



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

**55001074 - Análisis Y Simulación Avanzada De Estructuras**

### PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado En Ingeniería En Tecnologías Industriales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - 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.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	55001074 - Análisis y Simulación Avanzada de 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 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Ricardo Perera Velamazán (Coordinador/a)	Estructuras	ricardo.perera@upm.es	Sin horario. Petición 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

- Análisis Y Simulación De Estructuras

### 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.

CE25D - Conocimientos y capacidad para comprender y utilizar en la práctica el Método de los Elementos Finitos en problemas de elasticidad 2D y 3D, placas, láminas y problemas físicos acoplados

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

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 multidisciplinarios.

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.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA580 - Capacidad de aplicar de forma adecuada las herramientas de modelización numérica del método de elementos finitos a distintas áreas de la ingeniería

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

En este curso se imparte una introducción integrada de la teoría fundamental del Método de Elementos Finitos y su aplicación a la modelización y simulación de distintos tipos de problemas de ingeniería mediante el uso de software comercial.

Tomando como punto de partida el curso Análisis y Simulación de Estructuras, enfocado principalmente a aplicaciones de elementos barra y viga unidimensionales, en este curso se abordan problemas de elasticidad plana y tridimensional así como de placas y láminas, problemas térmicos y problemas físicos acoplados que incluyen la interacción de distintas variables.

El desarrollo del curso es fundamentalmente práctico con la resolución de múltiples problemas de aplicación que permiten ilustrar y discutir con una visión crítica los principales conceptos abordados.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Fundamentos de los métodos de aproximación para problemas 2D y 3D
  - 1.1. - Conceptos fundamentales de la aproximación por elementos finitos en problemas 2D y 3D
2. Simulación por elementos finitos de problemas de transferencia de calor
  - 2.1. - Formulación fuerte y débil del problema de transferencia de calor
  - 2.2. - Formulación del método de elementos finitos en problemas de transferencia de calor
3. Simulación por elementos finitos de placas, láminas y sólidos
  - 3.1. - Formulación fuerte y débil de placas y láminas según las teorías de Kirchhoff y de Navier
  - 3.2. - Formulación del método de elementos finitos en problemas de placas, láminas y sólidos
  - 3.3. - El problema del bloqueo
4. Problemas acoplados
  - 4.1. - Clasificación y fundamentos de simulación de problemas acoplados
  - 4.2. - Acoplamiento termo-mecánico

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>MÓDULO I</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En el caso que las actividades presenciales en Aula programadas para esta semana no se pudiesen impartir presencialmente, se harían telemáticamente Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	<b>MÓDULO I</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En el caso que las actividades presenciales en Aula programadas para esta semana no se pudiesen impartir presencialmente, se harían telemáticamente Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
3	<b>MÓDULO I</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En el caso que las actividades presenciales en Aula programadas para esta semana no se pudiesen impartir presencialmente, se harían telemáticamente Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
4	<b>MÓDULO II</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En el caso que las actividades presenciales en Aula programadas para esta semana no se pudiesen impartir presencialmente, se harían telemáticamente Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
5	<b>MÓDULO II</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En el caso que las actividades presenciales en Aula programadas para esta semana no se pudiesen impartir presencialmente, se harían telemáticamente Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRUEBA PRÁCTICA 1</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 00:00
6	<b>MÓDULO III</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En el caso que las actividades presenciales en Aula programadas para esta semana no se pudiesen impartir presencialmente, se harían telemáticamente Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	

7	MÓDULO III Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En el caso que las actividades presenciales en Aula programadas para esta semana no se pudiesen impartir presencialmente, se harían telemáticamente Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
8	MÓDULO III Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En el caso que las actividades presenciales en Aula programadas para esta semana no se pudiesen impartir presencialmente, se harían telemáticamente Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prueba de evaluación continua 1 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
9	MÓDULO III Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En el caso que las actividades presenciales en Aula programadas para esta semana no se pudiesen impartir presencialmente, se harían telemáticamente Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
10	MÓDULO III Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En el caso que las actividades presenciales en Aula programadas para esta semana no se pudiesen impartir presencialmente, se harían telemáticamente Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
11	MÓDULO III Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En el caso que las actividades presenciales en Aula programadas para esta semana no se pudiesen impartir presencialmente, se harían telemáticamente Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	PRUEBA PRÁCTICA 2 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 00:00
12	MÓDULO IV Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En el caso que las actividades presenciales en Aula programadas para esta semana no se pudiesen impartir presencialmente, se harían telemáticamente Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
13	MÓDULO IV Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En el caso que las actividades presenciales en Aula programadas para esta semana no se pudiesen impartir presencialmente, se harían telemáticamente Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
14	MÓDULO IV Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		En el caso que las actividades presenciales en Aula programadas para esta semana no se pudiesen impartir presencialmente, se harían telemáticamente Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	PRUEBA PRÁCTICA 3 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 00:00



15				<b>Prueba de evaluación continua 2</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
16				
17				<b>EXAMEN FINAL</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:30

