



DATOS IDENTIFICATIVOS

Obras subterráneas

Materia	Obras subterráneas			
Código	V09G310V01704			
Titulación	Grao en Enxeñaría dos Recursos Mineiros e Enerxéticos			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	4	1c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Enxeñaría dos recursos naturais e medio ambiente			
Coordinador/a	Pozo Antonio, José Santiago			
Profesorado	García Menéndez, Julio Francisco Pozo Antonio, José Santiago			
Correo-e	ipozo@uvigo.es			
Web	http://fatic.uvigo.es/			
Descrición xeral	Nesta materia sentan as bases de caracterización do terreo, deseño e execución de obras subterráneas prestando especial atención aos túneles.			

Competencias

Código	
B1	Capacitación científico-técnica para o exercicio da profesión de Enxeñeiro Técnico de Minas e coñecemento das funcións consultivas, análise, deseño, cálculo, proxecto, construción, mantemento, conservación e explotación.
B2	Comprender os múltiples condicionamentos de carácter técnico e legal que xorden no desenvolvemento, no ámbito da enxeñaría de minas, que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o previsto no parágrafo 5 da orde CIN7306 / 2009, a prospección e investigación xeolóxica-mineira, as explotacións de todo tipo de recursos xeolóxicos, incluíndo as augas subterráneas, as obras subterráneas, os almacenamentos subterráneos, as plantas de tratamento e beneficio, as plantas de enerxía, as plantas mineralúrxicas e siderúrxicas, as plantas de materiais para a construción, as plantas de carboquímica, petroquímica e gas, as plantas de tratamentos de residuos e efluentes e fábricas de explosivos e capacidade para empregar métodos contrastados e tecnoloxías acreditadas, co obxectivo de acadar unha maior eficacia dentro do respecto polo Medio Ambiente e a protección da seguridade e saúde dos traballadores e usuarios das mesmas.
B3	Capacidade para deseñar, redactar e planificar proxectos parciais ou específicos das unidades definidas no parágrafo anterior, tales como instalacións mecánicas e eléctricas e o seu mantemento, redes de transmisión de enerxía, instalacións transporte e almacenamento para materiais sólidos, líquidos ou gasosos, entullarías, balsas ou encoros, sostemento e cimentación, demolición, restauración, voaduras e loxística de explosivos.
B4	Capacidade para deseñar, planificar, operar, inspeccionar, asinar e dirixir proxectos, plantas ou instalacións, no seu ámbito.
B5	Capacidade de realización de estudos de ordenación do territorio e dos aspectos medioambientais relacionados cos proxectos, plantas e instalacións, no seu ámbito.
B6	Capacidade para o mantemento, conservación e explotación dos proxectos, plantas e instalacións, no seu ámbito.
B7	Coñecemento para realizar, no ámbito da enxeñaría de minas, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o disposto no apartado 5 da orde CIN /306/2009, medicións, replanteos, planos e mapas, cálculos, valoracións, análise riscos, peritaxes, estudos e informes, plans de traballo, estudos de impacto ambiental e social, plans de restauración, sistema control de calidade, sistema de prevención, análise e avaliación das propiedades dos materiais metálicos, cerámicos, refractarios, sintéticos e outros materiais, caracterización de solos e macizos rochosos e outros traballos semellantes.
B8	Coñecemento, comprensión e capacidade de aplicar a lexislación necesaria no exercicio da profesión de Enxeñeiro Técnico de Minas.
C24	Deseño e execución de obras superficiais e subterráneas.
C25	Técnicas de perforación e sostemento aplicadas a obras subterráneas e superficiais.

D1	Capacidade de interrelacionar todos os coñecementos adquiridos, interpretándoos como compoñentes dun corpo do saber cunha estrutura clara e unha forte coherencia interna.
D2	Capacidade de desenvolver un proxecto completo en calquera campo desta enxeñaría, combinando de forma adecuada os coñecementos adquiridos, accedendo ás fontes de información necesarias, realizando as consultas precisas e integrándose en equipos de traballo interdisciplinar.
D3	Propoñer e desenvolver solucións prácticas, utilizando os coñecementos teóricos, a fenómenos e situacións-problema da realidade cotiá propios da enxeñaría, desenvolvendo as estratexias adecuadas.
D5	Coñecer as fontes necesarias para dispoñer dunha actualización permanente e continua de toda a información precisa para desenvolver o seu labor, accedendo a todas as ferramentas, actuais e futuras, de busca de información e adaptándose aos cambios tecnolóxicos e sociais.
D7	Capacidade para organizar, interpretar, assimilar, elaborar e xestionar toda a información necesaria para desenvolver o seu labor, manexando as ferramentas informáticas, matemáticas, físicas, etc. necesarias para iso.
D9	Entender a transcendencia dos aspectos relacionados coa seguridade e saber transmitirle esta sensibilidade ás persoas do seu ámbito.

