



## Guía docente

# 250423 - TUNMECROQU - Túneles y Mecánica de Rocas

Última modificación: 10/06/2025

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona

**Unidad que imparte:** 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS (Plan 2012). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DEL TERRENO (Plan 2015). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA (Plan 2025). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2025

**Créditos ECTS:** 5.0

**Idiomas:** Castellano

## PROFESORADO

**Profesorado responsable:** NURIA MERCE PINYOL PUIGMARTI

**Otros:** IGNACIO CAROL VILARASAU, ALESSANDRA DI MARIANO SIMONCINI, NURIA MERCE PINYOL PUIGMARTI, ANNA RAMON TARRAGONA

## COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

### Específicas:

8200. Aplicación de los conocimientos de la mecánica de suelos y de las rocas para el desarrollo del estudio, proyecto, construcción y explotación de cimentaciones, desmontes, terraplenes, túneles y demás construcciones realizadas sobre o a través del terreno, cualquiera que sea la naturaleza y el estado de éste, y cualquiera que sea la finalidad de la obra de que se trate.

### Transversales:

8559. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i.

8560. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

8561. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

Se dedican tres horas de clase a la semana en que se impartirá teoría y resolución de problemas, y se expondrán algunos casos reales.

Aunque la mayoría de las sesiones se impartirán en el idioma indicado en la guía, puede que las sesiones en las que se cuente con el apoyo de otros expertos invitados puntualmente se lleven a cabo en otro idioma.



## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Asignatura de especialidad en la que se intensifican conocimientos en competencias específicas.

Conocimientos a nivel de especialización que han de permitir desarrollar y aplicar técnicas y metodologías de nivel avanzado.

Contenidos de especialización de nivel de máster relacionados con la búsqueda o la innovación en el campo de la ingeniería.

Adquirir los conocimientos necesarios para la interpretación del comportamiento de las rocas y los macizos rocosos y la capacidad de diseñar obras geotécnicas, en especial excavaciones subterráneas, tanto en suelos como en rocas.

Los contenidos del curso permitirán al alumno disponer de las siguientes conocimientos y capacidades:

- Caracterizar el comportamiento mecánico e hidrológico de los macizos rocosos.
- Caracterizar el comportamiento de la roca matriz.
- Caracterizar el comportamiento de las discontinuidades a partir de las teorías de la mecánica de fractura.
- Entender, interpretar y estimar el comportamiento tenso-deformacional alrededor de una excavación teniendo en cuenta la respuesta elástica y plástica del terreno y mediante soluciones analíticas, empíricas y numéricas.
- Entender interpretar y estimar el comportamiento tenso-deformacional de diferentes tipos de sostenimientos de túneles (hormigón proyectado, bulones, cerchas y anillos de hormigón) y su interacción con el terreno.
- Entender, interpretar y estimar los movimientos inducidos por excavaciones subterráneas.
- Conocer los diferentes procedimientos de excavación de túneles.
- Conocer en detalle casos reales.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	9,8	7.83
Horas aprendizaje autónomo	80,0	63.95
Horas grupo mediano	9,8	7.83
Horas grupo grande	25,5	20.38

**Dedicación total:** 125.1 h

## CONTENIDOS

### Introducción

#### Descripción:

- Introducción general de la asignatura
- Introducción para la Mecánica de Rocas
- Fundamentos y aplicaciones. Planteamiento mecánicista y planteamiento empírico. Clasificaciones Geomecánicas

#### Dedicación:

4h 48m

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 2h 48m

### Roca matriz, juntas y macizo rocoso

#### Descripción:

- Roca matriz. Ensayos. Criterios de Mohr-Coulomb y Hoek-Brown.
- Discontinuidades. Aspectos generales. Criterios de rotura de Patton y Barton Choubey.

#### Dedicación:

14h 23m

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 8h 23m



## Tensión in situ

### Descripción:

- Importancia. Estados tensionales en torno a una excavación
- Medidas de tensión "in situ". Liberación de tensiones "in situ". Restitución de tensiones. Fractura hidráulica. Cambios de tensiones en inclusiones.

### Dedicación:

7h 11m  
Grupo mediano/Prácticas: 3h  
Aprendizaje autónomo: 4h 11m

## Agua y macizo rocoso

### Descripción:

- Permeabilidad de fractura. Flujo en redes de fractura. Ley de tensiones efectivas. Acoplamiento hidromecánico.
- Curvas características de túneles en presencia de flujo de agua. Implicaciones.

### Dedicación:

6h  
Grupo grande/Teoría: 2h 30m  
Aprendizaje autónomo: 3h 30m

## Túnel circular en terreno elastoplástico. Curvas características

### Descripción:

- Deformación plana. Modelo elastoplástico de Mohr-Coulomb. Modelo elastoplástico de Hoek-Brown.
- Cavidad esférica. Modelo elastoplástico de Mohr-Coulomb. Modelo elastoplástico de Hoek-Brown.

### Dedicación:

7h 11m  
Grupo grande/Teoría: 3h  
Aprendizaje autónomo: 4h 11m

## Interacción túnel sostenimiento

### Descripción:

Curvas de sostenimiento. Bulones. Revestimientos circulares y cerchas. Fenómenos 3D en el frente.

### Dedicación:

9h 36m  
Grupo mediano/Prácticas: 4h  
Aprendizaje autónomo: 5h 36m

## Construcción de túneles en roca

### Descripción:

Métodos tradicionales. Nuevo Método Austriaco. Estabilidad de emboquilles. Máquinas tuneladoras y rozadoras.

