



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

65001020 - Mecanica De Rocas Y Suelos

PLAN DE ESTUDIOS

06TM - Grado En Ingenieria En Tecnologia Minera

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..... | 3 |
| 5. Descripción de la asignatura y temario..... | 4 |
| 6. Cronograma..... | 8 |
| 7. Actividades y criterios de evaluación..... | 11 |
| 8. Recursos didácticos..... | 14 |

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

| | |
|--|--|
| Nombre de la asignatura | 65001020 - Mecanica de Rocas y Suelos |
| No de créditos | 4.5 ECTS |
| Carácter | Obligatoria |
| Curso | Tercero curso |
| Semestre | Quinto semestre |
| Período de impartición | Septiembre-Enero |
| Idioma de impartición | Castellano |
| Titulación | 06TM - Grado en Ingenieria en Tecnologia Minera |
| 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 * |
|--|-----------------|---------------------------|--|
| Maria Jose Crespo Alvarez | 620 (M3) | mariajose.crespo@upm.es | L - 14:00 - 16:30 V - 08:30 - 10:00 |
| Ricardo Lain Huerta (Coordinador/a) | 216 (M3) | ricardo.lain@upm.es | L - 08:00 - 11:00 V - 08:00 - 11:00 |

* 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

- Álgebra
- Cálculo I
- Cálculo II
- Geología
- Mecánica

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Geología
- Mecánica
- Tecnología de materiales
- Conocimientos básicos de estadística
- Conocimientos básicos de proyección estereográfica
- Conocimientos del círculo de Mohr
- Conocimiento del tensor de tensiones

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CG 1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Tecnología Minera.

CG 2 - Poseer capacidad para diseñar, analizar, calcular, proyectar, construir, mantener, conservar, explotar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos de las Tecnologías Mineras, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas, incluyendo la función de asesoría en estos campos.

CG 3 - 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.

CG 6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional

F12 - Conocimiento de geotecnia y mecánica de suelos y de rocas

F25 - Estudios geotécnicos aplicados a la minería, construcción y obra civil.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA377 - Saber obtener las tensiones geostáticas en un terreno

RA368 - Conocer y comprender los orígenes de las tensiones naturales en los macizos rocosos

RA372 - Saber obtener las tensiones inducidas por una sobrecarga en un terreno

RA364 - Conocer las características geomecánicas de las discontinuidades

RA365 - Conocer los ensayos para determinar las propiedades mecánicas de las discontinuidades

RA370 - Cálculo de asentamientos edométricos de cimentaciones superficiales en un terreno

RA371 - Conocer, comprender y utilizar los conceptos de la Mecánica de Rocas

RA373 - Conocer, comprender y utilizar las clasificaciones geomecánicas de los macizos rocosos

RA375 - Comprender el comportamiento mecánico de las discontinuidades

RA366 - Conocer los principales tipos de roturas de taludes

RA340 - Conocer los ensayos para determinar las propiedades mecánicas de las rocas

RA367 - Saber interpretar los resultados de los ensayos de corte directo, edométrico y triaxial

RA374 - Comprender las propiedades mecánicas de las rocas y los criterios de rotura

RA376 - Conocer los ensayos necesarios para la caracterización mecánica de un terreno: ensayo de corte directo, ensayo edométrico y ensayo triaxial.

RA369 - Conocer la metodología de los estudios de estabilidad de taludes

RA101 - Comprender las propiedades mecánicas de las rocas y los macizos rocosos.

RA99 - Conocer los conceptos básicos de mecánica de suelos y rocas.

RA100 - Comprender las propiedades mecánicas de los suelos

RA102 - Calcular los estados tensionales en suelos y macizos rocosos

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Los objetivos de esta asignatura son los siguientes:

- Comprender el comportamiento de los macizos rocosos y de los suelos en las obras de ingeniería
- Comprender los métodos de caracterización geomecánica de las rocas, de los macizos rocosos y de los suelos con la ayuda de ensayos de laboratorio y prácticas de campo.

La parte de Mecánica de Suelos de esta asignatura podrá impartirse total o parcialmente con la metodología de aula invertida, que consiste en el estudio previo de la parte teórica por parte del alumno que tiene a su disposición los apuntes de la asignatura, las presentaciones de Power Point y sus correspondientes vídeos. En clase se resolverán las dudas planteadas por los alumnos sobre la parte de teoría y se resolverán los problemas.

