



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**55000406 - Estructuras**

### PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado En Ingeniería En Tecnologías Industriales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - 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
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	55000406 - Estructuras
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Octavo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - E.T.S. De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Alberto Fraile De Lerma (Coordinador/a)	Esc.5 - planta3	alberto.fraile@upm.es	Sin horario. Cualquier día de la semana. Solicitar por correo electrónico

\* 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

- Ampliación De Resistencia De Materiales
- Resistencia De Materiales

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

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

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE23C - Conocimientos y capacidad para el cálculo y diseño de estructuras y construcciones industriales.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial.

CG10 - Capacidad para generar nuevas ideas (Creatividad).

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos industriales, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería industrial en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.

CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Industrial en sus actividades profesionales.

CG9 - Organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones de proyectos y equipos humanos.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA181 - Conocer las distintas tipologías estructurales, las hipótesis y las magnitudes de cada una.

RA182 - Manejar las relaciones básicas (equilibrio compatibilidad y ley de comportamiento) para poder realizar tanteos.

RA187 - Utilizar correctamente (con espíritu crítico) un programa de ordenador.

RA188 - Control de calidad del trabajo: comprobación de las unidades de las distintas variables, del orden de magnitud de los resultados utilizando 3 o 4 dígitos

RA183 - Criterio para aplicar hipótesis y definir el modelo de la estructura en un programa de ordenador.

RA184 - Conocer los elementos básicos (gdl, elemento. matriz de rigidez) del método numérico (cálculo matricial – elementos finitos) que es utiliza y las diferencias entre ambos

RA185 - Usar las relaciones básicas para comprobar los resultados numéricos (equilibrio...)

RA186 - Análisis exhaustivo de resultados y seguimiento de limitaciones de los métodos numéricos.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

#### Objetivos

- Que los alumnos conozca las posibilidades y limitaciones que tienen los métodos numéricos para resolver (de manera aproximada) problemas mecánicos en estructuras y piezas sometidas a solicitaciones termomecánicas.
- Que aprendan las bases teóricas del MEF y en particular su aplicación a problemas térmicos, mecánicos y termomecánicos lineales y estáticos
- Que aprendan a manejar un problema comercial que les permita asentar los conocimientos adquiridos
- Que adquieran capacidad crítica para cuestionar la validez de una simulación

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. Introducción

1.1. Aspectos generales, Magnitudes, relaciones e hipótesis básicas en problemas termomecánicos. Condiciones de contorno. Simetrías y antisimetrías

1.2. Métodos de cálculo. Ejemplos de soluciones numéricas. Programas comerciales. Limitaciones de los modelos lineales y de los métodos numéricos

#### 2. El método de elementos finitos para problemas de transferencia de calor

2.1. Formulación fuerte. Conservación de energía y Ley de Fourier. Condiciones de contorno esenciales y naturales. Problemas de transferencia de calor

2.2. Formulación débil. Minimización de energía . El método de elementos finitos en problemas de Calor. Funciones de forma. Vector de fuerzas y matriz de rigidez

2.3. Ejemplos Elementos Finitos y aplicaciones

#### 3. El método de elementos finitos para problemas de elasticidad en barras

3.1. Formulación fuerte. Ecuación de campo de la barra . Repaso de elasticidad. Condiciones de contorno esenciales y naturales. Problemas de vigas

3.2. Formulación débil. Minimización de energía . El método de elementos finitos en problemas de Elasticidad. Funciones de forma. Matrices de rigidez y vector de cargas.

