

**Examen tipo CIACN-0608 de Teoría de Buque de la Generalitat de Cataluña para Capitán de Yate**

**Autor: Pablo González de Villaumbrosia García. 03.04.2009**

**Problema nº 1**

Se dispone de las tablas hidrostáticas del yate Calafat, para el cual se desea realizar una prueba de estabilidad con el objeto de conocer el KG en rosca real del yate, el cual se encuentra flotando con calado medio 2,50 m y asiento nulo antes de cargar el peso escorante.

Sabiendo que se dispone de un peso escorante de 4,5 toneladas que se deja en crujía a una altura sobre la base de 3 m, el cual podrá trasladarse transversalmente una distancia de 4 m, y que este peso escorante se dispone de modo que el buque tenga asiento nulo:

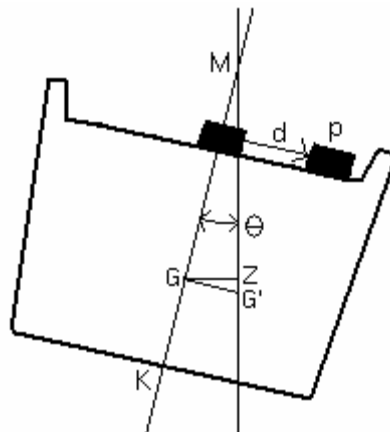
- a) Hallar el brazo adrizante, GZ, del yate en la condición de la experiencia con el peso trasladado (1P)
- b) Hallar la altura metacéntrica inicial, GM, del yate en la condición de la experiencia, sabiendo que se obtuvo mediante uso de un péndulo una escora de  $2^\circ$  (1P)
- c) Hallar la altura del Centro de Gravedad, KG, sobre base del yate en la condición de la experiencia. (1P)
- d) Sabiendo que el yate en la condición de experiencia tenía a bordo, además del escorante, 4 personas (0,3 toneladas) situados a 4 m sobre la base, y que los tanques se encontraban vacíos, determinar el desplazamiento en rosca y la altura del Centro de Gravedad, KG, sobre la base del yate, en la condición de rosca. (1P)
- e) Razonar muy brevemente: al embarcar un peso sólido fijo a bordo (que no afecte el asiento) de qué depende que empeore o mejore la estabilidad del barco. (1P)

El yate embarca un peso de modo que su nuevo desplazamiento es de 350 toneladas y su altura del Centro de Gravedad  $KG=2,5$  m sobre la base. Utilizando las curvas KN dadas del yate:

- f) Determinar el brazo adrizante, GZ, del yate a  $30^\circ$  de escora. (1P)

SOLUCIÓN:

- a) En curvas hidrostáticas con  $C_m = \text{calado medio} = 2,50$  m  $\rightarrow D = \text{desplazamiento} = 329,8$  Tn



$$GG'_{\text{transversal}} = \frac{p \times d}{D + p} = \frac{4,5 \times 4}{329,8 + 4,5} = 0,0254 \text{ m}$$

$$GZ = GG' \times \cos \Theta = 0,254 \times \cos 2^\circ = 0,254 \text{ m.}$$

b)  $GM = \frac{GG'}{\tan \phi} = \frac{0,0254}{\tan 2^\circ} = 0,727 \text{ m.}$

- c) En curvas hidrostáticas con  $C_m = \text{calado medio} = 2,5 \text{ m}$
- $KC = \text{Ordenada del centro de carena desde la línea base} = 1,613 \text{ m}$
  - $RMT = \text{Radio metacéntrico transversal} = 2,373 \text{ m}$

Suponemos que el  $KM$  no cambia antes y después de la carga, o sea,

$KM = \text{altura metacentro sobre quilla} = KM_{\text{inicial}} = KM_{\text{final}}$

$$KM = KC + RMT = 1,613 + 2,373 = 3,986 \text{ m}$$

$$GM = \text{altura metacéntrica} = 0,727 = KM - KG$$

$$KG = 3,986 - 0,727 = 3,259 \text{ m}$$

d)

**Cálculo con desplazamientos relativos respecto al centro gravedad del yate**

$$KG_{\text{final}} = 3,259 = KG_{\text{rosca}} + \frac{4,5 \times (3 - KG_{\text{rosca}})}{329,8 + 4,5 + 0,3} + \frac{0,3 \times (4 - KG_{\text{rosca}})}{329,8 + 4,5 + 0,3}$$

