GML m	11,717	11,659	11,627
KMT m	1,926	1,943	1,963
KML m	12,557	12,499	12,467
Immersion (TPc) tonne/cm	0,294	0,306	0,318
MTc tonne.m	0,178	0,194	0,210
RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	0,313	0,346	0,383
Max deck inclination deg	0,0	0,0	0,0
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0	0,0	0,0

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VELERO "REBELDE"



REBELDE CON APENDICES

TRIMADO= -0,1 pr

Fixed Trim = -0,1 m (+ve by stern)

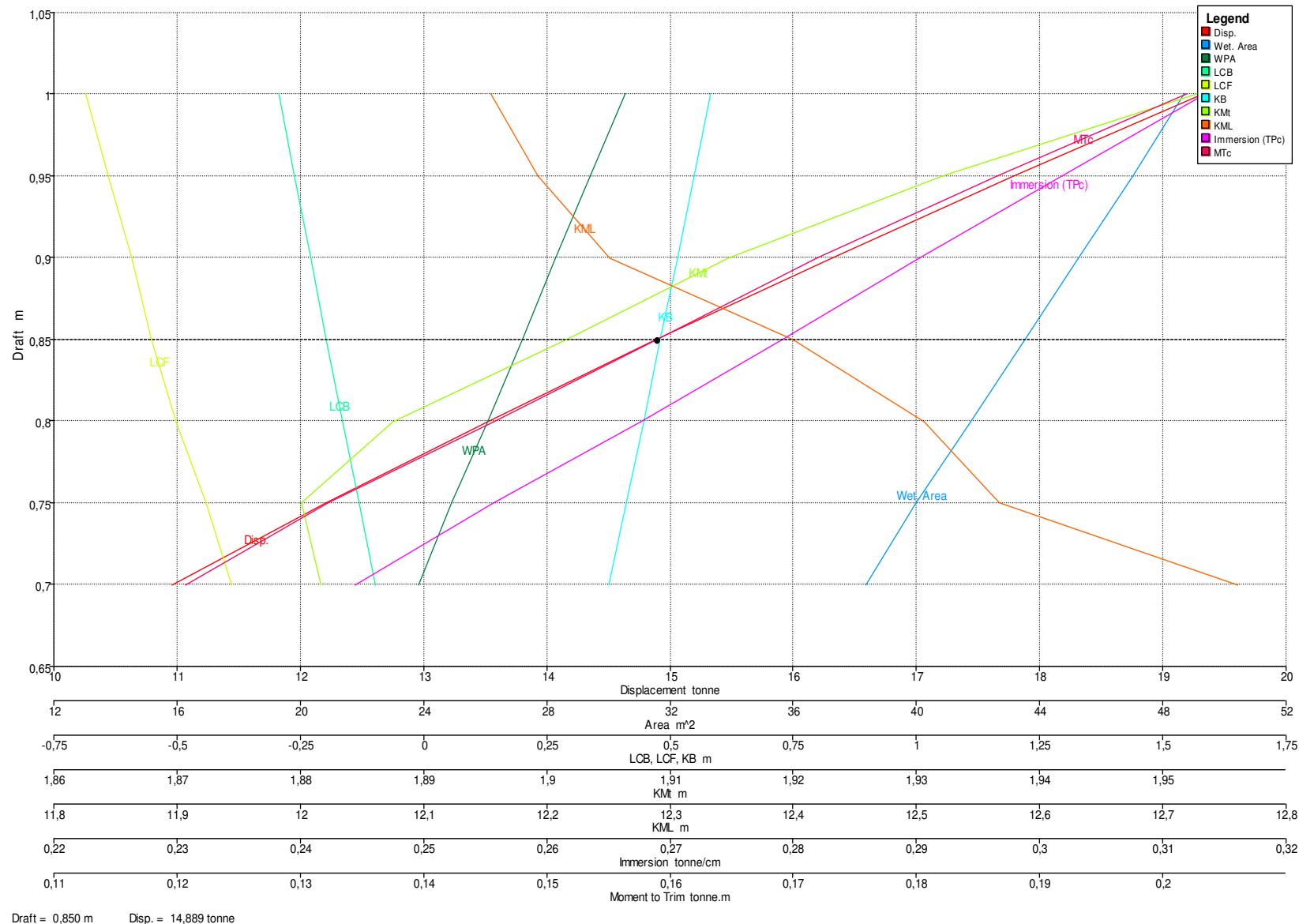
Relative Density (specific gravity) = 1,026; (Density = 1,026 tonne/m^3)

	0,700	0,750	0,800	0,850
Draft Amidsh. m	0,700	0,750	0,800	0,850
Displacement tonne	10,96	12,21	13,52	14,89
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,750	0,800	0,850	0,900
Draft at AP m	0,650	0,700	0,750	0,800
Draft at LCF m	0,696	0,746	0,795	0,845
Trim (+ve by stern) m	-0,100	-0,100	-0,100	-0,100
WL Length m	11,231	11,276	11,320	11,364
WL Beam m	3,353	3,428	3,504	3,579
Wetted Area m^2	38,360	39,995	41,770	43,536
Waterpl. Area m^2	23,827	24,919	26,083	27,208
Prismatic Coeff.	0,442	0,454	0,466	0,478
Block Coeff.	0,144	0,152	0,160	0,168
Midship Area Coeff.	0,326	0,336	0,344	0,352
Waterpl. Area Coeff.	0,633	0,645	0,658	0,669
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,097	-0,131	-0,164	-0,197
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,390	-0,441	-0,501	-0,552
KB m	0,376	0,412	0,447	0,481
KG m	0,840	0,840	0,840	0,840
BMT m	1,505	1,468	1,441	1,421
BML m	12,385	12,155	12,060	11,918
GMT m	1,043	1,041	1,049	1,063
GML m	11,922	11,728	11,668	11,561
KMT m	1,882	1,880	1,887	1,902
KML m	12,761	12,567	12,507	12,399
Immersion (TPC) tonne/cm	0,244	0,256	0,268	0,279
MTc tonne.m	0,121	0,132	0,146	0,159
RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	0,199	0,222	0,248	0,276
Max deck inclination deg	0,5	0,5	0,5	0,5
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VELERO "REBELDE"

