



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

**83000006 - Hidrodinámica Avanzada del Buque**

### PLAN DE ESTUDIOS

08NO - Master Universitario en Ingeniería Naval y Oceanica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Segundo 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.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	83000006 - Hidrodinámica Avanzada del Buque
<b>No de créditos</b>	4 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	08NO - Master Universitario en Ingeniería Naval y Oceanica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	08 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Navales
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Antonio Souto Iglesias (Coordinador/a)		antonio.souto@upm.es	- -
Luis Perez Rojas	Canal Ensayos	luis.perezrojas@upm.es	L - 08:30 - 14:30

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

## 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Humberto Martínez Barberá	humberto@um.es	Universidad de Murcia
Julio García Espinosa	julio@cimne.upc.edu	UPC

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Hidrodinámica De Carenas Y Hélices

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimientos de hidrodinámica del buque

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE2 - Conocimiento avanzado de la hidrodinámica naval para su aplicación a la optimización de carenas, propulsores y apéndices.

CG3 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CG4 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

CT1 - Uso de la lengua inglesa

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA98 - Identificar, calcular y analizar la resistencia de fricción

RA171 - Conocer y valorar la Teoría de la Cantidad de movimiento y la Teoría de elemento de pala en hélices

RA172 - Aplicar la Teoría de la Circulación a propulsores marinos, con sus correspondientes análisis y cálculos

RA107 - Conocer el efecto de la profundidad en la resistencia por formación de olas

RA97 - Identificar, calcular y analizar las diferentes componentes de la resistencia al avance de un buque

RA99 - Revisar y aplicar a la resistencia de un buque los conceptos de placa plana laminar y turbulente. Analizar las distintas líneas básicas de fricción

RA106 - Conocer las bases teóricas de las olas generadas por un buque

RA108 - Conocer la interacción entre el casco y la hélice. Las estelas

RA103 - Conocer y analizar los últimos desarrollos de Iso CFD aplicados a la resistencia al avance (ITTC)

RA102 - Identificar, calcular y analizar las medidas directas de las componente de la resistencia viscosa y olas

RA109 - Aprender a estimar estelas

RA100 - Identificar, calcular y analizar la resistencia viscosa y el efecto de forma

RA101 - Identificar, calcular y analizar el efecto de la rugosidad y de Iso apéndices así como su extrapolación

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura profundiza en los conocimientos de la hidrodinámica del buque en los aspectos de resistencia y propulsión. Aporta las bases teóricas de la resistencia viscosa y por formación de olas así como la interacción de casco y propulsor. También contempla el diseño de propulsores mediante cálculo directo.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Entorno de la asignatura y planteamientos.
  - 1.1. Partes de la teoría del buque.
  - 1.2. Contenidos y planteamientos.
  - 1.3. Actividades prácticas.
  - 1.4. Conocimientos requeridos
2. Resistencia de fricción. Bases teóricas y desarrollos.
  - 2.1. Revisión componentes de la resistencia.
  - 2.2. Placa plana laminar.
  - 2.3. Turbulencia. Placa plana turbulenta
  - 2.4. Línea básica de fricción
  - 2.5. Ejercicios
3. Resistencia viscosa. Efecto de forma
  - 3.1. Efecto de las curvaturas del casco.
  - 3.2. Separación. Líneas de corriente.
  - 3.3. Efecto de escala.
  - 3.4. Estimadores de turbulencia. Ejercicios tema
4. Rugosidad, apéndices y medida directa resistencia.
  - 4.1. Rugosidad. Clases y efectos.
  - 4.2. Evaluación de la rugosidad.

