



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**43000655 - Elementos Finitos**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AP - Master Universitario Ingenieria De Estructuras, Cimentaciones Y Materiales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - 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.....	5
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000655 - Elementos Finitos
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<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>	04AP - Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	04 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos
<b>Curso académico</b>	2024-25

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Felipe Gabaldon Castillo (Coordinador/a)	LMC	felipe.gabaldon@upm.es	Sin horario.
Angel Yague Hernan	Despacho 1-11	angel.yague@upm.es	Sin horario.
Pedro Navas Almodovar	Despacho 1-15	pedro.navas@upm.es	Sin horario.

\* 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

El plan de estudios Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Los requeridos para acceder al máster.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

C5 - [Proviene de las competencias CG1 y CE5]: Capacidad para la participación en actividades de I+D+i mediante la utilización de recursos de modelización predictiva mediante métodos numéricos TIPO: Competencias

C7 - [Proviene de la competencia CG2]: Capacidad para la participación en actividades de I+D+i mediante la utilización de recursos de modelización predictiva mediante el uso de técnicas de programación informática TIPO: Competencias

C9 - [Proviene de las competencias CE9-CE16]: Capacidad para la investigación predoctoral en diseño de estructuras y sus cimentaciones y materiales, simulación y modelización de estructuras, cimentaciones y materiales, Mantenimiento y conservación de estructuras, sus cimentaciones y sus materiales TIPO: Competencias

K2 - [Proviene de la competencia CG2]: Identifica los componentes determinantes para ejercer las funciones de diseño, construcción, conservación y evaluación técnica de estructuras, cimentaciones y materiales, mediante el uso de normativa y documentación científica nacional e internacional. TIPO: Conocimientos o contenidos

K3 - [Proviene de la competencia CG3]: Identifica y explica los aspectos determinantes para diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes, así como usar varios lenguajes de computación, programas de análisis y simulación, y modelos avanzados en ingeniería estructural, geotécnica y de materiales estructurales. TIPO: Conocimientos o contenidos

Sk1 - [Proviene de la competencia CB6]: Utiliza de forma lógica y crítica las bases del método científico como base para llevar a cabo desarrollos originales y/o aplicaciones de ideas en el contexto de la investigación en ingeniería de estructuras, cimentaciones y materiales. TIPO: Habilidades o destrezas

Sk2 - [Proviene de la competencia CB7]: Utiliza los conocimientos técnicos adquiridos para la resolución de problemas nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el diseño de estructuras, cimentaciones y materiales en ingeniería civil y edificación. TIPO: Habilidades o destrezas

Sk3 - [Proviene de la competencia CB8]: Integra los conocimientos adquiridos para formular juicios e introducir innovaciones tecnológicas 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 TIPO: Habilidades o destrezas

Sk4 - [Proviene de la competencia CB10]: Demuestra que puede adquirir conocimientos complejos y continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo TIPO: Habilidades o destrezas

Sk5 - [Proviene de la competencia CG4]: Utiliza la lengua inglesa para expresar conocimiento técnico y científico, de forma oral y escrita. TIPO: Habilidades o destrezas

Sk6 - [Proviene de la competencia CG5]: Aplica los servicios de comunicación y de obtención de información para su transformación en conocimiento aplicable al ejercicio de las competencias en ingeniería de estructuras, cimentaciones y materiales. TIPO: Habilidades o destrezas

Sk7 - [Proviene de las competencias CB9 y CT1]: Prepara y presenta comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente, y es capaz de discutir las con otras personas. TIPO: Habilidades o destrezas

Sk8 - [Proviene de la competencia CT2]: Planifica, organiza y dirige los esfuerzos de un equipo de personas TIPO: Habilidades o destrezas

Sk9 - [Proviene de la competencia CT3]: Aplica los estándares de deontología en la investigación avanzada TIPO: Habilidades o destrezas

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA13 - Utiliza con eficacia recursos de información y comunicación

RA28 - Conocer, aplicar y analizar las distribuciones de tensiones y deformaciones en problemas bidimensionales de elasticidad

