

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Mecánica de rocas y suelos

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Mecanica de rocas y suelos
<b>Titulación</b>	06TM - Grado en Ingeniería en Tecnología Minera
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía
<b>Semestre/s de impartición</b>	Quinto semestre
<b>Materias</b>	Comunes
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Código UPM</b>	65001020
<b>Nombre en inglés</b>	Rock and soil mechanics

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	4.5	<b>Curso</b>	3
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería en Tecnología Minera no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería en Tecnología Minera no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

Algebra  
Calculo I  
Calculo II  
Geología  
Mecanica

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Geología

Mecánica

Tecnología de materiales

Conocimientos básicos de estadística

Conocimientos básicos de proyección estereográfica

Conocimientos del círculo de Mohr

Conocimiento del tensor de tensiones

## 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.

## Resultados de 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

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Lain Huerta, Ricardo	216 (M3)	ricardo.lain@upm.es	L - 09:00 - 12:00 V - 09:00 - 12:00
Lain Huerta, Carlos	211 (M3)	carlos.lain@upm.es	M - 10:30 - 12:00
Crespo Alvarez, Maria Jose <b>(Coordinador/a)</b>	620 (M3)	mariajose.crespo@upm.es	L - 14:00 - 16:30 V - 08:30 - 10:00

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 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

## Temario

---

### 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 dilatación.
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



## Cronograma

**Horas totales:** 51 horas y 12 minutos

**Horas presenciales:** 51 horas y 12 minutos (43.8%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 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>			
Semana 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>			
Semana 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> Duración: 01:00 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 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>			
Semana 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>			

Semana 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> Duración: 01:00 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 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> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 8	<p><b>Tema 7</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 01:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 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>			
Semana 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>			
Semana 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>			

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

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas	01:00	Evaluación continua	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Sí	17.5%	3 / 10	CG 6, F12
6	Preguntas Teóricas y Resolución de ejercicios y problemas	01:00	Evaluación continua	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Sí	10%	3 / 10	F12, CG 6, CG 3
7	Preguntas Teóricas y Resolución de ejercicios y problemas	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	15%	3 / 10	CG 3, F12, CG 6
8	Prácticas de laboratorio	01:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	7.5%	3 / 10	F25, CG 1, CG 2
12	Desarrollo de Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas	01:06	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	25%	3 / 10	F12, CG 6
15	Desarrollo de Preguntas Teóricas y Resolución de Ejercicios y Problemas	01:06	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	25%	3 / 10	CG 3, CG 6, F12
16	Evaluación final	04:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	100%	5 / 10	CG 1, CG 2, CG 3, CG 6, F12, F25

## 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 (último día 28 de septiembre de 2015). 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 (último día 28 de septiembre de 2015)

La nota de la parte de MdS se compondrá de un 35 % correspondiente a la nota obtenida en la primera prueba telemática vía moodle, un 20% correspondiente a la nota obtenida en la segunda prueba telemática vía moodle, un 30 % correspondiente a la nota obtenida en una prueba presencial en aula y un 15 % correspondiente a la nota del informe de prácticas de laboratorio. La realización de las prácticas y la elaboración de su correspondiente informe son obligatorias para poder optar a la evaluación continua y su nota ha de ser igual o superior a 3. Todos los trabajos a evaluar constituyen un trabajo personal de cada alumno.

La nota de la parte de MdR se compondrá de un 45 % correspondiente a la nota obtenida en la primera prueba en aula, un 45% correspondiente a la nota obtenida en la segunda prueba en aula, y un 10 % correspondiente a la nota de los problemas entregables. Los problemas entregables constituyen un trabajo personal de cada alumno. Las prácticas correspondientes a MdR son voluntarias.

Además de los mínimos mencionados anteriormente, 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.

## Recursos Didácticos

Descripción	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. <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	