3.3. Cálculo matricial. Ensamblaje, condiciones de contorno y cálculo de desplazamientos. Esfuerzos, tensiones y reacciones

3.4. Ejemplos de Elementos Finitos y aplicaciones

4. El método de elementos finitos para problemas de termoelasticidad en sólidos

4.1. Introducción . Tipologías y Clasificación. Grados de libertad y esfuerzos

4.2. Elasticidad. Ecuaciones generales. Comportamiento-Compatibilidad-Equilibrio

4.3. Elementos Finitos con sólidos 2D.

4.3.1. Elemento de tres nudos. Formulación y ejemplos

4.3.2. Elemento de cuatro nudos. Formulación y ejemplos

4.3.3. Elementos no conformes. Formulación y ejemplos

4.3.4. Reglas generales de mallado. Submodelado

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Introducción</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Introducción. Manejo SW de la asignatura</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>El método de elementos finitos para problemas de transferencia de calor</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicios de aplicación</b> Duración: 01:15 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>El método de elementos finitos para problemas de transferencia de calor</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicios de aplicación</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Práctica manejo software de cálculo. Aplicación problemas Transferencia Calor</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Práctica. Aplicación problemas Transferencia Calor</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00
4	<b>El método de elementos finitos para problemas de elasticidad en barras</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Prueba progresiva 1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:15
5	<b>El método de elementos finitos para problemas de elasticidad en barras</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicios de aplicación</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>Ejercicios de aplicación</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Prueba progresiva 2</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:15

7	<p><b>El método de elementos finitos para problemas de elasticidad en barras</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Proyecto de modelado numérico</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 12:00</p>
8	<p><b>El método de elementos finitos para problemas de elasticidad en barras</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de aplicación</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Prácticas manejo software de cálculo. Aplicación problemas Elasticidad barras</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Práctica. Aplicación problemas Elasticidad barras</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00</p>
9	<p><b>El método de elementos finitos para problemas de elasticidad en barras</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de aplicación</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p><b>El método de elementos finitos para problemas de elasticidad en barras</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prueba progresiva 3</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:15</p>
11	<p><b>El método de elementos finitos para problemas de termoelasticidad en sólidos</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de aplicación</b> Duración: 01:15 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Prácticas manejo software de cálculo. Aplicación problemas Elasticidad otras tipologías estructurales</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Práctica. Aplicación problemas Elasticidad otras tipologías estructurales</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00</p>
12	<p><b>El método de elementos finitos para problemas de termoelasticidad en sólidos</b> Duración: 01:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios de aplicación</b> Duración: 02:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p><b>Ejercicios de aplicación</b> Duración: 01:15 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Prueba progresiva 4</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:15</p>
14				
15				
16				
17				<p><b>EF_ordinaria. Todo el temario del curso</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 04:00</p> <p><b>EF_extraordinaria. Todo el temario del curso</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p>

				Evaluación Global Presencial Duración: 04:00
--	--	--	--	--

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
3	Práctica. Aplicación problemas Transferencia Calor	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	03:00	5%	5 / 10	CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG9 CG10 CE23C CG1
4	Prueba progresiva 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	15%	4 / 10	CG2 CG3 CG4 CG5 CG7 CE23C CG1
6	Prueba progresiva 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	15%	4 / 10	CG2 CG3 CG4 CG5 CG7 CE23C CG1
7	Proyecto de modelado numérico	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	12:00	20%	5 / 10	CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG9 CG10 CE23C CG1

8	Práctica. Aplicación problemas Elasticidad barras	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	03:00	5%	5 / 10	CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG9 CG10 CE23C CG1
10	Prueba progresiva 3	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	17.5%	4 / 10	CG2 CG3 CG4 CG5 CG7 CE23C CG1
11	Práctica. Aplicación problemas Elasticidad otras tipologías estructurales	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	03:00	5%	5 / 10	CG2 CG3 CG4 CG5 CG7 CG9 CG10 CE23C CG1 CG6
13	Prueba progresiva 4	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	17.5%	4 / 10	CG2 CG3 CG4 CG5 CG7 CE23C CG1

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	EF_ordinaria. Todo el temario del curso	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	65%	4 / 10	CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG9 CG2 CG10 CE23C CG1