RA17 - Utiliza con eficacia recursos de modelización predictiva en una o más de las materias del módulo

RA12 - "Presenta comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente, en lengua española e inglesa"

RA22 - familiarizarse con la metodología científica de las disciplinas en que se apoya la asignatura

RA11 - Utiliza con eficacia, autonomía y polivalencia recursos de modelización predictiva en la temática de la materia

RA26 - Conocer, comprender y analizar las ecuaciones de balance y principios de conservación que rigen el equilibrio y la dinámica en los medios continuos

RA29 - Conocer, comprender y analizar las tensiones como fuerzas internas en el mismo, sabiendo calcular sus distintas componentes y medidas

RA24 - Conocer, comprender y analizar las ecuaciones de la elasticidad como relaciones básicas del comportamiento de los sólidos

RA20 - conocer los fundamentos físicos de los comportamientos macroscópicos

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Modelos computacionales de elementos finitos unidimensionales, bidimensionales, axilsimétricos y tridimensionales. Convergencia y estabilidad de los métodos computacionales basados en elementos finitos. Métodos de modelización computacional de procesos mecánicos y físicos.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Modelos 1D. Estructuras de barras articuladas
2. Modelos de difusión
3. Elasticidad lineal
4. Elementos isoparamétricos
5. Tecnología de elementos
6. Elementos estructurales: vigas

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10	<p><b>Presentación. Instalación de los programas de ordenador utilizados en la asignatura.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Modelos 1D. Aplicación a las estructuras de barras articuladas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Introducción ABAQUS</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Asistencia a lo largo de todo el curso</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
11	<p><b>Modelos 1D. Aplicación a las estructuras de barras articuladas</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Modelos de difusión.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Taller: modelos de elementos finitos de barras articuladas.</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
12	<p><b>Elasticidad lineal</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicio de modelos de barras articuladas</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p><b>Taller: modelos de elementos finitos de conducción de calor</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Taller: modelos de elementos finitos de flujo en medios porosos</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Ejercicio de modelos de barras articuladas.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
13	<p><b>Elasticidad lineal</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicio de modelos de difusión</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p><b>Elementos isoparamétricos</b></p>	<p><b>Taller: modelos de elementos finitos de elasticidad lineal.</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Ejercicio de modelos de difusión.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>

	Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	<p><b>Elementos isoparamétricos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tecnología de elementos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicio de elasticidad lineal</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p><b>Taller: tecnología de elementos.</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Ejercicio de elasticidad lineal.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
15	<p><b>Propuesta del trabajo final de la asignatura.</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p><b>Ejercicio de tecnología de elementos</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p><b>Modelos de vigas</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Taller: vigas.</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Ejercicio de tecnología de elementos</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
16	<p><b>Modelos de vigas</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicio de vigas</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p><b>Puesta en común de la asignatura</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p><b>Ejercicio de vigas</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
17				<p><b>Desarrollo de un trabajo sobre la solución de un problema realista de ingeniería, mediante el método de los elementos finitos</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 30:00</p> <p><b>Desarrollo de un trabajo sobre la solución de un problema realista de ingeniería, mediante el método de los elementos finitos</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Presentación del trabajo final de la asignatura (evaluación continua)</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10</p> <p><b>Presentación del trabajo final de la</b></p>

				<p><b>asignatura (sólo prueba final)</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación Global Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Examen de ejercicios del MEF (sólo prueba final)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</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.

## 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	Asistencia a lo largo de todo el curso	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	/ 10	
12	Ejercicio de modelos de barras articuladas.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	12%	/ 10	C9 Sk4 Sk6 C5 Sk5 Sk9 K2 Sk3 C7 K3 Sk2 Sk1
13	Ejercicio de modelos de difusión.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	12%	/ 10	C9 Sk4 Sk6 C5 Sk5 Sk9 K2 Sk3 C7 K3 Sk2 Sk1
14	Ejercicio de elasticidad lineal.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	12%	/ 10	C9 Sk4 Sk6 C5 Sk5 Sk9 K2 Sk3 C7 K3 Sk2 Sk1

15	Ejercicio de tecnología de elementos	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	12%	/ 10	C9 Sk4 Sk6 C5 Sk5 Sk9 K2 Sk3 C7 K3 Sk2 Sk1
16	Ejercicio de vigas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	12%	/ 10	C9 Sk4 Sk6 C5 Sk5 Sk9 K2 Sk3 C7 K3 Sk2 Sk1
17	Desarrollo de un trabajo sobre la solución de un problema realista de ingeniería, mediante el método de los elementos finitos	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	30:00	6%	5 / 10	Sk8 C9 Sk4 Sk6 C5 Sk5 Sk9 K2 Sk3 C7 K3 Sk2 Sk1
17	Presentación del trabajo final de la asignatura (evaluación continua)	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:10	24%	5 / 10	Sk8 C9 Sk4 Sk6 Sk7 C5 Sk5 Sk9 K2 Sk3 C7 K3 Sk2 Sk1

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Desarrollo de un trabajo sobre la solución de un problema realista de ingeniería, mediante el método de los elementos finitos	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	24%	5 / 10	Sk8 C9 Sk4 Sk6 C5 Sk5 Sk9 K2 Sk3 C7 K3
17	Presentación del trabajo final de la asignatura (sólo prueba final)	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:00	6%	5 / 10	Sk8 C9 Sk4 Sk6 Sk7 C5 Sk5 Sk9 K2 Sk3 C7 K3 Sk2 Sk1
17	Examen de ejercicios del MEF (sólo prueba final)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	70%	3.5 / 10	C9 Sk4 Sk6 C5 Sk5 Sk9 K2 Sk3 C7 K3 Sk2 Sk1

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Presentación del trabajo final de la asignatura (sólo prueba extraordinaria)	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:10	6%	5 / 10	
Examen de ejercicios del MEF (sólo prueba extraordinaria)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	70%	3.5 / 10	
Desarrollo de un trabajo sobre la solución de un problema realista de ingeniería, mediante el método de los elementos finitos (sólo prueba extraordinaria)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	24%	5 / 10	

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación de la asignatura consiste en:

- Asistencia obligatoria del 70%
- Ejercicios sobre el desarrollo, solución e interpretación de resultados de modelos de elementos finitos resueltos por ordenador. Los ejercicios son de tipo test e incluyen algunas cuestiones sobre conceptos básicos del método de los elementos finitos.
- Trabajo final de la asignatura sobre un proyecto propuesto en clase. De este trabajo se entrega un informe y se realiza una presentación oral del mismo.

Los criterios de evaluación son los siguientes:

- Evaluación continua: Cinco ejercicios resueltos a lo largo del curso (60%), asistencia activa a lo largo del curso (10%) y trabajo final de la asignatura (30%). Para aprobar la asignatura es necesario obtener una nota mínima de 5/10 en el trabajo final y una nota mínima de 3.5 en la nota de los ejercicios. Los alumnos que no aprueben la asignatura por evaluación continua pueden guardar la nota, si es mayor que la nota mínima, para los exámenes finales ordinario y extraordinario.
- Sólo prueba final: Examen que consta de dos ejercicios (70%) y trabajo final de la asignatura (30%). Para aprobar la asignatura es necesario obtener una nota mínima de 5/10 en el trabajo final y una nota mínima de 3.5 en la nota de los ejercicios.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
ABAQUS Student	Otros	Los ejercicios y el trabajo final de la asignatura deben realizarse con el programa de elementos finitos ABAQUS Student. Los estudiantes pueden descargar el programa en <a href="https://www.3ds.com/edu/education/students/solutions/abaqus-le/">https://www.3ds.com/edu/education/students/solutions/abaqus-le/</a>
Moodle UPM	Recursos web	El material didáctico (programas de ordenador, apuntes, transparencias de las clases teóricas, prácticas, ejercicios, etc), control de asistencia, calificaciones, avisos, etc se realiza a través de la plataforma Moodle de la UPM.
The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis. Thomas J. R. Hughes Dover Publications, 2000.	Bibliografía	Referencia bibliográfica básica para todas las lecciones del curso.