Draft Amidsh. m	0,900	0,950	1,000
Displacement tonne	16,31	17,79	19,33
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,950	1,000	1,050
Draft at AP m	0,850	0,900	0,950
Draft at LCF m	0,895	0,944	0,994
Trim (+ve by stern) m	-0,100	-0,100	-0,100
WL Length m	11,409	11,453	11,497
WL Beam m	3,654	3,730	3,805
Wetted Area m^2	45,252	47,013	48,699
Waterpl. Area m^2	28,286	29,418	30,557
Prismatic Coeff.	0,488	0,498	0,508
Block Coeff.	0,175	0,183	0,189
Midship Area Coeff.	0,360	0,367	0,374
Waterpl. Area Coeff.	0,678	0,689	0,698
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,230	-0,262	-0,294
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,592	-0,640	-0,686
KB m	0,515	0,548	0,582
KG m	0,840	0,840	0,840
BMT m	1,400	1,384	1,371
BML m	11,737	11,644	11,572
GMT m	1,077	1,095	1,116
GML m	11,414	11,355	11,317
KMT m	1,915	1,932	1,953
KML m	12,252	12,193	12,154
Immersion (TPc) tonne/cm	0,290	0,302	0,314
MTc tonne.m	0,172	0,187	0,202
RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	0,307	0,340	0,376
Max deck inclination deg	0,5	0,5	0,5
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,5	-0,5	-0,5

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VELERO "REBELDE"



REBELDE CON APENDICES

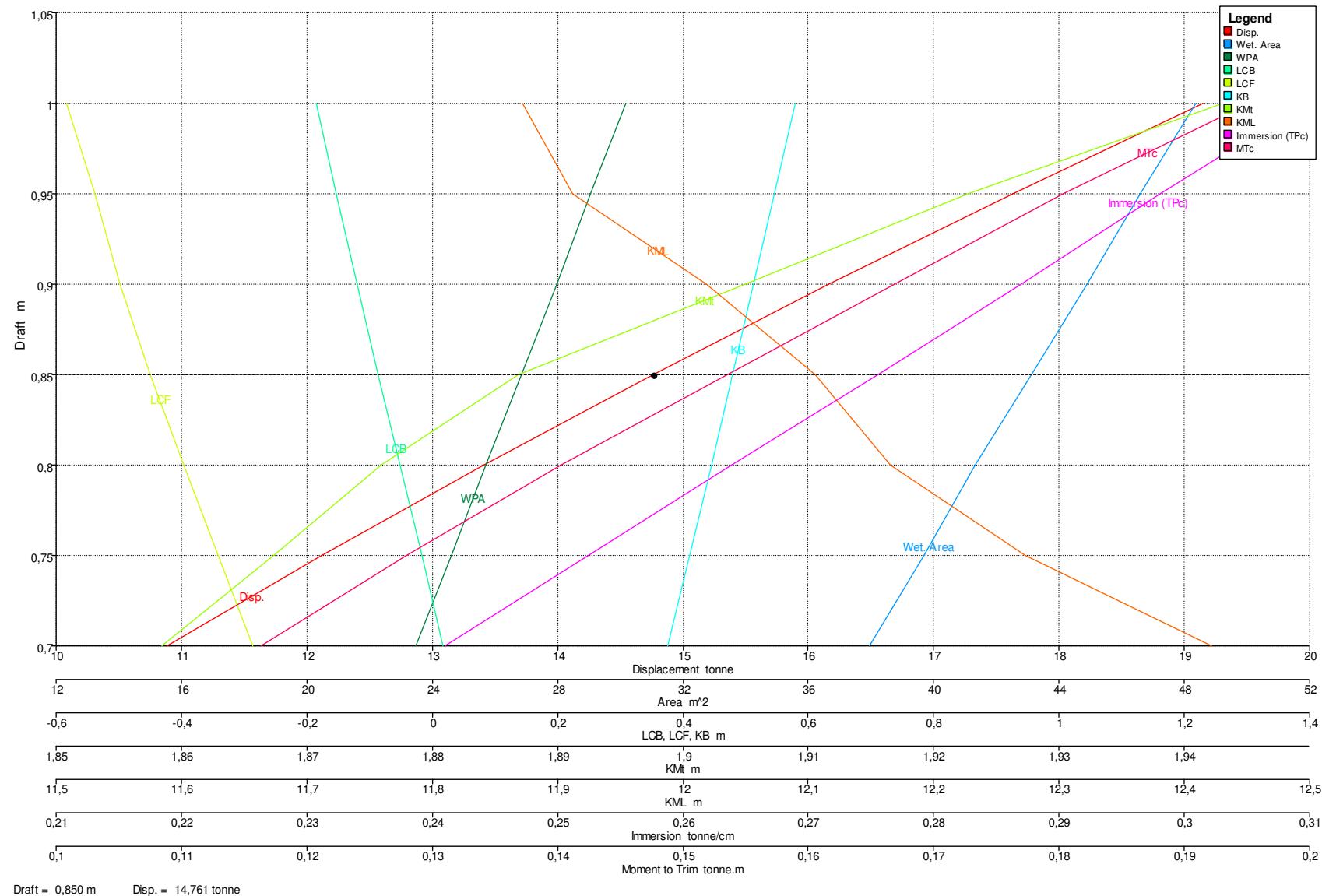
TRIMADO= -0,2 pr

Fixed Trim = -0,2 m (+ve by stern)

