



ESTABILIDAD Y ESTIBA

LABORATORIO N° 2 - ARQUÍMEDES & CENTROS DE FLOTACIÓN

Instrucciones:

1. Este laboratorio se lleva a cabo en la Sala de Ingeniería ubicada en el patio de maniobras a un costado de la Sala de dibujo.
2. Antes de llegar, lea el procedimiento de laboratorio para familiarizarse con los pasos necesarios para completar el laboratorio.
3. Traiga este cuestionario y una calculadora al laboratorio.
4. El laboratorio se realizará en grupos pequeños de 2 o 3. Su instructor especificará si el grupo o cada persona debe presentar el laboratorio completo.
5. Siga las etapas del laboratorio en orden consecutivo. El laboratorio sigue un patrón de pensamiento lógico y avanzar sin completar las preguntas de la teoría de intervención limitará su comprensión de los conceptos cubiertos.
6. Para obtener una calificación completa, todo el trabajo debe durante el laboratorio. Escriba las ecuaciones generales utilizadas, la sustitución de números, despeje de unidades y respuestas finales.
7. Mantenga su estación de trabajo (incluido el piso) limpio y seco. Asegúrese de que todos los equipos y modelos vuelvan a su ubicación original cuando complete el laboratorio.

Información del Cadete

Nombre: Priscilla Jiménez Cortés

Curso: 3° LT

Fecha: 05/05/21



ESTABILIDAD Y ESTIBA

PRIMERA PARTE: PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES Y DETERMINACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO

1. Pese el modelo en la báscula y a continuación registre su peso.

Peso del modelo a escala (kg)	12,284 Kg
-------------------------------	-----------

Este peso corresponde al desplazamiento (Δ) del modelo. El resto de la Primera Parte del laboratorio verifica este peso usando dos técnicas diferentes.

Medición del desplazamiento mediante el peso del agua desplazada

Llene el tanque a un nivel justo por encima de la altura del drenaje y permita que el exceso de agua fluya al balde. Espere unos 5 minutos para que el agua deje de gotear. Vacíe el balde y asegúrese también de que la fuente metálica rectangular (bandeja) se encuentre vacía.

2. Pese la bandeja metálica y registre su peso en la tabla que se adjunta en el punto 3. a continuación.

Instale el trozo de manguera en el drenaje y coloque la bandeja sobre la pesa, de manera tal que toda el agua que se vierta por el drenaje sea recibido en la bandeja y pueda registrarse su peso sin desplazarla de lugar. Coloque lentamente el modelo dentro del tanque, utilizando las dos guías del estanque para mantener la posición de la proa y de la popa de modelo. Asegurándose de mantener el modelo en posición vertical.

En el caso de no poder colocar la pesa bajo la bandeja, considere que después del flujo inicial de agua, el agua remanente que gotee puede ser recibida en el balde plástico, mientras se coloca la bandeja metálica en la pesa.

Espere al menos 5 minutos para que el agua termine de gotear sobre la presa. Mientras espera, complete los pasos (4) a (7).

3. Vierta el agua del balde plástico en la bandeja y complete la tabla que se adjunta a continuación. Esta tabla solo requiere datos recopilados hasta este punto y la aplicación de los principios del curso (Arquímedes y equilibrio estático)

Peso de la bandeja metálica (kg)	1,232 Kg
Peso del agua y de la bandeja metálica (kg)	12,150 Kg + 1,232 Kg $\rightarrow$ 13,382 Kg
Peso del agua recolectada en la bandeja (kg)	12,150 Kg

Basándose en los datos recolectados, ¿cuáles serán los valores esperados para:

Magnitud de la Fuerza de Boyantes, F_b (kg)	12,150 Kg
Desplazamiento del modelo, Δ (kg)	12,150 Kg

$$F_b = \Delta$$

estático
en
equilibrio

*Un objeto parcial o totalmente sumergido en un fluido experimentará una fuerza vertical resultante igual en magnitud al peso del volumen de agua desplazado por el objeto.

→ esta fuerza se llama:
Fuerza de Boyantes

1 Pulg $\rightarrow$ 2,54 cm



ESTABILIDAD Y ESTIBA

4. Explique cómo llego al valor del desplazamiento del modelo.

Debido a que la Fuerza de Boyantéz es la fuerza vertical resultante igual en magnitud al peso del volumen de agua desplazado, y al medir la cantidad de agua desplazada dio 12,150 Kg, por lo que F_B es 12,150 Kg, luego el desplazamiento es igual a la F_B , es decir 12,150 Kg.

