



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

**83000021 - Hidrostática De Buques**

### PLAN DE ESTUDIOS

08NO - Master Universitario En Ingeniería Naval Y Oceanica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - 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.....	10
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	83000021 - Hidrostática de Buques
<b>No de créditos</b>	5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<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>	2021-22

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Julio Garcia Espinosa (Coordinador/a)	PP 82	julio.garcia.espinosa@upm.es	Sin horario. Según horarios

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

## 2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Merino Alonso, Pablo Eleazar	peleazar.merino@upm.es	Garcia Espinosa, Julio

## 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Javier Calderón Sánchez	javier.calderon@upm.es	UPM

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Naval y Oceanica no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Estática, centros de gravedad e inercias

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CG1 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

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

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA72 - Analizar la normativa aplicable sobre estabilidad

RA71 - Complementar los conocimientos sobre la varada de los buques

RA65 - Complementar la identificación de las dimensiones y los coeficientes hidrodinámicos de un buque y evaluar su influencia en su comportamiento y estabilidad de refuerzo y calcular su reserva de flotabilidad

RA66 - Profundizar en el conocimiento y el cálculo de las características hidrostáticas de un buque

RA67 - Profundizar en la identificación de la estabilidad inicial de un buque, en su caracterización, su cálculo y su evaluación. Identificación de agentes.

RA64 - Desarrollos en la determinación de la capacidad de equilibrio de un cuerpo flotante

RA68 - Análisis de la "Experiencia de Estabilidad"

RA70 - Profundizar en la identificación, caracterización, cálculo y evaluación de la estabilidad longitudinal. Identificación de agentes.

RA73 - Profundizar en el concepto de la inundación y analizar sus tipos, efectos y métodos de cálculo.

RA69 - Profundizar en la identificación, caracterización, cálculo y evaluación de la estabilidad a grandes ángulos. Identificación de agentes.

RA75 - Analizar la estabilidad de los artefactos marinos ante las particularidades de las plataformas marinas. Consideración sobre los submarinos

RA74 - Analizar el compartimentado y la estabilidad después de averías. Aplicar los enfoques probabilistas.

RA63 - Complementar la identificación de la capacidad de flotabilidad de un buque o artefacto y calcular su reserva de flotabilidad

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura aborda los complementos de la Estabilidad de los buques dentro del área de la "Teoría del buque", introduciendo el enfoque dinámico de la estabilidad. Se complementan los elementos de la geometría de las formas del buque y aplicaciones matemáticas y geométricas. Se analiza la estabilidad transversal tanto a pequeños como a grandes ángulos y la estabilidad longitudinal todo dentro del "buque intacto". A continuación se analiza el concepto de inundación y compartimentado, así como la estabilidad después de averías. Finalmente se complementa la estabilidad de los submarinos y de las estructuras offshore.

### 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. Complementos de Hidrostática.
  - 2.1. Analisis y revisión del Principio Fundamental de la Hidrostática.
  - 2.2. Principio de Arquímedes. Aplicaciones marinas
  - 2.3. Equilibrio de un buque.
  - 2.4. Ejercicios de flotabilidad
3. Complementos de Geometría del buque.
  - 3.1. Representación de las formas del buque. Ampliación mediante ordenador
  - 3.2. Alisado de formas. Métodos no lineales
  - 3.3. Dimensiones principales y coeficientes de formas
  - 3.4. Realización de un plano de formas
4. Curvas hidrostáticas. Complementos
  - 4.1. Cálculo de áreas, momentos, volúmenes y momentos de inercia. Revisión
  - 4.2. Curvas hidrostáticas. Curvas de Bonjean y superficie mojada. Revisión. Cascos afines.

