



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y
Energía

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

63000329 - Mecánica De Medios Continuos

PLAN DE ESTUDIOS

06AJ - Máster Universitario En Ingeniería Geológica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - 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.....	8
7. Actividades y criterios de evaluación.....	11
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	63000329 - Mecánica de Medios Continuos
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	06AJ - Máster Universitario en Ingeniería Geológica
Centro responsable de la titulación	06 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Minas Y Energía
Curso académico	2024-25

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Anastasio Pedro Santos Yanguas (Coordinador/a)	635-M3	tasio.santos@upm.es	M - 12:00 - 14:00 X - 11:00 - 13:00 J - 12:00 - 14:00
Jose Antonio Fernandez Merodo	635-M3	jose.merodo@upm.es	Sin horario. A determinar una vez iniciado el cuatrimestre

Jose Joaquin Ortega Parreño	633 M3	josejoaquin.ortega@upm.es	Sin horario. Las tutorías se fijarán al inicio del cuatrimestre en Enero de 2025
--------------------------------	--------	---------------------------	--

* 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 Máster Universitario en Ingeniería Geológica no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Elasticidad (Grados)
- Mecánica de Fluidos (Grados)
- Álgebra
- Cálculo

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 nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

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

CB09 - 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

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.

CE07 - Conocer los principios básicos de los medios continuos y sus deformaciones, analizando el comportamiento 2D y 3D de materiales elásticos, inelásticos y reológicos; aplicar la mecánica de medios continuos a problemas geológicos y simularla mediante elementos finitos.

CE12 - Capacidad de realizar un trabajo o proyecto integrando y relacionando las competencias adquiridas en las distintas asignaturas del máster, junto con la capacidad de defenderlo en público ante un grupo de personas expertas en el tema del trabajo

CG01 - Capacidad para aplicar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo del Máster para resolver problemas concretos relacionados con la Ingeniería Geológica y la Geotecnia en cualquier tipo de proyectos, incluidos aquellos que presentan problemas nuevos o afectan a entornos o medios poco conocidos.

CG03 - Capacidad para adquirir habilidades y predisposición para el aprendizaje autónomo o dirigido en Ingeniería Geológica que permitan la formación continua, ya sea en el ámbito de la investigación (Doctorado) o del perfeccionamiento profesional.

CT01 - Capacidad de uso de la lengua inglesa para el trabajo en contextos internacionales

CT03 - Creatividad, iniciativa y capacidad emprendedora.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA14 - Capacidad de aplicación a casos prácticos

RA18 - Comprensión de los conceptos de tensiones, deformaciones y respuesta elástica de los materiales

RA21 - Conocer y Aplicar la Mecánica de Medios continuos

RA17 - Comprensión y aplicación de los conceptos de combinación lineal y cálculo de momentos

RA20 - Resolver problemas de MMcC mediante el MEF

RA34 - Creatividad

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La materia versa sobre el aprendizaje de la mecánica de medios continuos para lo que se requieren sólidos conocimientos de matemáticas y asignaturas afines. Además se emplea el software LS-DYNA para la realización de un proyecto. Si coinciden en el tiempo los alumnos pueden acceder a un MOOC sobre LS-DYNA que ofertan los profesores de la materia en la plataforma Miriada X.

