

Mecánica de Rocas y Excavaciones Subterráneas (250343)

Información general

Centro docente:	ETSECCPB
Departamentos:	Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental (DECA)
Créditos:	6.0 ECTS
Titulaciones:	
Curso:	2017/2018
Idioma en que se imparte:	Castellano

Profesores de la asignatura

Profesor responsable: Eduardo Alonso Perez De Agreda

Profesores: Eduardo Alonso Perez De Agreda, Ignacio Carol Vilarasau, Nuria Merce Pinyol Puigmarti

Objetivos genéricos

Capacidad para la construcción de obras geotécnicas, en especial excavaciones subterráneas tanto en suelos como en rocas.

Al finalizar el curso el alumno habrá adquirido la capacidad de:

1. Determinar las propiedades de una roca a partir de los resultados de laboratorio tanto desde un punto de vista geomecánico como hidrológico.
2. Realizar una caracterización de un macizo rocoso a partir de datos de campo.
3. Resolver un problema de excavaciones subterráneas identificando los materiales que se deben atravesar, proponiendo campañas de reconocimiento y la maquinaria más adecuada y analizando la respuesta del terreno.

Propiedades de la matriz. Discontinuidades. Mecánica de fractura. Tensiones in situ. Cimentaciones en roca. Hidráulica de macizos rocosos. Conocimientos de estabilidad de taludes. Historia de la construcción de túneles. Época de los canales y el ferrocarril. "Métodos españoles" de excavación. Panorama de las técnicas modernas. Clasificaciones geomecánicas adaptadas a la construcción de túneles. Clasificaciones de Terzaghi y Lauffer. Clasificaciones modernas: índice Q, RMR. Estado de tensiones in situ. Influencia de la tectónica. Efecto de la anisotropía del macizo rocoso. Medidas in situ. Túneles en régimen elástico. Soluciones analíticas. Distribución de tensiones y deformaciones. Efecto de la forma de la excavación. Cálculo numérico de la distribución de tensiones. Estabilidad estructural. Determinación de cuñas inestables en presencia de tres familias de discontinuidad. Determinación del coeficiente de seguridad. Resistencia de la roca matriz. Criterio de Hoek y Brown. Efecto de las discontinuidades en el criterio de rotura. Adaptación del criterio de Hoek y Brown a macizos rocosos. Correlación de los parámetros del criterio con los índices RMR y Q. Curva característica

del túnel. Derivación de la curva en régimen elastoplástico. Fase elástica. Determinación de la corona plástica. Curvas características del sostenimiento. Hormigón proyectado. Cerchas. Bulones. Revestimiento continuo. Determinación de las condiciones de equilibrio. Nuevo método austríaco. Ciclo de construcción. Emboquilles. Perforación, voladura, desescombro, sostenimiento de avance, auscultación. Tuneladoras. Túneles en suelos. Método belga y método alemán. Escudos. Los túneles y el agua. Modificación de la solución elastoplástica en presencia de filtración. Efecto de la inyección y el drenaje. Estanqueidad del revestimiento. Asientos en superficie provocados por la construcción de túneles. Influencia de las edificaciones. Colapso de túneles. Medidas a adoptar. Descripción de casos reales.

Competencias

Competencias específicas

Técnicas de perforación y sostenimiento aplicadas a obras subterráneas y superficiales.

Estudios de ingeniería geotécnica incluyendo modelización aplicados a las obras públicas, estructuras subterráneas y otras estructuras geotécnicas.

Diseño y ejecución de obras superficiales y subterráneas.

Competencias genéricas de la materia

EMPRENDEDURÍA E INNOVACIÓN - Nivel 1: Tener iniciativas y adquirir conocimientos básicos sobre las organizaciones y familiarizarse con los instrumentos y técnicas, tanto de generación de ideas como de gestión, que permitan resolver problemas conocidos y generar oportunidades.

EMPRENDEDURÍA E INNOVACIÓN - Nivel 2: Tomar iniciativas que generen oportunidades, nuevos objetos o soluciones nuevas, con una visión de implementación de proceso y de mercado, y que implique y haga partícipes a los demás en proyectos que se deben desarrollar.

SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL - Nivel 2: Aplicar criterios de sostenibilidad y los códigos deontológicos de la profesión en el diseño y la evaluación de las soluciones tecnológicas.

TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 3: Dirigir y dinamizar grupos de trabajo, resolviendo posibles conflictos, valorando el trabajo hecho con las otras personas y evaluando la efectividad del equipo así como la presentación de los resultados generados.

Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería geológica. Capacidad para plantear y resolver problemas de ingeniería geológica con iniciativa, habilidades en toma de decisiones y creatividad. Desarrollar un método de análisis y solución de problemas sistemático y creativo.

Identificar la complejidad de los problemas tratados en las materias. Plantear correctamente el problema a partir del enunciado propuesto. Identificar las opciones para su resolución. Escoger una opción, aplicarla e identificar si es necesario cambiarla si no se llega a una solución.

Disponer de herramientas o métodos para verificar si la solución es correcta o, como mínimo, coherente. Identificar el papel de la creatividad en la ciencia y la tecnología.

Identificar, modelar y plantear problemas a partir de situaciones abiertas. Explorar las alternativas para su resolución, escoger la alternativa óptima de acuerdo a un criterio justificado.

Manejar aproximaciones. Plantear y aplicar métodos para validar la bondad de las soluciones. Tener una visión de sistema complejo y de las interacciones entre sus componentes.

Capacidad para concebir, proyectar, gestionar y mantener sistemas en el ámbito de la ingeniería geológica. Capacidad para cubrir el ciclo de la vida completo de una infraestructura o sistema o servicio en el ámbito de la ingeniería geológica. Esto incluye la redacción y desarrollo de proyectos, el conocimiento de las materias básicas y tecnologías, la toma de decisiones, la dirección de las actividades objeto de los proyectos, la realización de mediciones, cálculos y valoraciones, el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento, la valoración del impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas adoptadas, la valoración económica y de recursos materiales y humanos involucrados en el proyecto, con una visión sistemática e integradora.

Identificar las funciones de la ingeniería y los procesos involucrados en el ciclo de vida de una obra, proceso o servicio. Valorar la necesidad de la sistematización del proceso de diseño. Identificar e interpretar los pasos de un documento de especificación del proceso de diseño (PDS). Completar y mejorar documentos de especificación y planificación. Aplicar un proceso de diseño sistemático en sus fases de implementación y operación. Elaborar informes de progreso de un proceso de diseño. Manejar herramientas de soporte a la gestión de proyectos. Elaborar un informe final correspondiente a un proceso de diseño sencillo. Conocer los aspectos económicos básicos asociados al producto-proceso-servicio que se está diseñando.

Identificar las necesidades del usuario y elaborar una definición de producto-proceso-servicio y unas especificaciones iniciales. Elaborar una especificación del proceso de diseño. Diseñar y seguir un modelo de gestión del proceso de diseño basado en un estándar. Conocer profundamente los pasos asociados a las fases de diseño, implementación y operación. Utilizar de forma coherente los conocimientos y herramientas adquiridos en las distintas materias en el proceso de diseño e implementación. Evaluar y proponer mejoras al diseño realizado. Evaluar la aplicación de la legislación, normativa en los ámbitos nacional, europeo e internacional

TERCERA LENGUA - Nivel 3: Llevar a cabo una presentación oral en inglés y responder a las preguntas del auditorio. Como objetivo último es preciso alcanzar el nivel B2 de conocimiento de la lengua inglesa.

Créditos ECTS: horas totales de dedicación del estudiantado

		Dedicación	
		Horas	Porcentaje
Aprendizaje dirigido	Teoría	43.00	65.2%
	Problemas	11.00	16.7%
	Laboratorio	6.00	9.1%
	Actividades dirigidas	6.00	9.1%
Aprendizaje autónomo		84.00	

Contenidos

Introducción

Dedicación

3.0h. Teoría

Descripción

Excavaciones y túneles. Historia de la construcción de túneles

Cimentación de presas. Ejemplos: La rotura de Malpasset. Estabilidad de taludes en roca.

