



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Voaduras

|                       |                                                                                             |        |       |              |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------------|
| Materia               | Voaduras                                                                                    |        |       |              |
| Código                | V09G311V01303                                                                               |        |       |              |
| Titulación            | Grao en Enxeñaría dos Recursos Mineiros e Enerxéticos                                       |        |       |              |
| Descritores           | Creditos ECTS                                                                               | Sinale | Curso | Cuadrimestre |
|                       | 6                                                                                           | OB     | 3     | 1c           |
| Lingua de impartición | Castelán                                                                                    |        |       |              |
| Departamento          | Enxeñaría dos recursos naturais e medio ambiente                                            |        |       |              |
| Coordinador/a         | García Bastante, Fernando María                                                             |        |       |              |
| Profesorado           | Delgado Marzo, Fernando<br>García Bastante, Fernando María                                  |        |       |              |
| Correo-e              | bastante@uvigo.es                                                                           |        |       |              |
| Web                   | <a href="http://moovi.uvigo.gal/login/index.php">http://moovi.uvigo.gal/login/index.php</a> |        |       |              |
| Descrición xeral      | Materia sobre a enxeñaría dos explosivos                                                    |        |       |              |

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

### Código

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1  | Que os estudantes demostrasen posuír e comprender coñecementos nunha área de estudo que parte da base da educación secundaria xeral, e adóitase atopar a un nivel que, aínda que se apoia en libros de texto avanzados, inclúe tamén algúns aspectos que implican coñecementos procedentes da vangarda do seu campo de estudo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| A2  | Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| A3  | Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitir xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| A4  | Que os estudantes poidan transmitir información, ideas, problemas e solucións a un público tanto especializado coma non especializado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| A5  | Que os estudantes desenvolvesen aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprender estudos posteriores cun alto grao de autonomía.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| B1  | Capacitación científico-técnica para o exercicio da profesión de Enxeñeiro Técnico de Minas e coñecemento das funcións de asesoría, análise, deseño, cálculo, proxecto, construción, mantemento, conservación e explotación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| B2  | Comprensión dos múltiples condicionamentos de carácter técnico e legal que se expoñen no desenvolvemento, no ámbito da enxeñaría de minas, que teñan por obxecto, de acordo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no apartado 5 da orde CIN/306/2009, a prospección e investigación xeolóxica-mineira, as explotacións de todo tipo de recursos xeolóxicos, incluídas as augas subterráneas, as obras subterráneas, os almacenamentos subterráneos, as plantas de tratamento e beneficio, as plantas enerxéticas, 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 as fábricas de explosivos e capacidade para empregar métodos contrastados e tecnoloxías acreditadas, coa finalidade de conseguir a 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 apartado anterior, tales como instalacións mecánicas e eléctricas e co seu mantemento, redes de transporte de enerxía, instalacións de transporte e almacenamento para materiais sólidos, líquidos ou gaseosos, vertedoiros, balsas ou presas, 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| B8  | Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar a lexislación necesaria no exercicio da profesión de Enxeñeiro Técnico de Minas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| C26 | Coñecer, comprender e empregar os principios de manexo, transporte e distribución de explosivos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D1 | Capacidade de interrelacionar todos os coñecementos adquiridos, interpretándoos como compoñentes dun corpo do saber cunha estrutura clara e unha forte coherencia interna.                                                                                                                   |
| D3 | Propoñer e desenvolver solucións prácticas, utilizando os coñecementos teóricos, a fenómenos e situacións-problema da realidade cotiá propios da enxeñería, 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 procura de información e adaptándose aos cambios tecnolóxicos e sociais             |
| D6 | Coñecer e manexar a lexislación aplicable ao sector, coñecer a contorna social e empresarial e saber relacionarse coa administración competente integrando este coñecemento na elaboración de proxectos de enxeñería e no desenvolvemento de calquera dos aspectos do seu labor profesional. |
| 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 transmitir esta sensibilidade ás persoas da súa contorna.                                                                                                                                                         |