Resultados de aprendizaxe

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Integrar e aplicar con coherencia as diferentes disciplinas que conflúen nesta materia	B1	C24	D1
	B2	C25	D2
	B3		D3
	B4		D7
	B5		
	B6		
	B7		
	B8		
Aplicar ao cálculo e deseño os aspectos básicos sobre tecnoloxía e seguridade na obra subterránea	B1	C24	D1
	B2	C25	D2
	B3		D5
	B4		D9
	B5		
	B6		
	B7		
	B8		
Distinción e desenvolvemento dos diferentes documentos que deben integrar o proxecto dunha obra subterránea e os seus contidos.	B1	C24	D1
	B2	C25	D2
	B3		D3
	B4		D5
	B5		D7
	B6		
	B7		
	B8		
Análise e aplicación do proceso teórico-experimental utilizado na caracterización do terreo para proceder ao deseño da obra e á selección dos métodos de execución óptimos.	B1	C24	D1
	B2	C25	D3
	B3		D7
	B4		
	B6		
	B7		
	B8		
Cálculo e estimación básica de rendementos de avance nos diferentes métodos de execución de túneles en función das condicións que presente o macizo.	B1	C24	D3
	B3	C25	D7
Aplicación dos principios de deseño de voaduras no marco da materia.	B1	C24	D1
	B2	C25	D3
	B7		D7
			D9
Coñecer e comprender o funcionamento das tecnoloxías de sostemento de obras subterráneas.	B1	C24	D1
	B2	C25	D5
	B7		D9
	B8		

Contidos

Tema

O USO E PROXECTO DA OBRA SUBTERRÁNEA.	Tema introdutorio
	Aplicacións de obras subterráneas

CARACTERIZACIÓN DO TERREO.	Caracterización de macizos rochosos en campo Comportamento mecánico das rochas Caracterización e comportamento das discontinuidades Propiedades do macizo rochoso (Clasificacións xeomecánicas) Tensións naturais do terreo
TECNOLOXÍA DE SOSTEMENTO.	Cadros metálicos. Descrición e funcionamento de cadros metálicos ríxidos e articulados. Descrición, funcionamento e colocación dos cadros deslizantes. Sostenimiento con anclaxe. Elementos dun anclaxe. Sistemas de anclaxe por adherencia (cemento, resina). Sistemas de anclaxe por fricción (puntual e repartido). Valoración da idoneidade do bulonaxe en diferentes condicións. Uso de gunita e hormigón proxectado. Uso en minería. Parámetros característicos do hormigón. Compoñentes do hormigón proxectado e dosificacións. Colocación: Gunitado en vía seca e vía húmida.
DESEÑO DA OBRA SUBTERRÁNEA. SOSTEMENTO.	Formulación xeral do problema de escavacións. Deseño baseado en clasificacións xeomecánicas. Análise de tensións en macizos rochosos Método converxencia confinamento Análise de estabilidade de cuñas en escavacións Movo Método Austríaco
CLASIFICACIÓN DO TERREO SEGUNDO O SEU GRAO DE ESCAVABILIDADE MECÁNICA.	Clasificacións de escavabilidade, perforabilidade e voabilidade da rocha
TECNOLOXÍA DA ESCAVACIÓN DE TÚNELES	MINADORES TUNELADORAS (Topos e escudos) AVANCE CON PERFORACIÓN E VOADURA (Jumbos) PRECORTE MECÁNICO MÉTODOS TRADICIONAIS.
TRATAMENTOS DO TERREO	Inxeccións Grouting Conxelación

Planificación			
	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	22.5	27.5	50
Resolución de problemas	14	30	44
Prácticas de laboratorio	7	17.5	24.5
Traballos de aula	2	17.5	19.5
Saídas de estudo/prácticas de campo	5	0	5
Titoría en grupo	2	5	7