De donde  $KG_{\text{rosca}} = 3,2619 \text{ m.}$

**Cálculo con matriz de pesos:**

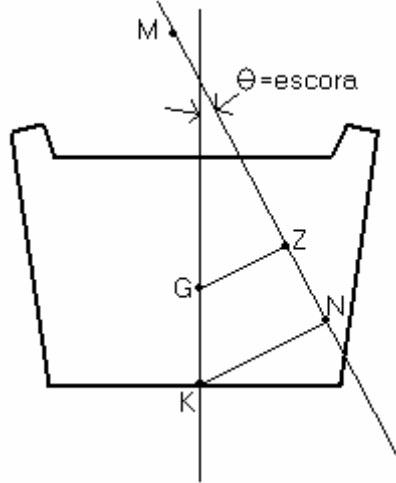
Concepto	Peso (Tn)	KG (m)	$\Sigma$ Mtos. verticales
Barco	329,8	KG rosca	$329,8 \times KG_{\text{rosca}}$
Carga 4,5 Tn	4,5	3	$4,5 \times 3$
Personas	0,3	4	$0,3 \times 4$
	334,6		$329,8 \times KG_{\text{rosca}} + 14,7$

$$KG_{\text{final}} = 3,259 = \frac{329,8 \times KG_{\text{rosca}} + 14,7}{334,6} \rightarrow KG_{\text{rosca}} = 3,2619 \text{ m.}$$

El resultado en ambos casos coincide

- e) Al embarcar un peso por encima del centro de gravedad, el valor de KG aumenta, y la altura metacéntrica GM disminuye, disminuyendo por tanto la estabilidad del barco. Al cargar un peso por debajo del centro de gravedad, pasa al revés, la estabilidad aumenta.

f)



$$GZ_{30} = KN_{30} - KG \times \sin 30^\circ, \text{ luego}$$

$$\text{En curvas pantocarenas con } D = \text{desplazamiento} = 350 \text{ Tn} \rightarrow KN_{30} = 1,97$$

$$GZ_{30} = KN_{30} - KG \times \sin 30^\circ = 1,97 - 2,5 \sin 30^\circ = 0,72 \text{ m}$$

## Problema nº 2

El capitán del yate Calafat quiere navegar con un asiento de 0,2 m. con un desplazamiento de 350 ton. y se encuentra inicialmente con calados iguales. La escora entre perpendiculares es de 36,5 m. Se dispone a bordo de un peso de 9,3 ton. situado inicialmente sobre la perpendicular del centro de flotación, que se ha de trasladar para obtener el asiento de 0,2 m. previsto:

- Encontrar la distancia "d" que se ha de trasladar el peso de 9,3 ton. para obtener el asiento de 0,2 m. (2P)
- Encontrar Calado a Proa (1P)
- Encontrar Calado a Popa (1P)

SOLUCIÓN:

- a) En tablas hidrostáticas para  $D=\text{desplazamiento}=350 \text{ Tn}$  encontramos:

$C_m = \text{calado medio} = 2,59 \text{ m}$

$X_{LA} = \text{Abcisa del Centro de Flotación desde la perpendicular de popa} = 17,369 \text{ m}$

$M_u = \text{Momento unitario en Toneladas metro por cambio de asiento de 1 cm} = 5,567 \text{ T x m/cm} = 556,7 \text{ T x m/m}$

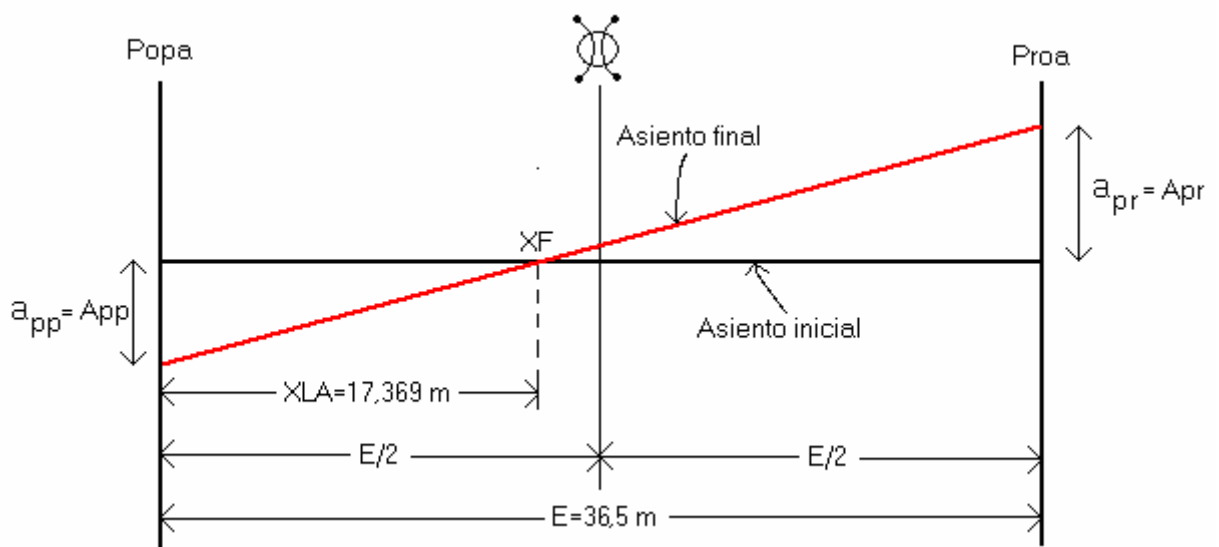
Puesto que inicialmente el yate tiene asiento nulo, los asientos de Popa y Proa coinciden con las alteraciones correspondientes.

