



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

**83000031 - Métodos Numéricos En Mecánica De Sólidos**

### PLAN DE ESTUDIOS

08NO - Master Universitario En Ingeniería Naval Y Oceanica

### 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.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	83000031 - Métodos Numéricos en Mecánica de Sólidos
<b>No de créditos</b>	5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer 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>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Jaime Moreu Gamazo		jaime.moreu@upm.es	Sin horario. consultar la web del centro
Miguel Angel Herreros Sierra (Coordinador/a)		miguelangel.herreros@upm. es	Sin horario. consultar la web del centro

Arturo Silva Campillo	despacho	a.silva@upm.es	Sin horario. consultar la web del centro
-----------------------	----------	----------------	--

\* 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

- Proyecto Avanzado De Estructuras Navales

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

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Naval y Oceanica no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

### 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

CG2 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

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

CT3 - Creatividad

CT5 - Gestión de la información

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA178 - Que los alumnos sean capaces de calcular y modelar estructuras con elementos 1D, 2D y 3D.

RA122 - Conocer las características de los materiales estructurales navales y de los criterios para su selección

RA184 - Realizar el análisis funcional de la estructura de un buque o artefacto

RA125 - Conocimiento de las características de los materiales estructurales navales y de los criterios para su selección

RA126 - Capacidad para proyectar la estructura del buque y calcular sus elementos y espesores

RA177 - Que los alumnos sean capaces de modelar las estructuras con cargas dinámicas con modelos no lineales. Grandes desplazamientos y deformaciones

RA176 - Que los alumnos sean capaces de modelar las estructuras con cargas dinámicas con modelos lineales

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

No hay descripción de la asignatura.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. Introducción

1.1. Introducción: ¿Por qué estudiar Elementos Finitos?

1.2. El proceso de análisis con Elementos Finitos

1.3. Análisis de sólidos/estructuras

### 2. Formulación

2.1. El principio del trabajo virtual

2.2. Formulación de los Elementos Finitos (basada en los desplazamientos)

2.3. Proceso para resolver un problema con Elementos Finitos

### 3. Análisis no lineal

3.1. Análisis no lineal con Elementos Finitos de sólidos y estructuras

### 4. Transferencia de calor

4.1. Análisis de la transferencia de calor

4.2. Análisis con Elementos Finitos de la transferencia de calor y de flujo de fluido incompresible

### 5. Análisis dinámico

5.1. Solución de las ecuaciones del equilibrio dinámico: - Parte 1: Autovectores y autovalores - Parte 2: Superposición modal e integración directa

5.2. Modelización de análisis dinámico y su solución, - Parte 1: Integración directa explícita e implícita - Parte 2: Sobre los contenidos de frecuencia en el análisis dinámico

5.3. Respuesta a la propagación de ondas, y análisis de transferencia de calor en régimen transitorio

### 6. Solución del problema generalizado de autovalores

6.1. Solución de la ecuación  $K\mathbf{u} = \lambda M\mathbf{u}$

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Lección 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Lección 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>lección 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>Lección 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>lección 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	<b>Lección 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>lección 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	<b>Lección 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>lección 5</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>Lección 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>lección 6</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	<b>Lección 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>lección 7</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

8	<p><b>Lección 8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>lección 8</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9	<p><b>Lección 9</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>lección 9</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p><b>Lección 10</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>lección 10</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>control 01</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:00</p>
11	<p><b>Lección 11</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>lección 11</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Lección 12</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>lección 12</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p><b>Lección 13</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>lección 13</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p><b>Lección 14</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>lección 14</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15	<p><b>Lección 15</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>lección 15</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			



16				<b>control 02</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:00
17				<b>control final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 02:00

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.

## 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
10	control 01	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	40%	4 / 10	CT3 CG1 CG2 CG4 CT5 CG3
16	control 02	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	40%	4 / 10	CT3 CG1 CG2 CG4 CT5 CG3
17	control final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	02:00	20%	5 / 10	CT3 CG1 CG2 CG4 CT5 CG3

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	control 01	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	40%	4 / 10	CT3 CG1 CG2 CG4 CT5 CG3
16	control 02	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	40%	4 / 10	CT3 CG1 CG2 CG4 CT5 CG3

17	control final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	02:00	20%	5 / 10	CT3 CG1 CG2 CG4 CT5 CG3
----	---------------	--	---------------	-------	-----	--------	--

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Se evaluará la capacidad para poner en práctica la teoría estudiada, mediante la resolución de ejercicios prácticos y revisión de los conocimientos teóricos

La asistencia a clase se comprobará de forma aleatoria. Se admite únicamente un 5% de faltas no justificables. La revisión de situación se hará antes de cada examen ó control.

El examen extraordinario evaluará mediante un ejercicio escrito los contenidos de la asignatura

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
libro1	Bibliografía	Zienkiewicz O. C., El método de los elementos finitos, Reverté, 1981. 
recursos Moodle	Recursos web	Material de la asignatura en la plataforma Moodle
libro 2	Bibliografía	E. Oñate, Cálculo de estructuras por el Método de los Elementos Finitos. 1-Análisis estático lineal, 2- Análisis no lineal, CIMNE, 1992. 
manuales de FEMAP	Recursos web	Manuales del software de uso en la asignatura FEMAP
libro 3	Bibliografía	Introducción al método de los elementos finitos. Manuel Vázquez, Eloísa López. Ed. Noela 2001.
libro 4	Bibliografía	Bathe, Klaus J. ?Finite Element Procedures? Second edition, 2014.
Recursos OCW-MIT	Recursos web	En MIT Open Course Ware: Finite Element Analysis of Solids and Fluids I: <a href="http://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-092-finite-element-analysis-of-solids-and-fluids-i-fall-2009/">http://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-092-finite-element-analysis-of-solids-and-fluids-i-fall-2009/</a>  
Recusos OCW-MIT	Recursos web	Finite Element Analysis of Solids and Fluids II: <a href="http://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-094-finite-element-analysis-of-solids-and-fluids-ii-spring-2011/">http://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-094-finite-element-analysis-of-solids-and-fluids-ii-spring-2011/</a>  