*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

Metodoloxía docente	
	Descrición
Lección maxistral	Descrición das teorías básicas de aplicación.
Resolución de problemas	Resolución manual de problemas.
Prácticas de laboratorio	Práctica de resolución de problemas e creación de deseños estables con programas tipo DIPS, ROCLAB, UNWEDGE e ROC-SUPPORT. Tamén se visitará o laboratorio de mecánica de rocas, onde se mostrará o funcionamamento dos diferentes ensaios de caracterización.
Traballos de aula	Formulación e presentación de problemas reais por grupos. Análise e discusión.
Saídas de estudo/prácticas de campo	Visita obra subterránea, no caso de financiamento dispoñible.
Titoría en grupo	Comentarios de casos reais, así como de erros cometidos no pasado.

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición
Traballos de aula	Estar preto do alumno para aconsellar sobre traballos, formas de cálculo, e facerlle pensar no impacto da realidade do terreo e da variabilidade dos datos no deseño final e no comportamento da obra ao ancho da súa vida operativa.

Saídas de estudo/prácticas de campo	Estar preto do alumno para aconsellar sobre traballos, formas de cálculo, e facerlle pensar no impacto da realidade do terreo e da variabilidade dos datos no deseño final e no comportamento da obra ao ancho da súa vida operativa.
Prácticas de laboratorio	Estar preto do alumno para aconsellar sobre traballos, formas de cálculo, e facerlle pensar no impacto da realidade do terreo e da variabilidade dos datos no deseño final e no comportamento da obra ao ancho da súa vida operativa.
Resolución de problemas	Estar preto do alumno para aconsellar sobre traballos, formas de cálculo, e facerlle pensar no impacto da realidade do terreo e da variabilidade dos datos no deseño final e no comportamento da obra ao ancho da súa vida operativa.
Titoría en grupo	Estar preto do alumno para aconsellar sobre traballos, formas de cálculo, e facerlle pensar no impacto da realidade do terreo e da variabilidade dos datos no deseño final e no comportamento da obra ao ancho da súa vida operativa.

Avaliación					
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Lección maxistral	Exáme escrito de cuestións de resposta curta para analizar o entendemento do contido teórico-practico visto durante o curso. Resultados de aprendizaxe: coñecemento e aplicación do proceso teórico-experimental utilizado na caracterización do terreo para proceder ao deseño da obra e a selección dos métodos de execución óptimos; coñecemento e aplicación das diferentes disciplinas que conflúen nesta materia; coñecer e comprender o funcionamento das tecnoloxías de sostemento de obras subterráneas.	30	B1 B2 B3 B4 B7 B8	C24 C25	D1 D3 D7 D9
Resolución de problemas	Probas escritas consistentes na resolución de problemas que abarquen os conceptos estudados durante o curso. Os enxeñeiros deben saber resolver problemas reais, por iso a resolución destes exercicios forman a parte máis valorada na avaliación. Resultados de aprendizaxe: integrar e aplicar con coherencia as diferentes disciplinas que conflúen nesta materia; cálculo e deseño dos aspectos básicos sobre tecnoloxía e seguridade na obra subterránea; cálculo e estimación básica de rendementos de avance nos diferentes métodos de execución de túneles en función das condicións que presente o macizo; aplicación dos principios de deseño de voaduras no marco da materia.	50	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8	C24 C25	D1 D2 D3 D7 D9
Prácticas de laboratorio	Avaliación a través do informe/memoria de prácticas realizadas e da exposición en aula de casos reais. Resultados de aprendizaxe: distinción e desenvolvemento dos diferentes documentos que deben integrar o proxecto dunha obra subterránea e os seus contidos; cálculo e deseño dos aspectos básicos sobre tecnoloxía e seguridade na obra subterránea.	20	B1 B2 B3 B4 B5 B7 B8	C24 C25	D1 D2 D3 D5 D7

Outros comentarios sobre a Avaliación

Na convocatoria ordinaria, é necesario realizar e entregar os traballos propostos durante o curso. Sendo así a cualificación da nota final a suma das notas dos traballos (ata un 20%) e do exame (ata un 80%)

En convocatorias posteriores do mesmo curso, o exame puntuará o 100% da nota final.