$A_{\text{inicial}} = C_{pp} \text{ inicial} - C_{pr} \text{ inicial} = 0 \rightarrow C_{pp} \text{ inicial} = C_{pr} \text{ inicial} = C_m = 2,59 \text{ m.}$

$A = \text{asiento final} = C_{pp} - C_{pr} = A_{pp} + A_{pr}$

$C_{pp} = \text{calado a Popa}$

$C_{pr} = \text{calado a Proa}$



$a_{pp} = \text{alteración a Popa}$

$a_{pr} = \text{alteración a Proa}$

$a = \text{alteración total} = a_{pp} + a_{pr} = 0,2 \text{ m}$

$$a \times \text{Mu} = p \times d \rightarrow 0,2 \times 556,7 = 9,3 \times d \rightarrow d = 11,97 \text{ m. hacia Popa}$$

**b)**  $A = \text{asiento final} = A_{pp} + A_{pr} = 0,2 \text{ m}$

$$A_{pp} = \text{asiento a Popa}$$

$$A_{pr} = \text{asiento a Proa}$$

De la figura anterior se desprende:

$$\frac{A_{pp}}{XLA} = \frac{A}{E} \rightarrow A_{pp} = A \times \frac{XLA}{E}$$

$$A_{pp} = 0,2 \times \frac{17,369}{36,5} = 0,09517 \text{ m}$$

$$C_{pr} = \text{calado a Proa} = C_m - A_{pr} = 2,59 - 0,09517 = 2,4948 \text{ m}$$

**c)**  $C_{pp} = \text{calado a Popa} = C_m + A_{pp} = 2,59 + 0,09517 = 2,6852 \text{ m}$

## Anexo

- Curvas hidrostáticas del yate Calafat

Calado medio m	D Tn	XC m	XLA m	KC m	RMT m	RML m	MOM 1 cm T x m/cm
2,48	325,4	19,082	17,352	1,602	2,395	57,895	5,393
2,49	327,6	19,07	17,353	1,608	2,384	57,663	5,409
2,5	329,8	19,058	17,354	1,613	2,373	57,434	5,425
2,51	332,1	19,046	17,355	1,619	2,363	57,209	5,441
2,52	334,3	19,034	17,356	1,625	2,352	56,984	5,458
2,53	336,5	19,022	17,358	1,631	2,342	56,757	5,473
2,54	338,8	19,011	17,36	1,637	2,331	56,531	5,489
2,55	341	18,999	17,361	1,643	2,321	56,309	5,504
2,56	343,2	18,988	17,363	1,649	2,311	56,089	5,52
2,57	345,5	18,977	17,365	1,655	2,3	55,872	5,536
2,58	347,7	18,966	17,367	1,661	2,29	55,654	5,551
2,59	350	18,955	17,369	1,667	2,28	55,439	5,567
2,6	352,2	18,944	17,369	1,673	2,27	55,187	5,578
2,61	354,5	18,934	17,372	1,679	2,26	54,973	5,593
2,62	356,7	18,923	17,374	1,685	2,25	54,76	5,608
2,63	359	18,913	17,377	1,691	2,24	54,549	5,623
2,64	361,2	18,903	17,38	1,696	2,231	54,341	5,638
2,65	363,5	18,892	17,383	1,702	2,221	54,136	5,653
2,66	365,7	18,882	17,386	1,708	2,211	53,933	5,669
2,67	368	18,872	17,389	1,714	2,202	53,729	5,683
2,68	370,3	18,863	17,392	1,72	2,192	53,528	5,698

D=Desplazamiento

XC=Abcisa del Centro de Carena desde la perpendicular de popa

KC=Ordenada del centro de carena desde la línea base

XLA= Abcisa del Centro de Flotación desde la perpendicular de popa

RMT=Radio metacéntrico transversal

RML=Radio metacéntrico longitudinal

MOM 1 cm=Momento unitario en Toneladas metro por cambio de asiento de 1 cm

- Pantocarenas yate Calafat

D Tn	KN 5°	KN 10°	KN 15°	KN 20°	KN 25°	KN 30°	KN 40°
320	0,349	0,696	1,035	1,366	1,682	1,978	2,419
330	0,347	0,693	1,032	1,363	1,681	1,976	2,409
340	0,346	0,69	1,028	1,36	1,68	1,974	2,399
350	0,344	0,686	1,025	1,358	1,679	1,97	2,388
360	0,343	0,683	1,022	1,355	1,679	1,964	2,377
370	0,341	0,681	1,019	1,353	1,678	1,958	2,365