



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



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

# 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

2018/19 - 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.....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	65001020 - Mecanica de rocas y suelos
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Quinto semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	06TM - Grado en ingeniería en tecnología minera
<b>Centro responsable de la titulación</b>	06 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Minas y Energia
<b>Curso académico</b>	2018-19

## 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 Lain Huerta	216 (M3)	ricardo.lain@upm.es	L - 09:00 - 12:00 V - 09:00 - 12:00
Maria Jose Crespo Alvarez (Coordinador/a)	620 (M3)	mariajose.crespo@upm.es	L - 14:00 - 16:30 V - 08:30 - 10:00

\* 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

- Algebra
- Calculo I
- Calculo II
- Geología
- Mecanica

### 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

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

RA100 - Comprender las propiedades mecánicas de los suelos

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

RA102 - Calcular los estados tensionales en suelos y macizos rocosos

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

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.

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

## 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.

Clases de teoría: Método expositivo

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 continua (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 continua.

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 Terzaghi 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 presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<p><b>Presentación asignatura</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1 y 1.1</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 1, 1.2 y 1.3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Tema S3</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p><b>Tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00</p>
4	<p><b>Tema 5, 5.1 y 5.2</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 5 y 5.3</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
5	<p><b>Tema 5 y 5.3</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 6, 6.1 y 6.2</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
6	<p><b>Tema 6, 6.1 y 6.2</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 6, 6.3 y 6.4</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Preguntas Teóricas y Resolución de ejercicios y problemas</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00</p>

7	<p><b>Tema 6</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Preguntas Teóricas y Resolución de ejercicios y problemas</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00</p>
8	<p><b>Tema 7</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prácticas de laboratorio</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00</p>
9	<p><b>Tema 8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 8.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p><b>Tema 8</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 9</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 9</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p><b>Tema 10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 10.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Tema 11</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 11</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 12</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Desarrollo de Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:06</p>
13	<p><b>Tema 13</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 13</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 14</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

14	<b>Tema 14</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Tema 15</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15	<b>Tema 16</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 16</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Desarrollo de Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:06
16				<b>Evaluación final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 04:00
17				

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	01:00	17.5%	3.5 / 10	CG 6 F12
6	Preguntas Teóricas y Resolución de ejercicios y problemas	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	01:00	10%	3.5 / 10	CG 3 CG 6 F12
7	Preguntas Teóricas y Resolución de ejercicios y problemas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	15%	3.5 / 10	CG 1 CG 2 CG 3 CG 6 F12 F25
8	Prácticas de laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	7.5%	3.5 / 10	CG 1 CG 2 F12 F25
12	Desarrollo de Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:06	25%	3 / 10	CG 6 F12
15	Desarrollo de Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:06	25%	3 / 10	CG 3 CG 6 F12

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Evaluación final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CG 1 CG 2 CG 3 CG 6 F12 F25

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 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 continua se aplicará con carácter general a todos los estudiantes.

El alumno que quiera seguir el sistema de evaluación mediante sólo prueba final, deberá comunicarlo por escrito al coordinador de la asignatura, en el plazo de tres semanas a partir del comienzo de curso. Para realizar esta comunicación disponen de un impreso en la plataforma Moodle.

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 la primera prueba telemática vía moodle, la nota obtenida en la segunda prueba telemática vía moodle, la nota obtenida en una prueba presencial en aula y la nota del informe de prácticas de laboratorio, 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 continua, 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 continua 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.

Además de los mínimos indicados, para aprobar 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.

El sistema de evaluación final se aplicará a todos los estudiantes que lo hayan solicitado por escrito al comienzo del curso o que no hayan superado la evaluación continua. Se aplicarán los mismos criterios que en la evaluación continua. Además, se aplicarán los mínimos mostrados en la tabla incluida en el apartado "Actividades de Evaluación".

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 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-Hill, 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. <a href="http://www.rocscience.com">http://www.rocscience.com</a> 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	