



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros Navales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

85004920 - Hidrodinámica Del Buque I

PLAN DE ESTUDIOS

08MA - Grado En Ingeniería Marítima

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	11
8. Recursos didácticos.....	15
9. Otra información.....	16

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	85004920 - Hidrodinámica del Buque I
No de créditos	5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Tercero curso
Semestre	Quinto semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	08MA - Grado en Ingeniería Marítima
Centro responsable de la titulación	08 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Navales
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Luis Perez Rojas	Canal Ensayos	luis.perezrojas@upm.es	Sin horario. Ver horario general de tutorías.
Javier Calderon Sanchez		javier.calderon@upm.es	Sin horario. Ver horario general de tutorías.

Antonio Souto Iglesias (Coordinador/a)	El habitual	antonio.souto@upm.es	Sin horario. Ver horario general de tutorías.
Simone Saettone	Canal	simone.saettone@upm.es	Sin horario. Ver horario general de tutorías.

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Mecánica
- Mecánica De Fluidos

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería Marítima no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CE7 - Conocimiento de los conceptos fundamentales de la mecánica de fluidos y de su aplicación a las carenas de buques y artefactos, y a las máquinas, equipos y sistemas navales

CG1 - Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Marítima, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el Apartado 3.3 de esta memoria, que formen parte de las actividades de construcción, montaje, transformación, explotación, mantenimiento, reparación, o desguace de buques, embarcaciones y artefactos marinos, así como las de fabricación, instalación, montaje o explotación de los equipos y sistemas navales y oceánicos.

CG2 - Capacidad necesaria para la dirección de las actividades objeto de los proyectos de Ingeniería Marítima.

CG6 - Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento que afectan principalmente al proyecto de sistemas marinos y de su instalación a bordo.

CG9 - Capacidad para trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar

CT UPM 4 - Uso de las TIC

4.2. Resultados del aprendizaje

RA173 - Conocer y manejar lo elementos de diseño de los apéndices intervinientes

RA133 - Conocer las características y diseño de la propulsión del buque

RA171 - Predecir la cavitación.

RA170 - Entender los parámetros que definen el funcionamiento de la hélice integrada en una carena.

RA172 - Realizar el proyecto de una hélice con series sistemáticas.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura consta de dos partes diferenciadas: Resistencia y Propulsión. La primera de ellas trata de los distintos elementos de los que consta la resistencia de un buque a una determinada velocidad, que permitiría obtener la potencia de remolque del mismo, y la segunda se centra en el diseño de la hélice propulsora que permitiría avanzar a ese buque a esa velocidad. Las clases serán en el aula y en el centro de cálculo. La asignatura posee además prácticas en el Canal de Ensayos de la ETSI Navales, relacionadas con los contenidos de la asignatura.

5.2. Temario de la asignatura

1. Resistencia. División en sus componentes
 - 1.1. La Teoría del Buque y las partes que la componen
 - 1.2. La Resistencia al avance. División en sus componentes
 - 1.3. Cálculo numérico y experimentación
 - 1.4. Análisis dimensional
 - 1.5. Dependencia del coeficiente de resistencia total de los parámetros adimensionales / Hipótesis de Hughes
 - 1.6. El ensayo de remolque
 - 1.7. Métodos estadísticos de estimación de la potencia (Intro)
2. Resistencia Viscosa
 - 2.1. Resistencia de Fricción de la placa plana
 - 2.2. Resistencia de Formas
 - 2.3. Separación o desprendimiento de la capa límite
3. Resistencia por formación de olas
 - 3.1. Generalidades
 - 3.2. Sistema de olas de Kelvin
 - 3.3. Resistencia por formación de olas del buque
 - 3.4. Modelo de Wigley
 - 3.5. Efectos de la viscosidad en R_w