Calendario de exames:

- Convocatoria Fin de Carreira: 07/09/2017
- Convocatoria ordinaria 1º período: 12/01/2018
- Convocatoria extraordinaria xullo: 22/06/2018

Esta información pódese verificar/consultar de forma actualizada na páxina web do centro:

<http://minasyenergia.uvigo.es/gl/docencia/exames>

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

- López Jimeno, C. et al., **IngeoTúneles Vol. 1**, 1ª ed., Entorno gráfico, 1998
- López Jimeno, C. et al., **IngeoTúneles Vol. 2**, 1ª ed., Entorno gráfico, 1999
- López Jimeno, C. et al., **IngeoTúneles Vol. 3**, 1ª ed., Entorno gráfico, 2000
- López Jimeno, C. et al., **IngeoTúneles Vol. 4**, 1ª ed., Entorno gráfico, 2001

López Jimeno, C. et al., **IngeoTúneles Vol. 5**, 1ª ed., Entorno gráfico, 2002

López Jimeno, C. et al., **IngeoTúneles Vol. 6**, 1ª ed., Entorno gráfico, 2003

Cornejo Álvarez, L. et al., **Excavación mecánica de túneles**, 1ª ed., RUEDA, 1988

López Jimeno, C. et al., **Manual de túneles y obras subterráneas**, 1ª ed., Carlos López Jimeno, 2011

Brady, B. y Brown, E.T., **Rock Mechanics for Underground Mining**, 1ª ed., George Allen & Unwin, 2004

Hoek, E. y Brown, E.T., **Underground Excavations in Rock**, 1ª ed., Chapman & Hall, 1980

Hudson, J.A. y Harrison, J.P., **Engineering Rock Mechanics. Illustrative Worked Examples**, 1ª ed., Pergamon Press, 2000

Ramírez Oyanguren, P. et al., **Mecánica de Rocas aplicada a la Minería Metálica Subterránea**, 1ª ed., I.T.G.E., 1984

Bibliografía Complementaria

Ministerio de Industria y Energía, **Reglamento General De Normas Básicas De Seguridad Minera e Instrucciones Técnicas Complementarias (RD 863/1985)**, 1ª ed., Ministerio de Industria y Energía, 1985

Ministerio de Industria y Energía, **Real Decreto 1389/1997 por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras**, 1ª ed., Ministerio de Industria y Energía, 1997

Ministerio de Industria y Energía, **Real Decreto 1627/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud en las obras de construcción**, 1ª ed., Ministerio de Industria y Energía, 1997

Amadei, B y Stephansson, O. , **Rock Stress and its Measurement**, 1ª ed., Chapman & Hall, 1997

Bieniawski, Z.T., **Engineering Rock Mass Classifications -A Complete Manual for Engineers and Geologists in Mining, Civil and Petroleum Engineering**, 1ª ed., John Wiley & sons, 1989

Brown, E.T., **Rock Characterization Testing and Monitoring**, 1ª ed., Pergamon Press, 1981

González de Vallejo, L.I., Ferrer, M., Ortuño, L. y Oteo, C., **Ingeniería Geológica**, 1ª ed., Prentice Hall, 2002

Hoek, E., Kaiser, P.K. y Bawden, W.F. , **Support of Underground excavations in Hard Rock**, 1ª ed., Balkema, 1994

Hudson, J.A., **Comprehensive Rock Engineering. Principles, Practice and Projects**, 1ª ed., Pergamon Press, 1993

Recomendaciones

Materias que continúan o temario

Explotación sostenible de recursos mineiros II/V09G310V01703

Trabajo de Fin de Grado/V09G310V01991

Materias que se recomienda tener cursado previamente

Expresión gráfica: Expresión gráfica/V09G310V01101

Física: Física I/V09G310V01102

Física: Física II/V09G310V01202

Xeoloxía: Xeoloxía/V09G310V01205

Informática: Estadística/V09G310V01203

Matemáticas: Álgebra lineal/V09G310V01103

Matemáticas: Cálculo I/V09G310V01104

Matemáticas: Cálculo II/V09G310V01204

Química/V09G310V01105

Mecánica de suelos/V09G310V01404

Resistencia de materiales/V09G310V01304

Mecánica de rochas/V09G310V01513

Tecnología de explotación de minas/V09G310V01612