5.2. Temario de la asignatura

1. ALGEBRA Y CÁLCULO TENSORIAL

1.1. Repaso de álgebra vectorial. Bases y coordenadas. Producto escalar y vectorial.

1.2. Algebra tensorial. Tensores de orden dos

1.2.1. Operaciones y clases especiales de tensores

1.2.2. Cambio de coordenadas en un tensor. Coeficientes de permutación.

1.2.3. Formas bilineales y cuadrática asociada a un tensor.

1.2.4. Vector axial asociado a un tensor hemisimétrico

1.2.5. Determinante de un tensor.

1.2.6. Autovalores y descomposición espectral. Teorema de Caley-Hamilton

1.2.7. Descomposición simétrica-hemisimétrica

1.2.8. Descomposición Polar

1.3. Tensores de orden cuatro

1.4. Cálculo vectorial y tensorial

1.4.1. Derivada de un campo escalar

1.4.2. Derivada de un campo vectorial

1.4.3. Divergencia, rotacional y laplaciana.

1.4.4. Teorema de la divergencia

1.4.5. Teorema de Stokes

1.4.6. Funciones de tensores de orden dos

2. ANÁLISIS DE TENSIONES

2.1. Concepto de medio continuo.

2.2. Masa y densidad

2.3. Fuerzas y momentos

2.4. Fuerzas sobre una superficie

2.5. Tensor de tensiones de Cauchy

2.6. Condiciones de equilibrio

2.7. Tensiones principales

2.8. Tensiones normales y tangenciales

2.9. Presión y tensión desviadora

2.10. Representación mediante el círculo de Mohr

3. CINEMÁTICA DE MEDIOS CONTINUOS

3.1. Los cuerpos continuos y sus configuraciones

3.2. El campo de deformaciones de un medio continuo

3.3. El gradiente de deformación

3.4. Medidas locales de deformación

3.5. Transformaciones de longitud, superficie y volumen

3.6. Deformaciones de sólido rígido

3.7. Deformaciones Homogéneas

- 3.8. Deformaciones infinitesimales
- 3.9. Ecuaciones de compatibilidad
- 3.10. Movimientos en tiempo. Trayectoria.
- 3.11. Descripción Material y espacial.
- 3.12. Velocidad y Aceleración
- 4. APLICACIONES DE ELASTICIDAD
 - 4.1. Concepto de elasticidad.
 - 4.2. Elasticidad lineal: Ley de hooke generalizada. Constantes de Lamé
 - 4.3. Principios variacionales en elasticidad.
 - 4.4. Teoremas energéticos
- 5. LEYES DE BALANCE Y CONSERVACIÓN
 - 5.1. Curvas, superficies y volúmenes materiales
 - 5.2. Curvas, superficies y volúmenes de control
 - 5.3. Balance de masa
 - 5.4. Balance de cantidad de movimiento
 - 5.5. Balance de momento cinético
 - 5.6. Balance de energía
 - 5.7. La segunda ley de la termodinámica
- 6. MODELOS CONSTITUTIVOS
 - 6.1. Principios generales de los modelos constitutivos
 - 6.2. El principio de invarianza
 - 6.3. Modelos constitutivos reducidos
 - 6.4. Simetrías
 - 6.5. Clasificación de los modelos constitutivos
 - 6.6. Modelos constitutivos de solidos elásticos
- 7. PROYECTO: MODELIZACIÓN MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS
 - 7.1. Introducción a la modelización numérica
 - 7.1.1. Modelo matemático
 - 7.1.2. Modelo constitutivo

7.1.3. Modelo numérico (Método de los Elementos Finitos - MEF)

7.2. Presentación del programa GeHoMadrid y del pre/procesador GiD

7.2.1. Utilización de GiD

7.2.2. Utilización de GeHoMadrid

7.2.3. Ejemplos de GeHoMadrid

7.3. Proyecto individual de modelización

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Presentación de la signatura Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
2	<p>Tema 1 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p>Tema 3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 3 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
4	<p>Tema 3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 3 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

5	<p>Tema 3 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 7: Presentación del Método de los elementos Finitos. Introducción al programa LS-DYNA Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
6	<p>Tema 4 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 5 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 5 Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Resolución de Problemas Teórico-Prácticos (T1-T3 incluidos) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
7	<p>Tema 7: Presentación de ejemplos de aplicación con LS-DYNA Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Tema 7: Preproceso en el MEF con LS-Prepost Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
8	<p>Tema 5 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
9	<p>Tema 7: Preproceso en el MEF con LS-Prepost Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Tema 7: Postproceso de resultados con LS-Prepost Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
10	<p>Tema 5 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 6 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p>Tema 7: Proyecto individual(I) Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			