- 4.3. Cálculo de curvas hidrostáticas mediante ordenador
5. Análisis de la Estabilidad transversal inicial..
  - 5.1. Estabilidad de buques. Altura metacéntrica. Revisión.
  - 5.2. Estabilidad a pequeños ángulos de inclinación en buques. Estabilidad inicial. Consideraciones no lineales.
  - 5.3. Pares escorantes. Efecto de las superficies libres sobre la estabilidad inicial. Efectos de diversas aproximaciones.
  - 5.4. Realización de la experiencia de estabilidad en un modelo. Efecto del trimado, desplazamiento y superficies libres.
6. Análisis de la Estabilidad transversal a grandes ángulos.
  - 6.1. Análisis del concepto de "GZ". Métodos de cálculo y curvas  $K_n$ . Revisión.
  - 6.2. Características de las curvas de estabilidad "GZ". Efecto de las formas. Complementos.
  - 6.3. Efecto del traslado de pesos, vertical y horizontal en la estabilidad estática. Efecto de cambios de pesos e influencia de las superficies libres sobre la estabilidad a grandes ángulos. planteamiento de OMI.  
Complementos
  - 6.4. Estabilidad en varada. Varada simétrica y varada asimétrica. Complementos.
  - 6.5. Realización práctica de la obtención de curvas GZ en un modelo. Efectos de la superficie libre.
  - 6.6. Realización práctica de los efectos del desplazamientos de pesos en horizontal y vertical
7. Análisis de la Estabilidad longitudinal y trimado
  - 7.1. Teorema del eje de inclinación. Análisis y aplicaciones
  - 7.2. Metacentro longitudinal. Concepto de trimado. Momento para cambiar el trimado 1 cm.. Revisión
  - 7.3. Efectos lineales y no lineales sobre el trimado de un barco.
8. Análisis de la Evaluación de la estabilidad transversal.
  - 8.1. Estabilidad dinámica. Máximo momento admisible. Revisión.
  - 8.2. Criterios de Estabilidad.: pesqueros, buques de carga y pasaje, buques de suministro, remolcadores y veleros. Criterios de segunda generación de la OMI
  - 8.3. Enfoque dinámico de la estabilidad
  - 8.4. Cálculos mediante ordenador de la estabilidad
9. Análisis de la Inundación..
  - 9.1. Clases de inundación y sus efectos. Métodos de cálculo de una inundación. Revisión.

- 9.2. Estudio detallado de una batea. Análisis
- 9.3. Cálculos no lineales de la inundación.
- 10. Compartimentado. Actualización
  - 10.1. Definiciones y relaciones fundamentales para determinar la inundación. Revisión y análisis
  - 10.2. Cálculo directo. influencias no lineales
- 11. Análisis del enfoque probabilista de la estabilidad después de averías.
  - 11.1. Comparación de métodos deterministas y probabilistas. Revisión y complementos.
  - 11.2. Análisis de la probabilidad de la avería,  $p_i$ . Últimas contribuciones de la OMI
  - 11.3. Análisis de la probabilidad de supervivencia,  $s_i$ . Últimas contribuciones de la OMI
- 12. Análisis del enfoque de la estabilidad en artefactos marinos. .
  - 12.1. Estabilidad de cuerpos sumergidos. Equilibrio y evaluación de su estabilidad. Polígono de equilibrio. Efectos no lineales
  - 12.2. Estabilidad de estructuras offshore. Eje crítico de estabilidad. Efectos no lineales
  - 12.3. Normativa. Contribuciones de la OMI
  - 12.4. Caso especial de las plataformas Jackets: adrizado y fijación al fondo
- 13. Enfoque dinámico de la estabilidad
  - 13.1. Estabilidad en olas
  - 13.2. Criterios de segunda generación
  - 13.3. Realización de un seminario



## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1			<b>Presentación y Tema 1 y 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2			<b>Temas 3 y 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Temas 1-3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
3			<b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Práctica nº 1</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
4			<b>Práctica nº 2</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Control temas 2-4.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
5			<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 5</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
6			<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Práctica nº 3</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
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 y 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica 4</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
9			<p><b>Tema 7</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica nº 5</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 7</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
10			<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>Control temas 5-8.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p>
11			<p><b>Temas 9 y 10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Prácticas Maxsurf 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
12			<p><b>Tema 11</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica de Maxsurf 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
13			<p><b>Temas 9-11</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Práctica de Maxsurf 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
14			<p><b>Tema 12</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 12</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Prácticas de maxsurf</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de</p>	<p><b>Evaluación de los trabajos de la prácticas con Maxsurf</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 01:30</p>

			Laboratorio	
15			<b>Tema 13</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Seminario</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
16			<b>Recuperación de clases</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Evaluación temas 8-12.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00  <b>Evaluación de prácticas de laboratorio</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
17				<b>Prueba final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00

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
4	Control temas 2-4.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	12%	5 / 10	CG1 CG4
10	Control temas 5-8.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	02:00	38%	5 / 10	CG1 CG4
14	Evaluación de los trabajos de la prácticas con Maxsurf	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:30	15%	5 / 10	CG1 CG4
16	Evaluación temas 8-12.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	20%	5 / 10	CG1 CG4
16	Evaluación de prácticas de laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	01:00	15%	5 / 10	CG1 CG4

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG1 CG4

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

En las tres pruebas de evaluación continua se podrán compensar sacando un valor medio de 5. A lo largo del desarrollo de la asignatura se propondrán diferentes cuestionarios, cuya calificación podrá suponer hasta el 20% de la nota final de cada evaluación. El peso de cada parte viene indicado en los cuadros anteriores (12%, 38%, 20%).