Clases de teoría: Método expositivo (cuando no se indique aula invertida)

Clases de problemas:

En la parte de Mecánica de Rocas: Clases específicas de problemas para cada alumno

En la parte de Mecánica de Suelos: Además de las clases específicas de problemas, en las clases teóricas podrá haber problemas intercalados con las exposiciones teóricas.

Prácticas: Hay prácticas de laboratorio que se realizarán en grupo. En la parte de Mecánica de Suelos las prácticas son obligatorias para poder optar a la evaluación progresiva (no son obligatorias para aprobar en exámenes finales).

Trabajos autónomos:

En la parte de Mecánica de Suelos: Se tendrá que entregar un informe de las prácticas realizadas, trabajo obligatorio para poder optar a aprobar por evaluación progresiva.

En la parte de Mecánica de Rocas: Se propondrán problemas para entregar con el mismo enunciado para cada alumno y datos diferentes

5.2. Temario de la asignatura

1. Origen y Naturaleza de los Suelos

1.1. Concepto de Suelos. Formación de los suelos. Características de los suelos. Tipos de Suelos. Morfología de las partículas

1.2. Plasticidad de los suelos arcillosos Límites de Atterberg

1.3. Sistemas de clasificación de los suelos

2. Propiedades Elementales de los Suelos

2.1. Definiciones. Relaciones fundamentales. Determinación de las propiedades a partir de ensayos de laboratorio

3. El Agua en el Suelo

3.1. Principio de esfuerzo efectivo de Terzaghi

3.2. Ley de Darcy

3.3. Flujo de filtración ascendente

4. Tensiones en una masa de suelo

- 4.1. Tensiones debidas al peso propio
- 4.2. Tensiones debidas a acciones externas
5. Resistencia al Corte de los Suelos
 - 5.1. Envolvente de Mohr. Criterio de rotura de Mohr-Coulomb
 - 5.2. Círculo de Mohr
 - 5.3. Ensayo triaxial
 - 5.4. Ensayo corte directo
6. Asentamiento de los Suelos
 - 6.1. Consolidación de los suelos Ensayo edométrico
 - 6.2. Arcillas normalmente consolidadas Arcillas preconsolidadas
 - 6.3. Teoría de Terzhagi de la consolidación vertical. Ecuación de consolidación
 - 6.4. Caracterización de la capacidad de consolidación de un suelo
7. Introducción a la mecánica de rocas
 - 7.1. Propiedades mecánicas de las rocas
8. Propiedades mecánicas de las rocas
 - 8.1. Resistencia de las rocas: resistencia a compresión simple, resistencia a tracción, resistencia triaxial.
 - 8.2. Criterios de rotura: Mohr-Coulomb y Hoek y Brown.
 - 8.3. Comportamiento mecánico de las rocas: comportamiento dúctil, comportamiento frágil y comportamiento viscoelástico.
9. Ensayos de laboratorio
 - 9.1. Ensayos de laboratorio: compresión simple, tracción, compresión triaxial y módulos elásticos.
10. Caracterización de macizos rocosos en campo
 - 10.1. Caracterización geomecánica de afloramientos rocosos: litología, estructura, meteorización y características mecánicas de las discontinuidades.
 - 10.2. Criterios de rotura: Mohr-Coulomb y Hoek y Brown.
11. Propiedades mecánicas de las discontinuidades
 - 11.1. Resistencia de las discontinuidades: resistencia de pico y resistencia residual.
 - 11.2. Comportamiento de las discontinuidades: discontinuidades lisas, discontinuidades rugosas, rigidez y dilatancia.