- 4.3. Apéndices. Tipos y efectos. Extrapolación de apéndices
- 4.4. Medida directa de la resistencia viscosa.
- 4.5. Práctica de la medida directa de la resistencia por formación de olas.
- 5. Avances de los CFD aplicados a la resistencia al avance.
  - 5.1. Revisión general de los CFD.
  - 5.2. Aportaciones de la ITTC
- 6. Complementos de resistencia por formación de olas.
  - 6.1. Sistema de Olas creado por un punto de Presión
  - 6.2. Modelo de Havelock
  - 6.3. Interferencias
  - 6.4. Cálculo de Resistencia por formación de Olas. Método de Michell
  - 6.5. Efectos de la Profundidad en el tren de olas
  - 6.6. Resistencia en aguas poco profundas. Método de Schlichting
- 7. Teorías del funcionamiento de la hélice.
  - 7.1. Teorías de la Cantidad de Movimiento y del Elemento de Pala.
  - 7.2. Teoría de Circulación generalizada
  - 7.3. Teoría de Circulación aplicada a las hélices
- 8. Estelas: interacción casco-propulsor.
  - 8.1. Definición y medidas
  - 8.2. Obtención experimental
  - 8.3. Análisis Armónico.
  - 8.4. Efecto de Escala
  - 8.5. Influencia de diversos factores en la estela
  - 8.6. Diferentes formulaciones para estimación

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Temos 1 y 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	<b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>Temas 3 y 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	<b>Tema 3 y 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	<b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	<b>Tema 5</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica corte de ola</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
	<b>Tema 5</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>Tema 6</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Control 1 Resistencia viscosa</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
7	<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	<b>Tema 6</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			



8	<p><b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9	<p><b>Tema 6</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 7</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p><b>Tema 7</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Control 2 Resistencia por formación de olas</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p> <p><b>Trabajo sobre Resistencia al avance, seleccionando un barco de un periodo fijado por el profesor.</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
11		<p><b>Práctica medición de estelas</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
12	<p><b>Tema 8</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p><b>Tema 8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 8</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p><b>Tema 8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 8</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Control 3 Propulsor y estelas</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Trabajo sobre propulsor, discutiendo la propulsión del barco estudiado en la parte de olas.</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>

15	<p><b>Tema 8</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 8</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Examen de prácticas. Recuperación posible de los tests. Corrección de informes</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p> <p><b>NOTA POR CURSO. Combinación de las notas anteriores por curso, correspondientes a las tres partes del curso. La nota mínima es 5/10</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
16				
17				<p><b>Examen final Posible recuperación de la evaluación continua</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00</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 continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Control 1 Resistencia viscosa	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	0 / 10	CE2
10	Control 2 Resistencia por formación de olas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	15%	0 / 10	CE2
10	Trabajo sobre Resistencia al avance, seleccionando un barco de un periodo fijado por el profesor.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	8%	0 / 10	CG3 CE2 CG4
14	Control 3 Propulsor y estelas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	20%	0 / 10	CE2
14	Trabajo sobre propulsor, discutiendo la propulsión del barco estudiado en la parte de olas.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	7%	0 / 10	CG3 CE2 CG4
15	Examen de prácticas. Recuperación posible de los tests. Corrección de informes	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	20%	5 / 10	CG3
15	NOTA POR CURSO. Combinación de las notas anteriores por curso, correspondientes a las tres partes del curso. La nota mínima es 5/10	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	5 / 10	CG3 CE2 CG4 CT1

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final Posible recuperación de la evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE2

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

En la evaluación de cada práctica habrá que obtener al menos 5 sobre 10.

La calificación final se obtiene en tal caso sumando las calificaciones de cada uno de los elementos de evaluación señalados en el cuadro anterior contabilizados con su peso porcentual señalado.

Existirá una evaluación total (examen final) para aquellos que no hayan elegido la evaluación continua y que deberán sacar una calificación mínima de 5.

Aquellos que hubieran suspendido algún control de la evaluación continua podrán recuperarlos en el examen final.

En el final, se obviará el porcentaje de la nota en los trabajos, que pasa a añadirse a las partes correspondientes (olas o estelas respectivamente).