Relative Density (specific gravity) = 1,026; (Density = 1,026 tonne/m^3)

Draft Amidsh. m	0,700	0,750	0,800	0,850
Displacement tonne	10,88	12,12	13,41	14,76
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,800	0,850	0,900	0,950
Draft at AP m	0,600	0,650	0,700	0,750
Draft at LCF m	0,695	0,744	0,793	0,842
Trim (+ve by stern) m	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200
WL Length m	11,27 7	11,321	11,366	11,411
WL Beam m	3,347	3,422	3,498	3,573
Wetted Area m^2	37,96 3	39,682	41,338	43,119
Waterpl. Area m^2	23,49 0	24,602	25,720	26,855
Prismatic Coeff.	0,439	0,452	0,463	0,474
Block Coeff.	0,142	0,151	0,159	0,166
Midship Area Coeff.	0,325	0,335	0,344	0,352
Waterpl. Area Coeff.	0,622	0,635	0,647	0,659
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0,018	-0,017	-0,051	-0,086
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,287	-0,342	-0,396	-0,450
KB m	0,376	0,411	0,445	0,479
KG m	0,840	0,840	0,840	0,840
BMt m	1,483	1,457	1,431	1,408
BML m	12,04 5	11,862	11,721	11,626
GMt m	1,018	1,028	1,037	1,048
GML m	11,58 1	11,433	11,327	11,267
KMt m	1,858	1,867	1,876	1,887
KML m	12,42 1	12,273	12,166	12,105
Immersion (TPc) tonne/cm	0,241	0,252	0,264	0,276
MTc tonne.m	0,116	0,128	0,140	0,154
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0,193	0,217	0,243	0,270
Max deck inclination deg	1,1	1,1	1,1	1,1
Trim angle (+ve by stern) deg	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VELERO "REBELDE"



REBELDE CON APENDICES

TRIMADO= 0,1 pp

Fixed Trim = 0,1 m (+ve by stern)

Relative Density (specific gravity) = 1,026; (Density = 1,026 tonne/m^3)

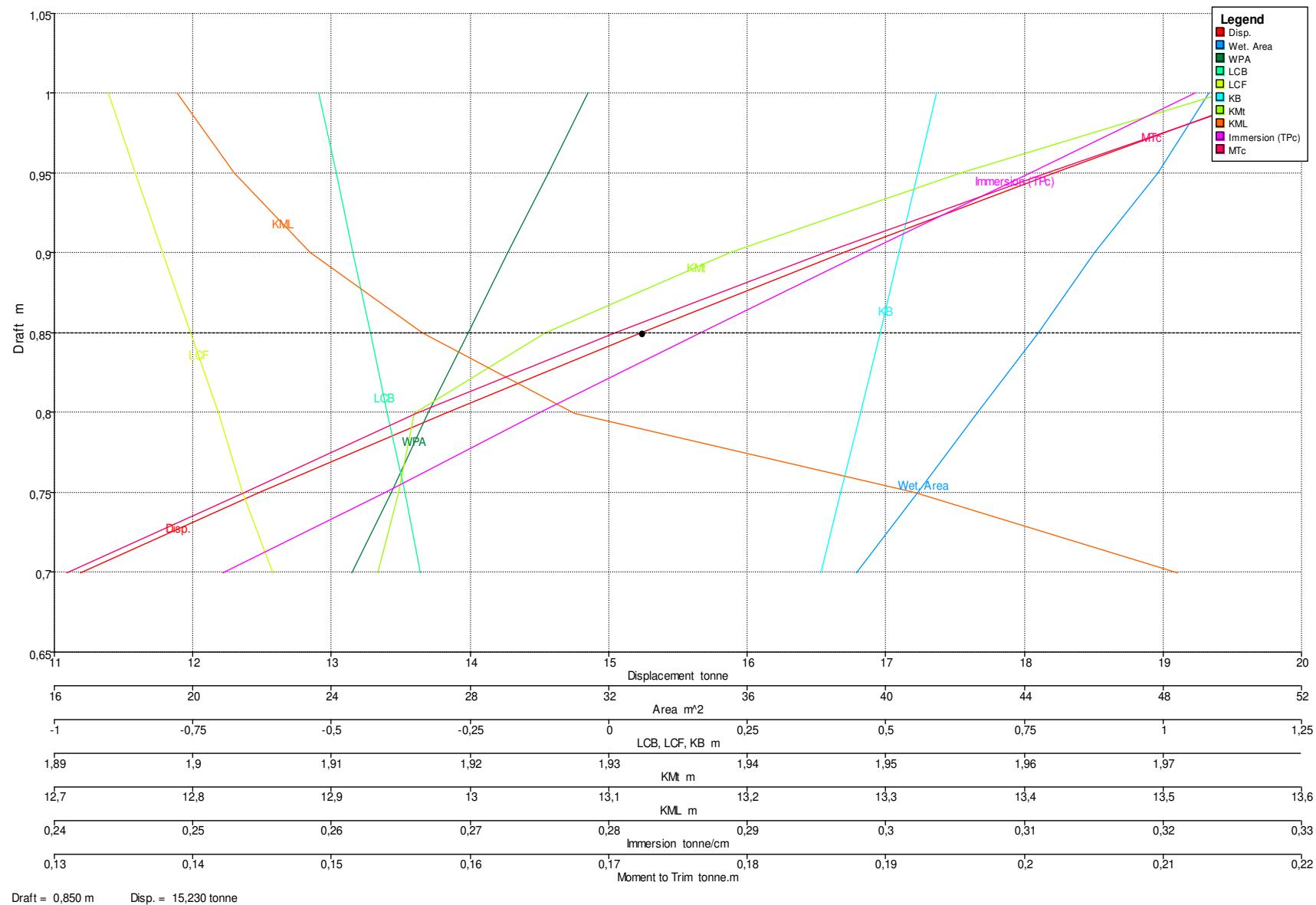
Draft Amidsh. m	0,700	0,750	0,800	0,850
Displacement tonne	11,19	12,48	13,82	15,23
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,650	0,700	0,750	0,800
Draft at AP m	0,750	0,800	0,850	0,900
Draft at LCF m	0,706	0,756	0,806	0,857
Trim (+ve by stern) m	0,100	0,100	0,100	0,100
WL Length m	11,14 5	11,189	11,233	11,276
WL Beam m	3,375	3,450	3,525	3,600
Wetted Area m^2	39,14 2	40,918	42,629	44,402
Waterpl. Area m^2	24,57 8	25,716	26,792	27,938
Prismatic Coeff.	0,449	0,462	0,475	0,487
Block Coeff.	0,145	0,154	0,163	0,171
Midship Area Coeff.	0,328	0,337	0,346	0,354
Waterpl. Area Coeff.	0,653	0,666	0,677	0,688
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,339	-0,368	-0,399	-0,429
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,605	-0,661	-0,703	-0,755
KB m	0,383	0,419	0,454	0,489
KG m	0,840	0,840	0,840	0,840
BMt m	1,530	1,496	1,462	1,436
BML m	13,12 7	12,902	12,621	12,477
GMt m	1,070	1,071	1,072	1,081
GML m	12,66 7	12,477	12,231	12,122
KMt m	1,913	1,915	1,916	1,925
KML m	13,51 1	13,321	13,075	12,966
Immersion (TPc) tonne/cm	0,252	0,264	0,275	0,287
MTc tonne.m	0,131	0,144	0,156	0,170
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0,209	0,233	0,259	0,287
Max deck inclination deg	0,5	0,5	0,5	0,5
Trim angle (+ve by stern) deg	0,5	0,5	0,5	0,5