17	EF_extraordinaria. Todo el temario del curso	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	65%	4 / 10	CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG9 CG10 CE23C CG1
----	--	-------------------------------------	------------	-------	-----	--------	---

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Para aprobar la asignatura todos los alumnos deben presentarse en la EVALUACION GLOBAL en convocatoria ORDINARIA o EXTRAORDINARIA

La EVALUACIÓN se realiza mediante la media ponderada de las calificaciones de las diferentes actividades del curso y exámenes:

- **Prácticas.** Son 3 prácticas obligatorias distribuidas a lo largo del curso según el calendario docente. Se realizarán de manera telemática por grupos que se formarán y anunciarán en clase. En ellas se evolucionará en el manejo de software comercial que cada alumno debe tener instalado en su ordenador. La evaluación podrá ser mediante un cuestionario en Moodle que deberá ser resuelto por cada alumno de manera individual y/o mediante la presentación por grupos de un informe respondiendo un guion de prácticas. El peso de las prácticas en la calificación final es del **15%** (repartido equitativamente entre las tres prácticas). Se debe tener una nota superior a 5 para que la práctica contabilice en la evaluación final, siendo nula la aportación en caso de tener una calificación inferior. Igualmente, no presentar el informe de prácticas supone una calificación nula. Las prácticas son liberatorias en convocatorias durante el año actual y los dos siguientes.
- **Proyecto.** Es obligatorio y consistirá en la realización de un trabajo de modelización numérica de una estructura que propondrá el alumno (o grupo de alumnos) y será aprobado por el equipo docente. El trabajo deberá seguir un guion propuesto que servirá para evaluarlo. El peso del trabajo es del **20%** de la calificación final. Se debe tener una nota superior a 5 para que contabilice en la evaluación final, siendo

nula la aportación en caso de tener una calificación inferior. Igualmente, no presentar el informe de proyecto de modelado supone una calificación nula. El proyecto es liberatorio en convocatorias durante el año actual y los dos siguientes.

- **Pruebas de Evaluación.** La materia de la asignatura se divide en dos partes.
  - Parte 1: Temas 1 y 2 del temario. Tiene un peso del **30%** de la calificación final. Nota mínima de 4 puntos para aprobar la asignatura. Es de carácter liberatorio en convocatorias posteriores solamente en el curso actual para notas superiores a 4. Existirán pruebas progresivas durante el curso y en las globales ORDINARIA y EXTRAORDINARIA.
  - Parte 2: Temas 3 y 4 del temario. Tiene un peso del **35%** de la calificación final. Nota mínima de 4 puntos para aprobar la asignatura. Es de carácter liberatorio en convocatorias posteriores solamente en el curso actual para notas superiores a 4. pruebas progresivas durante el curso y en las globales ORDINARIA y EXTRAORDINARIA.
  - Las pruebas progresivas pueden liberar materia en las convocatorias globales ORDINARIA y EXTRAORDINARIA, según la evolución del curso.
- **Calificación** La EVALUACIÓN se realiza mediante la media ponderada de las calificaciones de las anteriores actividades. El curso se aprueba con una calificación mayor o igual a 5 puntos, siempre que se cumplan los criterios individuales.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Pizarra	Equipamiento	Explicaciones en pizarra para clases Magistrales
Equipos informáticos	Equipamiento	Utilización del ordenador y cañón de video para presentaciones en clases magistrales
Apuntes de enunciados y problemas	Otros	El profesor aporta documentación y guiones de las clases, así como enunciados de ejercicios y problemas.

Colecciones de problemas	Otros	Problemas resueltos que se ponen a disposición del alumno para complementar la parte práctica de la asignatura
Bibliografía	Bibliografía	Se proporcionan fuentes bibliográficas las que el alumno pueda completar el contenido de la materia expuesta en clase
Software Comercial MEF	Otros	Software de cálculo de distribución gratuita que se empleará en el curso y sobre el que se instruirá en su manejo

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura