



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ing. de Caminos  
Canales y P.

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**43000377 - Metodos Computacionales En Ingenieria Civil**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AG - Master Universitario En Ingenieria De Caminos, Canales Y Puertos

### 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.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	11
8. Recursos didácticos.....	16
9. Otra información.....	17

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000377 - Metodos Computacionales en Ingenieria Civil
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	04AG - Master Universitario en Ingenieria de Caminos, Canales y Puertos
<b>Centro responsable de la titulación</b>	04 - E.T.S. De Ing. De Caminos Canales Y P.
<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>
Juan Jose Arribas Montejo (Coordinador/a)	Lab Mec Comp	juanjose.arribas@upm.es	Sin horario. Sin horario
Pedro Navas Almodovar	1-15	pedro.navas@upm.es	Sin horario. Sin horario
Angel Yague Hernan	T1-11	angel.yague@upm.es	Sin horario. Sin horario

Diego Guillermo Manzanal Milano	T6	d.manzanal@upm.es	Sin horario. Sin horario
Fco. Javier Martinez Cutillas	T9-8	francisco.martinez@upm.es	Sin horario. Sin horario
Miguel Martin Stickle	Lab matematicas	miguel.martins@upm.es	Sin horario. Sin horario
Jose Maria Goicolea Ruigomez	T9-7	jose.goicolea@upm.es	Sin horario. Sin horario
Sergio Blanco Ibañez	P1 - 1.13	sergio.blanco@upm.es	Sin horario. Sin horario
Miguel Molinos Perez	T9-8	m.molinos@upm.es	Sin horario. 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

- Termomecanica De Medios Continuos
- Modelos Matematicos Para Sistemas De Ingenieria Ci

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

- Cálculo
- Cálculo vectorial y tensorial
- Informática
- Algebra

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB07 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos

CB08 - 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

CB10 - 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.

CE33 - Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.

CE39 - Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural.

CGP01 - Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8

CGP06 - Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

CGP12 - Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

CGP18 - Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

CT2 - Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real

Decreto.

CT7 - Capacidad de utilización de los servicios de información y comunicación para el ejercicio de las funciones profesionales del perfil de egreso. Desarrolla la competencia transversal 3ª de la normativa UPM.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA69 - Valora con criterio científico-técnico y aplica recursos computacionales al proyecto, ejecución, conservación y explotación de infraestructuras, y a la predicción de sus efectos medioambientales

RA87 - Sabe plantear y resolver problemas mediante modelos computacionales de elementos finitos y similares

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

#### Finalidad y enfoque

Los modelos de cálculo por ordenador han experimentado un enorme progreso en los últimos años para todas las ramas de ingeniería, y en particular la ingeniería civil. Este curso pretende dar una base de los métodos más actualizados para distintas aplicaciones de ingeniería civil. Los métodos de cálculo empleados principalmente son de elementos finitos, aunque también podrán tratarse otros modelos como diferencias finitas, métodos de partículas o sin malla. El enfoque principal del curso es para el usuario avanzado, no para el programador.

#### Estructura

El curso consta de dos partes diferenciadas, y en cada una de ellas se distinguen asimismo dos capítulos:

- Parte I. Método de Elementos Finitos (MEF)
  - Capítulo 1. MEF para para difusión: §1- Introducción a los EF §2- Problemas de difusión estacionarios §3- Problemas de difusión transitorios
  - Capítulo 2. MEF para mecánica de sólidos y estructuras: §4- Formulaciones débiles y variacionales en MS §5- Discretización mediante EF en MS §6- EF isoparamétricos y técnicas especiales §7- EF para dinámica y problemas no lineales
- Parte II. Introducción a la geotecnia e hidráulica computacional
  - Capítulo 3. Geotecnia computacional: §8- Modelos para flujo desacoplado §9- Modelos en tensiones totales §10- Modelos en tensiones efectivas §11- Aplicaciones a problemas de ingeniería geotécnica

- Capítulo 4. Hidráulica y marítima computacional: §12- Modelos integrados en profundidad de tipo lineal §13- Modelos integrados en profundidad no lineales §14- Modelos en elementos finitos §15- Aplicaciones a problemas de ingeniería hidráulica y marítima

## **Docencia**

El curso se estructura en clases teóricas y prácticas. En las clases teóricas se desarrollan los conceptos fundamentales de los modelos desde sus vertientes matemáticas, físicas y numéricas. En las clases prácticas se desarrollan ejemplos en el ordenador de forma individual por parte de cada alumno.

### *Clase de teoría:*

El profesor expondrá los modelos físicos y matemáticos tratados en el temario, y a continuación los métodos computacionales para cada uno de los modelos. El objetivo de las clases es que los estudiantes conozcan el potencial y las limitaciones de los distintos métodos numéricos empleados, así como las aplicaciones en problemas de ingeniería. Se buscará especialmente una comprensión crítica de los métodos computacionales, ligada a la estructura de los modelos matemáticos y a los algoritmos numéricos adecuados para cada caso.

### *Clases prácticas:*

Se desarrollarán con periodicidad semanal prácticas con ordenador, en las aulas informáticas de la escuela y en los ordenadores personales de los estudiantes. Se emplearán programas de cálculo suministrados por los profesores cuyo uso se explicará a los estudiantes, así como en los casos pertinentes la estructura de su programación. Algunos de estos programas estarán desarrollados en el lenguaje matlab/octave o python, que deberán saber emplear los estudiantes. Estos deberán realizar de forma autónoma modelos de cálculo mediante el lenguaje y las instrucciones específicas en cada caso. El resultado de los cálculos deberán resumirlo en cuadros, gráficos o videos significativos. Se valorará de forma prioritaria la discusión de los resultados obtenidos, en función de los modelos físicos y matemáticos que se resuelven, de la técnica numérica empleada, y de la aplicación tecnológica de los mismos.

### *Trabajo autónomo:*

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos en clase. Asimismo, estudiará el uso de los programas y modelos numéricos empleados, practicando de forma individual con su ordenador personal o en el aula informática.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. PARTE I. MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS - CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN AL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS; PROBLEMAS DE DIFUSIÓN.

- 1.1. tema 1. Introducción a los elementos finitos
- 1.2. tema 2. Problemas de difusión estacionarios
- 1.3. tema 3. Problemas de difusión transitorios

2. PARTE I. MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS - CAPÍTULO 2. MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS PARA MECÁNICA DE SÓLIDOS.

- 2.1. tema 4. Formulaciones débiles y variacionales en mecánica de sólidos
- 2.2. tema 5. Discretización mediante elementos finitos
- 2.3. tema 6. Elementos isoparamétricos y técnicas especiales de aproximación
- 2.4. tema 7. Elementos finitos para dinámica y problemas no lineales

3. PARTE II. MÉTODOS COMPUTACIONALES EN GEOTECNIA E HIDRÁULICA - CAPÍTULO 3. INTRODUCCIÓN A LA GEOTECNIA COMPUTACIONAL.

- 3.1. tema 8. Modelos para flujo desacoplado
- 3.2. tema 9. Modelos en tensiones totales
- 3.3. tema 10. Modelos en tensiones efectivas. Acoplamiento
- 3.4. tema 11. Aplicaciones a problemas de ingeniería geotécnica

4. PARTE II. MÉTODOS COMPUTACIONALES EN GEOTECNIA E HIDRÁULICA - CAPÍTULO 4. INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA HIDRÁULICA Y MARÍTIMA COMPUTACIONAL

- 4.1. tema 12. Modelos Integrados en profundidad de tipo lineal
- 4.2. tema 13. Modelos integrados en profundidad no lineales
- 4.3. tema 14. Modelos en elementos finitos
- 4.4. tema 15. Aplicaciones a problemas de ingeniería hidráulica y marítima

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Capítulo 1. Introducción al MEF; problemas de difusión</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Capítulo 1. Introducción al MEF</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
2	<p><b>Capítulo 1. Introducción al MEF; problemas de difusión</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Capítulo 1. Introducción al MEF; problemas de difusión</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Ejercicio de clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Aprovechamiento de práctica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10</p>
3	<p><b>Capítulo 2. MEF para mecánica de sólidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Práctica de Control PC1</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Práctica de Control PC1 (para final)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</p>
4	<p><b>Capítulo 2. MEF para mecánica de sólidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Capítulo 1. Introducción al MEF; problemas de difusión</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Ejercicio de clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Aprovechamiento de práctica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10</p>
5	<p><b>Capítulo 2. MEF para mecánica de sólidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Capítulo 2. MEF para mecánica de sólidos</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Ejercicio de clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Aprovechamiento de práctica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10</p>

6	<p><b>Capítulo 2. MEF para mecánica de sólidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Capítulo 2. MEF para mecánica de sólidos</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Ejercicio de clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Aprovechamiento de práctica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10</p>
7	<p><b>Capítulo 2. MEF para mecánica de sólidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Capítulo 2. MEF para mecánica de sólidos</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Ejercicio de clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Aprovechamiento de práctica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10</p>
8				<p><b>Práctica de Control PC2</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Práctica de Control PC2 (para final)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</p>
9	<p><b>Capítulo 3. Geotecnia computacional</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Capítulo 3. Introducción al software de Geotecnia computacional</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
10	<p><b>Capítulo 3. Geotecnia computacional</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Capítulo 3. Geotecnia computacional</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Ejercicio de clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Aprovechamiento de práctica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10</p>
11	<p><b>Capítulo 3. Geotecnia computacional</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Capítulo 3. Geotecnia computacional</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Ejercicio de clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Aprovechamiento de práctica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10</p>

12	<p><b>Capítulo 3. Geotecnia computacional</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Práctica de Control PC3</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Práctica de Control PC3 (para final)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</p>
13	<p><b>Capítulo 4. Hidráulica computacional</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Capítulo 4. Hidráulica computacional</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Ejercicio de clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Aprovechamiento de práctica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10</p>
14	<p><b>Capítulo 4. Hidráulica computacional</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Capítulo 4. Hidráulica computacional</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Ejercicio de clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Aprovechamiento de práctica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10</p>
15	<p><b>Capítulo 4. Hidráulica computacional</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Capítulo 4. Hidráulica computacional</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Ejercicio de clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Aprovechamiento de práctica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:10</p>
16				<p><b>Práctica de Control PC4</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Práctica de Control PC4 (para final)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</p>

17				<p><b>Examen final (para evaluación continua)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Examen final (para solo final)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito 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
2	Ejercicio de clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	0 / 10	CGP18
2	Aprovechamiento de práctica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	.5%	0 / 10	CGP18
3	Práctica de Control PC1	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	11.25%	0 / 10	CGP18
4	Ejercicio de clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	0 / 10	CGP18
4	Aprovechamiento de práctica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	.5%	0 / 10	CGP18
5	Ejercicio de clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	0 / 10	CGP18
5	Aprovechamiento de práctica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	.5%	0 / 10	CGP18
6	Ejercicio de clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	0 / 10	CGP18
6	Aprovechamiento de práctica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	.5%	0 / 10	CGP18
7	Ejercicio de clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	0 / 10	CGP18
7	Aprovechamiento de práctica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	.5%	0 / 10	CGP18

8	Práctica de Control PC2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	11.25%	0 / 10	CGP18
10	Ejercicio de clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	0 / 10	CGP18
10	Aprovechamiento de práctica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	.5%	0 / 10	CGP18
11	Ejercicio de clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	0 / 10	CGP18
11	Aprovechamiento de práctica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	.5%	0 / 10	CGP18
12	Práctica de Control PC3	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	11.25%	0 / 10	CGP18
13	Ejercicio de clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	0 / 10	CGP18
13	Aprovechamiento de práctica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	.5%	0 / 10	CGP18
14	Ejercicio de clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	0 / 10	CGP18
14	Aprovechamiento de práctica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	.5%	0 / 10	CGP18
15	Ejercicio de clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	0 / 10	CGP18
15	Aprovechamiento de práctica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	.5%	0 / 10	CGP18
16	Práctica de Control PC4	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	11.25%	0 / 10	CGP18
17	Examen final (para evaluación continua)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	4 / 10	CGP01 CGP06 CB10 CT2 CE39 CT7 CE33 CGP12 CB06

							CB07 CB08 CGP18
--	--	--	--	--	--	--	-----------------------

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Práctica de Control PC1 (para final)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	12.5%	0 / 10	CGP18
8	Práctica de Control PC2 (para final)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	12.5%	0 / 10	CGP18
12	Práctica de Control PC3 (para final)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	12.5%	0 / 10	CGP18
16	Práctica de Control PC4 (para final)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	12.5%	0 / 10	CGP18
17	Examen final (para solo final)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	4 / 10	CE39 CT7 CE33 CGP12 CB06 CB07 CB08 CGP18 CGP01 CGP06 CB10 CT2

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final (para solo final)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	4 / 10	CGP01 CGP06 CB10 CT2 CE39 CT7 CE33 CGP12 CB06 CB07 CB08 CGP18
Práctica de Control PC1 (para final)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	12.5%	0 / 10	CGP18
Práctica de Control PC2 (para final)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	12.5%	0 / 10	CGP18
Práctica de Control PC3 (para final)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	12.5%	0 / 10	CGP18
Práctica de Control PC4 (para final)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	12.5%	0 / 10	CGP18

## 7.2. Criterios de evaluación

### Evaluación progresiva (continua)

Debido al importante contenido práctico del aprendizaje, la evaluación de la asignatura debe realizarse prioritariamente mediante este procedimiento. La evaluación continua consta de tres partes:

- **PE1.** ejercicios breves de clase, de tipo test u otros, en las clases de teoría (peso 10%), así como asistencia y aprovechamiento a las clases de prácticas guiadas (5%). Se requiere una asistencia mínima del 60% de las clases de teoría y la totalidad de las prácticas para poder contabilizar esta puntuación.
- **PE2.** prácticas de control, pruebas prácticas que se realizarán individualmente en el ordenador a lo largo del curso (peso 45%). Son 4 controles (PC1-PC4) que serán anunciados con antelación, dos

correspondientes a cada una de las partes de la asignatura: bloque 1 (PC1-PC2) y bloque 2 (PC3-PC4).

Estas prácticas de control constituyen **actividades obligatorias no recuperables si no se han llevado a cabo en el periodo docente.**

- **PE3.** examen final, que deberá realizarse en cualquier caso también para evaluación continua (peso 40%). El examen constará de 4 ejercicios, dos de cada parte de la asignatura. De cada parte, un ejercicio será de tipo test y otro una cuestión teórico-práctica breve. Será necesario obtener como mínimo 4 puntos sobre 10 en este examen para aprobar la asignatura por evaluación continua. En el caso de no obtenerse dicha calificación mínima la evaluación será por "solo examen final". El examen constará de 4 ejercicios, dos de cada parte de la asignatura. De cada parte, un ejercicio será de tipo test y otro una cuestión teórico-práctica breve.

### Evaluación global ("solo examen final")

Se tendrán en cuenta los elementos PE2 y PE3 antes descritos aunque con pesos diferentes:

- la puntuación PE2 de las prácticas de control realizadas durante el curso (peso 50%). Estas pruebas constituyen **actividades obligatorias no recuperables si no se han llevado a cabo en el periodo docente.**
- la puntuación PE3 de los 4 ejercicios del examen final antes descrito (peso 50%), requiriéndose un mínimo de 4 sobre 10. En el caso de no alcanzar la nota mínima establecida en el examen final la nota que figurará en el acta no podrá superar un 4,5/10.

Solo en los casos que por accidente u otras causas excepcionales sobrevenidas, debidamente justificadas y autorizadas, a un estudiante haya faltado a alguna de las prácticas de control PE2 durante el curso se le podrá autorizar para repetir alguna práctica de control en la fecha del examen final.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes de Elementos Finitos	Recursos web	Disponibles en la plataforma moodle y con acceso libre en <a href="http://stokes.mecanica.upm.es/~goico/MCIC_open/temas/">http://stokes.mecanica.upm.es/~goico/MCIC_open/temas/</a>
ABAQUS	Recursos web	ABAQUS SE 2018 (Student Version) software for windows; SIMULIA (2018) "Abaqus User's Guide", version 2018, Johnston, Rhode Island USA.
Ottosen & Petersson	Bibliografía	Ottosen, N. and Petersson, H. (1992). Introduction to the Finite Element Method. Prentice Hall.
Oñate	Bibliografía	Oñate, E. (2009, 2013). Structural Analysis with the Finite Element Method; Linear Statics. Vols. 1 y 2.. Springer, CIMNE.
Zienkiewicz & Taylor	Bibliografía	Zienkiewicz O.C. and Taylor R.L. (2004). El método de los elementos finitos; Vol 3, Dinámica de fluidos (5.ª ed). CIMNE, Barcelona
Zienkiewicz, Chan, Pastor, Schrefler & Shiomi	Bibliografía	Zienkiewicz O.C., Chan A.H., Pastor M., Schrefler B. and Shiomi T. (2000). Computational Geomechanics, Wiley
GiD	Recursos web	Programa GiD para pre- y post-proceso, <a href="http://gid.cimne.upc.es">http://gid.cimne.upc.es</a>
GeHoMAadrid	Recursos web	Programa GeHoMAadrid
MAT-fem	Recursos web	Programa de elementos finitos MAT-fem <a href="http://www.cimne.com/mat-fem/">http://www.cimne.com/mat-fem/</a>
SW mecánica de fluidos	Recursos web	Programa SW para mecánica de fluidos

Pastor & Tamagnini	Bibliografía	M.Pastor y C.Tamagnini (Eds) (2003), Numerical Modelling of Geomaterials, Kogan Page Science, (2003)
Donea & Huerta	Bibliografía	Donea J., Huerta A. (2003). Finite element methods for flow problems. Wiley

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el ODS9.