

PROCESO SELECTIVO PARA INGRESO, POR EL SISTEMA GENERAL DE ACCESO LIBRE, EN LA ESCALA DE TÉCNICOS ESPECIALIZADOS DE LOS ORGANISMOS PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN. (Resolución 4961 de 21 de febrero de 2023, B.O.E. Nº 47 de 24 de febrero de 2023).

DNI	Apellidos	Nombre
Área Global <b>A9</b>	Especialidad <b>T5 – HIDRODINÁMICA NAVAL</b>	
Núm.Pág.	Firma	Fecha

**INSTRUCCIONES:**

1. No abra el cuadernillo hasta que el Tribunal lo indique.
2. Para la realización del ejercicio se hace entrega de un cuadernillo que incluye dos supuestos prácticos, usted debe elegir uno de ellos para resolverlo.
3. La calificación máxima del ejercicio será de 30 puntos, siendo necesario obtener un mínimo de 15 puntos para superar el ejercicio.
4. Si usted necesita hojas adicionales puede solicitárselas al Tribunal pero tendrá que numerarlas y entregarlas con el cuadernillo al finalizar el ejercicio, incluso si son en sucio.
5. El examen se realizará con bolígrafo azul o negro. Si no dispone de uno, solicítelo al Tribunal.
6. Está permitido el uso de calculadoras no programables. No está permitida la consulta de documentación.
7. Dispone de dos horas máximo para realizar este ejercicio.
8. Este ejercicio será leído ante el Tribunal en sesión pública.
9. A la finalización de este ejercicio podrá consultar el día y hora de lectura en las listas que a tal efecto se van a colocar en la puerta de entrada a la Sala Hall ed. H01. También están publicadas en la página web del instituto.

## SUPUESTO Nº 1

Un cliente solicita realizar ensayos de resistencia y autopropulsión con modelo libre de un modelo de buque con dos líneas de ejes, propulsión por hélices y de las siguientes características:

- Eslora entre perpendiculares..... 83 [m]
- Manga de trazado..... 14 [m]
- Calado de proyecto..... 4.3 [m]
- Puntal a cubierta de cierre ..... 8.5 [m]
- Tipo de propulsión..... 2 hélices
- Diámetro de las hélices..... 3.5 [m]
- Desplazamiento ..... 2 700 [t]
- Velocidad ..... 21 [kn]

La persona responsable de proyecto, tras evaluar las hélices de stock disponibles determina que para las características exigidas podrían seleccionarse las siguientes:

- Diámetro hélices nº 1 ..... 500 [mm]
- Diámetro hélices nº 2 ..... 250 [mm]
- Diámetro hélices nº 3 ..... 100 [mm]

Las curvas hidrostáticas básicas del buque son:

Calado (T)	Desplazamiento (Δ)	Superficie mojada (S <sub>m</sub> )
[m]	[t]	[m <sup>2</sup> ]
4.0	1 950	900
4.3	2 700	1 500
4.5	3 200	1 950
5.0	4 450	2 438
6.0	5 700	2 925
7.0	6 325	3 364
8.0	6 950	3 900
9.0	7 575	4 070

Datos de las instalaciones del Canal de Aguas Tranquilas:

- Dimensiones máximas [m]..... 320.0\* 12.5 \* 6.5 (L<sub>canal</sub>\*B<sub>canal</sub>\*D<sub>canal</sub>)
- Dimensiones canalillo de trimados [m]..... 10.0 \* 1.0 \* 0.6 (L<sub>c.t.</sub>\*B<sub>c.t</sub>\*D<sub>c.t.</sub>)
- Velocidad máxima carro remolcador ..... V<sub>x</sub> = 10 [m/s]

Datos de sistemas elevadores (grúas):

- Talleres (con acceso al canal de trimados) ..... 5.0 t..... Grúa puente
- Canal Aguas Tranquilas ..... 0.8 t..... Polipasto monorriel
- Canal de aguas tranquilas ..... 0.8 t / 9.0 m ..... Grúa hidráulica

Datos del material constructivo del modelo:

- Madera .....  $\rho = 0,40 \text{ [t/m}^3\text{]}$

Masa de lastres disponibles: 200 kg, 100 kg, 10 kg, 5 kg y 1 kg.

**NOTA IMPORTANTE:**                      **TODAS LAS RESPUESTAS DEBERÁN ESTAR JUSTIFICADAS Y DETALLADO EL PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO Y/O SELECCIÓN SOLICITADO EN EL ENUNCIADO.**

En base a los datos anteriores **se pide:**

1. Selección de la escala del modelo requerido para los tipos de ensayos a realizar y determinar las dimensiones de eslora, manga, calado, puntal, desplazamiento y velocidad de ensayo del mismo.
2. Describa secuencialmente el proceso a seguir en la construcción de un modelo sin apéndices atendiendo al material y sistema constructivo, desde que se reciben los planos del Cliente hasta que el modelo está listo para su instrumentación.