La parte teórica y constituye el 80% de la nota final. El 20% restante corresponde a las notas de laboratorio en el Canal de Ensayos

En ambos casos (teórico y prácticas), se deberá obtener al menos una nota de 5 sobre 10 en cada parte.

El aprobado de las prácticas de laboratorio se guardará durante un año académico.

Las notas de la convocatoria ordinaria NO se guardan para la extraordinaria.

-----

En el caso de que haya que migrar a condiciones telemáticas, para maximizar la integridad de las pruebas, se plantean las siguientes propuestas:

1. En el caso de comprobación fehaciente de copia en una prueba de evaluación realizada de este modo, nos remitiremos al Artículo 12.7 de la Normativa de Evaluación de la UPM (aprobada 23/10/2014), como no puede ser de otro modo.
2. El tribunal de la asignatura valorará realizar exámenes orales telemáticamente cuando la cantidad de estudiantes así lo permita, anunciándose cuando esté disponible el dato del potencial número de estudiantes que se podrían presentar al examen correspondiente, dentro de las 24 horas siguientes a la disponibilidad de ese dato.
3. En el caso de que las pruebas no sean orales, pero se observaren indicios de plagio en las pruebas realizadas, el tribunal de la asignatura valorará convocar a un examen oral por vía telemática a aquellos y aquellas estudiantes en cuyos exámenes se observaren dichos indicios. La puntuación de este examen oral será la que defina la nota de la convocatoria en esos casos.
4. Identificación por DNI (o equivalente) al principio de cada prueba.
5. Durante la prueba, el/la estudiante no se podrá levantar de su sitio de trabajo, debe tener abiertos la cámara y el micrófono durante la realización del examen y no podrá utilizar auriculares.
6. Debe tener la pantalla compartida también en zoom.
7. Sólo se podrá habilitar una pantalla.
8. Al inicio de cada página pondrá su nombre, firma y número de página
9. En la primera página, dejará sitio para incluir tu DNI al escanear.
10. Ubicará el equipo de escaneado cerca de tu mesa, caso de que no use el móvil.
11. Debe alejarse lo suficiente de la cámara como para poder ver al estudiante y a los papeles sobre su mesa, por ejemplo con una vista lateral.
12. Se conectarán 10-15 minutos antes para identificaros y hacer los ajustes de cámara y sonido.
13. En la pantalla lo único permitido es precisamente el propio enunciado de examen.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes y presentaciones de todas las clases. Ver Moodle.	Bibliografía	
E.V. Lewis, Principles of Naval Architecture. 2ª Revisión, SNAME. 1988..	Bibliografía	
K.J. Rawson y E.C. Tupper, Basic Ship Theory, 5ª Edición. Butterworth Heinemann, 2001	Bibliografía	
J. A. Aláez Zazurca, Resistencia Viscosa de buques, Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo, Madrid, 1972	Bibliografía	
H. S. Saunders, Hydrodynamics in Ship Design, SNAME, New York, 1965, Vol 1, 2 y 3.	Bibliografía	
A. Baquero, Teorías del funcionamiento de la hélice?, Apuntes de la E.T.S. de Ingenieros Navales (2012)	Bibliografía	
J. Carlton, Marine Propellers and Propulsion, Butterworth-Heinemann Ltf, 1994.	Bibliografía	
Documentación IMO. Resoluciones y Circulares.	Bibliografía	
<a href="http://ocw.upm.es/apoyo-para-la-preparacion-de-los-estudios-de-ingenieria-y-arquitectura/maticas-preparacion-para-la-universidad">http://ocw.upm.es/apoyo-para-la-preparacion-de-los-estudios-de-ingenieria-y-arquitectura/maticas-preparacion-para-la-universidad</a>	Recursos web	

Molland, Search Results Web results Ship Resistance and Propulsion	Bibliografía	Molland
-----------------------------------------------------------------------	--------------	---------