- 3.6. Comparación entre mediciones y cálculos de R_w
- 4. Métodos de correlación modelo-buque
 - 4.1. Método de correlación de Froude
 - 4.2. Método de correlación de Hughes
 - 4.3. Métodos de determinación experimental del factor de forma del modelo
 - 4.4. Recomendación de la ITTC-78
- 5. Influencia de las dimensiones y formas del buque en la Resistencia (1)
 - 5.1. Dimensiones principales y relaciones adimensionales
 - 5.2. Influencia de la curva de áreas
 - 5.3. Influencia de la Posición longitudinal del centro de carena
 - 5.4. Influencia de la flotación
- 6. Influencia de las dimensiones y formas del buque en la Resistencia (2)
 - 6.1. Olas rompientes
 - 6.2. Influencia de la forma de las cuadernas
 - 6.3. El Bulbo de proa
- 7. Tipos de potencia y geometría de la hélice
 - 7.1. Tipos de potencia y rendimientos
 - 7.2. Filosofía de la hélice como elemento propulsor
 - 7.3. Superficies helicoidales
 - 7.4. Representación gráfica de la hélice
 - 7.5. Relaciones geométricas
- 8. Comportamiento de la hélice en propulsor aislado
 - 8.1. . Parámetros adimensionales
 - 8.2. Influencia del n^o de Reynolds
 - 8.3. Ensayo de propulsor aislado
 - 8.4. Paso efectivo
- 9. Interacción hélice carena
 - 9.1. Componentes de la estela
 - 9.2. Estela nominal

- 9.3. Estela efectiva
- 9.4. Succión
- 9.5. Rendimientos rotativo-relativo y cuasi-propulsivo
- 10. Series Sistemáticas de hélices
 - 10.1. Series sistemáticas de hélices
 - 10.2. Serie B de Wageningen
 - 10.3. Presentación de resultados
- 11. Cálculo Manual de propulsores
 - 11.1. Escenarios de diseño
 - 11.2. Acoplamiento carena-motor-hélice en cálculo manual / Curvas del Motor / comprobación de par disponible
 - 11.3. Escenarios fuera de diseño / reducción de rpm / ensuciamiento de carena y propulsión / navegación en mal tiempo
- 12. Proyecto de hélices por Series Sistemáticas
 - 12.1. Acoplamiento carena-motor-hélices / Curvas del motor
 - 12.2. Ejemplos de proyectos con otras series sistemáticas además de la Serie B / Propulsores en Tobera y propulsores para embarcaciones rápidas
- 13. Cavitación
 - 13.1. Generalidades. Condición hidrodinámica de cavitación
 - 13.2. Número de cavitación local
 - 13.3. Influencia de la relación área-disco y de la entrada libre de choque
 - 13.4. Tipos de cavitación

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Presentación Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1: Resistencia. División en sus componentes Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>Tema 1 y Tema 2: Resistencia Viscosa Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas y Ejercicios Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p>Tema 2: Resistencia Viscosa Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Aula de ordenadores: Código de estimación de potencia. Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Ejercicio práctico con software(s) de estimación de Resistencia al Avance, a realizar en el aula de ordenadores durante la práctica con dicho software y a entregar en ese mismo momento TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
4	<p>Tema 2: Resistencia Viscosa Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas y Ejercicios Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
5	<p>Tema 3: Resistencia por formación de olas Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas y Ejercicios Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p>Tema 4: Modelos de correlación modelo-buque Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas y Ejercicios Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Aula de ordenadores: Código de estimación de resistencia Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Ejercicio práctico con software(s) de estimación de Resistencia al Avance, a realizar en el aula de ordenadores durante la práctica con dicho software y a entregar en ese mismo momento TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>