5. Lea cuidadosamente el calado de proa y el de popa a la altura de las respectivas perpendiculares, a ambas bandas. Retire el modelo del agua y asegurándose que el modelo está bien adrizado, mida la distancia desde la quilla a las marcas de proa y de popa. (Verifique con una regla que las marcas de calado coinciden con la quilla del modelo)

El calado medio (C_M) es el promedio entre el calado de proa y el calado de popa medidos en las respectivas perpendiculares. Use esta relación y sus observaciones del modelo flotando para completar los calados de la tabla continuación:

C Popa (cm)	8 cm
C Proa (cm)	9 cm
C Medio (cm)	8,5 cm
Asiento (cm)	1 cm

Proa - POPA $\rightarrow \frac{8+9}{2} = 8,5$

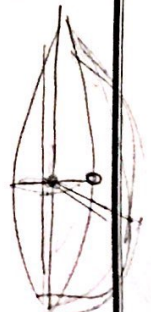
6. Retire el modelo del agua y utilizando el valor de C_M y asumiendo que el modelo es de una densidad uniforme, estime el valor y la posición de los siguientes centroides: Centro de Boyantéz (B) y Centro de Gravedad (G) para el modelo.

Nota: El centro de gravedad de un cuerpo homogéneo, como el del modelo utilizado, es el centro del volumen de ese objeto.

	Parámetro	Valor en Kg (Lb)
Desplazamiento	W (Δ)	12,150 Kg
	Parámetro	Valor en cm
Centroide		
Ubicación de la cuaderna maestra		45,9
Centro de Boyantes	KB (VCB)	4,25 cm
	TCB	0 cm
	LCB	0 cm
Centro de Gravedad	KG	8,5 cm
	TCG	0 cm
	LCG	0 cm

altura = 91,8 cm
 manga = 24,5 cm

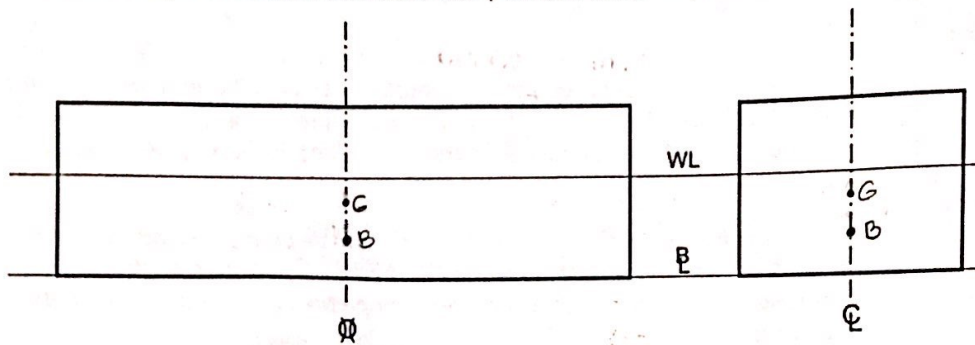
KB: ubicación vertical del centro de Boyantéz





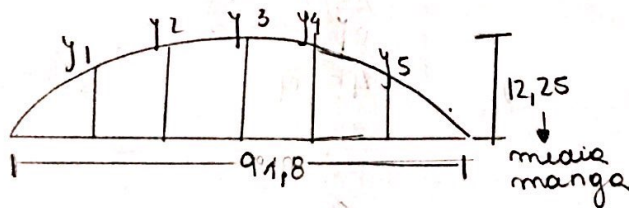
ESTABILIDAD Y ESTIBA

7. Para confirmar que comprende estas cantidades, marque el Centro de Boyantes (B) y el Centro de Gravedad (G) en las vistas del plano lateral y en el de secciones del cuerpo homogéneo que se muestra a continuación. Asegúrese de ubicar con precisión estos centros respecto de la línea de flotación. (Asúmallo adrizado y sin asiento)



Determinación del desplazamiento mediante el cálculo del volumen sumergido

8. Pese a que aún no es materia pasada, en el espacio a continuación calcule el área del plano de flotación del modelo utilizando la primera regla de Simpson (Capítulo 2 – 2.8.1 Teoría de la Primera regla de Simpson- 2.8.2 Aplicación de la 1ra Regla de Simpson- y 2.9.1 Área de Plano de Flotación). Para obtener el puntaje completo, asegúrese de incluir los siguientes pasos:
- El dibujo (croquis a mano alzada) del área que está calculando.
 - Escriba la ecuación general de la primera regla de Simpson.
 - Calcule el área del plano de flotación y destaque su respuesta en un cuadrado.