12. Ensayos de laboratorio

12.1. Ensayo de corte y ensayo de inclinación

13. Propiedades mecánicas de los macizos rocosos

13.1. Clasificación de Bieniawski

13.2. Clasificación de Barton

14. Tensiones naturales en la corteza terrestre

14.1. Orígenes de las tensiones naturales: tensiones elásticas y anomalías de campo tensional

14.2. Medidas de tensiones: sobreperforación y fracturación hidráulica

15. Metodología de los estudios de taludes

15.1. Modelo geológico

15.2. Modelo geotécnico

15.3. Modelo matemático

16. Estabilidad de taludes

16.1. Principales tipos de roturas de taludes

16.2. Rotura plana de taludes

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

| Sem | Actividad tipo 1 | Actividad tipo 2 | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación |
|-----|---|------------------|----------------|--|
| 1 | <p>Presentación asignatura Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1 y 1.1 Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Temas 1, 1.2 y 1.3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | | | |
| 2 | <p>Tema S3 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3 Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |
| 3 | <p>Tema 4 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | | | <p>Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p> |
| 4 | <p>Tema 5, 5.1 y 5.2 Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 5 y 5.3 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | | | |
| 5 | <p>Tema 5 y 5.3 Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 6, 6.1 y 6.2 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| 6 | <p>Tema 6, 6.1 y 6.2 Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 6, 6.3 y 6.4 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | | | |
| 7 | <p>Tema 6 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | <p>Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p>Laboratorio Mecanica de Suelos Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> | | <p>Preguntas Teóricas y Resolución de ejercicios y problemas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:30</p> |
| 8 | <p>Tema 7 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | | | <p>Trabajo Prácticas de Laboratorio TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 10:00</p> |
| 9 | <p>Tema 8 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 8. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |
| 10 | <p>Tema 8 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 9 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 9 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |
| 11 | <p>Tema 10 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 10. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |
| 12 | <p>Tema 11 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 11 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 12 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | <p>Desarrollo de Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> | | <p>Desarrollo de Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p> |

| | | | | |
|----|---|---|--|--|
| 13 | <p>Tema 13 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 13 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 14 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | <p>Problema Entregable Duración: 10:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> | | <p>Problema Entregable TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 10:00</p> |
| 14 | <p>Tema 14 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 15 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | | | |
| 15 | <p>Tema 16 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 16 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | <p>Desarrollo de Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> | | <p>Desarrollo de Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p> |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | <p>Evaluación final 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 |
|------|---|---|---------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 3 | Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:00 | 17.5% | 3.5 / 10 | CG 6 F12 |
| 7 | Preguntas Teóricas y Resolución de ejercicios y problemas | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:30 | 25% | 3.5 / 10 | CG 1 CG 2 CG 3 CG 6 F12 F25 |
| 8 | Trabajo Prácticas de Laboratorio | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 10:00 | 7.5% | 3.5 / 10 | F12 CG 1 |
| 12 | Desarrollo de Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:00 | 22.5% | 3.5 / 10 | CG 6 F12 |
| 13 | Problema Entregable | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 10:00 | 5% | 3.5 / 10 | CG 1 CG 3 CG 6 F12 F25 |
| 15 | Desarrollo de Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:00 | 22.5% | 3.5 / 10 | CG 3 CG 6 F12 F25 |

7.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|------------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 17 | Evaluación final | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 100% | 5 / 10 | CG 1 CG 2 CG 3 CG 6 F12 F25 |

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-------------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| Evaluación final. | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 100% | 5 / 10 | CG 1 CG 2 CG 3 CG 6 F12 F25 |

7.2. Criterios de evaluación

Problemas en la parte de MdR: Durante el desarrollo del curso académico 10% en la parte de MdR. En la parte de MdR: dos pruebas escritas correspondientes a los temas 1 a 5 y 6 a 10 respectivamente. Cada parte constará de teoría y problemas (Ver cronograma). Durante el desarrollo del curso académico Aula de examen 45% cada prueba en la parte de MdR.

El alumno deberá optar por el método de evaluación que desee seguir para superar esta asignatura.

El sistema de evaluación progresiva se aplicará con carácter general a todos los estudiantes.

Los alumnos que tengan aprobadas alguna de las asignaturas: Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas o Mecánica de Suelos y Rocas de Planes de Estudio en extinción deberán comunicarlo por escrito al coordinador de la asignatura (disponen de un impreso en la plataforma Moodle), especificando qué asignatura tiene superada, la calificación y la convocatoria en la que obtuvo el aprobado, en el plazo improrrogable de tres semanas a partir del comienzo de curso.