## Resultados previstos na materia

| Resultados previstos na materia                                                                                                                                                                                                                                                 | Resultados de Formación e Aprendizaxe |                                  |                 |                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------|----------------------------------------|
| Coñecemento dos materiais enerxéticos: os conceptos fundamentais, distinción entre detonación e deflagración; familias e subfamilias, características, propiedades e usos dos altos explosivos; así como dos accesorios de voadura empregados para a iniciación dos explosivos. | A1<br>A5                              | B1<br>B2<br>B8                   | C26             | D1<br>D3<br>D5<br>D6<br>D9             |
| Comprensión dos diferentes mecanismos de fragmentación da roca por acción do explosivo.                                                                                                                                                                                         |                                       | B1<br>B3<br>B11                  | C26<br>C31      | D3<br>D5<br>D6<br>D8                   |
| Debe estar capacitado para o deseño de voaduras a ceo aberto e en túnel: as técnicas de cálculo, os esquemas de perforación, as secuencias de aceso, os criterios de deseño e o cálculo dos custos.                                                                             | A2<br>A4<br>A5                        | B1<br>B2<br>B3<br>B4             | C26             | D1<br>D3<br>D7<br>D9                   |
| Capacitación para a estimación, valoración e control dos resultados da voadura: fragmentación, proxección e vibracións                                                                                                                                                          | A2<br>A3<br>A4                        | B1<br>B2<br>B3<br>B11<br>B12     | C29             | D3<br>D4<br>D7<br>D8<br>D9             |
| Coñecemento da regulamentación existente nos aspectos referentes á seguridade no uso, manexo e transporte interno dos explosivos                                                                                                                                                | A2<br>A3<br>A3<br>A4<br>A5<br>A5      | B1<br>B1<br>B2<br>B2<br>B4<br>B8 | C1<br>C2<br>C26 | D1<br>D2<br>D3<br>D5<br>D5<br>D6<br>D9 |
| Adquisición da visión da fragmentación da roca mediante voadura como un proceso máis dos que integra o laboreo de minas, e da súa importancia.                                                                                                                                  | A2<br>A3<br>A4<br>A5                  | B1<br>B2<br>B4                   | C1<br>C2        | D1<br>D2<br>D3<br>D5<br>D7<br>D9       |

## Contidos

| Tema                                |                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| *Minería e explosivos               | O interese dos explosivos en minería.<br>Os custos e o grao de fragmentación<br>Os procesos de perforación e voadura                            |
| Explosivos e Sistemas de Iniciación | Conceptos básicos<br>Ensaio de Caracterización<br>Explosivos<br>Sistemas de Iniciación                                                          |
| Deseño de Voaduras                  | Mecanismos de Fragmentación<br>Deseño de Voaduras ao descuberto<br>Deseño de Voaduras en Túnel<br>Técnicas de Contorno<br>Resultados da Voadura |

| <b>Planificación</b>                                 |               |                    |              |
|------------------------------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
|                                                      | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
| Lección maxistral                                    | 24            | 12                 | 36           |
| Resolución de problemas                              | 15            | 15                 | 30           |
| Prácticas con apoio das TIC                          | 5             | 5                  | 10           |
| Seminario                                            | 2             | 2                  | 4            |
| Saídas de estudo                                     | 4             | 0                  | 4            |
| Exame de preguntas de desenvolvemento                | 1.5           | 28                 | 29.5         |
| Exame de preguntas obxectivas                        | 1             | 25                 | 26           |
| Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas | 0             | 10.5               | 10.5         |

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

| <b>Metodoloxía docente</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Lección maxistral           | Exporanse e explicarán os fundamentos dos conceptos e técnicas que aborda a materia nas clases teóricas. O alumnado profundará nos mesmos coa axuda da bibliografía recomendada polo profesorado                                                                                                                                               |
| Resolución de problemas     | El profesorado resolverá e exporá a resolución de exercicios ou problemas sinxelos apoiándose no coñecemento impartido. Tamén se desenvolverán casos completos de cálculo e deseño de voaduras.                                                                                                                                                |
| Prácticas con apoio das TIC | El profesorado exporá e propondrá ao alumnado problemas relativos ao cálculo de voaduras para a súa resolución co apoio do computador. Ensinarase como implementar exercicios relativos a voaduras nun libro de cálculo. O profesorado tutorizará o traballo do alumnado.                                                                      |
| Seminario                   | Profesionais do campo dos explosivos e voaduras impartirán un seminario sobre aspectos específicos da materia, facendo fincapé en materia de seguridade. Tamén se realizará un seminario sobre o uso e manexo dun sismógrafo. O contido dos seminarios será obxecto de avaliación.                                                             |
| Saídas de estudo            | Realizarase unha saída de campo relacionada coa materia (saída a un depósito de explosivos ou a unha canteira...). O profesorado e a empresa marcarán as directrices de seguridade, xa desde antes de realizar a saída, que o alumnado deberá seguir a machada. Recalcarase a importancia de seguir consígnalas de seguridade en todo momento. |

| <b>Atención personalizada</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodoloxías                  | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Prácticas con apoio das TIC   | O profesorado tutorizará a realización dos exercicios con axuda do computador. Ademais, para todas as modalidades de docencia, poderán realizarse sesións de tutorización por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de Moovi, ...) baixo a modalidade de concertación previa. O alumnado exporá as dúbidas relacionadas cos contidos teórico prácticos da materia, especialmente as relacionadas coa resolución dos exercicios e traballos expostos. |