Draft Amidsh. m	0,900	0,950	1,000
-----------------	-------	-------	-------

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VELERO "REBELDE"

Displacement tonne	16,69	18,22	19,80
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,850	0,900	0,950
Draft at AP m	0,950	1,000	1,050
Draft at LCF m	0,907	0,958	1,008
Trim (+ve by stern) m	0,100	0,100	0,100
WL Length m	11,320	11,527	11,772
WL Beam m	3,675	3,749	3,824
Wetted Area m^2	46,038	47,865	49,321
Waterpl. Area m^2	29,090	30,251	31,416
Prismatic Coeff.	0,498	0,502	0,503
Block Coeff.	0,178	0,183	0,187
Midship Area Coeff.	0,361	0,368	0,375
Waterpl. Area Coeff.	0,699	0,700	0,698
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,461	-0,492	-0,523
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,805	-0,854	-0,902
KB m	0,524	0,558	0,592
KG m	0,840	0,840	0,840
BMT m	1,415	1,397	1,383
BML m	12,361	12,272	12,197
GMt m	1,095	1,111	1,130
GML m	12,040	11,985	11,944
KMt m	1,939	1,955	1,974
KML m	12,884	12,830	12,789
Immersion (TPc) tonne/cm	0,298	0,310	0,322
MTc tonne.m	0,186	0,202	0,218
RM at 1deg = GMtDisp.sin(1) tonne.m	0,319	0,353	0,390
Max deck inclination deg	0,5	0,5	0,5
Trim angle (+ve by stern) deg	0,5	0,5	0,5

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VELERO "REBELDE"



REBELDE CON APENDICES

TRIMADO= 0,2 pp

Fixed Trim = 0,2 m (+ve by stern)