A partir de este apartado, se utilizará una escala de 1:14

3. Con los datos disponibles calcule el peso aproximado que tendría el modelo tras finalizar su construcción suponiendo un puntal de construcción de 607 mm.
4. Se supone que tras acabar la construcción del modelo, éste pesa 359 kg sin lastre y montado para ensayo. Disponiendo de pesos como los que figuran en el enunciado, explique cómo situaría los mismos para alcanzar la situación de calados correspondiente a 4.3 m sin trimado en buque real, si conoce la posición del centro de flotación y que el modelo sin lastres se encuentra sin trimado.
5. Finalmente, se ensaya el modelo del punto anterior en el canal de aguas tranquilas. Se obtienen los siguientes datos del ensayo de resistencia sin apéndices:

V carro [m/s]	Resistencia [kg]
1.00	2.5
1.30	5.7
1.93	14.4

A la temperatura del ensayo, las propiedades del agua son:

- Densidad:  $\rho = 1\,000\text{ [kg/m}^3\text{]}$
- Viscosidad cinemática:  $\nu = 1.14 \cdot 10^{-6}\text{ [m}^2\text{/s]}$

Las propiedades del agua del mar son:

- Densidad:  $\rho = 1\,026\text{ [kg/m}^3\text{]}$
- Viscosidad cinemática:  $\nu = 1.19 \cdot 10^{-6}\text{ [m}^2\text{/s]}$

Determine el factor de forma del modelo y del buque por el método de Prohaska teniendo en cuenta que la ecuación de la recta es del tipo

$$\frac{C_{TM}}{C_{FM}} = (1 + k) \frac{C_{FM}}{C_{FM}} + \alpha \frac{Fr^4}{C_{FM}}$$

Y el coeficiente de fricción según ITTC para el modelo:

$$C_{FM} = \frac{0.075}{[\log_{10}(Re_M) - 2]^2}$$

6. Calcule la potencia efectiva a 14 nudos (no es necesario interpolar) según la recomendación ITTC. Puede considerar  $C_A$ , y los coeficientes de rugosidad y viento con valores nulos.

## SUPUESTO Nº 2

A petición de un cliente se desea realizar en el Laboratorio de Dinámica del Buque ensayos de comportamiento en la mar para diferentes combinaciones de velocidad, rumbo y olas.

Los ensayos se realizarán con el modelo libre (autopropulsado). El modelo dispondrá de dos líneas de ejes, propulsión por hélices y las siguientes características, a escala real:

- Eslora entre perpendiculares ( $L_{pp}$ ) ..... 97.54 [m]
- Manga de trazado (B) ..... 15.91 [m]
- Calado de proyecto (T) ..... 5.22 [m]
- Puntal de proyecto (D) ..... 10.26 [m]
- Tipo de propulsión ..... 2 hélices
- Diámetro de las hélices (d) ..... 4.20 [m]
- Desplazamiento ( $\Delta$ ) ..... 4 216 [t]
- Velocidad del buque (V) ..... 20 [kn]
- Altura del CDG medido desde la base (KG) ..... 6.52 [m]
- Radio de inercia de balance ( $R_{xx}$ ) ..... 6.67 [m]
- Altura del centro de carena (KB) ..... 3.15 [m]
- Inercia de la flotación ( $I_{wl}$ ) ..... 20 874 [m<sup>4</sup>]
- Densidad del agua de mar ( $\rho_{as}$ ) ..... 1 026 [kg/m<sup>3</sup>]
- Densidad del agua del canal ( $\rho_{ad}$ ) ..... 1 000 [kg/m<sup>3</sup>]
- Constante de la gravedad (g) ..... 9.81 [m/s<sup>2</sup>]

Los ensayos solicitados son de dos tipos:

- a) Ensayos en olas regulares de 3 metros de altura (H) y varios periodos (T) y,
- b) Comportamiento en la mar a rumbos de 0º (mar de popa) a 180º (mar de proa), cada 45º, velocidad de 20 nudos y una ola irregular de las siguientes características:

$H_s$	3.6	[m]
$T_p$	12	[s]

Para cada una de las combinaciones de rumbo, velocidad y estado de mar se deberán llevar a cabo las carreras (trayectorias rectilíneas) necesarias para conseguir una duración equivalente a 20 minutos a escala real o 100 encuentros, el valor con el que se obtenga el menor número de carreras.