7	<p>Tema 5 y Tema 6: Influencia de las dimensiones y formas del buque en la Resistencia Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Presentación del trabajo por grupo de estimación de la resistencia de un buque a elegir de un grupo que cumpla condiciones a definir por los profesores. Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p>Presentación del trabajo por grupo de estimación de la resistencia de un buque a elegir de un grupo que cumpla condiciones a definir por los profesores. PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
8	<p>Tema 7: Tipos de Potencia y Geometría de la hélice Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas y Ejercicios Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Visita al Canal de Ensayos Hidrodinámicos de El Pardo Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Practica de Remolque Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Parcial 1: Temas 1-6 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
9	<p>Tema 8: Comportamiento de la Hélice como Propulsor aislado Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Practica Propulsor Aislado Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Práctica de Autopropulsión Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
10	<p>Tema 9: Interacción Hélice Carena Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Aula de ordenadores: Código de cálculo de hélices Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Ejercicio práctico con software de cálculo de hélices por series sistemáticas, a realizar en el aula de ordenadores durante la práctica con dicho software y a entregar en ese mismo momento TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
11	<p>Tema 10: Series sistemáticas Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 11: Cálculo Manual Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas y Ejercicios Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

12	<p>Tema 11: Cálculo Manual Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas y Ejercicios Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p>Tema 12: Proyecto de hélices con Series Sistemáticas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Aula de ordenadores: Código de cálculo de hélices / Seguimiento de los trabajos Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Ejercicio práctico con software de cálculo de hélices por series sistemáticas, a realizar en el aula de ordenadores durante la práctica con dicho software y a entregar en ese mismo momento TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
14	<p>Tema 13: Cavitación Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Prácticas y Ejercicios Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15	<p>Presentación trabajo por grupo correspondiente a cálculo de la propulsión del buque de la parte anterior, por series sistemáticas. Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p> <p>Prácticas y Ejercicios Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Presentación Trabajo por grupo correspondiente a cálculo de la propulsión del buque de la parte anterior, por series sistemáticas. PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p>Parcial 2: Temas 7-13 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
16				<p>NOTA DE PRACTICAS DE LABORATORIO TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00</p> <p>NOTA POR CURSO TEORÍA. Nota de acuerdo al peso de los items que no son prácticas de laboratorio. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
17				<p>Prueba de evaluación global EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Ejercicio práctico con software(s) de estimación de Resistencia al Avance, a realizar en el aula de ordenadores durante la práctica con dicho software y a entregar en ese mismo momento	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	3%	0 / 10	
6	Ejercicio práctico con software(s) de estimación de Resistencia al Avance, a realizar en el aula de ordenadores durante la práctica con dicho software y a entregar en ese mismo momento	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	2%	0 / 10	
7	Presentación del trabajo por grupo de estimación de la resistencia de un buque a elegir de un grupo que cumpla condiciones a definir por los profesores.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:00	7.5%	0 / 10	
8	Parcial 1: Temas 1-6	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	25%	3 / 10	
10	Ejercicio práctico con software de cálculo de hélices por series sistemáticas, a realizar en el aula de ordenadores durante la práctica con dicho software y a entregar en ese mismo momento	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	3%	0 / 10	
13	Ejercicio práctico con software de cálculo de hélices por series sistemáticas, a realizar en el aula de ordenadores durante la práctica con dicho software y a entregar en ese mismo momento	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	2%	0 / 10	

15	Presentación Trabajo por grupo correspondiente a cálculo de la propulsión del buque de la parte anterior, por series sistemáticas.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:00	7.5%	0 / 10	
15	Parcial 2: Temas 7-13	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	25%	3 / 10	
16	NOTA DE PRACTICAS DE LABORATORIO	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	25%	5 / 10	CB5 CG2 CG1 CG6 CG9 CT UPM 4 CB2 CB3 CB4 CE7
16	NOTA POR CURSO TEORÍA. Nota de acuerdo al peso de los items que no son prácticas de laboratorio.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	%	5 / 10	CG1 CG6 CG9 CT UPM 4 CB5 CG2 CB2 CB3 CB4 CE7

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	NOTA DE PRACTICAS DE LABORATORIO	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	25%	5 / 10	CB5 CG2 CG1 CG6 CG9 CT UPM 4 CB2 CB3 CB4 CE7
17	Prueba de evaluación global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	75%	5 / 10	