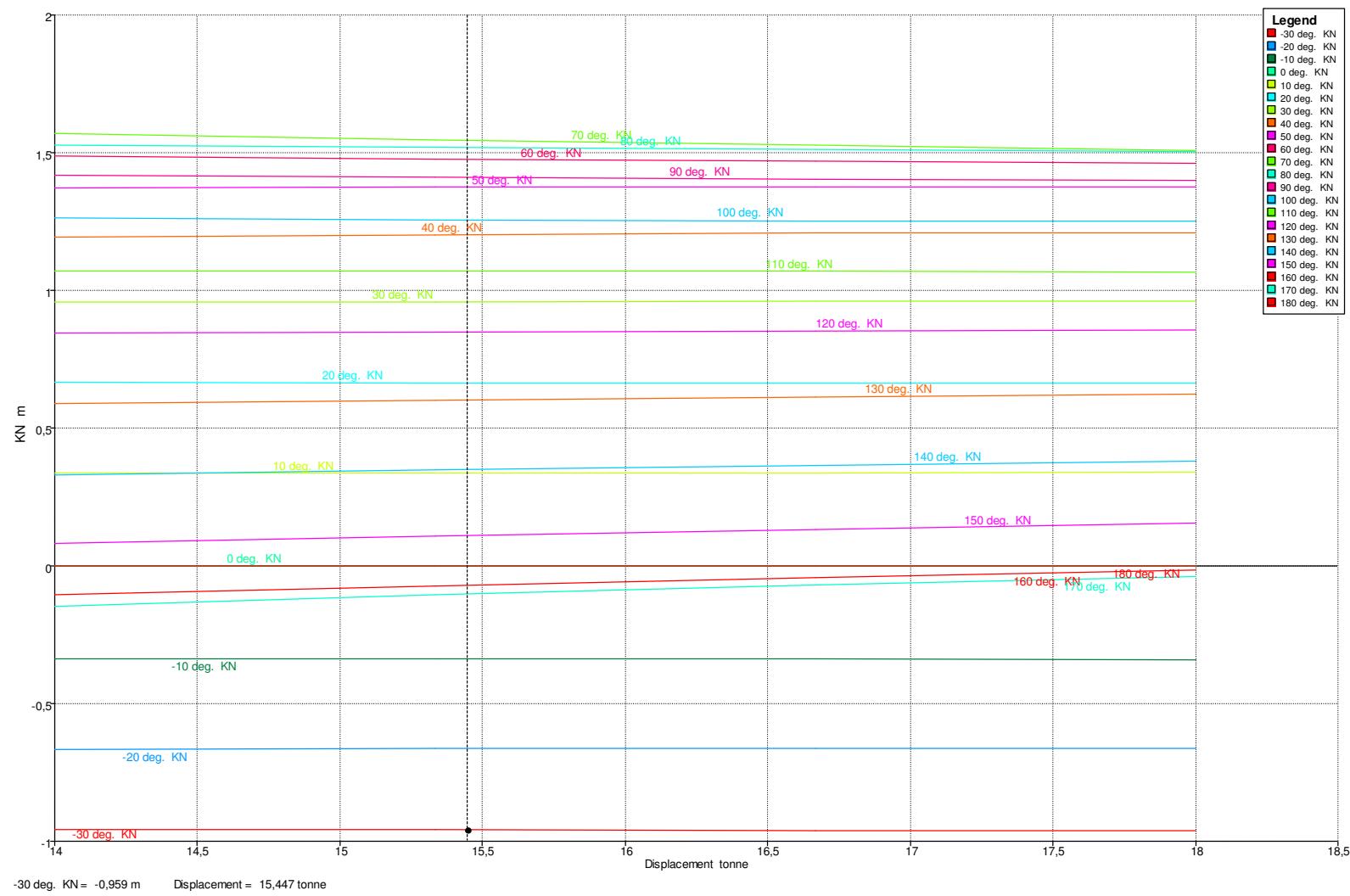
Relative Density (specific gravity) = 1,026; (Density = 1,026 tonne/m^3)

Draft Amidsh. m	0,700	0,750	0,800	0,850
Displacement tonne	11,34	12,65	14,02	15,45
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,600	0,650	0,700	0,750
Draft at AP m	0,800	0,850	0,900	0,950
Draft at LCF m	0,713	0,764	0,815	0,866
Trim (+ve by stern) m	0,200	0,200	0,200	0,200
WL Length m	11,105	11,148	11,191	11,235
WL Beam m	3,387	3,462	3,537	3,612
Wetted Area m^2	39,599	41,326	43,097	44,759
Waterpl. Area m^2	24,965	26,065	27,218	28,375
Prismatic Coeff.	0,454	0,468	0,481	0,493
Block Coeff.	0,146	0,155	0,163	0,172
Midship Area Coeff.	0,329	0,338	0,346	0,354
Waterpl. Area Coeff.	0,664	0,675	0,688	0,699
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,464	-0,492	-0,521	-0,551
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,712	-0,759	-0,813	-0,865
KB m	0,389	0,425	0,461	0,496
KG m	0,840	0,840	0,840	0,840
BMT m	1,543	1,502	1,470	1,444
BML m	13,461	13,152	12,969	12,820
GMT m	1,083	1,078	1,082	1,090
GML m	13,001	12,728	12,580	12,466
KMT m	1,932	1,927	1,931	1,940
KML m	13,850	13,577	13,430	13,316
Immersion (TPC) tonne/cm	0,256	0,267	0,279	0,291
MTc tonne.m	0,136	0,149	0,163	0,178
RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	0,214	0,238	0,265	0,294
Max deck inclination deg	1,1	1,1	1,1	1,1
Trim angle (+ve by stern) deg	1,1	1,1	1,1	1,1