En la evaluación de cada práctica de laboratorio habrá que obtener al menos 5 sobre 10. Durante la realización de dichas prácticas habrá que rellenar previamente un cuestionario y contestar satisfactoriamente al mismo (5 sobre 10).

Las prácticas de Maxsurf se superarán aprobando los trabajos realizados por grupos.

La nota final se obtendrá de la siguiente forma:

- 70% Parte teórica
- 30% Parte práctica (10% Parte de Prácticas de Laboratorio, 10% Seminario y 10% Prácticas de Maxsurf)

La parte teórica y la parte práctica no se compensan entre si. Se mantiene la nota de cada una de ellas durante un curso académico.

Si algún alumno no supera alguno de los parciales y no ha alcanzado la compensación, puede recuperarlos, presentándose a los exámenes finales ordinarios y extraordinarios contestando únicamente a las partes no superadas. En el examen extraordinario sólo se mantienen las partes aprobadas durante el curso.

Las prácticas de Maxsurf, seminario y de laboratorio son obligatorias, luego la aprobación sin evaluación continua exige la realización de las prácticas y su superación (30% de la nota final ) y del examen teórico (70% de la nota final).

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Notas y Presentaciones	Bibliografía	Material teórica de la asignatura
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	
V.L.Belenky &N.B. Sevastianov. Stability and Safety of Ships. Volume II: Risk of Capsizing. Elsevier Ocean Engineering Book Series Volume 10. 2003 Elsevier	Bibliografía	
A. Biran, Ship Hydrostatics and Stability, Butterworth Heinemann, 2003	Bibliografía	
C. Godino, Teoría del buque y sus aplicaciones (Estática del Buque). Ed. G. Gili 1954	Bibliografía	
M. Pawlowsky, Subdivisión and damage Stability of ships, Foundation for Promotion of the Maritime Industry, Polonia, 2004	Bibliografía	
J. Olivella Puig, Teoria del buque (Flotabilidad y estabilidad). Ediciones UPC, 1995	Bibliografía	
J. Olivella Puig, Teoria del buque. Flotabilidad y estabilidad (Problemas). Ediciones UPC, 1995	Bibliografía	

Olivella Puig, Teoria del buque. Estabilidad, varada e inundación. Ediciones UPC, 1996	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	
Página web de la asignatura <a href="http://moodle.upm.es">http://moodle.upm.es</a>	Recursos web	
Aulas	Equipamiento	
Canal de Ensayos Hidrodinámicos.	Equipamiento	
Salas de estudio	Equipamiento	
Centro de cálculo	Equipamiento	
Biblioteca	Equipamiento	
L.K. Kobylinski & S. Kastner. Stability and Safety of Ships. Volume I: Regulations and Operations. Elsevier Ocean Engineering Book Series Volume 9. 2003	Bibliografía	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

El curso se impartirá presencialmente de acuerdo con el horario oficial de la asignatura. Las prácticas de Maxsurf se desarrollarán en paralelo a las clases magistrales y se realizarán en el aula de clase. Para ello, se pedirá a los alumnos que acudan a esas clases de prácticas con un ordenador portátil que tenga instalado Maxsurf Stability.

De manera adicional a las prácticas previstas en la asignatura, se prevé ofrecer una práctica adicional consistente en la realización de una prueba estabilidad al Barco Solar de El Retiro. Esta práctica será opcional y por limitaciones logísticas, el seguimiento presencial de la práctica estará limitado a un número máximo de alumnos.

El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso. Las clases serán presenciales con normalidad y la enseñanza que se seguirá será la indicada en las columnas "Actividad Presencial en Aula" y "Actividad Presencial en Laboratorio". Si empeoraran las condiciones sanitarias y se produjeran confinamientos personales, de grupo o incluso de centro, los alumnos pasarían a conectarse a las clases en remoto y seguirían la docencia de la columna "Tele-enseñanza". En esta situación, las pruebas de evaluación continua presenciales previstas se realizarían de forma online, sin necesidad de modificar esta guía.