*eslora $\rightarrow$ 91,8 cm

$$h = \frac{\text{eslora}}{n \cdot \text{intervalo}} = \frac{91,8}{6} = 15,3 \text{ cm} = h$$

$$\text{Área Flotación} = \frac{1}{3} \cdot h \cdot \text{mancha completa}$$

$$\text{Área} = \frac{1}{3} \cdot 15,3 \cdot 441$$

Laboratorio N°2 Página 4 de 11

$$12,25 \times 1 = 12,25$$

$$12,25 \times 4 = 49$$

$$12,25 \times 2 = 24,5$$

$$12,25 \times 4 = 49$$

$$12,25 \times 2 = 24,5$$

$$12,25 \times 4 = 49$$

$$12,25 \times 1 = 12,25$$

$$220,5 \rightarrow \times 2$$

$$441$$

Porque en la mitad completa

$$c) \text{ Área Plano Flotación} = \frac{1}{3} \cdot 15,3 \cdot 441 = 2249,1 [\text{cm}^2]$$



Calado
Fuerza = 8,5m

ESTABILIDAD Y ESTIBA

91



$$V = \pi \cdot R^2 \cdot h$$

9. Ahora determine el volumen sumergido (∇) del modelo.

Nota: En el modelo asuma ambos costados verticales y calcule su volumen como si fuese un cilindro (Área x Altura)

$$\begin{aligned} & \rightarrow 2249,1 \times 8,5 \\ & = 19117,35 [\text{cm}^3] \end{aligned}$$

10. ¿Por qué no se puede utilizar esta técnica para calcular el volumen sumergido de un casco de buque normal?

~~NO SE PUEDE DEBIDO A LA DIFERENCIA ENTRE LA FORMA DEL CASCO Y DEL CILINDRO, MOTIVO POR EL CUAL EL AREA NO SE PUEDE PRECISAR.~~

11. Calcule la Fuerza de Boyantes del volumen sumergido y la densidad del agua en el estanque.

$$\begin{aligned} F_B &= d_{\text{fluido}} \cdot g \cdot \nabla \\ * F_B &= \Delta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \left(\frac{0,0052 [\text{m}^3] \cdot 1000 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot 10 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]}{F_B = 52 [\text{N}]} \right) \\ & F_B = \Delta \\ & 52 \text{ N} = 0,0052 [\text{m}^3] \cdot \rho \cdot 10 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \\ & 52 / 0,052 = 1000 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] = \rho_{\text{agua}} \end{aligned}$$

12. Ahora calcule el desplazamiento del cajón rectangular (Δ) del modelo

$$\begin{aligned} \Delta &= \rho_{\text{fluido}} \cdot g \cdot \nabla \\ \left(\frac{F_B = \Delta = 52 [\text{N}]}{52 [\text{N}]} = 5,2 \text{ kg} = \Delta \right) \end{aligned}$$

$$11) F_b = \nabla \cdot g \cdot \rho = 19117,35 [\text{cm}^3] \cdot 1 \left[\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right] \cdot 10 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$F_b = 191173,5 \left[\frac{\text{gr} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \right] \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}}$$

$$F_b = 191,1733 [\text{N}]$$

$$12) F_b - \Delta = 0$$

$$191,1733 - \Delta = 0$$

$$\Delta = 191,1733 [\text{N}]$$



ESTABILIDAD Y ESTIBA

Análisis de los resultados

13. A partir de las observaciones y cálculos que ha realizado, complete la siguiente tabla.
Calcule el porcentaje de error en cada una de las alternativas de cálculo de desplazamiento.

Técnica	Desplazamiento (Δ) Kg	Porcentaje de error	Explicación del error
Peso del modelo obtenido con la pesa.	12,284 Kg	N/A	N/A
Peso del agua desplazada por el modelo.	12,150 Kg	1,09 %	al elevarse la balsa puede haber caído un poco de agua, o talvez las gotas resbalaron.
Desplazamiento obtenido por regla de Simpson.	(5,2091 Kg) 191,74 / 10 = 19,174 Kg	(57,58 %) 56,05 %	la hpera utilizado fue un cilindro, no un cono
Desplazamiento del modelo obtenido por C_m y Curvas de Forma.	(10,5212 Kg) 10,4326 Kg	(11,35 %) 15,04 %	al trabajar en agua dulce, el desplazamiento fue mayor, lo que no ocurriría en el mar, donde debido a la mayor densidad el desplazamiento sería diferente

→ el grafico hizo para agua salada.

$$\% \text{ error} = \frac{\text{valor real} - \text{valor calculado}}{\text{valor real}} \cdot 100$$

$$\frac{12,284 - 12,150}{12,284} \cdot 100 = 1,09\%$$

$$\frac{12,284 - 5,2091}{12,284} \cdot 100 = 57,58\%$$

$$\frac{12,284 - 19,174}{12,284} \cdot 100 = 56,05\%$$



ESTABILIDAD Y ESTIBA

14. Explique ¿Cómo estos valores obtenidos permiten validar el Principio de Arquímedes y el principio de equilibrio estático?