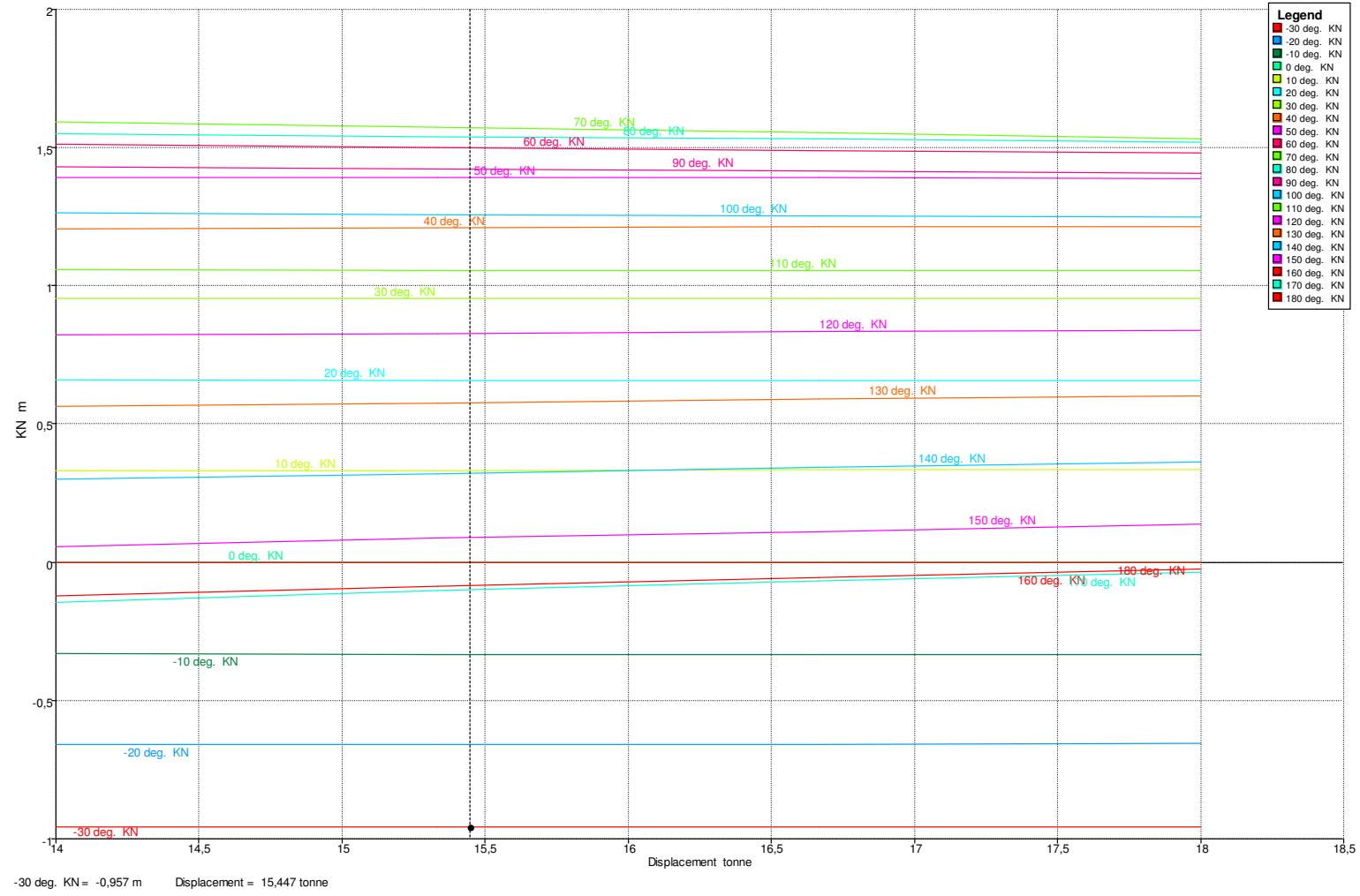
PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VELERO "REBELDE"

Draft Amidsh. m	0,900	0,950	1,000
Displacement tonne	16,93	18,48	20,09
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,800	0,850	0,900
Draft at AP m	1,000	1,050	1,100
Draft at LCF m	0,917	0,968	1,019
Trim (+ve by stern) m	0,200	0,200	0,200
WL Length m	11,466	11,718	11,971
WL Beam m	3,686	3,761	3,836
Wetted Area m^2	46,313	48,042	49,817
Waterpl. Area m^2	29,549	30,725	31,905
Prismatic Coeff.	0,497	0,498	0,500
Block Coeff.	0,177	0,181	0,184
Midship Area Coeff.	0,362	0,369	0,375
Waterpl. Area Coeff.	0,699	0,697	0,695
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,581	-0,612	-0,642
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,918	-0,968	-1,017
KB m	0,531	0,565	0,599
KG m	0,840	0,840	0,840
BMt m	1,421	1,402	1,387
BML m	12,715	12,627	12,553
GMt m	1,101	1,116	1,134
GML m	12,395	12,341	12,301
KMt m	1,952	1,968	1,986
KML m	13,246	13,192	13,153
Immersion (TPc) tonne/cm	0,303	0,315	0,327
MTc tonne.m	0,194	0,211	0,228
RM at 1deg = GMtDisp.sin(1) tonne.m	0,326	0,360	0,398
Max deck inclination deg	1,1	1,1	1,1
Trim angle (+ve by stern) deg	1,1	1,1	1,1