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
<p>Examen Final + Prácticas de Laboratorio.</p> <p>En esta convocatoria se ponderan los mismos ítems, mismas notas mínimas y con el mismo peso que en la Evaluación solo con Prueba de evaluación global</p>	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CB5 CG2 CG1 CG6 CG9 CT UPM 4 CB2 CB3 CB4 CE7

7.2. Criterios de evaluación

La prueba de evaluación global en la convocatoria ordinaria y el examen final en la convocatoria extraordinaria constarán de dos partes (resistencia y propulsión) con el mismo peso en la nota final.

En la prueba de evaluación global en la convocatoria ordinaria y en el examen final en la convocatoria extraordinaria NO habrá nota mínima en las partes en la parte de teoría, pero sigue siendo que la nota mínima de la teoría es 5, y la de las prácticas de laboratorio es 5, o sea, teoría y laboratorio no se compensan entre sí: hay que aprobar los dos ítems.

En la prueba de evaluación global en la convocatoria ordinaria y en el examen final en la convocatoria extraordinaria se hará la simulación de considerar las partes del final como evaluación progresiva con todo lo que ello implica. Se tomará el máximo de la nota de ambos escenarios. En la presentación del curso se presentarán ejemplos de estos escenarios para que el esquema de calificación quede más claro y los estudiantes puedan tomar las decisiones correspondientes.

No se guardarán notas entre la prueba de evaluación global en la convocatoria ordinaria y el examen final en la convocatoria extraordinaria

Caso de que haya justificante médico (o de cualquier otro tipo tras evaluación por jefatura de estudios) que impida la realización de la(s) práctica(s) de laboratorio, la persona en cuestión participará en el informe del modo consensuado con su grupo. Caso de que el grupo apruebe dicho informe, en la práctica su nota será un 5. Deberá entregar además un pequeño trabajo relativo a la práctica propuesto por el profesor encargado.

Se realizarán en el Canal de Ensayos, por grupos de alumnos, las prácticas de resistencia al avance, propulsor aislado y autopropulsión manteniendo las medidas emanadas del rectorado en lo que respecta a seguridad frente a COVID.

Previamente a la realización de las prácticas, los alumnos realizarán un "cuestionario" sobre los contenidos de la práctica. Posteriormente, los alumnos, redactarán los correspondientes informes que una vez evaluados, contribuirán al porcentaje correspondiente de la nota final de la asignatura

Respecto a la nota de prácticas:

50% = Informes: (remolque + propulsor aislado +2*auto)/4

50% = media de los tests previos a las prácticas (tests V/F).

En el caso de suspender una de las partes (teoría o prácticas de laboratorio), la nota de la convocatoria será la de la parte suspensa.

Hay que asistir a las tres prácticas y aprobar los informes.

Los informes de remolque y propulsor aislado son en grupo.

El informe de autopropulsión es individual.

LOS APROBADOS DE PRÁCTICAS SE CONSERVAN DE UN CURSO PARA OTRO SI SE SUSPENDE LA ASIGNATURA

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes de la Asignatura de D. Antonio Baquero Mayor	Bibliografía	
Principles of Naval Architecture. SNAME	Bibliografía	
Manual de Prácticas de Laboratorio de Luis Perez Rojas	Bibliografía	
Ship Resistance and Propulsion de A. Molland	Bibliografía	
Marine Propellers and Propulsion, de J. Carlton	Bibliografía	
Presentaciones de clase	Bibliografía	
JSDN	Otros	Sw de cálculo de hélices por series sistemáticas.
Maxsurf Resistance	Otros	Sw de estimación de resistencia al avance por métodos semi-empíricos

Free-CAD	Otros	Sw de estimación de resistencia al avance por métodos semi-empíricos
----------	-------	--

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Se recuerda que el cronograma es orientativo.