Para el cálculo de la frecuencia de encuentro se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$\omega_e = \omega - \frac{\omega^2 U_0 \cos \mu}{g}$$

La persona encargada del proyecto, tras evaluar las hélices de stock disponibles determina que para las características exigidas podrían seleccionarse las siguientes:

Diámetro

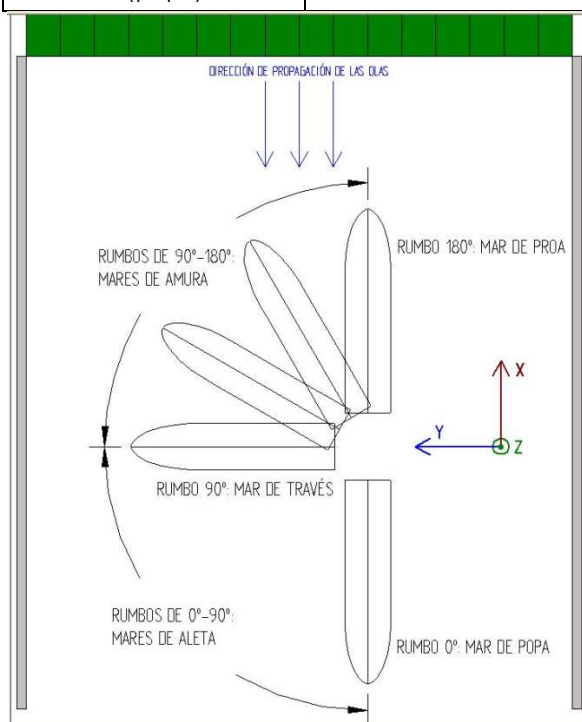
- Hélices nº 1 ..... 300 [mm]
- Hélices nº 2 ..... 116 [mm]
- Hélices nº 3 ..... 84 [mm]

Los datos de las instalaciones del Laboratorio de Dinámica del Buque son:

- Dimensiones máximas [m] ..... 150 \* 30 \* 5  
( $L_{\text{canal}} * B_{\text{canal}} * D_{\text{canal}}$ )
- Dimensiones útiles [m] ..... 120.0 \* 26.0 \* 5.0  
( $L_{\text{util}} * B_{\text{util}} * D_{\text{util}}$ )
- Canalillo de acceso al canal [m] ..... 10.0 \* 1.7 \* 1.2  
( $L_{\text{c.t.}} * B_{\text{c.t.}} * D_{\text{c.t.}}$ )
- Velocidad máxima del carro remolcador .....  $V_x=5.0$  [m/s],  $V_y=3.5$  [m/s]
- Máxima carga de izado ..... 1 000 [kg]
- Límite máximo de eslora del modelo ..... 3.5 [m]

Y la longitud útil del canal en función del rumbo:

Rumbo	Longitud útil
[°]	[m]
180 (proa)	120
135 (amura)	36.8
90 (través)	26
45 (aleta)	36.8
0 (popa)	120



Generador de oleaje:

- Límite de altura de olas generadas, a escala modelo:  $H = 6,4 / T^3$   
 $H$  [m], altura de ola  
 $T$  [s], período
- Límite de rotura: Pendiente de la ola ( $H / \lambda$ ) = 0,1 (un décimo)  
 $\lambda$  [m], es la longitud de onda
- Relación de dispersión para aguas profundas:  $\omega^2 = k \cdot g$   
 $\omega$  [rad/s], es la frecuencia angular y  
 $k$  [rad/m], es el número de onda.

**NOTA IMPORTANTE:**      **TODAS LAS RESPUESTAS DEBERÁN ESTAR JUSTIFICADAS Y DETALLADO EL PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO Y/O SELECCIÓN SOLICITADO EN EL ENUNCIADO.**

En base a los datos anteriores **se pide:**

1. Selección justificada de la escala del modelo requerido para los tipos de ensayos a realizar, determinando las dimensiones de: eslora, manga, calado, desplazamiento y velocidad de ensayo a escala modelo.

A partir de este apartado, se utilizará una escala de 1:36

2. Se desea realizar ensayos en olas regulares de altura  $H=3$  m, a escala real, y distintos períodos. Conociendo las características del generador de oleaje se desea determinar cuáles son los períodos máximo y mínimo (a escala real) que se podrían ensayar, dentro de las limitaciones del generador y sin que se produzca rotura de la ola.
3. Calcular la altura metacéntrica (GM) que deberá tener el modelo para el ensayo.
4. Se desea conocer el valor de la inercia longitudinal ( $I_{yy}$ ) – a escala modelo – tras su instrumentación y lastrado, para lo que se emplea una mesa de inercia. Determine su valor (utilizando el teorema de Steiner), sabiendo que:
  - a. El KG del buque en la situación a ensayar (escala real) = 6.52 m
  - b. La distancia de la línea base del modelo al eje de la mesa = 0.145 m
  - c. La inercia del modelo al eje de la mesa = 51.35 kg m<sup>2</sup>
5. Cálculo del número de encuentros. Para los ensayos de comportamiento en la mar se pide una duración de 20 minutos a escala real o 100 encuentros, el valor que sea menor. Calcule – para los 5 rumbos indicados, la velocidad de 20 nudos y la ola irregular del enunciado – el número de carreras necesarias teniendo en cuenta los valores de longitud útil por carrera indicados previamente.
6. Para una ola regular de periodo 12 s y mar de proa (rumbo 180°), calcular el tiempo que hay que esperar hasta que llegue la ola al modelo y se pueda empezar el ensayo.

NOTA: puede utilizar la velocidad de grupo de una ola,  $V_g = \lambda / (2 \cdot T)$

