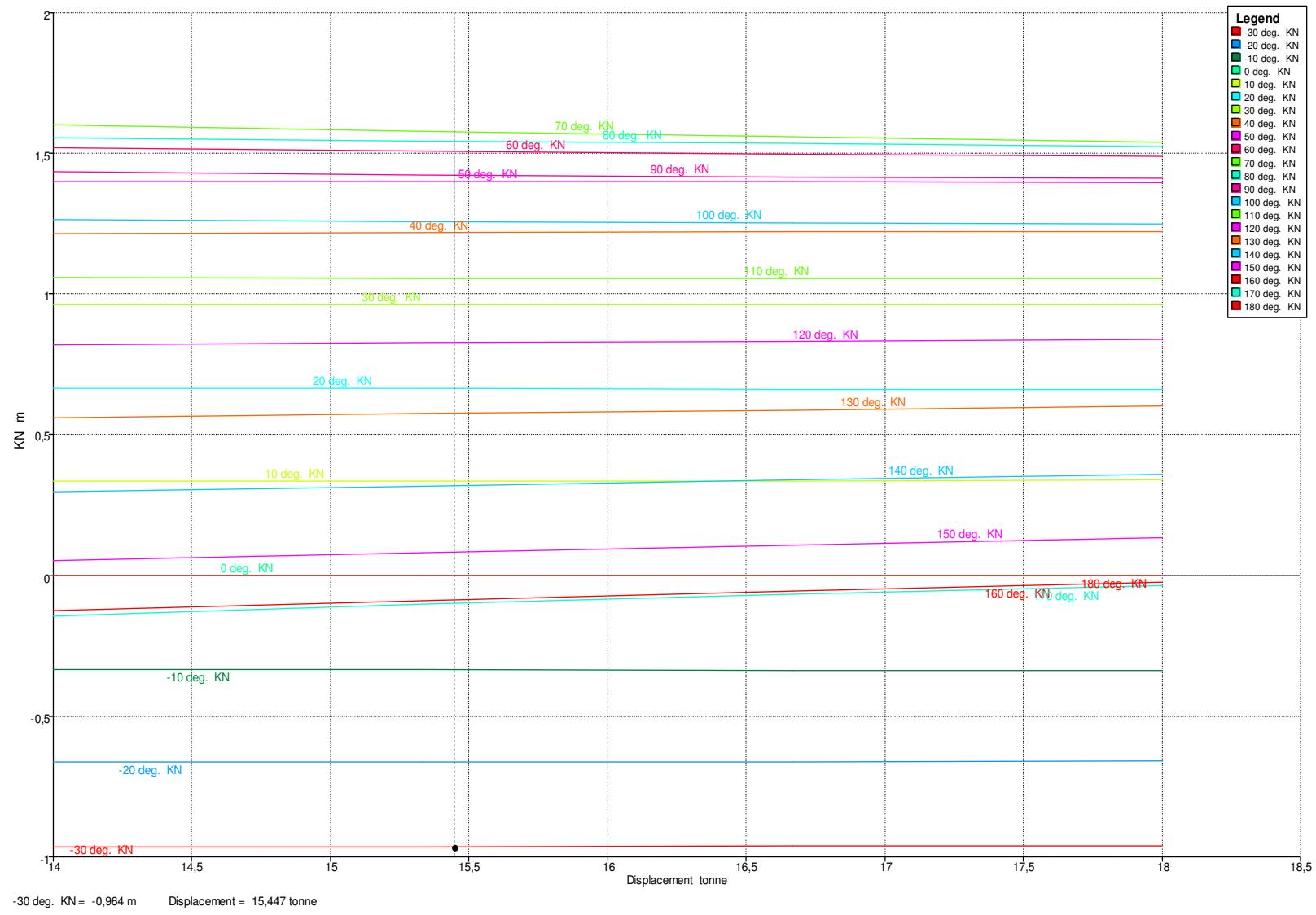
CURVAS KN TRIMADO 0



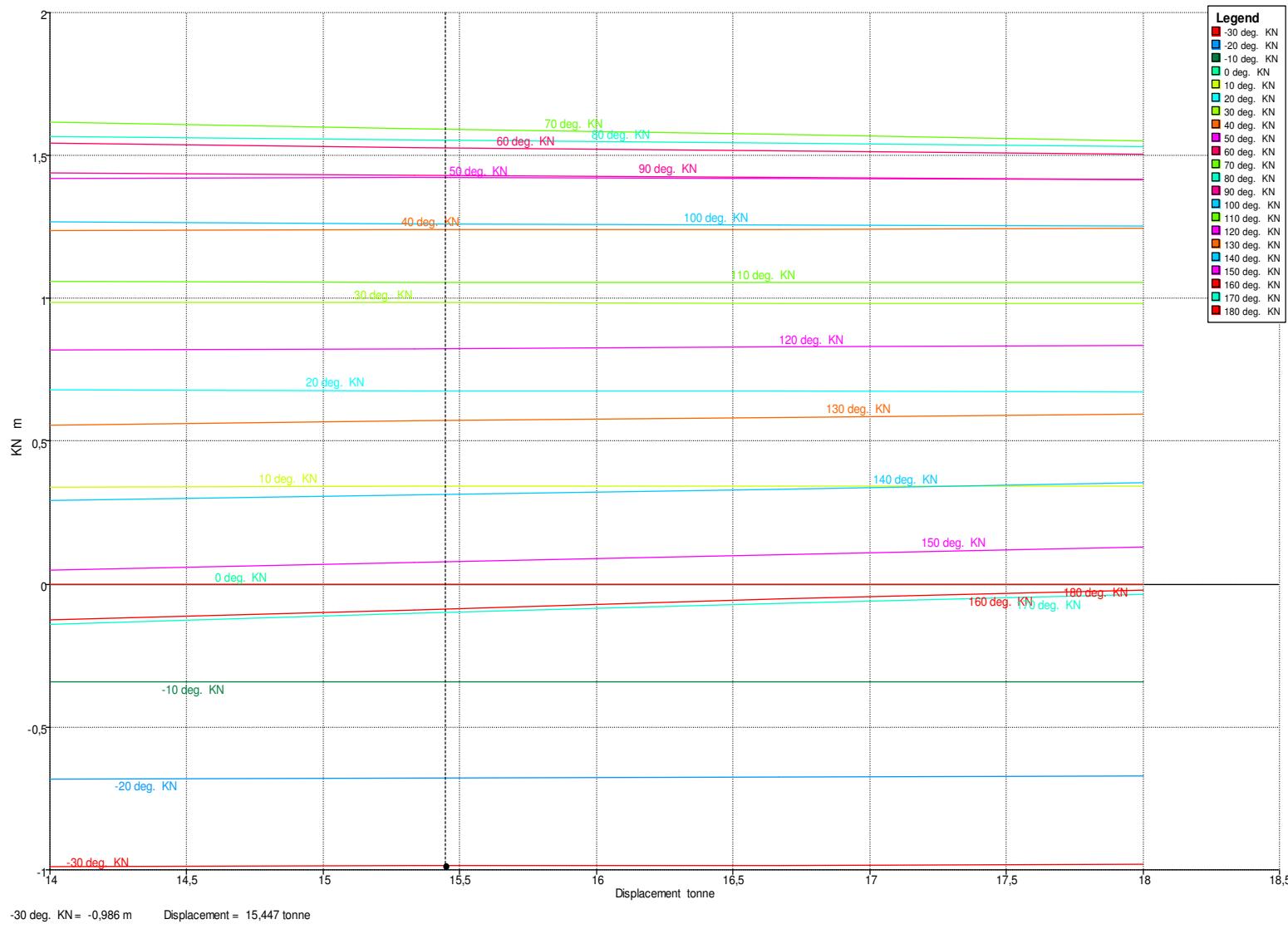
CURVAS KN TRIMADO -0,2

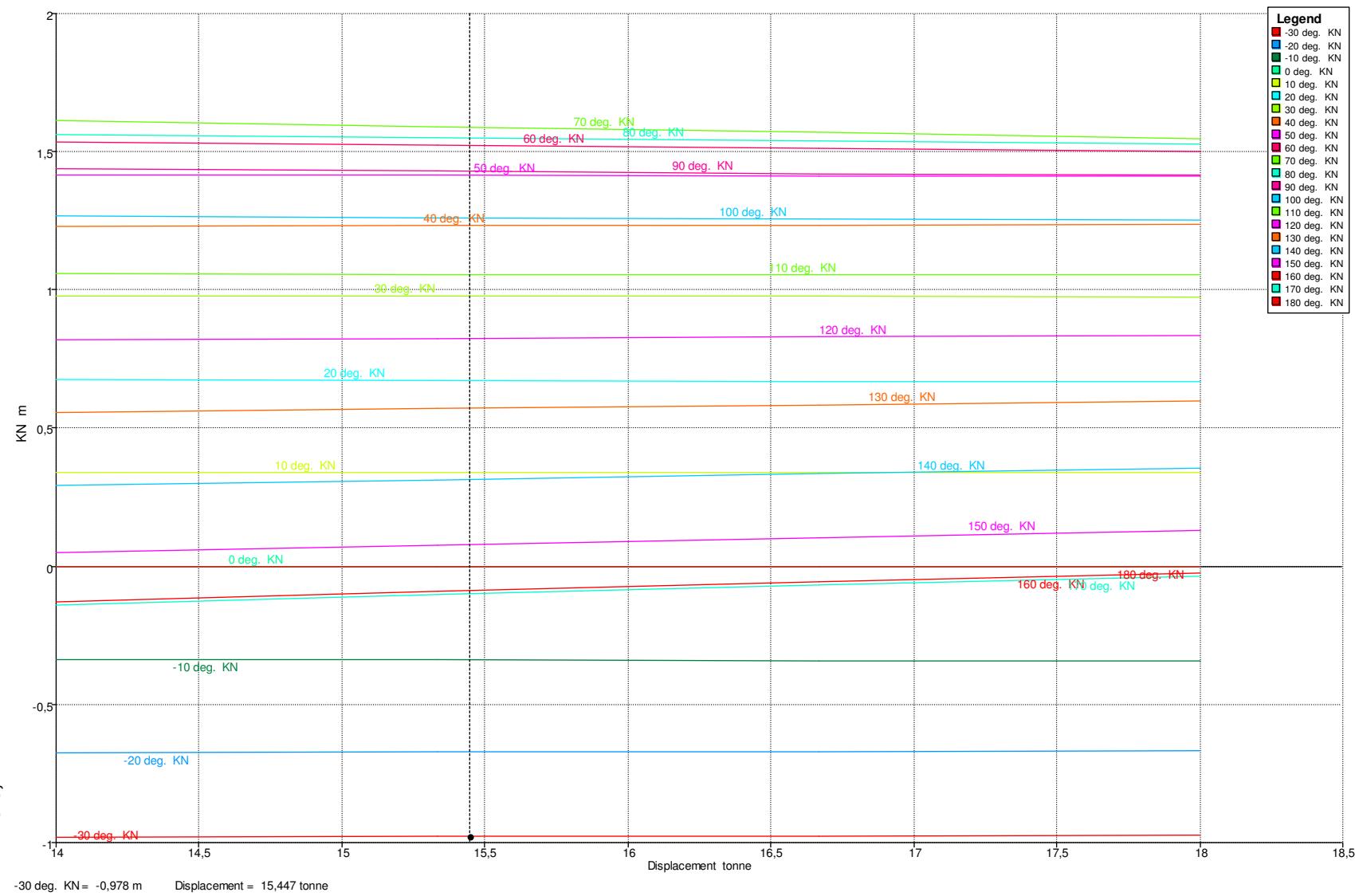


CURVAS KN TRIMADO -0,1



CURVAS KN TRIMADO 0,2



CURVAS KN
TRIMADO 0,1

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL VELERO "REBELDE"