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
5	PRUEBA PRÁCTICA 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	20%	4 / 10	CG2 CE23C CG1 CG3 CG5 CG6 CG7 CE25D
8	Prueba de evaluación continua 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	15%	4 / 10	CG2 CE23C CG1 CG3 CG5 CG6 CG7 CE25D
11	PRUEBA PRÁCTICA 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	4 / 10	CG2 CE23C CG1 CG3 CG5 CG6 CG7 CE25D
14	PRUEBA PRÁCTICA 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	4 / 10	
15	Prueba de evaluación continua 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	15%	4 / 10	CG2 CE23C CG1 CG3 CG5 CG6 CG7 CE25D

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	PRUEBA PRÁCTICA 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	20%	4 / 10	CG2 CE23C CG1 CG3 CG5 CG6 CG7 CE25D
11	PRUEBA PRÁCTICA 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	4 / 10	CG2 CE23C CG1 CG3 CG5 CG6 CG7 CE25D
14	PRUEBA PRÁCTICA 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	4 / 10	
17	EXAMEN FINAL	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	02:30	30%	5 / 10	CG2 CE23C CG1 CG3 CG5 CG6 CG7 CE25D

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Todos los alumnos podrán optar entre evaluación continua (EC) o evaluación en examen final (EF). De inicio todos los alumnos se considerarán en la opción de EC. El que desee optar por la opción EF deberá comunicarlo al profesor por correo electrónico (ricardo.perera@upm.es) durante las tres primeras semanas de clase, si no se entenderá que opta por EC. Los criterios para aprobar en cada una de las dos modalidades son los siguientes:

### 1. Evaluación continua (EC)

Dos pruebas escritas evaluables

- Obligatoriedad de obtener un mínimo de 4/10 puntos en cada una de las pruebas para poder aprobar por evaluación continua.
- Peso de la primera prueba en la calificación global: 15%
- Peso de la segunda prueba en la calificación global: 15%
- . La segunda prueba de evaluación continua coincidirá con el Examen Final de Junio

Tres ejercicios prácticos de evaluación continua a realizar por el alumno a lo largo del curso

- Obligatoriedad de obtener un mínimo de 4/10 puntos en cada ejercicio para contabilizar su nota. Si no se alcanza un 4/10 en un ejercicio, éste no contabilizará para la nota final.
- Estos ejercicios se plantearán a lo largo del curso a través de la plataforma virtual Moodle y tendrán un periodo de entrega definido así como una limitación de tiempo para su resolución

- **Peso de los ejercicios prácticos de evaluación continua en la calificación global: 20% el primero, 25% el segundo y 25% el tercero**

**NOTA: Las dos pruebas escritas son liberatorias en el curso corriente pero no para cursos posteriores. Para acogerse a la evaluación continua el alumno ha de concurrir a las dos pruebas escritas y ha de entregar los dos ejercicios prácticos. Si no lo hiciese, automáticamente su evaluación se hará en modo examen final**

## **2. Examen final (EF)**

**Los alumnos que opten por la modalidad de Examen Final deberán entregar los tres ejercicios prácticos de evaluación en los mismos plazos y con las mismas reglas y coeficientes de ponderación que aquellos que opten por evaluación continua.**

**El examen final de Junio coincidirá en fecha con la segunda prueba escrita de evaluación continua pero el contenido de ambas pruebas no tiene por qué coincidir.**

**Tanto para el examen final como para la convocatoria extraordinaria el peso de la prueba será de un 30% en la nota final, siendo requisito imprescindible para superar la asignatura que el alumno obtenga una calificación mayor o igual a 5/10 en esta prueba.**

**En la modalidad de examen final no se liberará contenido de la asignatura de la convocatoria ordinaria a la extraordinaria en ningún caso.**

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Pizarra	Equipamiento	Utilización de la pizarra para clases magistrales
Equipos informáticos	Equipamiento	Utilización del ordenador y cañón de video para presentaciones de resúmenes e imágenes y demostración de la resolución de problemas prácticos con software de elementos finitos
Bibliografía	Bibliografía	Se proporcionan fuentes bibliográficas con las que el alumno pueda completar el contenido de la materia expuesta en clase.
Software	Equipamiento	Utilización de software comercial de elementos finitos para la realización de los ejercicios prácticos del curso

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el ODS 9. Industria, Innovación e Infraestructuras y con el ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles

En la asignatura se utilizará de forma preferente como software de elementos finitos la última versión educacional disponible del programa ANSYS.

## BIBLIOGRAFÍA

- HUEBNER, H., DEWHIRST, D.L., SMITH, D.E., BYROM, T.G., The Finite Element Method for Engineers. Wiley, 2001.
- REDDY, JN, An Introduction to the Finite Element Method. New York: McGraw-Hill, 2005
- CHANDRUPATLA, T. R., BELEGUNDU, A. D., Introduction to Finite Elements in Engineering. Prentice-Hall, 2011.
- OCHSNER, A., MERKEL, M., One-Dimensional Finite Elements: An Introduction to the FE Method. Springer Berlin Heidelberg, 2014.
- CHEN, X., LIU, Y., Finite Element Modeling and Simulation with ANSYS Workbench. CRC Press, 2015.
- MADENCI, E., GUVEN, I., The Finite Element Method and Applications in Engineering using ANSYS. Springer, 2015.
- LO, D.S.H., Finite Element Mesh Generation. CRC Press, 2015-
- SZABO, B., BABUSKA, I., Finite Element Analysis: Method, Verification and Validation. Wiley, 2021.