Podemos validar el principio de Arquímedes mediante los datos obtenidos, ya que al realizar el experimento, se pudo notar que la cantidad de agua desplazada ^(volumen) era muy similar al valor del peso del buque, la que varió en muy pequeña cantidad siempre siendo un motivo posible la pérdida de agua por error humano, por tanto efectivamente un objeto sumergido en un fluido experimentará una fuerza resultante igual en magnitud al peso del volumen del agua desplazada. En cuanto al Principio del Equilibrio Estático, debido al empuje presente, se produce un equilibrio estático que permite que el buque se mantenga a flote.



ESTABILIDAD Y ESTIBA

SEGUNDA PARTE: POSICIÓN LONGITUDINAL DEL CENTRO DE FLOTACIÓN

15. Repita los datos obtenidos en la parte 1, párrafo 6.

Condición SIN carga		
C Popa (cm)	bb 8	Eb 8
C Proa (cm)	bb 9	Eb 9
C Medio (cm)	0,5	
Asiento (cm)	1	

16. Estime cualitativamente la posición del Centro de Flotación (F) del modelo a escala.

Encierre en un círculo una de las respuestas a continuación.

A proa de la cuaderna ☐ en la cuaderna ☐ a popa de la cuaderna ☒

Asegurándose de que tiene el balde listo para recibir el agua desplazada que salga del drenaje, agregue cuidadosamente un peso de 1 Kg al modelo en línea de crujía representada por el tornillo central de más a popa. Si el modelo se coloca inestable, utilice pesos más livianos que le serán proporcionados durante el laboratorio y registre como dato este nuevo peso.

17. Registre los nuevos calados en la tabla a continuación

Condición CON carga			1,32 Kg	3070g
	BB	EB	P1	P2
C Popa (cm)	0 cm	9	9	9
C Proa (cm)	0 cm	8,75	0,5	9
C Medio (cm)	0 cm	8,875	8,75	9
Asiento (cm)	0 cm	-0,25	0,5	0

18. Comparando los datos obtenidos del modelo antes y después de colocar el peso, ¿Cuál fue el cambio experimentado en el asiento?

$$\delta \text{ asiento} = (1 - 0 - 1 \text{ cm}) (-1 + 0,25) = -0,75$$

¿Por qué ha pasado esto? (Explíquelo en términos de fuerza y momento)

HA PASADO YA QUE SE APLICA FUERZA RESPECTO AL PIVOT, DONDE SE PUEDE VER LOS CAMBIOS DE ASIENTO

19. ¿Cómo se llama el punto donde después de agregar el peso en el modelo, no hubiese experimentado un cambio de asiento? ($\delta \text{ asiento} = 0 \text{ cm}$)

Centro de Flotación



ESTABILIDAD Y ESTIBA

20. Mediante "prueba y error", mueva el peso hasta lograr un "hundimiento paralelo", sin asiento.

Cuando lo haya logrado, complete la siguiente tabla

CON carga y sin asiento		
C Popa (cm)	9	9
C Proa (cm)	9	9
C Medio (cm)	9	9
Asiento (cm)	0	0

21. Mida la posición del peso respecto de la cuaderna maestra $\otimes$ para determinar la posición longitudinal del Centro de Flotación en el modelo.

$$LCF = 0 \text{ cm}$$

22. Con los datos obtenidos de calado y peso, calcule los Kg por cm de inmersión (KPC) en el modelo.

$$KPC = 1,014 \text{ [Kg/cm]} \quad \frac{0,507 \text{ Kg}}{0,5 \text{ cm}} = \frac{x}{1 \text{ cm}} \quad \{ 1,014 \text{ Kg}$$

23. Obtenga el valor de Libras por pulgada de inmersión (PPI) de las curvas de forma del modelo, reemplace sus unidades por Kg y cm y compárela con el valor calculado.

Si existen diferencias, explique a qué puede deberse según Ud.

$$0,5 \cdot \frac{0,323701}{1 \text{ cm}} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{2,20462 \text{ (lb)}} = 1,518 \text{ [Kg/cm]}$$

24. Utilizando los datos obtenidos, determine el momento para cambiar el asiento del modelo en 1 cm (MCA 1cm)

$$\text{Cambio Asiento} = \frac{1,324 \text{ Kg} \cdot 0,1 \text{ cm}}{3,214 \text{ Kg}} = 0,412 \text{ cm}$$

25. Obtenga el momento para el cambio de asiento en 1 pulgada de las Curvas de Forma del Modelo, reemplace sus unidades por Kg y cm y compárela con el valor calculado.

Si existen diferencias, explique a qué puede deberse según Ud.