### Dedicación:

7h 11m  
Grupo grande/Teoría: 3h  
Aprendizaje autónomo: 4h 11m



## Estabilidad de frentes de túneles

**Descripción:**

Aplicación de teoremas de colapso plástico. Soluciones 2D y 3D para túneles circulares.

**Dedicación:** 7h 11m

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 11m

## Construcción de túneles en suelos

**Descripción:**

- Métodos tradicionales Belga y Alemán. Ejemplo/práctica: Construcción de metros en Barcelona.
- Escudos. Ejemplo/práctica: Línea del AVE.
- Métodos numéricos para la simulación de la construcción de túneles

**Dedicación:** 4h 48m

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 2h 48m

## Movimientos inducidos por túneles

**Descripción:**

- Asentamientos en superficie. Métodos empíricos. Pérdida de terreno.
- Desplazamientos alrededor de un túnel. Métodos teóricos y semiempíricos. Efecto de movimientos sobre estructuras. Método de Burland y Boscardin-Cording.

**Dedicación:** 9h 36m

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Aprendizaje autónomo: 5h 36m

## Daño inducido y mitigación de movimientos

**Descripción:**

Criterios de daño de Burland y de Boscardin & Cording.

Ejemplos de medidas de mitigación de movimientos.

**Objetivos específicos:**

Aprender a evaluar de manera aproximada los daños que la excavación de un túnel puede causar en las estructuras próximas a su trazado.

Conocer las medidas de mitigación de daño que pueden aplicarse para limitar al máximo las consecuencias del daño.

**Dedicación:** 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m

## Ejemplos y casos reales

**Descripción:**

Ejemplos y casos reales

**Dedicación:** 9h 36m

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Aprendizaje autónomo: 5h 36m



## Laboratorio + Evaluación

### Descripción:

Laboratorio + Evaluación

### Dedicación:

16h 48m  
Grupo pequeño/Laboratorio: 7h  
Aprendizaje autónomo: 9h 48m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La asignatura se evaluará a partir de la nota media de dos partes: mecánica de rocas (NotaMR) y túneles (NotaT). Estas notas se calcularán a partir de las notas de los exámenes y otras actividades (visita al laboratorio y tareas a entregar) planteadas durante el curso.

Se convocarán dos exámenes: uno a mediados del cuatrimestre y otro al final. En el primer examen se evaluará los conocimientos relacionados con la primera parte de la asignatura (Mecánica de Rocas) y en el segundo examen evaluará los conocimientos relacionados con la segunda parte (Excavaciones Subterráneas).

La nota final del curso se calculará a partir de una media aritmética ponderada de las notas de cada parte.

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Si no es realiza un examen se considerará putuación cero.

Los exámenes se realizarán sin poder consultar apuntes.

## BIBLIOGRAFÍA

### Básica:

- Atkinson, Barry Kean. Fracture mechanics of rock. London: Academic Press, 1987. ISBN 0120662655.
- López Jimeno, C. (ed.). Manual de túneles y obras subterráneas. Madrid: E.T.S.I. Minas - Universidad Politécnica de Madrid, 2011. ISBN 9788496140370.
- Maidl, Bernard [et al.]. Mechanised shield tunnelling. Berlin: Ernst & Sohn, 2012. ISBN 9783433029954.
- Hudson, J.A.; Harrison, J.P.. Engineering rock mechanics : an introduction to the principles [en línea]. Oxford: Elsevier, 1997 [Consulta: 08/11/2023]. Disponible a : <https://www.sciencedirect.com/recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780080438641/engineering-rock-mechanics>. ISBN 9780080419121.

### Complementaria:

- Bieniawski, Z.T. Design methodology in rock engineering: theory, education and practice. Rotterdam: A.A. Balkema, 1992. ISBN 9054101261.
- Broek, David. The Practical use of fracture mechanics. Dordrecht (Netherlands): Kluwer Academic Publishers, 1989. ISBN 0792302230.
- Broek, David. Elementary engineering fracture mechanics. 4th ed. The Hague [etc.]: Martinus Nijhoff, 1986. ISBN 9024725801.
- Chernyshev, Sergei N.; Dearman, W.R. Rock fractures. Londres [etc.]: Butterworth-Heinemann, 1991. ISBN 0750610174.
- González de Vallejo, Luís I .. [et al.]. Ingeniería geológica [en línea]. Madrid etc.]: Prentice Hall, 2002 [Consulta: 30/04/2020]. Disponible a: [http://www.ingebook.com/lb/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=1237](http://www.ingebook.com/lb/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1237). ISBN 8420531049.
- Goodman, Richard E. Introduction to rock mechanics. 2nd ed. New York [etc.]: John Wiley and Sons, 1989. ISBN 0471812005.
- Goodman, R.E.. Engineering geology : rock in engineering construction. New York: J. Wiley, 1993. ISBN 0471544248.
- Jumikis, A.R. Rock mechanics. 2nd ed. Rockport, MA: Trans-Tech, 1983.
- Hoek, E. Practical rock engineering [en línea]. [s.l.]: [s.n.], 2000 [Consulta: 29/04/2020]. Disponible a : <https://www.rocksce.com/assets/resources/learning/hoek/Practical-Rock-Engineering-Full-Text.pdf>.
- Hoek, E.; Brown, E.T. Underground excavations in rock. London: Institution of Mining and Metallurgy, 1990. ISBN 0419160302.



- Jaeger, J.C.; Cook, N.G.W.; Zimmerman, R.W. Fundamentals of rock mechanics. 4th ed. Malden: Blackwell, 2007. ISBN 9780632057597.