12	<p>Tema 6 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 6 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 7: Proyecto individual(II) Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			
13	<p>Tema 7: Proyecto individual(III) Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Resolución de Problemas Teórico-Prácticos (T4-T6 incluidos) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
14	<p>Tema 7: Proyecto individual (IV) Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			
15	<p>Tema 7: Proyecto individual (V) Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p>Tema 7 Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Presentación // entregable de trabajos Modelización mediante un programa de simulación. Si el número de alumnos es suficiente, el trabajo se hará en grupo. PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 02:00</p>
16				
17				<p>Examen Final (T1-T6) 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
6	Resolución de Problemas Teórico-Prácticos (T1-T3 incluidos)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	30%	3 / 10	CE07 CB07 CB08 CB10 CG03
13	Resolución de Problemas Teórico-Prácticos (T4-T6 incluidos)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	30%	3 / 10	CE07 CB07 CB08 CB10 CG03
15	Presentación // entregable de trabajos Modelización mediante un programa de simulación. Si el número de alumnos es suficiente, el trabajo se hará en grupo.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	40%	5 / 10	CE07 CE12 CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CG01 CG03 CT01 CT03

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Presentación // entregable de trabajos Modelización mediante un programa de simulación. Si el número de alumnos es suficiente, el trabajo se hará en grupo.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	40%	5 / 10	CE07 CE12 CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CG01 CG03 CT01 CT03

17	Examen Final (T1-T6)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	5 / 10	CB08 CE07 CB07 CB10 CG03
----	----------------------	-------------------------------------	------------	-------	-----	--------	--------------------------------------

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final (T1-T6)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	5 / 10	CE07 CB07 CB08 CB10 CG03
Presentación // entregable de trabajos Modelización con LS-DYNA. Si el número de alumnos es suficiente, el trabajo se hará en grupo.	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	02:00	40%	5 / 10	CE07 CE12 CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CG01 CG03 CT01 CT03

7.2. Criterios de evaluación

Por defecto la evaluación es progresiva, dado el número de alumnos, y el carácter del máster.

Para poder acceder al aprobado los alumnos, independientemente del tipo de evaluación seleccionada, tendrán que superar el trabajo de modelización relativo al proyecto individual.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Página Moodle de la asignatura	Recursos web	
Introducción práctica a las simulaciones en Ingeniería con LS-DYNA	Recursos web	MOOC de los profesores de la asignatura
Apuntes de Mecánica de Medios Continuos- Ignacio Romero	Bibliografía	http://bigmac.mecaest.etsii.upm.es/Site/MMC_files/apuntes.pdf
Mecánica de Medios Continuos: Resumen de Álgebra y Cálculo Tensorial. J.M. Goicolea	Bibliografía	http://www.mecanica.upm.es/mmc-ig/Apuntes/t0.pdf
Mecánica de medios continuos para ingenieros (X. Oliver y C. Agelet). Ediciones UPC, 2000.	Bibliografía	
Continuum mechanics for engineers (2nd. edition) (G.T. Mase, G.E. Mase), CRC Press, 1999	Bibliografía	
Continuum mechanics (G.E. Mase) Schaum's outline series, McGraw Hill, 1970.	Bibliografía	
The Linearized Theory of Elasticity (W. Slaughter), Birkhauser, Boston, 2002	Bibliografía	

Continuum mechanics, concise theory and problems (P. Chadwick). 1976, reimpreso por Dover 1999.	Bibliografía	
Zienkiewicz, O. C. & Taylor, R. L. (1993). El Método de Los Elementos Finitos. Editorial McGraw-Hill/Interamericana de Espana, S.A., ISBN 8448101782, 9788448101787	Bibliografía	
Zienkiewicz, O.C.; Chan, A.; Pastor, M.; Schrefler, B. A.; Shiomi, T. (2017) Computational Geomechanics with Special Reference to Earthquake Engineering. Editorial, WILEY INDIA. ISBN 10: 8126568410	Bibliografía	
Introduction to Continuum Mechanics- Panayiotis Papadopoulos	Bibliografía	http://www.me.berkeley.edu/ME280B/notes.pdf

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

- La asignatura se relaciona con el ODS4, el ODS9 y el ODS12