Ejemplos: La rotura de Vaiont

Introducción a la mecánica de fractura

Dedicación

5.0h. Teoría + 2.0h. Problemas

Descripción

Introducción. Mecanismos y modos. Mecánica de fracturas lineal (Teoría de Griffith, factor intensidad de tensiones, tenacidad)

Mecánica de fracturas no lineal. Efecto de escala. Inicio y propagación de fracturas en roca

Efectos de escala en el comportamiento de escolleras

Roca matriz, juntas y macizo rocoso

Dedicación

5.0h. Teoría

Descripción

Roca matriz. Ensayos. Criterios de Mohr-Coulomb y Hoek-Brown

Discontinuidades. Aspectos generales. Criterios de rotura de Patton y Barton-Choubey

Tensiones "in situ"

Dedicación

4.0h. Teoría

Descripción

Importancia. Estados tensionales en torno a túneles y excavaciones

Medida de tensiones "in situ". Liberación de tensiones "in situ". Restitución de tensiones.

Fractura hidráulica. Cambios de tensiones en inclusiones

Estabilidad de taludes en roca

Dedicación

4.0h. Teoría + 2.0h. Problemas

Descripción

Introducción. Tipología de roturas. Datos de campo para su estudio. Criterio cinemático de rotura

Métodos de análisis. Factor de seguridad. Equilibrio límite. Roturas planas, en cuña y vuelco.

Métodos numéricos. Corrección y estabilización

Diseño completo de un talud en roca

Túnel circular en terreno elastoplástico. Curvas características

Dedicación

5.0h. Teoría

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

Interacción túnel-sostenimiento

Dedicación

3.0h. Teoría

Descripción

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

Agua y macizo rocoso

Dedicación

4.0h. Teoría

Descripción

Permeabilidad de fracturas. Flujo en redes de fracturas. Ley de tensiones efectivas. Acoplamiento hidromecánico

Curvas características de túneles en presencia de flujo. Implicaciones

Construcción de túneles en roca

Dedicación

2.0h. Teoría

Descripción

Métodos tradicionales. Nuevo Método Austríaco (NMA). Estabilidad de emboquilles. Máquinas tuneladoras y rozadoras

Estabilidad de frente en túneles

Dedicación

2.0h. Teoría + 3.0h. Problemas

Descripción

Aplicación de teoremas del colapso plástico. Soluciones 2D y 3D para túneles circulares. Caso no drenado

Estabilidad en condiciones drenadas. Ejemplo/práctica: Túneles de La Floresta en pizarras

Construcción de túneles en suelos

Dedicación

4.0h. Problemas

Descripción

Métodos tradicionales. Belga. Alemán. Ejemplo/práctica: Construcción de metros en Barcelona

Escudos. Línea del AVE en Barcelona

Movimientos inducidos por túneles

Dedicación

6.0h. Teoría

Descripción

Asientos en superficie. Métodos empíricos. Pérdida de terreno

Desplazamientos en torno a túneles. Métodos teóricos y semiempíricos. Efecto de movimientos sobre estructuras. Métodos de Burland y Boscardin/Cording

Evaluación

Dedicación

6.0h. Laboratorio

Actividades

Visita de campo/obra

Dedicación

6.0 h. Actividades dirigidas

Descripción

Visita de campo / obra a determinar

Método de calificación (*)

(*) El calendario de evaluación y el Método de calificación se aprobarán antes del inicio de curso.

La asignatura se evaluará a partir de la nota media de los dos exámenes realizados durante el curso y la nota del trabajo final.

Se convocarán dos exámenes: uno a mitad del cuatrimestre (E1) y otro al final del cuatrimestre (E2). En ambos exámenes se evaluarán los conocimientos de los estudiantes según el temario

impartido hasta el momento del examen.

La nota resultante de los exámenes será la máxima de la nota del segundo examen y una media ponderada de los dos exámenes (el primer examen tendrá un peso del 40% y el segundo del 60%).

Nota Exámenes = $\text{máx. } (0.4 * \text{NotaE1} + 0.6 * \text{NotaE2} ; \text{NotaE2})$

El trabajo se evaluará a parte y tendrá un peso del 20% de la nota final.

La nota final de la asignatura se calculará de la siguiente forma:

Nota Final = $0.8 * \text{Nota Exámenes} + 0.2 * \text{Nota Trabajo}$

La nota final se calculará a partir de notas parciales superiores a 4 sobre 10.