La nota de la parte de MdS se compondrá de la nota obtenida en las diferentes pruebas de evaluación, con los pesos indicados en la tabla adjunta en el apartado "Actividades de Evaluación". La realización de las prácticas en el laboratorio en el día y hora que se indique es obligatoria para poder optar a la evaluación progresiva, así como la posterior entrega del informe correspondiente que será objeto de evaluación. Todos los trabajos a evaluar constituyen un trabajo personal de cada alumno. La nota mínima de cada actividad para acceder a la evaluación progresiva se indica en la tabla adjunta.

La nota de la parte de MdR se compondrá de dos pruebas en aula y de problemas entregables con los pesos indicados en la tabla adjunta en el apartado "Actividades de Evaluación". Los problemas entregables constituyen

un trabajo personal de cada alumno. Las prácticas correspondientes a MdR son voluntarias.

Si algún alumno no llega al mínimo en alguna prueba de evaluación progresiva no puede optar a superar la misma y se le asignará, como máximo, una nota de 3,5 en dicha evaluación progresiva.

Además de los mínimos indicados, para aprobar la asignatura se exigen los tres requisitos siguientes:

- Nota media de 5 o superior.
- Un mínimo de 4 puntos sobre 10 en la parte de MdS.
- Un mínimo de 4 puntos sobre 10 en la parte de MdR.

Si algún alumno no llega al mínimo de 4 indicado en los criterios 2 o 3, no puede optar al aprobado de la asignatura y se le asignará, como máximo, una nota de 4,0 en las correspondientes actas oficiales de notas.

El sistema de evaluación final se aplicará a los estudiantes que no hayan superado la evaluación progresiva.

En las pruebas escritas que consten de parte teórica y parte de problemas, tanto de MdR como de MdS, será necesario sacar un mínimo de 3 en cada una de las partes (teoría y problemas) para que pueda hacer media con el resto del examen.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre | Tipo | Observaciones |
|--|--------------|---------------|
| Apuntes de Mecánica del Suelo | Bibliografía | |
| Jiménez Salas, J.A. (1975) "Geotecnia y Cimientos. Tomo I. Propiedades de los suelos y de las rocas" | Bibliografía | |
| Berry, P.L. y Reid D. (1993) "Mecánica de Suelos", McGraw-Hil, Bogotá (Colombia) | Bibliografía | |
| Craig, R.F. (1974) "Soil Mechanics" Taylor & Francis | Bibliografía | |
| RAMÍREZ, P. et al. Mecánica de Rocas: Fundamentos e Ingeniería de Taludes. Red DESIR. Madrid, 2008. | Bibliografía | |
| HOEK, E. Rock Engineering. Course notes. http://www.rocscience.com 2000. | Bibliografía | |
| HOEK, E. Support of Underground Excavations in hard rock. Pergamon, Londres, 1993. | Bibliografía | |
| HOEK, E. & BRADY, J.W. Rock slope engineering. Institution of Mining and Metallurgy, Londres, 1977. | Bibliografía | |
| HOEK, E. & BROWN, E.T. Underground excavations in rock. Institution of Mining and Metallurgy, Londres, 1980. | Bibliografía | |

| | | |
|--|--------------|--|
| RAMÍREZ, P. et al. Mecánica de Rocas aplicada a la minería metálica subterránea. ITGE, Madrid, 1991. | Bibliografía | |
| BIENIAWSKI, Z.T. Engineering rock mass classifications. John Wiley and Sons, Nueva York, 1989. | Bibliografía | |
| BIENIAWSKI, Z.T. Strata control in mineral engineering. A.A. Balkema, Rotterdam, 1987. | Bibliografía | |
| BROWN, E.T. & BRADY, J.W. Rock Mechanics for underground mining. George Allen & Unwin, Nueva York, 1985. | Bibliografía | |
| HUDSON, J.A. Comprehensive rock engineering. Pergamon, Londres, 1993. | Bibliografía | |
| RAMÍREZ, P. et al. Control de estratos en tajos subterráneos de la minería del carbón. ITGE, Madrid, 1985. | Bibliografía | |
| Plataforma Moodle: asignatura Mecánica de Rocas y Suelos | Recursos web | |
| Laboratorio de Mecánica de Rocas y Laboratorio de Mecánica de Suelos | Equipamiento | |
| Biblioteca. Salas de estudio. | Equipamiento | |