| <b>Avaliación</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                       | Cualificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                       | Resultados de Formación e Aprendizaxe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Exame de preguntas de desenvolvemento | Realizarase un exame final que incluírá preguntas, teóricas e de resolución de exercicios, de resposta breve (selección múltiple, ensaio, cálculos...) así como outras de maior extensión (de ensaio, resolución de casos completos...).                                                                                                                                                                 |
|                                       | Valorarase a completitude, exactitude, redacción e claridade das respostas dentro do contexto do abordado na materia. Resultados previstos na materia: As probas inclúen materia sobre todos os resultados esperables da materia, que de forma sintética son: familias de explosivos e sistemas de iniciación. Mecanismos de fragmentación. Deseño de voaduras e control de resultados. Regulamentación. |
|                                       | 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                       | A1 B1 C26 D1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                       | A2 B2 D3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                       | A3 B3 D6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                       | A4 B4 D7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                       | A5 B8 D9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |                                                           |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------|
| Exame de preguntas obxectivas                        | Para o alumnado que opte pola avaliación continua, haberá dúas probas parciais que incluírán preguntas, tanto teóricas como de resolución de exercicios, de resposta xeralmente curta, e unha proba de resolución de problemas. Cada unha destas probas ponderará o 15%, 15% e 20% da nota final da materia, respectivamente.<br>Valorarase a completitud, exactitude, redacción e claridade das respostas dentro do contexto do abordado na materia. Resultados previstos na materia: As probas inclúen materia sobre todos os resultados esperables da materia, que de forma sintética son: familias de explosivos e sistemas de iniciación. Mecanismos de fragmentación. Deseño de voaduras e control de resultados. Regulamentación.                                                                   | 50 | A1 B1 C26 D1<br>A3 B2 D3<br>A4 B3 D6<br>A5 B4 D7<br>B8 D9 |
| Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas | O alumnado que opte pola avaliación continua entregará un informe recompilatorio dos exercicios resoltos en clase, en formato dixital, debidamente presentado e maquetado, Devandito informe detallará o proceso de resolución de cada exercicio. Tamén entregará o libro excel no que se plasmarán os cálculos realizados para cada exercicio. Ambos os documentos deben ser orixinais, isto é, realizados integramente pola alumna/ou que realiza a entrega.<br><br>Resultados previstos na materia: Deseño de voaduras ao descuberto e en túnel: as técnicas de cálculo, os esquemas de perforación, as secuencias de aceso e o cálculo dos custos. Estimación, valoración e control dos resultados da voadura, e das afeccións que puidesen ocasionar a mesma: fragmentación, proxección e vibracións. | 10 | A2 B1 D1<br>A3 B2 D3<br>A4 B3 D5<br>A5 D7                 |

## Outros comentarios sobre a Avaliación

### Consideracións avaliación continua na primeira oportunidade

O alumnado que opte pola avaliación continua e supere os tres exames parciais poderá validar a nota final do exame pola nota media ponderada obtida nos exames parciais.

### Consideracións avaliación continua na primeira oportunidade

O sistema de avaliación da segunda oportunidade segue sendo o mesmo que o sistema global de avaliación da primeira oportunidade.

### Consideracións de avaliación global

No caso de optar á avaliación por exame, a parte teórico-práctica terá un peso do 60% e a resolución de problemas un 40%. Para superar a materia é necesario obter un mínimo do 40% da nota máxima tanto na parte teórico-práctica como na de resolución de problemas.

É responsabilidade do alumnado coñecer os contidos que se imparten e que serán obxecto de avaliación. O sistema de avaliación da convocatoria extraordinaria é o mesmo que o da convocatoria ordinaria mediante un exame final.

Calendario de exames. Verificar/consultar de forma actualizada na páxina web do centro:

<http://minaseenerxia.uvigo.es/es/docencia/examenes>

## Bibliografía. Fontes de información

### Bibliografía Básica

Sanchidrián J. y Muñiz, E., **Curso de tecnología de explosivos**, Fundación Gómez Pardo, 2000

Ministerio de Industria y Energía, **Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. (RD 863/1985)**, 1985

### Bibliografía Complementaria

Persson P., Holmberg R. y Lee J., **Rock Blasting and Explosives Engineering**, CRC Press, 1993

Hustrulid, W., **Blasting principles for open pit mining. Vol 1. General Design Concepts**, CRC Press, 2005

International Society of Explosives Engineers, **Blasters' Handbook**, 18ª ed., ISEE, 2014

Antipas Massawe, **Drilling and Blasting Part I: Blasting Lecture Notes & Tutorials**, Scholars' Press, 2018

## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Física: Física I/V09G311V01102

Física: Física II/V09G311V01107  
Matemáticas: Cálculo I/V09G311V01104  
Matemáticas: Cálculo II/V09G311V01109  
Matemáticas: Estadística/V09G311V01108  
Química/V09G311V01105

---