Criterios de calificación y de admisión a la reevaluación: Los alumnos suspendidos en la evaluación ordinaria que se hayan presentado regularmente a las pruebas de evaluación de la asignatura suspendida tendrán opción a realizar una prueba de reevaluación en el período fijado en el calendario académico. No podrán presentarse a la prueba de reevaluación de una asignatura los estudiantes que ya la hayan superado ni los estudiantes calificados como no presentados. La calificación máxima en el caso de presentarse al examen de reevaluación será de cinco (5,0). La no asistencia de un estudiante convocado a la prueba de reevaluación, celebrada en el período fijado no podrá dar lugar a la realización de otra prueba con fecha posterior. Se realizarán evaluaciones extraordinarias para aquellos estudiantes que por causa de fuerza mayor acreditada no hayan podido realizar alguna de las pruebas de evaluación continua.

Estas pruebas deberán estar autorizadas por el jefe de estudios correspondiente, a petición del profesor responsable de la asignatura, y se realizarán dentro del período lectivo correspondiente.

Normas de realización de pruebas

Si no se realiza el segundo examen o no se presenta el trabajo se considerará como puntuación cero.

Metodología docente

Se dedican tres horas de clase a la semana donde se imparte teoría, problemas y se exponen casos reales.

El alumno tendrá que poner en práctica los conocimientos adquiridos mediante la realización de un trabajo. El trabajo consiste en realizar un anteproyecto de túnel en una situación real.

Típicamente, se tienen que abordar los siguientes aspectos:

- Descripción topográfica y geológica del emplazamiento

- Descripción estructural del macizo rocoso. Tramos de túnel y clasificación geomecánica. Estimación de los parámetros resistentes globales.
- Análisis de interacción roca-sostenimiento. Determinación de las curvas características, envolvente lineal y no lineal de rotura Anàlisi de la interacció roca-sosteniment. Determinació de les corbes característiques y curvas de sostenimiento.
- Análisis de la estabilidad estructural de la excavación.
- Definición del procedimiento constructivo.

Se utiliza material de apoyo en formato de plan docente detallado mediante el campus virtual ATENEA: contenidos, programación de actividades de evaluación y de aprendizaje dirigido y bibliografía.

Bibliografía básica

- Broek, D. . **Elementary Engineering Fracture Mechanics**. Kluwer Academic Publishers. 1982.
- Carlos López Jimeno (Editor). **Manual de Túneles y Obras Subterráneas. Volúmen 1 y 2**. 2011.
- Franklin, J.A., Dusseault, M.B. . **Rock Engineering**. McGraw-Hill. 1989.
- B. Maidl, M. Herrenknecht, U. Maidl, G. Wehrmeyer. **Mechanised Shield Tunnelling**. Wiley-Blackwell. Germany. 2012. ISBN 978-3-433-02995-4.

Bibliografía complementaria

- Atkinson, B.K. . **Fracture Mechanics of Rock**. Academic Press. 1987.
- Brown, E.T. . **Rock Characterization Testing and Monitoring ISRM Suggested Methods**. Pergamon. 1981.
- Bieniawski, Z.T. . **Design Methodology in Rock Engineering**. Balkema. 1992.
- Broek, D. . **The Practical Use of Fracture Mechanics**. Kluwer Academic Publishers. 1989.
- Chernyshev, S.N. i W.R. Dearman . **Rock Fractures**. Butterworth-Heinemann. . 1991.
- Corominas, J. (ed.). **Estabilidad de taludes y laderas naturales: Barcelona 12-15 junio 1989**. Sociedad Española de Geomorfología. Zaragoza. 1989.
- Franklin, J.A., Dusseault, M.B. . **Rock Engineering Applications**. McGraw-Hill. 1991.
- González de Vallejo, L.I., M. Ferrer, L. Ortuño i C. Oteo . **Ingeniería Geológica**. Pearson Educación – Prentice Hall, Madrid. 2002.
- Goodman, R.E. . **Engineering Geology. Rock in Engineering Construction**. John Wiley & Sons. 1993.
- Goodman, R.E. . **Introduction to Rock Mechanics**. 1989.
- Hoek, E . **Practical Rock Engineering**. www.rockscience.com . 2000.